

RAPPORT DE L'ASN

sur l'état de la sûreté nucléaire
et de la radioprotection en France en | **2023** |



L'Autorité de sûreté nucléaire présente
son rapport sur l'état de la sûreté nucléaire
et de la radioprotection en France en 2023.

Ce rapport est prévu par l'article L. 592-31
du code de l'environnement.

Il a été remis au Président de la République,
au Premier ministre et aux Présidents du Sénat
et de l'Assemblée nationale, et transmis
à l'Office parlementaire d'évaluation
des choix scientifiques et technologiques
en application de l'article précité.



AUTORITÉ DE SÛRETÉ NUCLÉAIRE

2023

MISSIONS
FONCTIONNEMENT
CHIFFRES CLÉS
ORGANIGRAMME

Créée par la loi du 13 juin 2006 relative à la transparence et à la sécurité en matière nucléaire, l'ASN est une autorité administrative indépendante chargée du contrôle des activités nucléaires civiles en France.

L'ASN assure, au nom de l'État, le contrôle de la sûreté nucléaire et de la radioprotection pour protéger les personnes et l'environnement. Elle informe le public et contribue à des choix de société éclairés.

L'ASN décide et agit avec rigueur et discernement : son ambition est d'exercer un contrôle reconnu par les citoyens et constituant une référence internationale.

Missions

RÉGLEMENTER

L'ASN contribue à l'élaboration de la réglementation, en donnant son avis au Gouvernement sur les projets de décret et d'arrêté ministériel et en prenant des décisions réglementaires à caractère technique. Elle s'assure que la réglementation est claire, accessible et proportionnée aux enjeux.

AUTORISER

L'ASN instruit l'ensemble des demandes d'autorisation individuelles des installations nucléaires. Elle accorde les autorisations, à l'exception des autorisations majeures des installations nucléaires de base (INB) telles que la création et le démantèlement. L'ASN délivre également les autorisations prévues par le code de la santé publique pour le nucléaire de proximité et accorde les autorisations ou agréments relatifs au transport de substances radioactives.

CONTRÔLER

L'ASN vérifie le respect des règles et des prescriptions auxquelles sont soumises les installations et activités entrant dans son champ de compétence. Depuis la loi du 17 août 2015 relative à la transition énergétique pour la croissance verte, dite « loi TECV », les missions de l'ASN s'étendent à la protection des sources de rayonnements ionisants contre les actes de malveillance. L'inspection représente l'activité de contrôle principale de l'ASN. Ainsi, en 2023, 1790 inspections ont été réalisées par l'ASN dans les domaines de la sûreté nucléaire et de la radioprotection.

L'ASN dispose de pouvoirs de coercition et de sanction gradués (mise en demeure, amende administrative, astreinte journalière, possibilité de procéder à des saisies, prélèvements ou consignations, etc.). L'amende administrative relève de la compétence d'une commission des sanctions placée au sein de l'ASN, respectant le principe de séparation des fonctions d'instruction et de jugement.

INFORMER

L'ASN rend compte de son activité au Parlement. Elle informe le public et les parties prenantes (associations de protection de l'environnement, commissions locales d'information, médias, etc.) de son activité et de l'état de la sûreté nucléaire et de la radioprotection en France.

L'ASN permet à tout citoyen de participer à l'élaboration de ses décisions ayant une incidence sur l'environnement. Elle soutient l'action des commissions locales d'information placées auprès des installations nucléaires. Le site Internet *asn.fr* est le mode privilégié d'information de l'ASN.

EN CAS DE SITUATION D'URGENCE

L'ASN contrôle les opérations de mise en sûreté de l'installation prises par l'exploitant. Elle informe le public et ses homologues étrangères de la situation. L'ASN assiste le Gouvernement. En particulier, elle adresse aux autorités compétentes ses recommandations sur les mesures à prendre au titre de la sécurité civile.

UN CONTRÔLE D'ACTIVITÉS ET D'INSTALLATIONS DIVERSIFIÉES

Centrales nucléaires, gestion des déchets radioactifs, fabrication et retraitement de combustibles nucléaires, colis de substances radioactives, installations médicales, laboratoires de recherche, activités industrielles, etc., l'ASN contrôle un ensemble d'activités et d'installations très varié.

Ce contrôle porte sur :

- 56 réacteurs nucléaires produisant 70% de l'électricité consommée en France, ainsi que le réacteur EPR de Flamanville en construction ;
- environ 80 autres installations participant à des activités de recherche civile, à des activités de gestion de déchets radioactifs ou à des activités du « cycle du combustible » ;
- 36 installations définitivement arrêtées ou en démantèlement ;
- plusieurs milliers d'installations ou d'activités dans lesquelles sont utilisées des sources de rayonnements ionisants à des fins médicales, industrielles ou de recherche ;
- plusieurs centaines de milliers d'expéditions de substances radioactives réalisées annuellement sur le territoire national.

LE RECOURS À DES EXPERTS

Pour prendre ses décisions, l'ASN s'appuie sur des expertises techniques extérieures, notamment celles de l'Institut de radioprotection et de sûreté nucléaire (IRSN). Le président de l'ASN est membre du conseil d'administration de l'IRSN. L'ASN sollicite également les avis et les recommandations de sept groupes permanents d'experts (GPE) placés auprès d'elle et provenant d'horizons scientifiques et techniques divers.

Fonctionnement

LE COLLÈGE

Le collège définit la politique générale de l'ASN en matière de sûreté nucléaire et de radioprotection. Il est composé de cinq commissaires, dont le président, désignés pour six ans^(*).

Bernard DOROSZCZUK Président	Stéphanie GUÉNOT BRESSON ^(*) Commissaire	Géraldine PINA ^(*) Commissaire	Olivier DUBOIS ^(*) Commissaire	Jean-Luc LACHAUME ^(*) Commissaire
du 13 novembre 2018 au 12 novembre 2024	du 10 décembre 2023 au 9 décembre 2029	du 15 décembre 2020 au 9 décembre 2026	du 29 janvier 2024 au 9 décembre 2029	du 21 décembre 2018 au 9 décembre 2026
DÉSIGNÉS PAR le Président de la République			DÉSIGNÉ PAR le Président du Sénat	DÉSIGNÉ PAR le Président de l'Assemblée nationale

* Le code de l'environnement, modifié par la loi n° 2017-55 du 20 janvier 2017 portant statut général des autorités administratives indépendantes et des autorités publiques indépendantes, prévoit le renouvellement du collège de l'ASN à l'exception de son président, par moitié tous les trois ans. Le décret n° 2019-190 du 14 mars 2019 (codifiant les dispositions applicables aux INB, au transport de substances radioactives et à la transparence en matière nucléaire) a prévu les dispositions transitoires utiles et modifié la durée des mandats de trois commissaires.

IMPARTIALITÉ

Les commissaires exercent leurs fonctions en toute impartialité sans recevoir d'instructions ni du Gouvernement ni d'aucune autre personne ou institution.

INDÉPENDANCE

Les commissaires exercent leurs fonctions à temps plein. Leur mandat est d'une durée de six ans. Il n'est pas renouvelable. Il ne peut être mis fin aux fonctions d'un commissaire qu'en cas d'empêchement ou de démission constaté par le collège statuant à la majorité de ses membres. Le Président de la République peut mettre fin aux fonctions d'un membre du collège en cas de manquement grave à ses obligations.

COMPÉTENCES

Le collège prend des décisions et rend des avis qui sont publiés au *Bulletin officiel* de l'ASN. Le collège définit la politique de contrôle de l'ASN. Le président nomme les inspecteurs de l'ASN. Le collège décide de l'ouverture des enquêtes après incident ou accident.

Chaque année, il présente au Parlement le *Rapport de l'ASN sur l'état de la sûreté nucléaire et de la radioprotection en France*. Son président rend compte des activités de l'ASN aux commissions compétentes de l'Assemblée nationale et du Sénat, ainsi qu'à l'Office parlementaire d'évaluation des choix scientifiques et technologiques. Le collège définit la politique de relations extérieures de l'ASN au plan national et au plan international.

LES SERVICES

L'ASN dispose de services placés sous l'autorité de son président. Les services sont dirigés par un directeur général, nommé par le président de l'ASN. Ils assurent les missions de l'ASN au quotidien et préparent les projets d'avis et de décisions pour le collège de l'ASN. Ils se composent :

- **de services centraux, organisés par thématiques**, qui pilotent leur domaine d'activité à l'échelle nationale, tant sur les questions techniques que transverses (action internationale, préparation aux situations d'urgence, information des publics, affaires juridiques, ressources humaines et autres fonctions supports). En particulier, ils préparent les projets de doctrine et de textes de portée générale, instruisent les dossiers techniques les plus complexes et les dossiers « génériques », c'est-à-dire se rapportant à plusieurs installations similaires ;
- **de 11 divisions territoriales**, compétentes sur une ou plusieurs régions administratives, de façon à couvrir l'ensemble du territoire national et les collectivités territoriales d'outre-mer. Les divisions réalisent l'essentiel du contrôle de terrain sur les installations nucléaires, les transports de substances radioactives et les activités du nucléaire de proximité. Elles représentent l'ASN en région et contribuent à l'information du public dans leur périmètre géographique. Dans les situations d'urgence, les divisions assistent le préfet de département, responsable de la protection des populations, et assurent le contrôle des opérations de mise en sûreté de l'installation accidentée.

L'ASN en 2023



PERSONNEL

521 agents

48% de femmes

86% de cadres

307 inspecteurs



BUDGET

71,62 M€
de budget pour l'ASN
(programme 181)

85,1 M€
de budget de l'IRSN consacrés
à l'expertise pour l'ASN



ACTIONS de l'ASN

1790 inspections

398
livrables de l'IRSN
rendus à l'ASN dont
183 avis d'expertise

26
réunions plénières des
groupes permanents
d'experts

1940
décisions individuelles
d'autorisation et
d'enregistrement
délivrées

30 022
lettres de suite
d'inspection
disponibles sur *asn.fr*
au 31 décembre 2023



INFORMATION

656 réponses aux sollicitations
du public et des parties
prenantes

84
notes
d'information

11
conférences
de presse

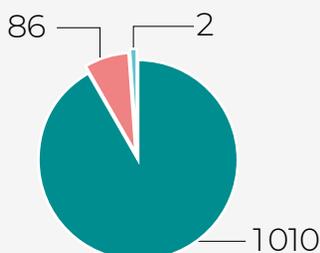
NOMBRE D'ÉVÉNEMENTS SIGNIFICATIFS EN 2023

CLASSÉS SUR L'ÉCHELLE INES (*)

INSTALLATIONS NUCLÉAIRES DE BASE

1 098

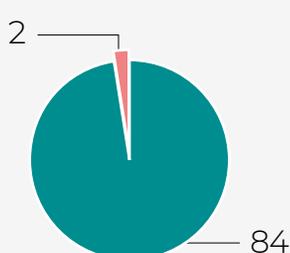
événements



TRANSPORT DE SUBSTANCES RADIOACTIVES

86

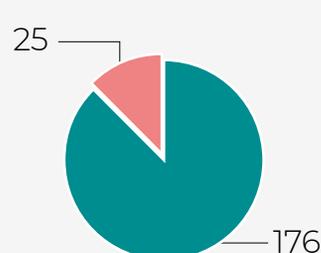
événements



NUCLÉAIRE DE PROXIMITÉ (médical et industriel)

201

événements



● Niveau 0 ● Niveau 1 ● Niveau 2

* L'échelle internationale INES (International Nuclear and Radiological Event Scale) a été développée par l'Agence internationale de l'énergie atomique (AIEA) afin d'expliquer au public l'importance d'un événement vis-à-vis de la sûreté ou de la radioprotection. Cette échelle est applicable aux événements survenant dans les INB et aux événements ayant des conséquences, potentielles ou réelles, sur la radioprotection du public et des travailleurs. Elle ne s'applique pas aux événements ayant un impact sur la radioprotection des patients, les critères habituellement utilisés pour classer les événements (dose reçue notamment) n'étant pas applicables dans ce cas.

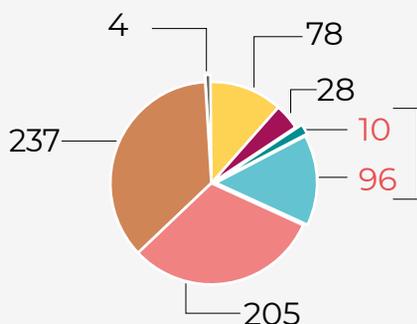
Comme il était pertinent de pouvoir informer le public sur les événements de radiothérapie, l'ASN a développé, en lien étroit avec la Société française de radiothérapie oncologique, une échelle spécifique aux événements de radiothérapie (échelle ASN-SFRO).

Ces deux échelles couvrent un champ relativement large des événements de radioprotection, à l'exception des événements d'imagerie.

DANS LE DOMAINE MÉDICAL

658

événements significatifs par domaine d'exposition

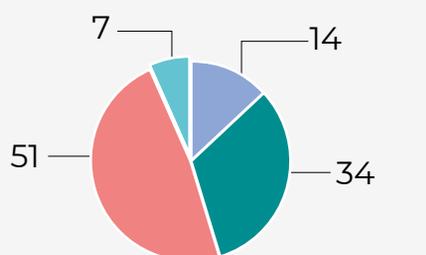


- CURIETHÉRAPIE
- RADIOTHÉRAPIE EXTERNE
- MÉDECINE NUCLÉAIRE
- SCANOGRAPHIE
- RADIOLOGIE DENTAIRE
- RADIOLOGIE CONVENTIONNELLE
- PRATIQUES INTERVENTIONNELLES RADIOGUIDÉES

106

événements significatifs de radiothérapie externe et curiethérapie

selon le classement sur l'échelle ASN-SFRO



● Hors échelle ● Niveau 0 ● Niveau 1 ● Niveau 2

Organigramme^(*)

COLLÈGE

PRÉSIDENT
Bernard DOROSZCZUK

COMMISSAIRES
Olivier DUBOIS
Stéphanie GUÉNOT BRESSON
Jean-Luc LACHAUME
Géraldine PINA

CHEFFE DE CABINET
Sylvie RODDE

**COMMISSION
DES SANCTIONS**
PRÉSIDENT
Maurice MÉDA

DIRECTION GÉNÉRALE

DIRECTEUR GÉNÉRAL
Olivier GUPTA

DIRECTEURS GÉNÉRAUX ADJOINTS

Pierre BOIS
Julien COLLET
Daniel DELALANDE

INSPECTEUR EN CHEF
Christophe QUINTIN

CONSEILLER TECHNIQUE
Sylvie CADET-MERCIER

DIRECTEUR DE CABINET
Vincent CLOÎTRE

DÉONTOLOGUE
Alain DORISON

**MISSION DES
RÉACTEURS INNOVANTS**
Philippe DUPUY

**MISSION EXPERTISE
ET ANIMATION**
Adeline CLOS

**MISSION DE SOUTIEN
AU CONTRÔLE**
Julien HUSSE

**SECRETARIAT
GÉNÉRAL**
Jean-Patrick
GOUDALLE

DIRECTIONS

CENTRALES NUCLÉAIRES
Rémy CATTEAU

**ÉQUIPEMENTS SOUS
PRESSION NUCLÉAIRES**
Flavien SIMON

**DÉCHETS, INSTALLATIONS
DE RECHERCHE ET DU CYCLE**
Cédric MESSIER

TRANSPORT ET SOURCES
Fabien FÉRON

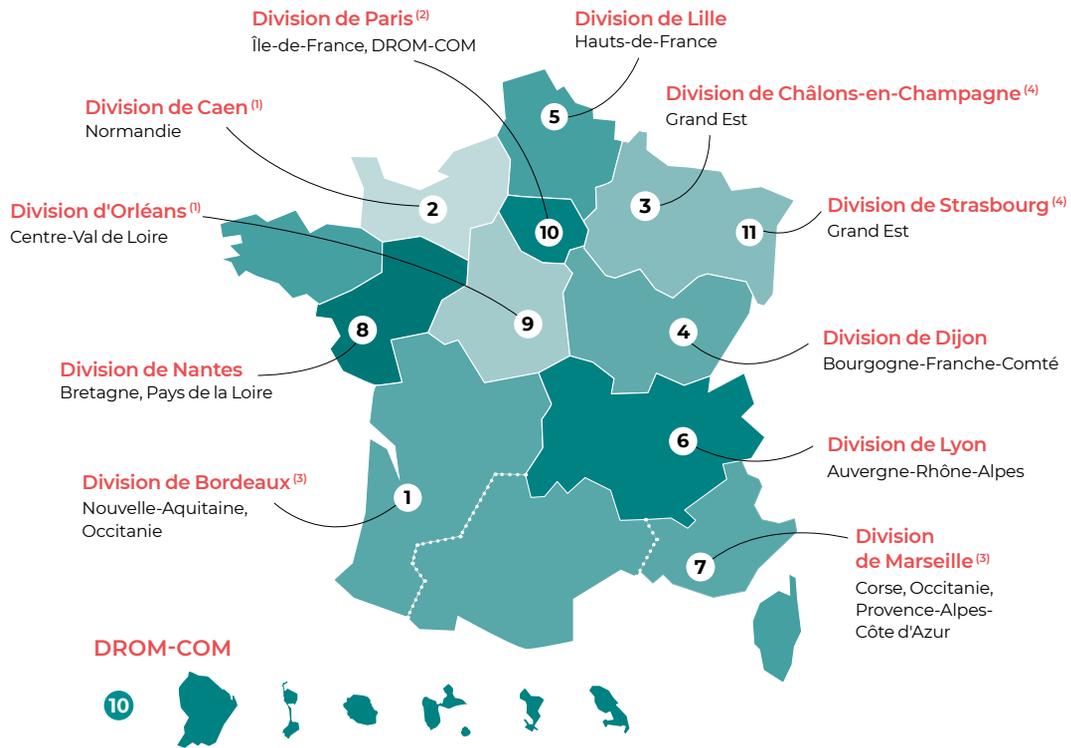
**RAYONNEMENTS IONISANTS
ET SANTÉ**
Carole ROUSSE

**ENVIRONNEMENT ET
SITUATIONS D'URGENCE**
Olivier RIVIÈRE

RELATIONS INTERNATIONALES
Luc CHANIAL

AFFAIRES JURIDIQUES
Andy CONTESSO

**INFORMATION, COMMUNICATION
ET USAGES NUMÉRIQUES**
Clémence PICART



- (1) Les divisions de Caen et Orléans interviennent respectivement dans les régions Bretagne et Île-de-France pour le contrôle des seules INB.
- (2) La division de Paris intervient en Martinique, Guadeloupe, Guyane, Mayotte, Réunion, Saint-Pierre-et-Miquelon.
- (3) Les divisions de Bordeaux et Marseille assurent conjointement le contrôle de la sûreté nucléaire, de la radioprotection et du transport de substances radioactives dans la région Occitanie.
- (4) Les divisions de Châlons-en-Champagne et Strasbourg assurent conjointement le contrôle de la sûreté nucléaire, de la radioprotection et du transport de substances radioactives dans la région Grand Est.

DIVISIONS

1
BORDEAUX
DÉLÉGUÉ TERRITORIAL
Vincent JECHOUX
CHEF DE DIVISION
Paul de GUIBERT

2
CAEN
DÉLÉGUÉ TERRITORIAL
Olivier MORZELLE
CHEF DE DIVISION
Gaëtan LAFFORGUE

3
CHÂLONS-EN-CHAMPAGNE
DÉLÉGUÉ TERRITORIAL
Hervé VANLAER
CHEF DE DIVISION
Mathieu RIQUART

4
DIJON
DÉLÉGUÉ TERRITORIAL
Olivier DAVID
CHEF DE DIVISION
Marc CHAMPION

5
LILLE
DÉLÉGUÉ TERRITORIAL
Julien LABIT
CHEF DE DIVISION
Rémy ZMYSLONY

6
LYON
DÉLÉGUÉ TERRITORIAL
Jean-Philippe DENEUVY
CHEFFE DE DIVISION
Nour KHATER

7
MARSEILLE
DÉLÉGUÉ TERRITORIAL
Sébastien FOREST
CHEF DE DIVISION
Mathieu RASSON

8
NANTES
DÉLÉGUÉE TERRITORIALE
Anne BEAUVAL
CHEFFE DE DIVISION
Émilie JAMBU

9
ORLÉANS
DÉLÉGUÉ TERRITORIAL
Hervé BRÛLÉ
CHEFFE DE DIVISION
Albane FONTAINE

10
PARIS
DÉLÉGUÉE TERRITORIALE
Emmanuelle GAY
CHEFFE DE DIVISION
Agathe BALTZER

11
STRASBOURG
DÉLÉGUÉ TERRITORIAL
Hervé VANLAER
CHEFFE DE DIVISION
Camille PERIER

* Au 1^{er} mars 2024.

Compétence
Indépendance
Rigueur
Transparence



asn.fr



info@asn.fr

Suivez également l'ASN sur les réseaux sociaux



SOMMAIRE

ÉDITORIAL DU COLLÈGE p. 2 • ÉDITORIAL DU DIRECTEUR GÉNÉRAL p. 8 • FAITS MARQUANTS 2023 p. 11
LES APPRÉCIATIONS DE L'ASN p. 20 • ACTUALITÉS RÉGLEMENTAIRES p. 30
LE PANORAMA RÉGIONAL DE LA SÛRETÉ NUCLÉAIRE ET DE LA RADIOPROTECTION p. 34

01

p. 98

Les activités nucléaires :
rayonnements ionisants
et risques pour la santé
et l'environnement

02

p. 120

Les principes de
la sûreté nucléaire
et de la radioprotection
et les acteurs du contrôle

03

p. 144

Le contrôle
des activités nucléaires
et des expositions aux
rayonnements ionisants

04

p. 168

Les situations
d'urgence radiologique
et post-accidentelles

05

p. 180

L'information
des publics

06

p. 190

Les relations
internationales

07

p. 204

Les utilisations médicales des
rayonnements ionisants

08

p. 242

Les sources de rayonnements
ionisants et les utilisations
industrielles, vétérinaires et
en recherche de ces sources

09

p. 274

Le transport de
substances radioactives

10

p. 292

Les centrales nucléaires
d'EDF

11

p. 324

L'émergence des projets de
petits réacteurs modulaires

12

p. 332

Les installations du « cycle
de combustible nucléaire »

13

p. 342

Les installations nucléaires
de recherche et industrielles
diverses

14

p. 348

Le démantèlement des
installations nucléaires
de base

15

p. 370

Les déchets radioactifs
et les sites et sols pollués

ANNEXE

p. 390

Panorama des installations
nucléaires de base
au 31 décembre 2023



AVIS AU LECTEUR

Le contrôle des activités nucléaires de proximité (médical, recherche et industrie, transport) est présenté dans les chapitres 7, 8, 9.

Seules les actualités réglementaires de l'année 2023 sont présentes dans cet ouvrage. L'ensemble de la réglementation est consultable sur asn.fr, rubrique « L'ASN réglemente ».

2023, une année charnière marquée par de nouvelles ambitions en matière nucléaire

Montrouge, le 1^{er} mars 2024

Le niveau de sûreté des installations nucléaires a été satisfaisant en 2023 avec une moindre tension sur les installations du « cycle du combustible » qu'en 2022 et la mise en œuvre par EDF d'une stratégie jugée appropriée par l'ASN pour faire face et traiter le phénomène de corrosion sous contrainte apparu sur certains de ses réacteurs. Les performances en matière de radioprotection se sont maintenues à un bon niveau malgré une augmentation, dans le secteur médical, d'événements significatifs de niveau 2. Cette situation contrastée conduit à rappeler l'importance des analyses de risques en radiothérapie.

Dans un contexte marqué par de nouvelles ambitions en matière nucléaire, l'ASN souligne trois sujets d'attention :

1. les perspectives plus ambitieuses portées par les exploitants de poursuite d'exploitation des installations nucléaires existantes génèrent un besoin fort d'identification des mesures à mettre en œuvre sans tarder pour atteindre dans des conditions sûres les nouveaux horizons envisagés. Elles imposent par ailleurs de poursuivre et de renforcer les démarches d'anticipation des enjeux de long terme sur les réacteurs dans une perspective de fonctionnement au-delà de 60 ans, et sur les nouvelles installations du « cycle du combustible » à envisager, en clarifiant les perspectives retenues en matière de retraitement.
2. l'engouement suscité par les *Small Modular Reactors* (SMR) et les *Advanced Modular Reactors* (AMR), qui présentent des caractéristiques intrinsèques de sûreté potentiellement prometteuses, ne doit pas éluder les questions techniques et sociétales qu'ils soulèvent. Ces questions sont notamment liées aux travaux préliminaires à réaliser pour démontrer leur sûreté de fonctionnement, à l'ensemble des enjeux de sûreté/sécurité et de non-prolifération à intégrer en amont, et à l'acceptabilité de l'implantation de ces réacteurs en dehors de sites nucléaires dédiés.
3. les nombreux projets nouveaux dans le nucléaire imposent un effort exceptionnel en matière de compétences, de conduite de projets et de rigueur industrielle qui concerne l'ensemble de la filière. Malgré des progrès constatés en matière de maîtrise technique et de pilotage des activités, les contrôles de la chaîne d'approvisionnement des matériels destinés aux installations nucléaires réalisés par l'ASN mettent encore en évidence des faiblesses récurrentes dans la rigueur industrielle. Au-delà de ces faiblesses, dans un contexte de forte montée en charge, la lutte contre les falsifications et les contrefaçons à tous les niveaux de la chaîne de sous-traitance doit rester un point majeur de vigilance pour toute la filière.

De gauche à droite:

Stéphanie GUÉNOT BRESSON, Commissaire
Olivier DUBOIS, Commissaire
Géraldine PINA, Commissaire
Bernard DOROSZCZUK, Président
Jean-Luc LACHAUME, Commissaire



L'ANTICIPATION DES QUESTIONS TECHNIQUES SOULEVÉES PAR LA DURÉE DE FONCTIONNEMENT DES RÉACTEURS RESTE UNE PRIORITÉ

La loi prévoit que l'ASN prenne position, tous les dix ans, à l'issue de leur réexamen périodique, sur les conditions de la poursuite du fonctionnement des installations nucléaires. Concernant les réacteurs, le processus de quatrième réexamen, réacteur par réacteur, est en cours pour les réacteurs de 900 mégawatts électriques (MWe) et la phase générique de réexamen pour les réacteurs de 1300 MWe a été engagée.

L'horizon du cinquième réexamen périodique s'avérant trop lointain pour disposer des éléments permettant de justifier les hypothèses structurantes de durée de fonctionnement à intégrer dans la politique énergétique à

l'horizon 2040 et au-delà, l'ASN a demandé à EDF de réaliser des analyses préliminaires sur la capacité des réacteurs à poursuivre leur fonctionnement au-delà de 50 ans. À la demande du Gouvernement, l'ASN a émis un avis en juin 2023 sur les conclusions de l'analyse d'EDF, soulignant les sujets techniques majeurs associés à une durée de fonctionnement jusqu'à 60 ans, ainsi que les sujets à traiter prioritairement.

Enfin, au-delà de cet horizon et sur la base des travaux engagés par EDF, l'année 2023 a permis d'identifier les principaux sujets techniques qui doivent faire l'objet d'analyses particulières, voire de recherche et développement, en amont des réexamens périodiques, pour envisager une poursuite de fonctionnement des réacteurs au-delà de 60 ans. L'ASN prendra position en 2026 sur les conclusions de ces analyses d'EDF attendues fin 2024.

...

...

LA STRATÉGIE DE TRAITEMENT DE LA CORROSION SOUS CONTRAINTE SE DÉPLOIE DE FAÇON SATISFAISANTE

À la suite de la découverte de fissuration par corrosion sous contrainte sur des tuyauteries du système d'injection de sécurité du circuit primaire principal de certains réacteurs fin 2021, EDF a proposé une stratégie comportant le remplacement systématique en 2023 des tuyauteries considérées comme sensibles au phénomène sur les réacteurs susceptibles d'être les plus affectés et le contrôle de l'ensemble des réacteurs d'ici 2025.

En 2023, EDF a mis en œuvre la stratégie de remplacement proposée. Les contrôles réalisés ont mis en évidence le fait que certains procédés de réparation des soudures lors de la fabrication constituaient un facteur susceptible d'influer sur l'apparition de la corrosion sous contrainte, même sur des lignes considérées comme non sensibles. Cela a permis à EDF de réviser sa stratégie de contrôle en priorisant les soudures ayant fait l'objet de réparation lors de leur fabrication. En outre, EDF a décidé d'étendre son programme de contrôles par sondage à l'ensemble des tuyauteries en inox connectées au circuit primaire.

L'ASN a estimé cette stratégie appropriée, tout en soulignant qu'elle pourrait nécessiter une révision à la lumière des enseignements du programme d'investigations en cours. Par ailleurs, l'ASN a demandé à EDF de tenir compte, dès à présent, de ces enseignements dans la conception des nouveaux réacteurs.

L'ASN travaille en étroite collaboration sur ce sujet avec ses homologues étrangères. À la suite de la présentation des constats faits en France sur le parc d'EDF, l'Association des autorités de sûreté nucléaire des pays d'Europe de l'Ouest (WENRA) a émis des recommandations concernant la surveillance du phénomène de corrosion sous contrainte pour les réacteurs en fonctionnement, ainsi que la prévention de ce phénomène à la conception.

LA TENSION SUR LES INSTALLATIONS DU « CYCLE DU COMBUSTIBLE » DIMINUE MAIS NE DOIT PAS FAIRE OUBLIER LA NÉCESSAIRE PRÉPARATION DE L'AVENIR

La tension identifiée ces dernières années sur le « cycle du combustible » s'est atténuée en 2023, en particulier du fait de l'amélioration de la production de l'usine Melox.

Cette amélioration et la perspective d'une nouvelle programmation pluriannuelle de l'énergie (PPE) pourraient conduire à reconsidérer l'horizon de saturation des piscines de l'usine Orano de La Hague. Pour autant, l'ASN estime qu'il reste nécessaire de disposer, à terme, d'une nouvelle capacité d'entreposage sûr répondant aux standards actuels et de marges pour faire face aux aléas pouvant survenir sur les installations.

De manière générale, l'ASN estime qu'il est urgent de rendre plus résilient l'ensemble de la chaîne d'installations et d'ateliers de gestion aval du combustible pour permettre d'atteindre, dans des conditions sûres, l'horizon 2040 fixé dans la PPE actuelle. Ceci passe par des mesures à mettre en œuvre sans tarder pour atteindre cet horizon, comme par exemple la consolidation de la production de combustibles MOX, le décloisonnement des chaînes de retraitement, la réalisation de travaux conséquents de jouvence et d'amélioration de la sûreté identifiés lors des réexamens. Le travail engagé sur la densification des piscines actuelles de l'usine de La Hague et l'entreposage à sec, en tant que parades face au risque de saturation, doit être poursuivi.

L'ASN FINALISE L'INSTRUCTION TECHNIQUE ET VÉRIFIE LA PRÉPARATION DE L'EXPLOITANT À LA MISE EN SERVICE DE L'EPR

L'année 2023 a été consacrée à la finalisation de l'instruction des sujets techniques qui restaient en cours (conception des soupapes de sécurité du circuit primaire et performances du système de filtration du réservoir d'eau interne notamment), à l'intégration des dernières modifications, ainsi qu'à la réalisation des essais à chaud permettant d'assurer la qualification d'ensemble de l'installation.

L'ASN a réalisé, en mai 2023, une inspection de revue mobilisant de nombreux inspecteurs et experts, pour vérifier la préparation de l'exploitant à la mise en service de l'installation. L'ASN a noté globalement un bon état de préparation mais a souligné qu'un travail important restait à réaliser pour assurer la disponibilité de la documentation opérationnelle d'exploitation et son appropriation par les personnels de conduite et de maintenance.

L'ASN a poursuivi en 2023 l'instruction technique de certaines thématiques, notamment celles liées au retour d'expérience (REX) des réacteurs EPR à l'étranger, ainsi que les évaluations de conformité des équipements sous pression nucléaires.

LE PROGRAMME EPR 2 DOIT BÉNÉFICIER DU RETOUR D'EXPÉRIENCE DE L'EPR

En août 2023, EDF a déposé la demande d'autorisation de création des deux réacteurs EPR 2 à Penly, dont les options de sûreté avaient fait l'objet d'un avis de l'ASN en 2019. Les réacteurs de Penly sont les premiers du programme EPR 2. Ce programme a pour ambition d'intégrer le REX de conception, de construction et de mise en service des réacteurs EPR en France et à l'étranger, ainsi que le REX d'exploitation des réacteurs existants.

Les enseignements tirés par l'ASN et l'Institut de radioprotection et de sûreté nucléaire (IRSN) sur le projet EPR de Flamanville ont conduit à mettre en place un pilotage renforcé de l'instruction de la demande d'autorisation de création. L'ASN et l'IRSN ont défini leur stratégie d'instruction en identifiant le calendrier, les points de rendez-vous et les livrables attendus d'EDF. L'ASN a souligné les points particuliers d'attention à prendre en compte au regard de la durée d'exploitation envisagée pour ces nouveaux réacteurs, comme notamment la prise en compte des effets du changement climatique à l'horizon de la fin du siècle.

L'ASN INSISTE SUR LES ENJEUX LIÉS AUX PROJETS DE SMR ET AMR ET PREND DES INITIATIVES POUR ANTICIPER LES INSTRUCTIONS

Dans le contexte d'objectif de production industrielle décarbonée, les SMR et AMR font l'objet d'un fort engouement et de très nombreuses start-ups développent de tels projets. Cela conduira à l'arrivée de nouveaux acteurs, de nouvelles technologies de réacteurs et de nouveaux usages du nucléaire (production de vapeur, de chaleur ou d'hydrogène) qui amèneront à implanter des réacteurs près des installations industrielles utilisatrices, potentiellement proches de zones densément peuplées. Pour l'ASN, cela signifie que les objectifs de sûreté associés à ces réacteurs doivent être adaptés afin de garantir des rejets négligeables même en cas d'accident majeur.

En 2023, l'ASN a développé ses échanges avec plusieurs entreprises françaises développant ces projets. Face à ces nouveautés, l'ASN a modifié son organisation et ses méthodes de travail, avec notamment de nouveaux modes de dialogue technique, plus interactifs qu'actuellement, et davantage adaptés aux besoins des start-ups dans une phase de maturation des projets et de validation des options technologiques envisagées. L'ASN a aussi défini des critères de maturité des projets pour entrer dans le processus de pré-autorisation afin d'optimiser ses ressources.

L'ASN rappelle l'importance pour les porteurs de projet de développer une approche systémique intégrant la chaîne industrielle, la fourniture du combustible nucléaire, la gestion des combustibles usés, ainsi que la gestion des risques de malveillance et de prolifération des matières nucléaires. La réduction des conséquences des accidents sur le périmètre autour de ces réacteurs et la gestion des déchets constitueront des conditions essentielles au déploiement des nouveaux réacteurs et à leur acceptabilité.

En 2023, les autorités de sûreté française, finlandaise et tchèque ont conclu l'examen préliminaire des principales options de sûreté du projet Nuward porté par EDF. Cet examen a permis aux régulateurs d'identifier des avantages en matière de sûreté des SMR, ainsi que des questions qu'ils peuvent soulever, et au porteur de projet de disposer d'éléments pour développer une conception plus standardisée. Il a également permis la comparaison des différentes exigences, pratiques et expériences des régulateurs impliqués. En 2024, la revue conjointe du projet de réacteur Nuward sera poursuivie sur de nouvelles thématiques, en l'élargissant à trois autres autorités de sûreté européennes (Pays-Bas, Pologne, Suède). Cette initiative conforte la position de l'ASN sur l'intérêt d'engager des coopérations multilatérales pour l'évaluation de projets de réacteurs suffisamment matures, dans un contexte international de standardisation.

LA RIGUEUR INDUSTRIELLE CONSTITUE ENCORE UN DÉFI POUR LA CHAÎNE D'APPROVISIONNEMENT DE LA FILIÈRE NUCLÉAIRE

Les ambitions de la France dans le nucléaire, tant pour les réacteurs que pour l'industrie du « cycle » et la gestion des déchets, exigeront un effort exceptionnel en matière de compétences, de rigueur industrielle et de conduite des projets.

L'ASN estime qu'il y a un défi à relever, à l'échelle d'au moins une génération, en matière d'attractivité de la filière notamment au regard du désengouement pour les formations technologiques et scientifiques et pour les métiers industriels en France. Ce défi concerne également les métiers du contrôle de la sûreté et de la radioprotection.

Les difficultés et les non-qualités constatées ces vingt dernières années dans les projets résultent pour l'essentiel d'un manque d'expérience et de rigueur professionnelles. Les démarches engagées au sein du Groupement des industries françaises de l'énergie nucléaire (GIFEN) et le déploiement du plan d'excellence de la filière nucléaire (EXCELL) d'EDF traduisent

•••

•••

une réelle mobilisation collective autour de ces enjeux avec un objectif de « faire bon du premier coup ». L'ASN estime que ces démarches vont dans le bon sens et doivent être encouragées.

Du point de vue de la sûreté, les donneurs d'ordre doivent s'assurer que la chaîne des prestataires maîtrise, dès le lancement des projets, les exigences techniques, réglementaires, normatives et contractuelles issues des études détaillées de conception.

Dans ce contexte, l'ASN a renforcé depuis plusieurs années son contrôle de la chaîne d'approvisionnement des matériels destinés aux installations nucléaires au travers d'inspections de fournisseurs, ainsi que de leurs sous-traitants. Les enseignements issus de ces contrôles ont été communiqués aux exploitants mi-2023. Les inspections ont permis, dans l'ensemble, de constater la maîtrise technique des activités réalisées par les fournisseurs, mais mettent en évidence des faiblesses récurrentes dans la rigueur industrielle de l'ensemble de la filière nucléaire qu'il convient de corriger. Ces faiblesses concernent principalement les manques de connaissance par les fournisseurs des exigences spécifiées importantes pour la sûreté, de maîtrise de certains procédés spéciaux, ainsi que de rigueur et de performance dans la surveillance.

Au-delà de ces faiblesses, il apparaît également nécessaire de mieux prendre en compte les enseignements des cas d'irrégularités détectés dans la filière nucléaire et dans sa chaîne d'approvisionnement en France et à l'étranger. L'ASN estime que cette situation n'est pas acceptable. Dans un contexte de montée en charge inédit, la filière doit relever un défi majeur concernant la lutte contre les falsifications et les contrefaçons, à tous les niveaux de la chaîne de sous-traitance, en jouant à la fois sur la prévention, la détection et le traitement des cas identifiés.

LA CULTURE DE LA RADIOPROTECTION DANS LE DOMAINE MÉDICAL DOIT ÊTRE ENTRETENUE

En 2023, le niveau de radioprotection dans ce domaine est satisfaisant mais les fragilités antérieures persistent sans amélioration significative.

L'ASN constate ainsi depuis plusieurs années une trop lente amélioration de la culture de radioprotection pour les pratiques interventionnelles radioguidées au bloc opératoire. Cela l'a conduite, en 2023, à engager une démarche de coercition pour la mise en conformité des locaux et la formation à la radioprotection des personnels. L'ASN note les efforts consentis par les professionnels pour les actions de formation adaptées aux enjeux spécifiques de chaque discipline qui doivent perdurer pour assurer la montée en compétence et la juste compréhension de ces enjeux.

Par ailleurs, même quand la culture de radioprotection semble mature, il est nécessaire d'interroger et de se réappropriier la mise en œuvre de la démarche d'assurance de la qualité. C'est le cas en radiothérapie, où un nombre inédit d'événements indésirables par erreur de cible (erreur de latéralité ou de positionnement) a été constaté en 2023. L'ASN rappelle l'importance de l'analyse des risques *a priori*, de l'évaluation de l'efficacité des barrières mises en place et de la prise en compte du REX local comme national. À ce titre, les principes d'une méthodologie pour réaliser l'analyse des risques ont été présentés dans le bulletin « La sécurité du patient » d'octobre 2023.

L'ASN constate également des signaux faibles, qui, bien que non liés directement à des événements significatifs ou des événements indésirables graves, témoignent de conditions défavorables à la radioprotection.

L'ASN note ainsi une augmentation de remontées, en inspection et par le dispositif des lanceurs d'alerte, de situations conflictuelles internes. Parmi les « traits pour une culture de la radioprotection dans le domaine des soins » proposés par l'Agence internationale de l'énergie atomique (AIEA), figure un environnement de travail respectueux, nécessaire pour une communication efficace et qui garantit à tout agent la possibilité de faire part de ses préoccupations, de remettre en question une décision ou une organisation et ainsi d'exercer sa responsabilité individuelle.

De plus, le manque de ressources, les tensions sur les effectifs et le recours au travail intérimaire ou à des prestataires extérieurs, l'essor de la télé-radiologie ou encore la mutualisation de moyens, dans un contexte de réformes des autorisations de soins, conduisent à de nouvelles organisations, souvent complexes, qui peuvent amener une certaine dilution des responsabilités. Face à ces changements organisationnels, l'ASN reste attentive, dans son action de contrôle, en inspection et lors de la délivrance des autorisations, au bon respect des obligations réglementaires ; elle attire l'attention des décideurs sur la nécessité d'évaluer l'impact de ces évolutions sur les organisations et sur le travail des intervenants, et de définir précisément les rôles et responsabilités de l'ensemble des acteurs afin d'assurer le maintien et le développement de la culture de radioprotection.

LA PROTECTION DES SOURCES RADIOACTIVES CONTRE LES ACTES DE MALVEILLANCE RESTE PERFECTIBLE

Sujet non réglementé en France il y a encore quelques années, la protection des sources radioactives contre des actes de malveillance nécessite une prise de conscience de l'ensemble des personnes concernées.

Elle requiert en outre la mise en œuvre de dispositions techniques, organisationnelles et humaines destinées à protéger les sources de rayonnements ionisants mais aussi les « informations sensibles » qui les concernent.

Au-delà de ces moyens spécifiques, cela suppose surtout de considérer leur usage potentiellement malveillant, ce qui est parfois difficilement compatible avec la culture d'établissements recevant du public et/ou tournés vers le soin.

L'ASN déploie ses actions relatives au contrôle de la sécurité des sources depuis 2019 et en a dressé le bilan en 2023. Ce bilan montre que la montée en compétence des acteurs et la mise en œuvre des dispositifs ont progressé mais restent encore insuffisantes. De nombreux défis restent à relever pour la sécurisation des sources, notamment lorsqu'elles sont déplacées, ce qui peut alors créer des points de vulnérabilité aux interfaces. L'ASN rappelle l'importance de progresser sur la culture de sécurité, ce qui suppose de développer l'accès et la diffusion de l'information, et sur la culture du REX vers les utilisateurs (sensibilisation à la menace, diffusion des événements, participation aux réseaux malveillance, etc.).

LA QUESTION DES DÉCHETS, AU CŒUR DES PRÉOCCUPATIONS DU PUBLIC, FAIT L'OBJET DE CONCERTATIONS SPÉCIFIQUES

La gestion des déchets radioactifs reste le sujet le plus controversé en matière de gestion des risques comme le montre la dernière enquête réalisée par la société Kantar, à la demande de l'ASN, en 2023. À l'heure actuelle, 90 % des déchets en volume disposent d'une filière de gestion mais ne représentent que 10 % de la radioactivité contenue. Dans l'attente de filières de gestion dédiées, cela impose des moyens d'entreposage sûrs pendant des périodes de temps significatives.

La gestion des déchets radioactifs en France présente pourtant des atouts reconnus à l'échelle internationale comme le Plan national de gestion des matières et des déchets radioactifs (PNGMDR), une entité dédiée à la gestion des déchets qui dispose de moyens (Andra), des installations de stockage bien exploitées et le projet de stockage géologique Cigéo, désormais reconnu d'utilité publique.

Dans le cadre de l'instruction de ce projet, l'ASN a lancé de manière volontaire, en 2023, un dispositif spécifique de concertation visant à assurer la participation des parties prenantes. Ainsi, deux ateliers ont été organisés en préparation de la saisine de l'IRSN puis de celle du groupe permanent d'experts, pour enrichir le contenu de ces saisines et structurer l'information des publics.

L'ASN ACCENTUE SON ACTION DANS LES ACTIVITÉS INTERNATIONALES

Dans un contexte d'engouement nouveau pour le nucléaire, les relations internationales connaissent un rythme soutenu, qui s'est traduit par la signature d'un nombre important d'accords de coopération entre l'ASN et ses homologues permettant de développer des programmes d'échange sur des sujets à forts enjeux. Cette activité internationale intense a également permis d'approfondir des sujets d'intérêt commun pour les autorités de sûreté tels que la poursuite du fonctionnement de réacteurs au-delà des durées envisagées à leur conception, ou encore la gestion des déchets radioactifs.

Cette intensification a également permis de définir des positions communes au plan international. Par exemple, différentes initiatives ont été lancées au niveau international pour favoriser la standardisation et l'harmonisation des approches réglementaires pour les SMR. L'ASN y participe activement, notamment en promouvant la coopération entre autorités. En effet, l'ASN estime que l'harmonisation des processus d'autorisation à l'échelle internationale, souvent mise en avant par les développeurs de ces projets comme un prérequis pour le déploiement des SMR, est illusoire compte tenu des spécificités de chaque pays. L'ASN estime en revanche que l'examen conjoint par plusieurs autorités des options de conception d'un même projet, en amont du processus d'autorisation, est de nature à faciliter le développement d'une conception standardisée.

Le conflit en Ukraine, qui fait l'objet de travaux dans les cadres de WENRA et de l'Association des responsables des autorités européennes compétentes en radioprotection (HERCA), reste un sujet de préoccupation et de vigilance pour les autorités. À ce titre, WENRA a pris position en juin 2023 pour indiquer que la rupture du barrage de Khakovka ne constituait pas une menace pour la sûreté des réacteurs de la centrale nucléaire de Zaporijjia. HERCA a poursuivi ses travaux visant à harmoniser les mesures de protection de la population des pays européens limitrophes de l'Ukraine en cas d'accident sur la centrale nucléaire de Zaporijjia.

Par ailleurs, l'ASN poursuit son implication dans les instances internationales. Elle assure pour trois ans la présidence de HERCA, dont l'objectif est de contribuer à l'atteinte d'un haut niveau de radioprotection en Europe. ■

Maintenir un haut niveau de contrôle dans un contexte inédit

Montrouge, le 1^{er} mars 2024

Le contexte dans lequel l'ASN exerce son contrôle est inédit à plusieurs titres. La conjonction de la poursuite de fonctionnement d'installations anciennes et de la construction d'installations neuves à un rythme jamais connu depuis plusieurs décennies génère des tensions sur les ressources disponibles dans l'industrie nucléaire. Le secteur du nucléaire médical fait lui aussi face à des tensions sur les effectifs. Enfin, des innovations se font jour, à la fois dans le domaine industriel avec les petits réacteurs avancés (*Advanced Modular Reactors – AMR*) et dans l'utilisation médicale des rayonnements ionisants avec de nouvelles techniques de traitement.

L'ASN se prépare pour faire face à ce nouveau contexte : elle maintient un haut niveau de contrôle, en l'adaptant aux enjeux prioritaires ; elle se prépare à soutenir une charge de travail durablement importante ; elle s'appuie sur sa culture interne pour assurer la robustesse des instructions et la pertinence du contrôle et des décisions. En parallèle, compte tenu du dépôt par le Gouvernement d'un projet de loi réformant l'organisation du contrôle, l'ASN a engagé, conjointement avec l'Institut de radioprotection et de sûreté nucléaire (IRSN), des travaux préparatoires pour assurer la mise en œuvre de cette loi si elle est votée.



Olivier GUPTA

MAINTENIR UN HAUT NIVEAU DE CONTRÔLE

Les équipes de l'ASN sont restées, tout au long de l'année 2023, entièrement mobilisées sur leurs missions de protection des personnes et de l'environnement. Elles ont maintenu tant le niveau d'exigence que le niveau de contrôle, tout en adaptant les priorités. En effet, l'ASN identifie et réévalue ses priorités de contrôle à l'aune des enjeux définis d'une part par les risques intrinsèques que présentent les activités nucléaires pour les personnes et l'environnement, et d'autre part par le comportement des responsables d'activité, en particulier par les moyens qu'ils mettent en œuvre pour maîtriser ces risques. L'exemple qui suit illustre ce point.

Le contexte actuel de l'industrie nucléaire est caractérisé par des tensions sur les marchés de l'énergie, par la nécessité d'investissements dans les infrastructures et donc de financements massifs et par le fait que le secteur nucléaire doit encore consolider sa capacité à soutenir la relance souhaitée. Ce contexte constitue un défi pour les exploitants et les industriels, et

fait peser un risque accru sur la qualité de réalisation des projets. Le retour d'expérience de la construction de l'EPR de Flamanville a d'ailleurs mis en lumière ces enjeux de qualité de réalisation. Pour prendre en compte cette situation, l'ASN a renforcé ces dernières années le contrôle qu'elle exerce sur la chaîne d'approvisionnement des matériels destinés aux installations nucléaires: 53 inspections ont ainsi été réalisées sur cette thématique en 2023. Ces contrôles s'amplifieront dans les années à venir, en lien avec le développement des nouveaux projets nucléaires.

FAIRE FACE À UNE CHARGE DE TRAVAIL EN CROISSANCE

La relance du nucléaire se traduit par un accroissement du nombre de projets nouveaux sur lesquels l'ASN doit prendre position, avec l'appui de l'IRSN, et par l'apparition de nouveaux acteurs. L'instruction des demandes d'autorisation de création des trois paires d'EPR 2 prévues à Penly, à Gravelines et au Bugey, le contrôle de la fabrication de leurs gros composants (cuve, générateurs de vapeur, tuyauteries, etc.) puis le contrôle des chantiers correspondants vont ainsi progressivement accroître la charge de travail de l'ASN dans les années à venir. S'y ajouteront les projets de remplacement ou d'extension des usines de fabrication et de retraitement du combustible, ainsi que les questions techniques soulevées par la poursuite de fonctionnement des installations existantes et les réexamens de sûreté associés. Enfin, le dialogue technique avec les porteurs de projets des AMR, incluant pour certains des projets d'usines dédiées à leur combustible, prend de l'ampleur, et continuera de monter en puissance dans les années à venir, nécessitant d'y consacrer beaucoup plus de ressources qu'aujourd'hui.

...

•••

Pour faire face à cette charge de travail, l'ASN a obtenu l'autorisation d'augmenter ses effectifs de 12 personnes pour 2024, et compte également sur les redéploiements internes qui seront rendus possibles par la fin de la construction de l'EPR de Flamanville. Pour autant, de nouvelles augmentations d'effectifs et de budget seront encore nécessaires dans les années à venir.

Dans le nucléaire médical, la persistance de la survenue d'événements, avec sept événements classés au niveau 2 de l'échelle ASN-SFRO en 2023, souligne un niveau d'enjeux qui reste élevé et justifie le maintien du niveau de contrôle exercé par l'ASN. Le développement de techniques médicales innovantes à forts enjeux, pour la médecine nucléaire ou encore la thérapie flash, mobilise fortement les équipes de l'ASN au contact des services porteurs de projets.

PROMOUVOIR ET DÉVELOPPER LA CULTURE DE SÛRETÉ DE L'ASN

La compétence des personnels de l'ASN, ainsi que la rigueur et le caractère collectif de son processus de prise de décision, sont des facteurs essentiels au bon exercice par l'ASN de ses missions, et font l'objet d'une attention permanente. Mais la pertinence du contrôle repose aussi beaucoup sur la « culture de sûreté ».

L'ASN a lancé en 2023 une mission visant à identifier quelles pratiques, quelles modalités de travail et d'organisation, quelles attitudes, permettent à l'ASN de contrôler efficacement la sûreté nucléaire et la radioprotection, pour ensuite les valoriser et les développer. Cette mission, confiée à un chercheur, consiste à prendre connaissance des cadres formels encadrant les actions de contrôle et des discours managériaux orientant ces actions puis d'observer les pratiques réellement mises en œuvre, afin d'identifier les principes fondamentaux qui favorisent ou freinent le bon exercice du contrôle au bénéfice de la protection des personnes et de l'environnement.

Les résultats intermédiaires mettent en avant plusieurs éléments forts de la culture interne de l'ASN, qui favorisent la juste priorisation et le traitement approprié des sujets à plus forts enjeux de sûreté nucléaire et de radioprotection : l'importance du collectif, l'intérêt de la confrontation d'avis argumentés, le respect des responsabilités et du périmètre des missions de chacun, la curiosité intellectuelle, l'écoute des différents points de vue, le sens du service public et la rigueur. Ce sont ces pratiques et attitudes, plus encore que les modalités d'organisation, qui favorisent la robustesse

des instructions et la pertinence du contrôle et des décisions. Cette culture constitue donc un fondement solide pour relever les défis actuels, et elle doit être promue et développée.

SE PRÉPARER À L'HYPOTHÈSE D'UNE GRANDE AUTORITÉ

Le Gouvernement a souhaité faire évoluer l'organisation de la gouvernance de la sûreté nucléaire et de la radioprotection, en regroupant l'ASN et la majeure partie de l'IRSN dans une nouvelle autorité qui disposerait alors de ses propres compétences en expertise, ainsi que des missions de recherche qui la nourrissent. Les deux choix d'organisation, avec appui technique intégré ou non, sont possibles et ont fait leurs preuves ; il appartient au Parlement de se prononcer sur le projet de loi correspondant.

La responsabilité des équipes de l'ASN et de l'IRSN est d'assurer leurs missions dans le cadre qui aura été déterminé, tant avant qu'après la date de constitution du nouvel ensemble s'il est décidé de le créer. Elles ont, à cet effet, engagé un travail conjoint de définition du fonctionnement et de l'organisation de ce que pourrait être la future autorité, auquel le personnel est associé au fur et à mesure que des cadrages généraux sont définis. Ces travaux se déroulent dans l'objectif partagé que le nouvel ensemble fonctionne, que les personnels y trouvent leur place, et que la future autorité tire le plus possible parti des possibilités qu'ouvre le rapprochement, avec une organisation plus efficiente et plus attractive qui préserve les valeurs d'excellence et de transparence des deux entités actuelles. En outre, une instance spécifique de dialogue social, rassemblant les directions et les organisations syndicales de l'ASN et de l'IRSN, se réunit mensuellement.

Pour dégager du temps pour la préparation, puis la mise en œuvre de la réforme de l'organisation du contrôle si celle-ci est votée, tout en préservant les ressources affectées aux missions opérationnelles, l'ASN a différé les actions qui peuvent l'être et qui ne portent pas sur le cœur de ses missions.

*

Quelle que soit l'organisation du contrôle qui sera finalement retenue, les personnels en fonction à l'ASN et à l'IRSN continueront de travailler ensemble, en poursuivant le même objectif de protection des personnes et de l'environnement. Je sais pouvoir compter sur leur engagement pour poursuivre la mission que nos concitoyens attendent d'eux. ■

FAITS MARQUANTS 2023

PAGE
12

Les enjeux en matière de sûreté
du nouveau programme nucléaire

PAGE
14

Réacteur EPR de Flamanville
Conclusion de l'instruction de la demande
d'autorisation de mise en service

PAGE
16

Perspectives de poursuite de fonctionnement
des réacteurs nucléaires d'EDF

PAGE
18

Cigéo
Une instruction placée
sous le signe de la concertation

Les enjeux en matière de sûreté du nouveau programme nucléaire

Le lancement d'un nouveau programme nucléaire d'ampleur constitue un défi pour la filière nucléaire française, qui doit reconstituer ses capacités, notamment en matière de compétences. L'ASN attire l'attention sur la nécessité de maîtriser la qualité de la construction et des fabrications dans ce contexte de démarrage rapide du programme électronucléaire EPR 2 et en tient compte dans son contrôle.

Dans le même temps, les projets de petits réacteurs modulaires (PRM ou *Small Modular Reactors – SMR*) se multiplient, avec des objectifs ambitieux, y compris en matière de sûreté nucléaire. La plupart de ces projets de réacteurs innovants, portés par de nouveaux acteurs, nécessitent de construire des maquettes expérimentales avant d'envisager un produit industriel. Il va également être nécessaire de concevoir en parallèle de nouvelles installations du « cycle du combustible » adaptées aux besoins de ces nouvelles filières technologiques. Face au nombre et à la diversité de ces projets, qui posent des questions nouvelles ou réinterrogent les doctrines en vigueur en matière de sûreté, l'ASN s'adapte, sans réduire ses exigences sur le plan de la sûreté, et a mis en place des modalités d'échange et de travail adaptées à ces nouveaux acteurs.

LE PROGRAMME EPR 2

La conception du réacteur EPR 2 dérive de celle de l'EPR en y apportant des simplifications pour en faciliter la construction et l'exploitation. Au plan de la sûreté, il s'agit d'un réacteur à eau sous pression de troisième génération, qui prend en compte le retour d'expérience (REX) de l'EPR.

Ces réacteurs ont vocation à être encore en service à la fin du XXI^e siècle, période à laquelle les effets du changement climatique devraient être bien plus marqués qu'aujourd'hui. D'importantes incertitudes existent, notamment sur les températures à prendre en compte pour dimensionner les équipements. Face à cette situation, l'ASN considère que, au-delà d'objectifs ambitieux en matière de résilience climatique, il convient de prévoir un certain niveau d'adaptabilité des installations, afin de pouvoir, le cas échéant, redimensionner certains équipements critiques.

La maîtrise de la qualité de la construction et des fabrications reste le principal défi auquel EDF doit faire face. Le programme EPR 2 démarre en effet sur un rythme d'une paire de réacteurs tous les trois ans. Cette situation fait peser une pression importante

sur les acteurs industriels, avec le risque que, confrontés à des objectifs irréalistes, le respect des échéances prenne le pas sur la qualité.

L'ASN constate que la filière se prépare depuis plusieurs années à l'arrivée de ce nouveau programme électronucléaire. Le sujet des compétences, que l'ASN considère comme primordial, fait l'objet de multiples actions, en lien avec l'État et les collectivités.

Dans ce contexte, l'ASN adapte son contrôle à ces nouveaux enjeux. Depuis 2016, la loi a étendu sa compétence aux activités réalisées hors des installations nucléaires, en particulier dans les usines des fournisseurs et sous-traitants. L'ASN étend en conséquence progressivement ses contrôles au-delà de la fabrication des seuls équipements de la chaudière nucléaire, avec 53 inspections de fournisseurs réalisées en 2023.



Site de Penly (Seine-Maritime) sur lequel EDF envisage la construction de deux réacteurs de type EPR 2.

FAITS MARQUANTS 2023

L'ASN constate que, si les fournisseurs de rang 1 sont bien associés aux démarches engagées, un travail important reste à mener sur leurs sous-traitants. L'ASN constate régulièrement des situations lors desquelles ces derniers méconnaissent les exigences applicables, voire ignorent que leur produit est destiné à un usage nucléaire. L'ASN va prochainement diffuser une brochure pédagogique à destination de ces acteurs, afin qu'ils appréhendent mieux les exigences réglementaires applicables à leurs activités. Par ailleurs, elle a partagé les constats de ses inspections avec les principaux donneurs d'ordre, auxquels elle a demandé d'améliorer leur maîtrise des chaînes d'approvisionnement.

Le contrôle de l'ASN est entré dans une nouvelle phase avec le dépôt à l'été 2023 par EDF de sa demande d'autorisation de création de deux réacteurs à Penly. L'ASN assure l'instruction technique de ce dossier pour le compte du Gouvernement, en vue d'une autorisation de création vers la fin de l'année 2026.

LES PETITS RÉACTEURS MODULAIRES

À la suite de l'appel à projets lancé par le Gouvernement sur des réacteurs innovants, de nouveaux concepteurs de PRM d'une dizaine à quelques centaines de mégawatts ont émergé, en faisant le pari qu'une réduction importante de la puissance permettra de drastiquement réduire leur complexité et de renforcer l'effet de série grâce à une fabrication en usine.

Le terme « PRM » recouvre des technologies et des usages variés. Plusieurs projets pour fournir de l'énergie directement sous forme de chaleur à des températures de plusieurs centaines de degrés constituent ainsi, pour de nombreux procédés industriels, une alternative aux combustibles fossiles.

En matière de technologie, si on retrouve quelques projets de réacteurs à eau légère de la même filière que ceux actuellement en exploitation en France, la grande majorité des nouveaux acteurs fait le choix de développer des réacteurs utilisant des filières différentes.

L'Institut de radioprotection et de sûreté nucléaire (IRSN) avait examiné en 2015 le niveau de maturité des différentes filières

de réacteurs et avait conclu que seuls les réacteurs à neutrons rapides refroidis au sodium (*Sodium Fast Reactor* – SFR) et les réacteurs à haute température refroidis au gaz utilisant du graphite comme modérateur (filière HTGR pour *High Temperature Gas cooled Reactor*) disposaient d'un REX exploitable. L'IRSN avait également recensé pour chaque filière les compléments de connaissances scientifiques et techniques à acquérir avant d'envisager des démonstrateurs industriels. La plupart des filières nécessitent encore des développements importants.

Les premiers échanges avec un porteur de projet permettent de faire le point sur ses choix technologiques, ainsi que sur son programme de recherches et d'essais engagé pour être en capacité d'établir et de justifier la démonstration de sûreté d'un réacteur industriel ou d'un premier prototype expérimental.

Au-delà des aspects techniques spécifiques au développement de chaque projet, les PRM posent des questions nouvelles ou réinterrogent certaines pratiques. À ce titre, l'ASN participe à plusieurs groupes de travail internationaux pour échanger avec ses homologues étrangères dans l'objectif de promouvoir l'établissement de référentiels internationaux ambitieux.

Le premier sujet concerne la définition des objectifs de sûreté de ces PRM. En effet, les porteurs de projet de ces nouveaux réacteurs ambitionnent d'en déployer sur de nombreux sites industriels qui peuvent se situer à proximité de zones urbaines. L'ASN a donc mis en place un groupe de travail pluraliste pour mener une réflexion sur les objectifs de sûreté qui seraient à fixer pour envisager de telles implantations.

Au regard du nombre important de projets émergents, l'ASN a défini des modalités adaptées d'échange et de travail avec ces nouveaux acteurs afin d'une part de proportionner la mobilisation de ses ressources et de celles de l'IRSN en fonction du niveau de maturité des projets, et d'autre part de s'adapter à la réactivité des porteurs de projet. En particulier, les échanges dans les premières phases sont plus informatifs et itératifs, afin de faire un retour rapide sur les questions ou difficultés que posent les choix de conception envisagés.

Quelques projets devraient entrer dans une nouvelle phase en 2024, avec l'instruction des premiers dossiers prévus par la réglementation (avis de l'ASN sur les options de sûreté ou demande d'autorisation de création).

LES INSTALLATIONS DU « CYCLE DU COMBUSTIBLE »

Le développement d'un réacteur d'une nouvelle filière technologique n'est pas un projet autonome. Il s'inscrit nécessairement dans un ensemble de projets interdépendants de nouvelles installations nucléaires capables, en amont de produire son combustible nucléaire spécifique, et en aval de gérer son combustible usé ainsi que les déchets issus de son exploitation et, à terme, de son démantèlement.

Or les installations existantes du « cycle du combustible » ont été conçues pour servir les besoins d'un parc nucléaire composé de réacteurs d'une seule filière, utilisant des combustibles relativement similaires. Ces installations ont par ailleurs été mises en service il y a plusieurs décennies et la poursuite de leur exploitation à moyen voire long terme, au-delà de 2040 qui était l'horizon précédemment envisagé, présente des enjeux de sûreté forts qui doivent être examinés au regard des standards les plus récents et la décision de construire de nouvelles installations doit intervenir dans les plus brefs délais, afin que celles-ci puissent être conçues et réalisées dans des conditions de sûreté et de radioprotection maîtrisées. Compte tenu des besoins de fabrication, et possiblement de retraitement, des combustibles nécessaires aux réacteurs d'un nouveau programme nucléaire ou aux PRM, l'ASN souligne l'importance que ces futures installations disposent des marges capacitaires nécessaires et mettent en œuvre des technologies suffisamment ambitieuses pour y répondre dans les meilleures conditions de sûreté et de maîtrise des inventaires de matières et déchets radioactifs. Les entreposages et moyens de transport nécessaires devront également être anticipés dans ce même objectif. ■

Réacteur EPR de Flamanville

Conclusion de l’instruction de la demande d’autorisation de mise en service

La construction du réacteur EPR de Flamanville, commencée en 2007, a connu d’importantes difficultés. Tout au long du projet, l’ASN a exercé sa mission de contrôle, exigeant parfois qu’EDF modifie les dispositions prévues. Au regard des mesures prises par EDF, l’ASN considère que le réacteur pourra être mis en service dans de bonnes conditions de sûreté. À l’heure de la validation du présent rapport, l’ASN s’apprête à conclure les dernières instructions préalables à la délivrance de l’autorisation de mise en service du réacteur.

UNE CONCEPTION PERMETTANT D’ATTEINDRE DES OBJECTIFS DE SÛRETÉ AMBITIEUX

L’ASN a instruit la conception de l’installation et sa démonstration de sûreté. Les échanges se sont déroulés avec EDF tout au long de la construction du réacteur. Entre 2007 et 2023, l’ASN a réuni 28 fois ses groupes permanents d’experts et a sollicité plus d’une centaine d’avis de l’Institut de radioprotection et de sûreté nucléaire (IRSN) pour mener à bien son instruction. Celle-ci s’est régulièrement nourrie des apports du contrôle

exercé sur le chantier, dans les usines des fournisseurs ou au sein des entités d’ingénierie d’EDF. Cette instruction a parfois conduit EDF à faire évoluer la conception de son installation et à renforcer sa démonstration de sûreté.

Tout au long du projet, l’ASN a entretenu des échanges nourris avec ses homologues étrangères contrôlant également un projet de réacteur EPR. Ces échanges ont permis de partager les conclusions des analyses de sûreté et les enseignements de chaque projet. Cela a été en particulier le cas en ce qui concerne les différentes anomalies

constatées sur les cœurs des réacteurs de Taishan (Chine), dont les percements de gaines de combustible observés en 2021. Ces anomalies ont notamment conduit EDF à faire évoluer les assemblages de combustible.

La conception du réacteur EPR de Flamanville permet d’atteindre les objectifs de sûreté ambitieux fixés pour les réacteurs de troisième génération. Elle conduit à une réduction significative de la probabilité de fusion du cœur et des rejets radioactifs en cas d’accident par rapport aux réacteurs de deuxième génération. En particulier,



FAITS MARQUANTS 2023



la conception du réacteur EPR inclut des systèmes de gestion des accidents graves et est résistante à des niveaux extrêmes d'agression externe. Cette conception n'a nécessité que des évolutions marginales pour prendre en compte les enseignements de l'accident de la centrale nucléaire de Fukushima (Japon).

DES DIFFICULTÉS RENCONTRÉES LORS DE LA FABRICATION DES MATÉRIELS ET DE LA CONSTRUCTION DU RÉACTEUR

L'ASN a mené près de 600 inspections au cours de la construction du réacteur EPR. Ces inspections ont principalement été menées sur le site de Flamanville, au sein des services nationaux d'EDF et dans les usines de fabrication.

L'ASN a ainsi contrôlé les activités de construction du génie civil, de fabrication et de montage des équipements, d'essai de l'installation et de préparation à l'exploitation. L'ASN a également assuré les missions d'inspection du travail sur le chantier.

Tout au long du projet, l'ASN a exercé sa mission de contrôle, devant parfois exiger qu'EDF modifie son projet quand les enjeux de sûreté le nécessitaient.

Ainsi, en 2008, une succession d'anomalies constatées lors des opérations de bétonnage et de ferrailage a conduit l'ASN à imposer à EDF de suspendre les opérations de coulage de béton des ouvrages importants pour la sûreté. De la même façon, en 2011, l'ASN a imposé à EDF de suspendre les activités de bétonnage de l'enceinte interne

à la suite d'anomalies de positionnement des gaines de précontrainte.

L'ASN a demandé à EDF entre 2015 et 2018 des justifications approfondies concernant la cuve du réacteur, dont l'acier du fond et du couvercle comporte une anomalie de fabrication. À l'issue de son instruction, l'ASN a considéré que cette anomalie ne remettait pas en cause la mise en service de la cuve sous réserve de la réalisation de contrôles spécifiques lors de l'exploitation de l'installation. Compte tenu des difficultés à réaliser ces contrôles sur le couvercle, l'ASN a limité sa durée d'utilisation, et il devra être remplacé.

En 2019, l'ASN a considéré que la nature et le nombre particulièrement important des écarts survenus lors de la conception et de la fabrication des soudures des lignes de vapeur principales situées au niveau des traversées de l'enceinte de confinement constituaient un obstacle majeur au maintien en l'état de ces soudures et que la réparation avant la mise en service du réacteur devait être la solution de référence. Finalement, de nombreuses soudures des tuyauteries secondaires principales ont dû être reprises.

Par ailleurs, différents cas d'irrégularités ont été mis en évidence dans les usines de fabrication de matériels au cours du projet, tant en France qu'à l'étranger. Ces cas ont révélé que ni la chaîne de surveillance et de contrôle ni le haut niveau de qualité exigé dans l'industrie nucléaire n'ont permis d'écarter totalement les risques de contre-façons, de fraudes et de falsifications. C'est notamment sous l'impulsion de l'ASN que Framatome, alors Areva NP, a mis en évidence des irrégularités dans son usine de Creusot Forge en 2016.

Chaque cas d'irrégularité détecté nécessite la conduite d'investigations spécifiques par EDF et ses sous-traitants. L'ASN contrôle la robustesse de ces investigations au travers d'échanges techniques et d'inspections, et en s'appuyant parfois sur le contrôle d'organismes habilités. Ce contrôle porte sur les causes, la détermination du périmètre des irrégularités, les plans d'action mis en place, ainsi que sur les conséquences sur la conformité des équipements et la sûreté de l'installation. Le contrôle de l'ASN est mené en parallèle des poursuites judiciaires qui sont parfois initiées.

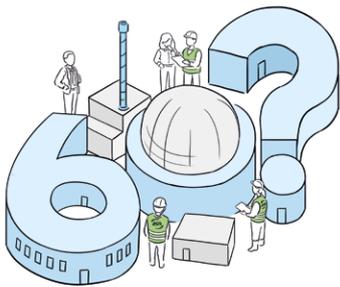
Plus globalement, l'ASN a demandé à EDF de mener une revue globale de la qualité des matériels du réacteur, notamment au moyen de contrôles complémentaires sur les principaux matériels présentant des enjeux pour la sûreté.

L'autorisation de mise en service permettra à EDF d'engager les opérations de chargement du combustible dans le réacteur. EDF réalisera ensuite un programme d'essais visant à vérifier la sûreté et les performances du réacteur, dont la durée prévisionnelle est d'environ huit mois. Ce programme a été instruit par l'ASN avec l'appui de l'IRSN. L'ASN contrôlera son déroulement, tout comme elle le fera tout au long de l'exploitation du réacteur.

La construction du réacteur EPR de Flamanville a été riche en enseignements, tant pour EDF que pour ses fournisseurs. De son côté, l'ASN a adapté ses méthodes de contrôle en vue de la construction des futurs réacteurs (voir le fait marquant « Les enjeux en matière de sûreté du nouveau programme nucléaire »). ■

Perspectives de poursuite de fonctionnement des réacteurs nucléaires d'EDF

L'ASN considère que les perspectives de poursuite de fonctionnement des réacteurs actuels d'EDF doivent être anticipées, afin qu'elles puissent être envisagées sans renoncement en matière de sûreté et qu'elles ne constituent pas la variable d'ajustement de la politique énergétique. L'ASN a donc demandé qu'EDF justifie de manière anticipée l'hypothèse d'une poursuite du fonctionnement des réacteurs actuels jusqu'à 60 ans et au-delà.



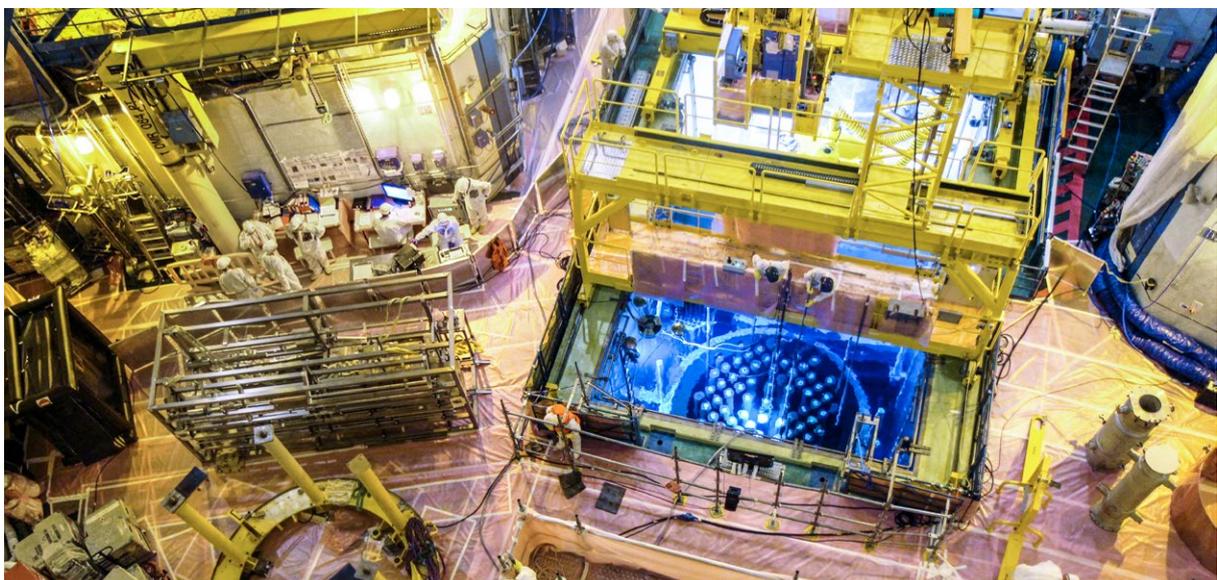
Les réacteurs électronucléaires français ont été mis en service selon un calendrier resserré, principalement dans les années 1980. Cette situation pourrait conduire, en dépit des spécificités propres à chaque réacteur, à leur arrêt définitif, pour des raisons liées à leur vieillissement, sur une période relativement courte. Compte tenu de la durée nécessaire à la construction de nouvelles capacités de production électrique, la programmation de leur arrêt définitif revêt une importance particulière.

L'ASN a ainsi demandé qu'EDF justifie de manière anticipée l'hypothèse d'une poursuite du fonctionnement des réacteurs

actuels jusqu'à 60 ans et au-delà, d'ici fin 2024, pour permettre une instruction approfondie débouchant sur une prise de position de l'ASN fin 2026.

Sans attendre cette échéance et à la demande du Gouvernement, l'ASN a rendu le 13 juin 2023 un [avis](#) portant sur les perspectives de poursuite du fonctionnement des réacteurs nucléaires d'EDF jusqu'à leurs 60 ans.

Cet avis porte sur une analyse préliminaire, réalisée par EDF, de la capacité de ses réacteurs à poursuivre leur fonctionnement au-delà de 50 ans, ainsi que sur les enjeux techniques associés.



Contrôle sur des assemblages de combustible dans le bâtiment réacteur.
Centrale nucléaire de Golfech.

FAITS MARQUANTS 2023

Dans cet avis, qui ne préempte pas la position que l'ASN prendra sur les conditions de la poursuite de fonctionnement des réacteurs au-delà de 50 ans à l'occasion de leur cinquième réexamen périodique, l'ASN identifie deux sujets qui doivent être analysés prioritairement par EDF :

- la résistance mécanique de certaines portions des tuyauteries principales du circuit primaire de plusieurs réacteurs, appelées « coudes E » (voir ci-contre) ;
- la prise en compte, pour les réacteurs de la centrale nucléaire de Cruas-Meysses, du retour d'expérience du séisme survenu au Teil le 11 novembre 2019 (voir encadré ci-dessous).

Au-delà de ces deux sujets techniques, d'autres facteurs, tels que la prise en compte des effets attendus du changement climatique, ou encore le fonctionnement, dans des conditions de sûreté satisfaisantes, des installations du « cycle du combustible » doivent également faire l'objet d'une attention particulière dans la perspective d'un fonctionnement jusqu'à 60 ans.

Enfin, la large standardisation du parc électronucléaire français, particulière au réseau électrique national, présente le risque qu'un défaut générique grave conduise à la suspension simultanée du fonctionnement de plusieurs réacteurs, comme cela a pu être le cas récemment lors de la découverte de fissures de corrosion sous contrainte sur des tuyauteries auxiliaires du circuit primaire de plusieurs réacteurs. L'ASN considère nécessaire que la possibilité de survenue de ce type d'événement soit prise en compte dans la vérification du respect des critères de sécurité d'approvisionnement en électricité.

LA RÉSISTANCE MÉCANIQUE DES COUDES E

Les coudes E constituent une partie des circuits primaires principaux des réacteurs. Ils sont représentés en jaune sur la figure ci-dessous.



Positionnement des coudes E sur le circuit primaire d'un réacteur

Les coudes E sont fabriqués en acier inoxydable moulé pour les réacteurs les plus anciens (900 et 1300 mégawatts électriques – MWe). Ils sont considérés comme difficilement remplaçables par EDF, car ils se trouvent dans une zone soumise à des niveaux d'irradiation rendant difficiles les interventions humaines.

L'acier constituant ces coudes présente des problématiques particulières. D'une part, le procédé de fabrication par moulage utilisé pour ces coudes est susceptible de générer des défauts de fabrication. D'autre part, il est sujet à un phénomène de vieillissement thermique. Ainsi, la résistance mécanique des coudes moulés du circuit primaire doit être justifiée, en tenant compte de la présence de défauts potentiels et de la réduction

de la résistance à la rupture induite par le vieillissement.

Pour la majorité de ces coudes, EDF a justifié que leur durée de vie est supérieure à 60 ans, et estime qu'une exploitation jusqu'à 80 ans est possible. Toutefois, cinq réacteurs présentent un coude E pour lesquels les analyses disponibles au moment de la rédaction de l'avis de l'ASN ne permettaient pas de justifier une poursuite de fonctionnement jusqu'à 60 ans.

EDF a présenté des pistes d'action pour compléter ces analyses. L'ASN considère que les différentes pistes étudiées par EDF pour exploiter les coudes jusqu'à 60 ans sont crédibles, mais qu'elles nécessitent encore des travaux pour aboutir à des justifications recevables et être mises en œuvre.

Retour d'expérience du séisme du Teil (Ardèche) du 11 novembre 2019

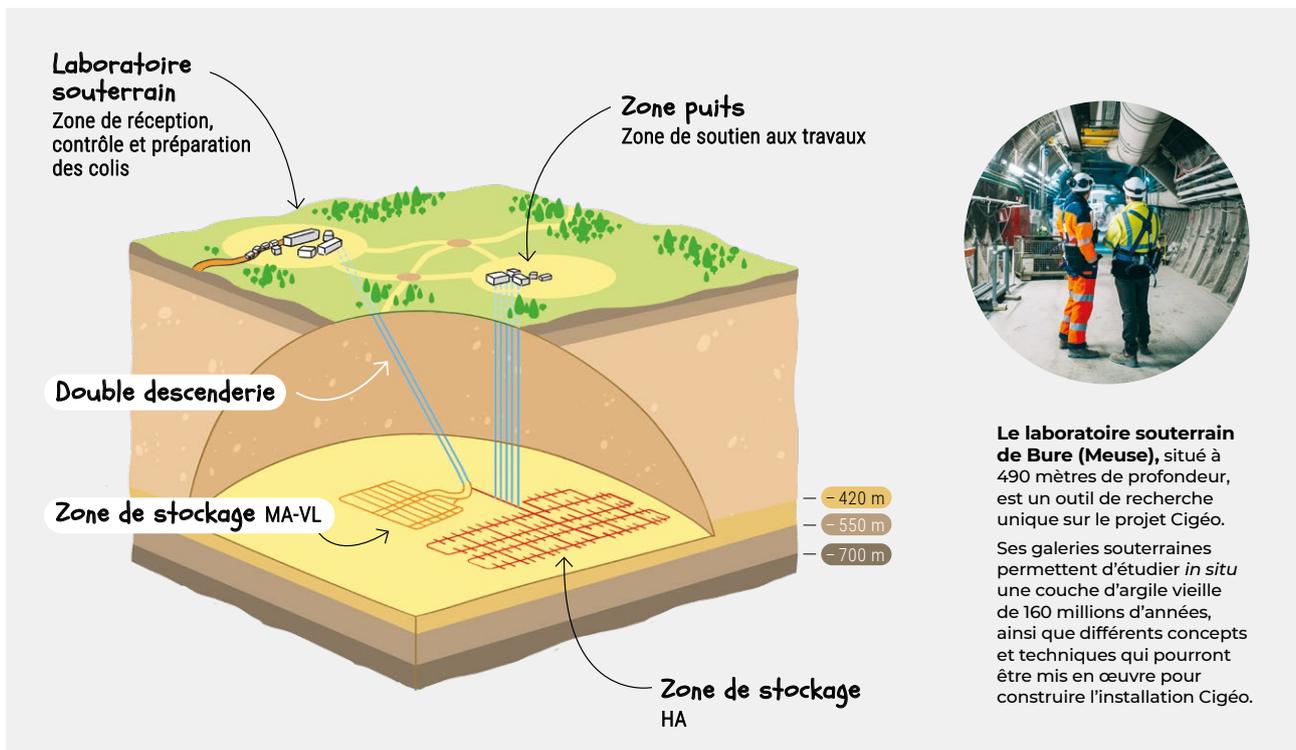
La faille à l'origine de ce séisme a provoqué une rupture en surface sur plusieurs kilomètres, avec des soulèvements et des décalages du sol de plusieurs centimètres.

Ce phénomène est extrêmement rare en France métropolitaine. Des travaux sont en cours pour caractériser les extensions du réseau de failles. Si l'existence d'une faille capable d'induire une rupture en surface était confirmée sous le site de Cruas-Meysses, la démonstration de sûreté de cette centrale serait alors complexe à établir. Elle pourrait nécessiter des travaux conséquents, voire remettre en cause la poursuite du fonctionnement de ses réacteurs.

Cigéo

Une instruction placée sous le signe de la concertation

Afin de répondre aux attentes fortes de participation de la société au projet de stockage des déchets radioactifs en couche géologique profonde, et en cohérence avec les actions prévues à ce titre par le 5^e Plan national de gestion des matières et des déchets radioactifs (PNGMDR), l'ASN met en œuvre un dispositif inédit de concertation autour du processus d'instruction technique.



À l'issue de plusieurs décennies de recherche et développement, l'Agence nationale pour la gestion des déchets radioactifs (Andra) a déposé, en janvier 2023, un dossier de demande d'autorisation de création pour une installation de stockage des déchets en couche géologique profonde. Cette installation, nommée « Cigéo », est destinée au stockage des déchets de haute activité (HA) et moyenne activité à vie longue (MA-VL).

Avant cette étape majeure, l'Andra avait déposé en avril 2016 un dossier d'options de sûreté (DOS) pour cette installation,

qui avait marqué l'entrée dans un processus encadré réglementairement. À l'issue de l'instruction de ce dossier, l'ASN a estimé que le projet avait atteint, dans son ensemble, une maturité technique satisfaisante et que celui-ci constituait une avancée significative par rapport aux précédents dossiers ayant fait l'objet d'avis de l'ASN. L'ASN a également formulé des recommandations sur les options de sûreté propres à prévenir ou limiter les risques de l'installation envisagée, et a demandé à l'Andra des études et justifications complémentaires sur des sujets tels que les phénomènes de

corrosion, les bétons à bas pH, la représentativité du modèle hydrogéologique ou la stratégie de surveillance. L'instruction du DOS de Cigéo a par ailleurs mis en exergue plusieurs sujets à enjeux tels que les choix d'architecture du stockage, la définition des aléas et la gestion post-accidentelle. Le dossier de demande d'autorisation de création de l'installation déposé en janvier 2023 a été bâti en tenant compte des demandes et recommandations formulées par l'ASN.

Saisie par le ministère de la Transition énergétique pour réaliser l'instruction technique

FAITS MARQUANTS 2023



Visite de l'ASN lors de la phase de creusement du réseau de galeries du laboratoire souterrain de Bure.

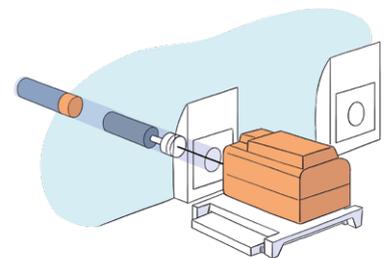
de cette demande d'autorisation de création, et après avoir considéré le dossier comme recevable, l'ASN a débuté son instruction en 2023. Dans ce cadre, elle s'appuie sur l'expertise de l'Institut de radioprotection et de sûreté nucléaire (IRSN) et de ses groupes permanents d'experts (GPE), plus particulièrement celui dédié à la thématique des déchets radioactifs (GPD). Cette instruction technique, dont la durée est estimée à environ trois ans, s'articule autour de l'évaluation de trois thématiques : les données de base retenues pour l'évaluation de sûreté de Cigéo – notamment concernant le choix du site retenu –, la sûreté des installations de surface et souterraines en phase d'exploitation, et la sûreté à long terme après la fermeture. À l'issue de l'instruction technique, l'ASN rendra un avis sur la demande déposée par l'Andra, tel que prévu par l'article L. 542-10-1 du code de l'environnement. La Commission nationale d'évaluation (CNE2) remettra, concomitamment, un avis sur les fondements scientifiques du dossier, au regard des acquis de l'état de l'art. La durée de la totalité du processus d'autorisation est estimée à environ cinq ans. Elle comprend en effet, outre la phase d'instruction technique, une phase de consultations (collectivités territoriales, Autorité environnementale, etc.), ainsi qu'une enquête publique, préalablement à l'engagement de l'élaboration du décret devant, le cas échéant, finaliser la procédure.

Afin de répondre aux attentes fortes de participation de la société au projet Cigéo, et

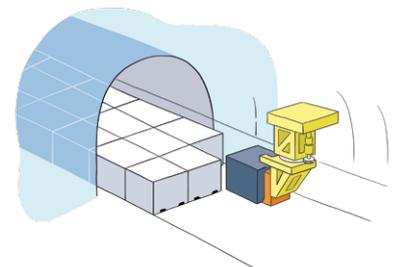
en cohérence avec les actions prévues à ce titre par le 5^e PNGMDR, l'ASN a mis en œuvre un dispositif inédit de concertation autour du processus d'instruction technique. Ainsi, différentes parties prenantes (une vingtaine d'organisations, dont des commissions locales d'information (CLI), l'Association nationale des comités et commissions locales d'information (Anccli), et des associations de protection de l'environnement) ont été consultées dans le cadre de l'élaboration de la saisine de l'IRSN sur la demande d'autorisation de création de Cigéo, avec pour objectif de recenser leurs attentes et préoccupations, en relation avec la sûreté nucléaire et la radioprotection, afin de les prendre en compte dans le cadrage de l'expertise du dossier.

À l'issue de cet exercice, le projet de saisine de l'IRSN a été modifié pour intégrer, par exemple, les aspects relatifs à la prise en compte du changement climatique. Afin de garantir la continuité de la participation de la société tout au long du processus d'instruction technique, des actions de concertation seront également mises en œuvre à l'occasion de l'élaboration des saisines des GPE sur les trois thématiques citées précédemment, et une information régulière du public sera assurée, notamment à l'issue de chaque réunion de ces GPE, dont la première est prévue en avril 2024. Cette information, structurée en cohérence avec les saisines, permettra d'apporter des éléments de réponse aux attentes et questions qui y auront été intégrées. ■

Le stockage alvéolaire du projet Cigéo



Les colis de déchets HA seront stockés dans des alvéoles d'une centaine de mètres de longueur et d'environ 70 cm de diamètre, revêtues d'un chemisage métallique.



Les colis de déchets MA-VL seront stockés dans des alvéoles de stockage horizontales de quelques centaines de mètres de longueur et d'une dizaine de mètres de diamètre.

Les appréciations de l'ASN

L'ASN exerce sa mission de contrôle en utilisant, de façon complémentaire et adaptée à chaque situation, l'encadrement réglementaire, les décisions individuelles, l'inspection et, si nécessaire, des actions de coercition et de sanction, afin que soient maîtrisés au mieux les risques des activités nucléaires pour les personnes et l'environnement. L'ASN rend compte de sa mission et porte une appréciation sur les actions de chaque exploitant et par domaine d'activité.

Les appréciations de l'ASN par exploitant

EDF

Les centrales nucléaires en fonctionnement

L'ASN considère que la qualité d'exploitation des centrales nucléaires s'est maintenue à un niveau satisfaisant en 2023. L'année 2023 a été marquée par le redémarrage, après de longs arrêts, d'un nombre important de réacteurs dont certaines tuyauteries, affectées de fissures liées à la corrosion sous contrainte, ont dû être remplacées.

LES AMÉLIORATIONS APPORTÉES AUX RÉACTEURS ET LEUR POURSUITE DE FONCTIONNEMENT

Les modifications des installations et des modalités d'exploitation mises en œuvre par EDF dans le cadre des réexamens périodiques des réacteurs conduisent à des améliorations significatives de la sûreté des installations et permettent de les rapprocher des réacteurs de troisième génération. EDF mobilise d'importantes ressources d'ingénierie pour ces réexamens. Depuis plusieurs années, l'ASN constate que le volume des études et modifications à réaliser conduit à une saturation des capacités d'ingénierie d'EDF. À la demande de cette dernière, qui a fait valoir de fortes tensions sur ses équipes d'ingénierie, les évolutions de la programmation des arrêts de réacteur et l'intérêt pour la sûreté de limiter le nombre de configurations différentes des réacteurs, l'ASN a aménagé en 2023 les échéances des prescriptions qu'elle avait adoptées en 2021 à l'issue de la phase générique du quatrième réexamen périodique des réacteurs de 900 mégawatts électriques (MWe).

L'ASN estime que des dispositions doivent être prises par EDF afin que la mise en œuvre et l'exploitation des modifications puissent être assurées dans des conditions sereines malgré la charge importante des équipes d'ingénierie et les délais parfois courts laissés aux équipes chargées de l'exploitation pour qu'elles s'approprient ces modifications. Une attention doit aussi être apportée à la bonne formation des intervenants, afin qu'ils puissent correctement exploiter les nouveaux systèmes et en assurer la maintenance.

Dans ce contexte, l'ASN note favorablement l'action des instances de contrôle interne mises en place par EDF pour la conception des modifications notables de ses installations.

LA CONFORMITÉ DES INSTALLATIONS

À l'instar des années précédentes, l'ASN considère qu'EDF doit poursuivre les actions de contrôle ciblées qu'elle déploie depuis plusieurs années. Les contrôles spécifiques mis en œuvre lors des quatrièmes visites décennales permettent en effet de détecter un nombre important d'écarts.

L'organisation retenue par EDF pour le traitement des écarts détectés s'est améliorée ces dernières années et est satisfaisante. EDF a notamment renforcé les équipes dédiées, aussi bien dans ses services centraux que dans les centrales nucléaires, notamment dans le cadre des arrêts de réacteur.

Dans l'ensemble, le traitement des écarts est réalisé par EDF dans des délais acceptables. Toutefois, l'ASN considère que l'analyse du caractère potentiellement générique à plusieurs centrales d'un écart détecté sur un site devrait être réalisée dans des délais plus courts.

LA MAINTENANCE

D'une manière générale, l'organisation des centrales nucléaires pour mener à bien les opérations de maintenance lourde a été à nouveau assez satisfaisante en 2023.

Cependant, l'ASN a encore relevé en 2023, comme les années passées, certains points à améliorer comme la coordination entre les métiers et les projets ou au sein des services de maintenance, la qualité de la documentation mise à disposition des intervenants ou encore la gestion des pièces de rechange. Dans le cadre des nombreuses activités de maintenance induites par la poursuite du fonctionnement des réacteurs et par le programme « grand carénage », l'ASN considère important qu'EDF maintienne les efforts engagés pour remédier à ces difficultés et améliorer la qualité de ses activités de maintenance.

Des améliorations ont été notées en 2023 dans la maîtrise de la qualité des activités sous-traitées, notamment grâce à la mise à disposition croissante d'espaces permettant une préparation sur maquette des interventions et dans le renforcement de la surveillance par EDF des gestes techniques. La surveillance exercée par EDF lors des opérations de fabrication d'équipements importants pour la sûreté au sein des usines des fournisseurs n'est en revanche pas satisfaisante.

L'EXPLOITATION

Sur le plan de l'exploitation et de la conduite des réacteurs, l'ASN considère que les performances se sont améliorées en 2023. Les plans d'action portant sur la rigueur d'exploitation engagés ces dernières années par certaines centrales nucléaires semblent porter leurs fruits. Toutefois, le nombre d'événements significatifs liés à des défauts de surveillance de la salle de commande a encore augmenté cette année. Ce sujet doit constituer une priorité pour EDF pour les années à venir.

L'ASN a constaté en 2023 des améliorations dans le fonctionnement des services de formation des équipes de conduite. Des fragilités persistantes dans le processus d'acquisition des compétences des personnels de conduite ont cependant encore été constatées lors d'inspections ou lors de l'analyse d'événements significatifs, ce qui interroge l'efficacité et le périmètre des formations.

EDF doit encore améliorer la gestion des entreposages et des stockages de matériels qui présentent des potentiels calorifiques importants, ainsi que la gestion de la sectorisation permettant de circonscrire les feux. Sur le plan de la lutte contre l'incendie, EDF travaille depuis plusieurs années, à la demande de l'ASN,

au déploiement d'une nouvelle organisation sur ses sites et à l'amélioration de ses capacités d'intervention en lien avec les services départementaux d'incendie et de secours (SDIS).

Les inspections de l'ASN portant sur l'organisation et les moyens de crise ont permis de confirmer un bon niveau d'appropriation des principes d'organisation, de préparation et de gestion des situations d'urgence. Néanmoins, EDF doit poursuivre ses efforts en matière de maintien en condition opérationnelle de certains moyens mobilisables en situation d'urgence et doit accroître sa vigilance sur les travaux réalisés dans les locaux de crise ou à proximité des matériels nécessaires à la gestion de crise.

Les analyses menées par les sites à la suite d'événements significatifs sont généralement pertinentes, mais doivent aller au-delà s'agissant de l'identification des défaillances humaines, en investiguant davantage les situations de travail et les processus organisationnels impliqués. L'évaluation de l'efficacité des actions correctives doit aussi progresser.

Enfin, l'ASN a à nouveau constaté un déficit de personnels dans les équipes chargées de réaliser des évaluations indépendantes de la sûreté des réacteurs de certaines centrales nucléaires. EDF a prévu d'y remédier en renforçant les effectifs dédiés à cette activité.

LA PROTECTION DE L'ENVIRONNEMENT

L'ASN considère que la gestion des prélèvements et des rejets dans l'environnement des différentes centrales nucléaires est globalement maîtrisée. Certains événements traduisent cependant des fragilités révélatrices de défauts de fonctionnement ou de vieillissement de certains matériels, qui peuvent avoir des conséquences en matière de disponibilité et d'efficacité des traitements avant rejet.

En 2023, les inspections menées par l'ASN ont permis de constater qu'EDF améliore la gestion des risques non radiologiques pouvant avoir des conséquences à l'extérieur des sites, sujet pour lequel les inspections menées en 2022 avaient mis en évidence une situation non satisfaisante.

L'ASN considère que la gestion des déchets continue également à s'améliorer. Des progrès restent cependant attendus, notamment en matière de durée d'entreposage, de tenue des inventaires et de conformité des entreposages.

LA RADIOPROTECTION DES TRAVAILLEURS ET LA SÉCURITÉ AU TRAVAIL

L'ASN considère que les pôles de compétence en radioprotection créés fin 2022 fonctionnent de manière satisfaisante. La démarche de préparation des interventions et d'optimisation des doses est également considérée comme satisfaisante sur la plupart des centrales nucléaires. Néanmoins, l'ASN a relevé sur plusieurs sites des écarts concernant le respect des règles renforcées, spécifiques aux apprentis de moins de 18 ans et au personnel en contrat à durée déterminée, auxquels EDF doit remédier. Par ailleurs, l'ASN note que les difficultés de gestion des chantiers de radiographie industrielle relevées en 2022 persistent.

En matière de santé et de sécurité au travail, le nombre d'accidents avec arrêt est en augmentation par rapport à 2022. Des progrès sont attendus pour améliorer la gestion des situations à risque pour les travailleurs, notamment en ce qui concerne le levage, l'amiante et les risques électriques.

Les appréciations centrale par centrale

Les appréciations que l'ASN porte sur chaque centrale nucléaire sont détaillées dans les pages du Panorama régional de ce rapport.

En matière de sûreté, les centrales nucléaires de Chinon et du Tricastin se sont distinguées positivement en 2023. Les performances de la centrale nucléaire de Dampierre-en-Burly et, dans une moindre mesure, de la centrale nucléaire du Blayais ont été en retrait par rapport aux autres centrales exploitées par EDF.

Les projets de nouveaux réacteurs

En 2023, EDF a achevé les essais de requalification à chaud du réacteur EPR de Flamanville et a préparé sa mise en service.

Les travaux de remise à niveau des soudures des circuits secondaires ont été menés avec rigueur, avec une bonne surveillance de la part d'EDF, permettant ainsi d'apporter une confiance dans l'atteinte d'un haut niveau de qualité de réalisation. Plus généralement, l'ASN considère qu'un travail important a été mené depuis plusieurs années permettant d'obtenir un état de finition satisfaisant de l'installation.

Les centrales nucléaires en démantèlement et les installations de gestion des déchets

LES INSTALLATIONS À L'ARRÊT DÉFINITIF OU EN DÉMANTÈLEMENT

Les réacteurs à l'arrêt définitif ou en démantèlement exploités par EDF (Brennilis, Chooz A, Fessenheim, Superphénix, réacteurs de la filière uranium naturel-graphite-gaz – UNGG) n'abritent plus de combustible usé. Les principaux enjeux de sûreté concernant donc le confinement des substances radioactives et la radioprotection. Certaines installations présentent également un risque supplémentaire lié à la présence d'amiante, parfois combiné à la présence de contaminations radiologiques, rendant les conditions d'intervention plus complexes.

De manière générale, l'ASN considère que les installations d'EDF en démantèlement ou en phase de préparation au démantèlement sont bien tenues, et que l'exploitant fait preuve d'un bon suivi de ses engagements. Concernant la radioprotection, l'organisation mise en place par EDF dans le cadre des pôles de compétence en radioprotection est satisfaisante. Dans le cadre de ces projets, EDF fait de la réduction des risques dans ses installations une priorité.

L'ASN estime que les opérations de démantèlement ou préparatoires au démantèlement des installations, hors réacteurs de la filière UNGG, progressent à un rythme satisfaisant. Des jalons significatifs ont été atteints en 2023 pour ces installations avec notamment la réalisation de la décontamination du circuit primaire du réacteur 2 de la centrale nucléaire de Fessenheim et la finalisation des opérations préparatoires au démantèlement de l'installation EL4-D (centrale nucléaire de Brennilis).

L'ASN sera vigilante concernant la poursuite des opérations de démantèlement des réacteurs d'EDF, notamment les opérations de découpe de la cuve du réacteur de la centrale nucléaire de Chooz A, dont le retour d'expérience doit servir au dimensionnement des opérations similaires pour le démantèlement de la centrale nucléaire de Fessenheim.

En matière de radioprotection, la centrale nucléaire de Penly se distingue de manière positive. L'ASN considère que les centrales nucléaires de Cattenom, Gravelines, Saint-Laurent-des-Eaux et, dans une moindre mesure, du Bugey ont été en retrait.

En matière de protection de l'environnement, les centrales nucléaires de Chooz, Civaux, Penly et Saint-Laurent-des-Eaux se sont distinguées de manière positive. Au contraire, les performances de la centrale nucléaire du Bugey ont été en retrait.

EDF a transmis en 2023 la demande d'autorisation de création de deux réacteurs EPR 2 sur le site de Penly. L'ASN constate que la conception du réacteur EPR 2 est plus avancée que ne l'était le réacteur EPR de Flamanville au même stade, ce qui est positif.

EDF a également transmis à l'ASN un dossier d'options de sûreté pour son projet de petit réacteur modulaire (PRM ou *Small Modular Reactor* – SMR) Nuward.

S'agissant des réacteurs de la filière UNGG, EDF a poursuivi en 2023 les travaux de démantèlement « hors caisson » sur les réacteurs de Saint-Laurent A, Bugey 1 et Chinon A3 dans des conditions de sûreté satisfaisantes, terminant en particulier le chantier de démantèlement des échangeurs de chaleur de Chinon A3. Toutefois, le rythme d'avancement de ces projets est significativement plus lent, et les échéances d'achèvement des opérations de démantèlement envisagées par EDF restent un sujet de préoccupation pour l'ASN. Lors de l'instruction en 2024 des dossiers de démantèlement de ces réacteurs, l'ASN portera une attention particulière à la robustesse de la stratégie de gestion des déchets graphite.

Dans le cadre de l'instruction des modifications des référentiels d'exploitation des installations d'EDF, l'ASN note en 2023 le caractère parfois trop générique de ces documents. L'ASN sera donc vigilante à la bonne prise en compte des spécificités de chaque installation dans ces référentiels.

LES INSTALLATIONS DE GESTION DES COMBUSTIBLES USÉS ET DES DÉCHETS RADIOACTIFS

Concernant ses installations en fonctionnement, EDF procède à de nombreux chantiers de remise à niveau d'équipements de l'Atelier pour l'entreposage du combustible de Superphénix (Apec), ce qui est satisfaisant. L'ASN est particulièrement attentive à la mise en œuvre du plan d'action d'EDF de gestion de l'obsolescence de certains équipements importants pour la protection, en mettant en place un suivi régulier et conjoint avec l'exploitant.

Des améliorations sont en revanche attendues dans la gestion des déchets de l'installation de conditionnement et d'entreposage de déchets activés (Iceda).

ORANO

En 2023, Orano a poursuivi ses actions visant à sécuriser la gestion des matières et des déchets radioactifs sur les sites de La Hague et du Tricastin. Par ailleurs, le plan d'action d'envergure destiné à surmonter les difficultés de production de l'usine Melox porte ses fruits avec une amélioration significative de la quantité de combustible MOX (Mélange d'Oxydes) fabriqué et du volume de rebuts générés. L'ASN considère que ces éléments contribuent à stabiliser le fonctionnement du « cycle du combustible », même si celui-ci présente toujours peu de marges en cas d'aléas et que les parades à mettre en place pour pallier le risque de saturation des piscines d'entreposage de combustibles usés restent à déployer.

L'ASN considère par ailleurs qu'Orano doit poursuivre et intensifier le travail de revue qu'elle a engagé sur les enjeux associés au vieillissement de l'ensemble des installations de La Hague, tant du point de vue de la sûreté que de la robustesse du « cycle », afin de dresser un état général du site et de conforter les perspectives d'exploitation de ses différents ateliers à moyen et long terme, au regard de standards de sûreté ambitieux. Cet enjeu revêt une acuité renouvelée dans le contexte actuel, où les réflexions ouvertes sur le futur du « cycle » n'excluent pas une exploitation de ces installations sensiblement au-delà de l'horizon 2040 précédemment défini.

Les installations en fonctionnement

L'ASN considère que le site de La Hague exploite de manière satisfaisante ses différentes installations en fonctionnement. En matière de sûreté nucléaire, l'ASN relève la bonne maîtrise des opérations de conduite et d'exploitation, ainsi que l'association des équipes aux évolutions d'organisation et d'exploitation mises en œuvre depuis 2022 sur le site (projet « Convergence »).

L'ASN considère que le niveau de sûreté du site Orano du Tricastin, dont les principales installations sont sensiblement plus récentes que celles du site de La Hague, est satisfaisant.

S'agissant de l'usine Melox, l'ASN considère que son niveau de sûreté est satisfaisant, et note positivement les efforts de rattrapage de maintenance réalisés par l'exploitant. La mise en service du nouveau bâtiment de gestion de crise a été effectuée en juin 2023, conformément à la prescription de l'ASN.

LA RADIOPROTECTION DES PERSONNELS

En matière de radioprotection, la mise en place début 2023 des pôles de compétence en radioprotection s'est déroulée convenablement, même s'il reste certains ajustements tant documentaires qu'opérationnels à finaliser.

Les actions de modernisation menées par Orano, avec notamment des changements de système de dosimétrie, une dématérialisation

et une meilleure robustesse des systèmes d'accès en zone contrôlée portent leurs fruits avec un nombre d'événements significatifs en radioprotection (ESR) en 2023 en diminution. Ces actions doivent être poursuivies.

L'ASN reste vigilante s'agissant de l'usine Melox, du fait du nombre important d'interventions liées à la maintenance préventive et corrective des équipements de l'installation, dans le contexte du déploiement d'un important programme de maintenance visant à accroître la disponibilité des installations. Ces interventions présentent des enjeux dosimétriques souvent significatifs.

LA PROTECTION DE L'ENVIRONNEMENT

L'ASN relève favorablement les actions menées par le site de La Hague pour assurer la conformité réglementaire des installations et la déclinaison opérationnelle des prescriptions encadrant les rejets de l'établissement, édictées par l'ASN en juin 2022 et applicables au 1^{er} janvier 2023.

L'ASN a poursuivi en 2023 le contrôle des actions mises en œuvre par le site du Tricastin afin de diminuer les rejets de fluides frigorigènes dans l'atmosphère et constate les efforts de l'exploitant pour pallier ces pertes liées à des pannes mécaniques.

Les réévaluations de sûreté des installations

L'ASN considère que l'organisation mise en place par Orano pour évaluer la conformité de ses installations et réévaluer leur sûreté, dans le cadre des réexamens périodiques, est satisfaisante. Elle appelle cependant Orano à renforcer sa vigilance sur la mise en œuvre des plans d'action établis lors de chaque réexamen périodique, et sur le respect des délais des prescriptions réglementaires et des engagements pris.

De manière générale, les mesures destinées à lutter contre les effets du vieillissement des équipements des installations, dont certains

approchent une durée d'exploitation de 40 ans, ou leur remplacement par de nouveaux équipements constituent toujours un enjeu majeur. L'ASN insiste sur la nécessité d'anticiper davantage les opérations de réparation ou de remplacement d'équipement rendues nécessaires du fait de leur vieillissement, afin d'éviter les risques de situations bloquantes ou un arrêt durable de l'exploitation des installations. L'ASN souligne qu'Orano doit également interroger les perspectives d'exploitation de ses différents ateliers à moyen et long terme, au regard des standards de sûreté les plus ambitieux.

Les installations en projet ou en cours de construction

L'ASN considère que la mise en service des nouvelles unités de concentration de produits de fission (NCPF) de l'atelier T2 du site de La Hague, remplaçant les équipements précédents qui présentaient une corrosion plus avancée que prévu à leur conception,

est une avancée significative. Le projet a été déployé conformément à son planning et les résultats opérationnels des nouvelles unités à la suite de leur mise en service sont à l'attendu.

Le 19 juin 2023, Orano a déposé une demande de modification du décret de création afin d'augmenter la capacité de production de l'usine Georges Besse II (INB 168) d'environ 30%. La demande est en cours d'instruction par l'ASN et fera l'objet d'une enquête publique en 2024. L'ASN souligne la qualité du dossier remis par Orano et des échanges techniques dans le cadre de son instruction.

Orano devra veiller à ce que l'engagement de ressources dans les nouveaux projets, comme celui-ci, ne se fasse pas au détriment d'autres projets d'amélioration de fonctions supports ou du traitement du passif de substances radioactives entreposées sur le site, qui ne sont pas moins prioritaires.

La reprise et le conditionnement des déchets anciens et le démantèlement sur le site de La Hague

De nombreux déchets anciens à La Hague ne sont pas entreposés selon les standards de sûreté actuels et présentent des enjeux majeurs. La reprise et le conditionnement de ces déchets anciens (RCD) sont une étape clé pour l'avancement des démantèlements des usines définitivement arrêtées. Ainsi, l'ASN relève favorablement la décision d'Orano début 2023 de construire de nouveaux silos pour améliorer significativement les conditions d'entreposage des boues de l'ancienne station de traitement des effluents (INB 38) sans attendre de disposer du procédé de conditionnement final de ces boues.

S'agissant de l'organisation et de la gestion de ces projets complexes, l'ASN note les avancées réalisées telles que l'appropriation des objectifs de démantèlement immédiat, le recours à l'évaluation de la maturité des projets ou le développement d'outils de pilotage de l'avancement des projets. L'ASN considère qu'Orano doit progresser dans la robustesse des scénarios de reprise et de traitement de déchets et dans la fiabilisation des procédés en exploitation de reprise des déchets afin de garantir les plannings des différents projets de RCD et de démantèlement annoncés.

Les appréciations installation par installation

Les appréciations de l'ASN sur chaque installation nucléaire sont détaillées dans les pages du Panorama régional de ce rapport.

CEA

La majorité des installations nucléaires de recherche françaises sont historiquement exploitées par le Commissariat à l'énergie atomique et aux énergies alternatives (CEA). Si certaines contribuent toujours aux programmes de recherche scientifique et technique du CEA, un bon nombre d'entre elles sont désormais arrêtées et le CEA fait face à des défis importants pour mener à bien leur démantèlement et gérer les déchets historiques de manière satisfaisante. L'ASN considère que la sûreté des installations exploitées par le CEA reste maîtrisée, mais que les projets de démantèlement et de reprise et conditionnement des déchets anciens présentent toujours des résultats contrastés et restent exposés à des aléas majeurs.

En effet, malgré le renforcement progressif des pratiques de pilotage des projets, la performance de mise en œuvre reste limitée par les moyens disponibles, et par les capacités opérationnelles des prestataires de la filière. Par ailleurs, la réalité opérationnelle des chantiers est presque systématiquement plus complexe que prévu, au point de remettre parfois en cause l'ensemble d'un projet, ou d'en reporter très significativement les échéances. L'ASN estime à cet égard que la maîtrise de ces projets demeure un point de vigilance.

Enfin, l'ASN estime que l'organisation de gestion des situations d'urgence, ainsi que la surveillance des intervenants extérieurs, restent à améliorer.

La stratégie de démantèlement et de gestion des matières et déchets du CEA

Afin de suivre l'avancement des projets prioritaires pour la sûreté, les autorités et le CEA ont mis en place un reporting régulier et à haut niveau des échéances à plus fort enjeu de sûreté; l'ASN souligne l'engagement des responsables du CEA dans le pilotage et le suivi de ces jalons. Le CEA a notamment poursuivi en 2023 l'évacuation d'un certain nombre de substances radioactives (effluents et combustibles usés) de ses installations à l'arrêt définitif, ce qui a contribué à en diminuer substantiellement les risques résiduels. L'ASN constate toutefois que, malgré une volonté affirmée du CEA de conduire les opérations de démantèlement des installations et de RCD, cet exploitant rencontre d'importantes difficultés à atteindre les échéances initialement fixées.

Ces retards ont notamment pour origine des difficultés techniques ou contractuelles. Par ailleurs, l'ASN attire régulièrement l'attention du CEA sur certaines fragilités de sa stratégie de gestion des déchets et des effluents. En effet, celle-ci repose en large partie sur des installations uniques, donc sans alternative opérationnelle, dont chacune engage le bon déroulement des multiples projets qui y recourent. De surcroît, plusieurs de ces installations présentent des enjeux forts en matière de délais de mise en service (Diadem), de rénovation (INB 37-A) ou d'extension de capacités d'entreposage (Cedra), qui constituent autant de risques pour les projets qui en dépendent.

Les installations en exploitation

L'ASN estime que la sûreté des installations en fonctionnement est satisfaisante. Elle a néanmoins identifié, dans le cadre des inspections menées en 2023, certains thèmes qui doivent faire l'objet d'améliorations. Il s'agit principalement de la maîtrise du risque d'incendie, mais aussi de la gestion des déchets, des commissions de sûreté et autorisations internes, des contrôles et essais périodiques, des facteurs organisationnels et humains, ou encore de la prévention des pollutions et la maîtrise des nuisances.

Le principal projet de nouvelle installation porté par le CEA, le réacteur Jules Horowitz (RJH), est conduit de manière satisfaisante et transparente.

LA MAÎTRISE DES RISQUES ET LA GESTION DE CRISE

Les retards significatifs dans la mise en œuvre des bâtiments de gestion de crise d'une robustesse améliorée, prenant en compte le retour d'expérience de l'accident de la centrale nucléaire de Fukushima (Japon), fragilisent la gestion de crise de plusieurs centres. Concernant les nouveaux locaux de gestion des situations d'urgence du site de Saclay, l'ASN a fixé une nouvelle échéance de mise en service des locaux de gestion des situations d'urgence au 31 décembre 2024. Concernant le centre de Marcoule, des justifications supplémentaires sont attendues relatives à l'opérabilité et à l'accessibilité du bâtiment de gestion des situations d'urgence. Certains exercices de crise réalisés en 2023 avec les pouvoirs publics ont par ailleurs mis en évidence que le CEA devait compléter son organisation pour répondre efficacement aux exigences opérationnelles, notamment en matière d'échange d'informations avec les autres acteurs de la gestion de crise.

LA RADIOPROTECTION DES PERSONNELS

L'organisation mise en place par le CEA pour la radioprotection des travailleurs est satisfaisante. Le fonctionnement des pôles de compétence en radioprotection du CEA n'a pas fait l'objet de remarque de l'ASN. Les inspections réalisées par l'ASN en 2023 sur les sites du CEA ont révélé des écarts concernant le zonage radiologique qu'il conviendra que le CEA corrige. L'ASN sera vigilante sur ce point, ainsi que sur la surveillance des intervenants extérieurs en matière de radioprotection.

Les ESR déclarés par le CEA sont en légère baisse en 2023. Cependant, plus d'un tiers sont liés à des défauts de port des dosimètres (à lecture différée ou opérationnelle), majoritairement de la part d'intervenants extérieurs. Le CEA doit mener une action de sensibilisation de ce personnel et s'assurer de son efficacité, ce que l'ASN contrôlera.

Les appréciations installation par installation

Les appréciations de l'ASN sur chaque centre et chaque installation nucléaire sont détaillées dans les pages du Panorama régional de ce rapport.

LA PROTECTION DE L'ENVIRONNEMENT

La maîtrise des nuisances et de l'impact des installations du CEA sur l'environnement, pour l'année 2023, est assez satisfaisante. Le nombre d'écarts (événements significatifs qui intéressent la protection de l'environnement) en 2023 est du même ordre de grandeur que les années précédentes, sans événement marquant (uniquement des événements de niveau 0 ou hors de l'échelle internationale des événements nucléaires et radiologiques – INES).

L'ASN considère toutefois que le CEA doit accentuer ses efforts relatifs à la mise en œuvre d'actions sur plusieurs sujets associés à la protection de l'environnement, en particulier la remise en conformité des réseaux de piézomètres, le positionnement des dispositifs de prélèvement dans les émissaires de rejets gazeux et, plus généralement, la maîtrise des dispositifs de surveillance en continu des rejets, notamment pour ce qui concerne la pollution des sols et nappes.

La réalisation d'études d'impact consolidées, pour les centres hébergeant plusieurs installations exploitées par le CEA principalement et par d'autres opérateurs (comme Marcoule ou Cadarache) devra permettre une meilleure identification des enjeux principaux et de prioriser en conséquence le cadre prescriptif associé.

LA RÉÉVALUATION DE LA SÛRETÉ DES INSTALLATIONS

L'ASN considère que l'organisation mise en place par le CEA pour évaluer la conformité de ses installations et réévaluer leur sûreté, dans le cadre des réexamens périodiques, est adaptée. Les inspections menées par l'ASN sur la thématique des réexamens ont fait émerger quelques points d'amélioration qui devront être pris en compte par le CEA, relatifs notamment au suivi du plan d'action issu du réexamen périodique. Le CEA devra également poursuivre ses efforts dans les années à venir afin de respecter la planification de mise en œuvre des actions de remise en conformité et d'amélioration de la sûreté définies dans le cadre de ces réexamens périodiques pour, en tout état de cause, pouvoir débiter un nouveau réexamen en ayant terminé le déploiement du plan d'action du précédent.

ANDRA

L'année 2023 a été marquée par le début de l'instruction de la demande d'autorisation de création de l'installation de stockage en couche géologique profonde Cigéo, déposée le 16 janvier 2023.

Projet Cigéo

À l'issue de l'analyse de recevabilité du dossier de demande d'autorisation de création de Cigéo, l'ASN a débuté son instruction technique en juin 2023. L'ASN note une dynamique positive au sein de l'équipe de maîtrise d'ouvrage et le bon fonctionnement des instances de gouvernance mises en place pour identifier,

hiérarchiser et arbitrer les choix techniques à enjeux du projet. Ces éléments confortent la démonstration des capacités techniques de l'Agence nationale pour la gestion des déchets radioactifs (Andra) pour mener à bien le projet Cigéo.

Exploitation des installations existantes de l'Andra

L'ASN estime que les conditions d'exploitation des installations de l'Andra sont restées satisfaisantes dans les domaines de la sûreté, de la radioprotection et de l'environnement en 2023. Elle souligne également la bonne qualité des analyses de sûreté produites par l'Andra, et le fait que les réexamens périodiques des installations de stockage sont conduits de façon satisfaisante. L'évaluation des

impacts à long terme des substances radiologiques et chimiques des installations de stockage sur la faune et la flore reste cependant un sujet dont la maîtrise doit être consolidée par l'Andra.

Les appréciations de l'ASN par domaine d'activité

LE DOMAINE MÉDICAL

L'ASN considère, sur la base des inspections conduites en 2023 et d'une analyse faite sur la période 2019-2023 permettant de couvrir l'ensemble du parc des installations, que l'état de la radioprotection dans le domaine médical se maintient à un niveau satisfaisant, relativement comparable d'une année sur l'autre, avec toutefois des fragilités persistantes, qui l'ont conduite en 2023 à engager une démarche de coercition dans le domaine des pratiques interventionnelles radioguidées (PIR).

Elle souligne les avancées dans le domaine des audits cliniques avec les premières expérimentations lancées en 2023 en radiothérapie et radiologie mais encourage leur extension aux activités les plus à risque, prioritairement la radiochirurgie, ainsi que la médecine nucléaire à visée thérapeutique.

Cependant, l'ASN relève plusieurs signaux qui pourraient conduire à dégrader la situation actuelle :

- un constat généralisé de ressources amoindries avec des tensions dans les effectifs de manipulateurs en électroradiologie médicale (MERM), praticiens médicaux, physiciens médicaux avec le développement de l'intérim et des glissements de tâches ;
- le recours, en imagerie, à des prestations insuffisamment maîtrisées pour assister les personnes compétentes en radioprotection (PCR) et les physiciens médicaux des établissements, susceptible de conduire à une perte de compétence en radioprotection et à un manque de flexibilité pour mettre en œuvre les exigences réglementaires de radioprotection (formation, vérifications, etc.) ;
- l'émergence de la radiologie mobile et une progression constante de la téléradiologie avec des contraintes techniques et organisationnelles liées à ce mode d'organisation sous-estimées par

les établissements (problème de communication, interface des logiciels) ;

- la complexification des organisations, avec des mutualisations de moyens et le risque de dilution des responsabilités, dans un contexte de réforme des autorisations de soins et de rachat de centres ;
- des situations conflictuelles dans un contexte de tensions sur les moyens humains ou de changements organisationnels portés à sa connaissance en inspection ou par le dispositif de recueil des signalements des lanceurs d'alerte.

Dans ce contexte, l'ASN attire l'attention des décideurs sur la nécessité d'évaluer l'impact de ces évolutions sur les organisations et le travail des intervenants et de définir précisément les rôles et responsabilités de l'ensemble des acteurs afin que les exigences de radioprotection soient respectées.

En radiothérapie, si les fondamentaux de la sécurité sont en place, les démarches de retour d'expérience s'essouffent avec des analyses d'ESR moins approfondies et des réunions de comités de retour d'expérience moins fréquentes soulignant la nécessité

de redonner du sens à ces démarches afin de maintenir l'intérêt des professionnels et de garder une dynamique collective. La répétition d'erreurs de cibles (en particulier d'erreurs de latéralité ou de positionnement), déclarées en 2023, rappelle à nouveau la nécessité d'évaluer régulièrement les barrières mises en place en tirant davantage parti du retour d'expérience dressé au niveau national. L'ASN insiste sur l'importance de l'analyse des risques *a priori* lors des changements techniques et organisationnels. À cet égard, l'ASN a partagé une méthodologie pour réaliser l'analyse des risques *a priori* dans son bulletin « La sécurité du patient » de septembre 2023.

En curiethérapie, les inspections confirment une bonne prise en compte des règles de radioprotection mais l'effort de formation renforcée aux situations d'urgence en cas de blocage de source doit se maintenir dans la durée. L'ASN souligne les enjeux dans les années à venir liés au maintien des ressources et compétences nécessaires à cette activité.

En médecine nucléaire, les inspections témoignent d'une prise en compte satisfaisante de la radioprotection tout en soulignant la nécessité de poursuivre le déploiement des démarches d'assurance de la qualité pour sécuriser le processus d'administration des médicaments, en particulier pour les procédures thérapeutiques, ainsi que pour celles concernant les enfants au regard des ESR déclarés. Par ailleurs, la formalisation de la coordination des mesures de prévention avec les entreprises extérieures (pour la maintenance, l'entretien des locaux, l'intervention de médecins libéraux, etc.), la formation des personnels et l'analyse des niveaux de référence diagnostiques (NRD) constituent toujours des axes de progrès.

Dans le domaine des PIR et plus particulièrement au bloc opératoire, des non-conformités réglementaires persistent, au fil des années, s'agissant des règles techniques d'aménagement des installations, des exigences de formation à la radioprotection (formations travailleur et patient) et de la coordination des mesures de prévention lors de coactivité, notamment lors de l'intervention de praticiens libéraux. Ces écarts ont conduit l'ASN à mettre en demeure un établissement pour qu'il se mette en conformité avec les règles relatives à la formation à la radioprotection des professionnels et à l'aménagement des salles où des actes interventionnels sont réalisés. Par ailleurs, l'ASN constate que les centres recourent de plus en plus aux organismes compétents en radioprotection (OCR), soit en tant qu'intervenant spécialisé pour des missions d'appui à une PCR interne, soit en tant que conseiller en radioprotection, et que cette sous-traitance, dès lors qu'elle est insuffisamment maîtrisée, conduit à une dilution des responsabilités des responsables d'activités nucléaires (RAN) et à une moindre appropriation, voire une dégradation de la radioprotection.

L'ASN poursuivra en 2024 ses inspections dans les secteurs prioritaires que sont la radiothérapie, la radiochirurgie, la médecine nucléaire, les PIR et la scanographie, dans la continuité des contrôles opérés en 2023. Une attention particulière sera portée aux signaux faibles précédemment mentionnés et aux points de fragilité identifiés en 2023 (formation, démarche de retour d'expérience des événements et enseignements des ESR déclarés, coordination des mesures de prévention lors de coactivité, mise en conformité des installations aux règles d'aménagement, maintenance), ainsi qu'à la mise en œuvre des obligations d'assurance de la qualité et de la maîtrise du changement. Si besoin, des inspections inopinées seront diligentées.

En radiothérapie et en médecine nucléaire, sur la base des enseignements issus des ESR déclarés ces dernières années, des inspections spécifiques sur la maîtrise du processus d'étalonnage des accélérateurs et la vérification de non-contamination seront conduites en 2024 par l'ASN en collaboration avec l'Institut de radioprotection et de sûreté nucléaire (IRSN). S'agissant des PIR, l'ASN mènera des inspections ciblées auprès des praticiens libéraux qui, bien que n'étant pas RAN, ne détenant pas les équipements sur lesquels ils interviennent, ont des obligations de radioprotection pour eux-mêmes et en tant qu'employeur de personnels classés au titre des expositions aux rayonnements ionisants.

Au plan réglementaire, l'ASN révisera en 2024 la décision n° 2019-DC-0667 du 18 avril 2019 fixant les valeurs de NRD pour mettre à jour les valeurs relatives aux actes de mammographie et poursuivra les travaux préparatoires à la révision de la décision n° 2008-DC-0095 du 29 janvier 2008 fixant les règles techniques auxquelles doit satisfaire l'élimination des effluents et des déchets contaminés par les radionucléides.

Enfin, le déploiement des nouvelles techniques et pratiques en thérapie (radiothérapie, radiothérapie interne vectorisée – RIV) demeure un sujet de vigilance pour l'ASN, qui s'attachera à promouvoir toute action visant à mieux évaluer les enjeux de radioprotection et à permettre une meilleure démonstration de leurs avantages en comparaison avec les techniques existantes. À cet effet, l'ASN poursuivra ses travaux en lien avec les différents acteurs institutionnels du domaine de la santé, les sociétés savantes et en s'appuyant sur les groupes d'experts (GPE), en particulier le Comité d'analyse des nouvelles techniques et pratiques utilisant des rayonnements ionisants (Canpri), s'agissant notamment de la thérapie flash et de la radiothérapie adaptative.

En médecine nucléaire, dans un contexte d'émergence de nouveaux vecteurs et radionucléides à des fins thérapeutiques, de projections de croissance du nombre de patients éligibles à ces nouveaux traitements avec des modalités de prise en charge en ambulatoire et d'infrastructures limitées, l'ASN souligne l'importance d'anticiper les enjeux de radioprotection pour le patient et son entourage, les travailleurs, ainsi qu'en matière d'aménagement des installations, de gestion des effluents et des déchets. Elle a saisi à cette fin le Groupe permanent d'experts en radioprotection (GPRP), suit les travaux européens menés dans le cadre du projet SimpleRad⁽¹⁾ et maintient un dialogue avec les acteurs de la médecine nucléaire pour rappeler le cadre réglementaire et examiner l'adéquation de celui-ci avec les évolutions.

1. SimpleRad – EANM EARL – Research4Life : earl.eanm.org/simplerad/

LE DOMAINE INDUSTRIEL, VÉTÉRINAIRE ET DE LA RECHERCHE

Les exploitants du domaine industriel, vétérinaire et de la recherche se caractérisent par leur diversité : ils sont nombreux et exercent leurs activités dans des structures de tailles et de statuts très hétérogènes ; ils utilisent par ailleurs des sources de rayonnements ionisants dans une grande variété d'applications. En matière de radioprotection, l'appréciation portée par l'ASN sur ces exploitants reste dans une grande continuité par rapport aux années précédentes.

Parmi les activités nucléaires dans le secteur industriel, la **radiographie industrielle** et, en particulier, la gammagraphie constituent, en raison de leurs enjeux de radioprotection, des secteurs prioritaires de contrôle par l'ASN. L'ASN constate que les entreprises ont, dans leur grande majorité, maintenu la rigueur nécessaire pour respecter les obligations réglementaires relatives à l'organisation de la radioprotection, à la formation et au suivi dosimétrique des travailleurs, au recours à des opérateurs disposant du certificat d'aptitude à manipuler les appareils de radiologie industrielle (CAMARI) requis et à la maintenance des appareils de gammagraphie. Cependant, un effort conséquent reste à mener par bon nombre d'entreprises pour définir correctement le programme des vérifications exigées par le code du travail, le mettre en œuvre, corriger les éventuelles non-conformités relevées à cette occasion et assurer la traçabilité des corrections apportées. Si les risques d'incidents et les doses reçues par les travailleurs sont globalement bien maîtrisés par les exploitants lorsque cette activité est réalisée dans une casemate conforme à la réglementation applicable, l'ASN juge toujours préoccupants les défauts observés en matière de signalisation de la zone d'opération lors des chantiers, même si une légère amélioration est observée par rapport à 2022. L'ASN souligne que le manque de préparation et de coopération, en amont des chantiers, entre les donneurs d'ordre et les entreprises de radiographie est fréquemment une des causes de ces écarts. Des progrès sont en particulier nécessaires sur le contenu des plans de prévention, la connaissance et la mise en œuvre des dispositions qui y figurent. L'ASN estime, plus généralement, que les donneurs d'ordre devraient privilégier, lorsque c'est possible, les prestations de radiographie industrielle dans des casemates et non sur chantier.

Dans les autres secteurs prioritaires de contrôle pour l'ASN dans le secteur industriel (**les irradiateurs industriels, les accélérateurs de particules dont les cyclotrons, les fournisseurs de sources radioactives et d'appareils en contenant**), l'état de la radioprotection est jugé globalement satisfaisant. En ce qui concerne les fournisseurs, l'ASN estime que l'anticipation des actions liées à l'approche de la durée administrative de reprise des sources (dix ans par défaut), l'information des acquéreurs sur les modalités futures de reprise des sources, ainsi que les contrôles avant livraison d'une source à un client sont des domaines où les pratiques ont progressé par rapport à 2022 mais doivent encore s'améliorer. Quant aux distributeurs d'accélérateurs ou d'appareils électriques émettant des rayonnements ionisants, les outils de suivi qu'ils ont mis en place pour recenser les appareils distribués et leurs acquéreurs sont souvent à renforcer, afin de ne pas compromettre d'éventuelles actions de rappel ou de retour d'expérience.

Les actions engagées depuis plusieurs années par les exploitants continuent d'améliorer la radioprotection au sein des **laboratoires de recherche**. Cela repose largement sur l'implication des conseillers en radioprotection et dépend des moyens mis à leur disposition, étant précisé que les enjeux de radioprotection de nombreux laboratoires de recherche sont plutôt faibles ou tendent à diminuer en raison du recours à des techniques alternatives aux rayonnements ionisants.

Les conditions d'entreposage et d'élimination des déchets et des effluents restent les principales difficultés rencontrées par les unités de recherche ou les universités, y compris pour ce qui concerne

la réalisation et la traçabilité des contrôles avant élimination, la reprise des sources radioactives scellées inutilisées « historiques » ou l'évacuation régulière des déchets radioactifs entreposés. Sur ces derniers points, le manque d'anticipation des financements nécessaires à la prise en charge des sources ou déchets « historiques », et le cas échéant à leur caractérisation préalable, est souvent observé. Enfin, les établissements ont également encore des difficultés à s'approprier et à mettre correctement en œuvre les vérifications des équipements, des lieux de travail et de l'instrumentation, résultant de l'évolution des codes du travail et de la santé publique de 2018, en particulier dans le cas des unités mixtes de recherche.

En ce qui concerne les **utilisations vétérinaires des rayonnements ionisants**, l'ASN constate le résultat des efforts menés par les instances vétérinaires depuis plusieurs années pour se conformer à la réglementation, notamment dans les activités de radiologie conventionnelle sur des animaux de compagnie. Pour les pratiques liées aux grands animaux, tels que les chevaux, ou réalisées hors des établissements vétérinaires, l'ASN estime que la mise en place du zonage radiologique et la prise en compte de la radioprotection des personnes extérieures à l'établissement vétérinaire qui participent à la réalisation de la radiographie constituent des points de vigilance.

Pour ce qui concerne la **protection des sources de rayonnements contre les actes de malveillance**, plus particulièrement lorsque des sources radioactives de haute activité ou des lots de sources équivalents sont mis en œuvre, les inspections menées par l'ASN montrent que les exploitants mettent progressivement en place les dispositions nécessaires au respect des exigences fixées par l'arrêté du 29 novembre 2019. Ainsi, sur la base des inspections réalisées en 2023 :

- la catégorisation des sources, étape indispensable pour identifier les exigences applicables et mettre en œuvre une approche proportionnée aux risques, a été réalisée pour la très grande majorité des établissements ;
- la politique de protection des sources, portée par la direction générale de l'établissement et soutenant les actions concrètes à mettre en œuvre, n'appelle pas d'observation de l'ASN dans la moitié des établissements industriels et le tiers des établissements médicaux ;
- si tous les établissements contrôlés ont mis en place des dispositions pour protéger les sources, environ un tiers de ces établissements n'avait pas formellement identifié les barrières physiques assurant cette protection ou justifié qu'elles apportaient une résistance à l'effraction suffisante ;
- dans la moitié des cas, aucun programme de maintenance préventive n'est défini pour les équipements destinés à détecter des intrusions ;
- la délivrance des autorisations nominatives d'accès aux sources ne progresse guère par rapport à 2022 et reste encore à mettre en place dans près de la moitié des établissements ;
- la moitié des établissements ne met pas en œuvre de dispositions visant à identifier et protéger les informations sensibles relatives à la sécurité des sources.

L'ASN estime donc que des progrès notables sont encore nécessaires.

L'ASN poursuivra en 2024 ses actions de sensibilisation et de contrôle des exploitants sur ces sujets.

LE TRANSPORT DES SUBSTANCES RADIOACTIVES

Le transport de substances radioactives (TSR) implique de nombreux acteurs, les transporteurs bien évidemment, mais également les expéditeurs, les concepteurs et fabricants de colis, etc. La grande majorité des transports est liée aux besoins de l'industrie non nucléaire, du secteur médical ou de la recherche.

En 2023, l'ASN estime que la sûreté des TSR est, comme pour les années précédentes, globalement satisfaisante. Si des incidents, routiers en majorité, ont affecté quelques transports, ils sont à rapporter aux 770 000 transports réalisés chaque année.

Le nombre d'événements significatifs relatifs au TSR sur la voie publique est stable par rapport à 2022, avec une poignée d'événements classés au niveau 1 de l'échelle INES, ce qui constitue une diminution sensible par rapport à 2022. Les événements consistent essentiellement en :

- des non-conformités matérielles affectant un colis (détérioration de l'emballage notamment) ou son arrimage au moyen de transport, qui conduisent à affaiblir la résistance du colis (qu'un accident survienne ou pas). Ces cas ne concernent pas les transports de combustibles usés ou de déchets hautement radioactifs et touchent essentiellement les transports liés aux activités nucléaires de proximité ;
- des dépassements, le plus souvent faibles, des limites fixées par la réglementation pour les débits de dose ou la contamination d'un colis ;
- des erreurs ou oublis d'étiquetage de colis, essentiellement pour des transports liés aux activités nucléaires de proximité ;
- des erreurs de livraison de produits radiopharmaceutiques. Ces produits étant souvent similaires d'un service hospitalier à un autre, ils ont pu pour la plupart être utilisés sans incidence sur la prise en charge des patients.

Les inspections menées par l'ASN relèvent également fréquemment de tels écarts. Une plus grande rigueur au quotidien reste donc attendue des expéditeurs et des transporteurs.

En ce qui concerne les transports liés aux installations nucléaires de base (INB), l'ASN constate que les exploitants effectuent de nombreux contrôles et, de ce fait, détectent mieux d'éventuels écarts. Pour les INB réalisant des programmes de recherche, elle estime que les expéditeurs doivent encore améliorer les dispositions visant à démontrer que le contenu réellement chargé dans l'emballage est conforme aux spécifications des certificats d'agrément des modèles de colis et aux dossiers de sûreté correspondants, notamment lorsque cette démonstration est réalisée par une entreprise tierce. Un incident relatif au non-respect d'une limite pour la maîtrise du risque de criticité, classé au niveau 1 de l'échelle INES, lors de transports internes, rappelle l'importance de telles dispositions.

En ce qui concerne les transports liés aux activités nucléaires de proximité, les inspections de l'ASN confirment des disparités significatives d'un opérateur de transport à l'autre. Les écarts les plus fréquemment relevés portent sur le contenu et la mise en œuvre réelle du programme de radioprotection des travailleurs, le système de management de la qualité, le respect effectif des procédures mises en place. Ainsi, les contrôles à mener avant l'expédition d'un colis doivent être améliorés. Par exemple, les inspections portant sur le transport de gammagraphes mettent régulièrement en lumière un calage ou un arrimage inapproprié.

Alors que les utilisations de radionucléides dans le secteur médical sont à l'origine d'un flux élevé de transports, la connaissance de la réglementation applicable à ces transports et les dispositions mises en place par certains centres hospitaliers ou centres de médecine nucléaire pour les expéditions et réceptions de colis doivent encore progresser. Les systèmes de management de la qualité restent encore à formaliser et à déployer, notamment en ce qui concerne les responsabilités de chacun des personnels impliqués. L'ASN estime que la radioprotection des transporteurs de produits radiopharmaceutiques, qui sont notablement plus exposés que la moyenne des travailleurs, reste un point de vigilance.

Pour les transports effectués avec des colis ne nécessitant pas un agrément de l'ASN, des progrès continuent d'être constatés par rapport aux années précédentes, ainsi qu'une meilleure prise en compte des recommandations formulées dans le Guide n°7 de l'ASN (tome 3). Les améliorations encore attendues portent généralement sur la description des contenus autorisés par type d'emballage, la démonstration de l'absence de perte ou de dispersion du contenu radioactif en conditions normales de transport, ainsi que sur l'impossibilité de dépasser les limites de débit de dose applicables avec le contenu maximal autorisé.

Enfin, l'ASN souligne que le TSR peut être un facteur limitant pour certains projets concernant tant les INB que les activités nucléaires de proximité. Au titre de l'anticipation, l'ASN appelle donc à la vigilance des exploitants sur la disponibilité des emballages, en nombre suffisant le cas échéant, et sur l'existence d'autres modèles de colis qui pourraient remplacer les emballages habituellement utilisés en cas de problème les affectant.

Actualités réglementaires

L'année 2023 a été marquée par la publication de la loi n° 2023-491 du 22 juin 2023 relative à l'accélération des procédures liées à la construction de nouvelles installations nucléaires à proximité de sites nucléaires existants et au fonctionnement des installations existantes. Elle a également vu aboutir un certain nombre de textes importants, en particulier des textes relatifs à la protection contre les risques ionisants et à la sécurité nucléaire.

Cette année a également vu se poursuivre les travaux relatifs à la révision de l'arrêté du 7 février 2012 fixant les règles générales relatives aux installations nucléaires de base (dit «arrêté INB»).

Les actualités nationales

Les lois et les ordonnances

- [Loi n° 2023-491 du 22 juin 2023](#) relative à l'accélération des procédures liées à la construction de nouvelles installations nucléaires à proximité de sites nucléaires existants et au fonctionnement des installations existantes

Cette loi s'inscrit dans la ligne du discours de Belfort du Président de la République, du 10 février 2022, qui a souligné la nécessité de sortir des énergies fossiles par une baisse de la consommation d'énergie, ainsi que par l'accélération massive dans la production d'énergie décarbonée, en particulier d'énergie électrique : les énergies renouvelables, qui ont fait l'objet d'une loi dédiée, et l'énergie nucléaire, avec notamment la création de six nouveaux réacteurs à eau pressurisée (*Evolutionary Power Reactor* – EPR) à l'horizon 2035.

Cette préoccupation s'inscrit dans le contexte, d'une part, de l'urgence d'une crise climatique qui menace les écosystèmes et l'avenir des jeunes générations ; d'autre part, d'une crise de souveraineté et de sécurité d'approvisionnement en énergie en 2022 à la suite du conflit ukrainien.

La loi a eu pour objectif, plus précisément, de simplifier et d'accélérer la mise en œuvre de projets de construction de nouveaux réacteurs électronucléaires en France à proximité de sites nucléaires existants, en précisant l'articulation entre les différentes procédures (urbanisme, autorisation de création des réacteurs électronucléaires et autorisation environnementale), tout en garantissant la protection de l'ensemble des intérêts mentionnés

à l'article L. 593-1 du code de l'environnement (sécurité, santé et salubrité publiques, protection de la nature et de l'environnement) et le plein respect du principe de participation du public inscrit dans la [Charte de l'environnement](#).

Au cours de la discussion parlementaire, le projet a été enrichi de dispositions relatives à la politique énergétique. Le Parlement a également souhaité prévoir que plusieurs rapports lui soient remis par le Gouvernement dans les prochains mois ou dans les années à venir.

La loi a par ailleurs permis de clarifier les modalités de réexamen périodique des réacteurs électronucléaires de plus de 35 ans et d'améliorer la gestion des arrêts prolongés de fonctionnement des installations nucléaires de base (INB). Ces mesures concourent à sécuriser juridiquement le cadre d'exploitation à long terme du parc électronucléaire.

Certaines dispositions de la loi appellent des décrets d'application en cours d'élaboration ou d'ores et déjà parus.

Les décrets et les arrêtés

- [Décret n° 2023-489 du 21 juin 2023](#) relatif à la protection des travailleurs contre les risques dus aux rayonnements ionisants

Ce décret tire les conséquences des modifications apportées par la [loi n° 2021-1018 du 2 août 2021](#) visant à renforcer la prévention en santé au travail. Les dispositions du texte portent notamment sur les compétences des professionnels de santé

au travail assurant le suivi individuel renforcé des travailleurs exposés aux rayonnements ionisants sous l'autorité du médecin du travail et leur accès au système d'information de la surveillance de l'exposition aux rayonnements ionisants (Siseri). Le texte adapte les modalités de formation et de délivrance du certificat d'aptitude à manipuler les appareils de radiologie industrielle au nouveau cadre de la formation professionnelle. Il réforme la certification des entreprises extérieures intervenant dans des zones présentant des risques importants d'exposition aux rayonnements ionisants dans le cadre de l'approche graduée. Il tient compte des observations de la Commission européenne (CE) sur la transposition de la directive 2013/59/Euratom du 5 décembre 2013 concernant la continuité de service des experts en radioprotection et la formation des professionnels de santé au travail. Il classe en catégorie A les travailleurs exposés à une dose équivalente au cristallin supérieure à 15 millisieverts (mSv) sur douze mois consécutifs. Enfin, il clarifie les modalités d'application de certaines règles, notamment celles relatives à la contrainte de dose, l'utilisation du dosimètre opérationnel, les vérifications périodiques sur les moyens de transport ou sur les instruments de mesure.

- **Décret n° 2023-722 du 3 août 2023 relatif aux installations classées pour la protection de l'environnement (ICPE) fonctionnant au bénéfice des droits acquis et relevant de la directive 2010/75/UE du Parlement européen et du Conseil du 24 novembre 2010 relative aux émissions industrielles (prévention et réduction intégrées de la pollution)**

Ce décret répond à la mise en demeure de la France par la CE référencée INFR(2022)2057 C (2022)3978 relative au « droit d'antériorité » en matière d'ICPE, dans laquelle la Commission européenne considérait que, pour les installations bénéficiant des droits acquis, la réglementation française ne précisait pas qu'elles devaient disposer d'une autorisation avec des prescriptions conformes aux exigences de la directive.

- **Décret n° 2023-1104 du 28 novembre 2023 portant diverses dispositions relatives aux réexamens périodiques des réacteurs électronucléaires et à la mise à l'arrêt des installations nucléaires de base (INB)**

Ce décret a pour objet d'améliorer l'accès à l'information du public et des États étrangers lors du réexamen périodique d'un réacteur électronucléaire au-delà de la 35^e année de fonctionnement et de permettre à l'exploitant de transmettre des éléments associés à ce processus pour l'ensemble des réexamens périodiques de manière différée en cas de difficulté pour réaliser certaines des activités prévues. Il actualise également les dispositions relatives à l'arrêt définitif d'une installation au vu des évolutions apportées par la [loi du 22 juin 2023](#) relative à l'accélération des procédures liées à la construction de nouvelles installations nucléaires à proximité de sites nucléaires existants et au fonctionnement des installations existantes.

- **Arrêté du 16 janvier 2023 modifiant l'arrêté du 12 janvier 2017 fixant le modèle du formulaire de la « demande d'examen au cas par cas » en application de l'article R. 122-3-1 du code de l'environnement**

Cet arrêté modifie le formulaire de la « demande d'examen au cas par cas » dans le cadre du dispositif relatif à l'évaluation environnementale.

- **Arrêté du 28 février 2023 relatif aux activités soumises à l'autorisation prévue à l'article R. 1333-4 du code de la défense, concernant des matières nucléaires de catégorie III dans des**

installations ou faisant l'objet d'importation et d'exportation, en dehors d'un point d'importance vitale désigné au titre de la directive nationale de sécurité du secteur de l'énergie (sous-secteur du nucléaire civil) et [arrêté du 13 avril 2023](#) relatif aux activités soumises à l'autorisation prévue à l'article R. 1333-4 du code de la défense, concernant des matières nucléaires de catégorie I et II dans des installations, faisant l'objet d'importation et d'exportation, ou présentes dans un point d'importance vitale désigné au titre de la directive nationale de sécurité du secteur de l'énergie (sous-secteur du nucléaire civil)

Ces deux arrêtés précisent les obligations de sécurité nucléaire pour les publics concernés (personnes exerçant une activité, à l'exception du transport, associée à des matières nucléaires qui relèvent des catégories visées).

Ils viennent compléter deux arrêtés publiés à la fin de l'année 2022 : l'[arrêté du 27 décembre 2022](#) relatif aux activités soumises à l'autorisation prévue à l'article R. 1333-4 du code de la défense concernant des matières nucléaires de catégorie IV dans des installations ou faisant l'objet d'importation et d'exportation, en dehors d'un point d'importance vitale du secteur de l'énergie (sous-secteur du nucléaire civil) et l'[arrêté du 27 décembre 2022](#) relatif aux modalités de suivi physique, de comptabilité et de déclarations comptables des matières nucléaires, pris en application des articles R. 1333-3-2 et R. 1333-11 du code de la défense, pour les activités qui ne sont pas soumises à l'autorisation prévue à l'article R. 1333-4 du même code.

- **Arrêté du 16 juin 2023 fixant le modèle national de la demande d'autorisation environnementale**

Cet arrêté modifie le modèle national de la demande d'autorisation environnementale fixé par l'arrêté du 28 mars 2019.

- **Arrêté du 20 juin 2023 relatif à l'analyse des substances per- et polyfluoroalkylées (PFAS) dans les rejets aqueux des installations classées pour la protection de l'environnement (ICPE) relevant du régime de l'autorisation**

Cet arrêté définit les modalités d'une campagne d'identification et d'analyse des substances PFAS qui doivent être mises en œuvre pour les rejets aqueux de certaines ICPE soumises à autorisation. Vingt substances PFAS visées par la directive européenne sur les eaux destinées à la consommation humaine seront obligatoirement analysées. À titre illustratif, d'autres substances pouvant être analysées sont également mentionnées. Afin d'adapter la mise en œuvre des campagnes d'analyses à la disponibilité des laboratoires, les campagnes de mesures seront échelonnées dans le temps en fonction des secteurs d'activités et du nombre d'installations qui leur correspondent.

- **Arrêté du 23 juin 2023 relatif aux modalités d'enregistrement et d'accès au système d'information et de surveillance de l'exposition aux rayonnements ionisants « Siseri » et modifiant l'arrêté du 26 juin 2019 relatif à la surveillance individuelle de l'exposition des travailleurs aux rayonnements ionisants**

Cet arrêté définit les nouvelles modalités d'enregistrement et d'accès à « Siseri » des personnes autorisées (travailleurs, médecins du travail et professionnels de santé au travail, conseillers en radioprotection, inspecteurs ou agents de contrôle). Il abroge les articles de l'arrêté du 26 juin 2019 qui y sont relatifs (art. 2 à 8, 10 à 15 et 19 à 22). Les autres dispositions de l'arrêté du 26 juin 2019 restent en vigueur.

Les principales modifications apportées portent sur :

- **l'accès direct du travailleur à « Siseri »** via France Connect+ à partir du 1^{er} juillet 2024 (moyen qui s'ajoute à la possibilité, existante, de demande directe à l'Institut de radioprotection et de sûreté nucléaire – IRSN) ;
- **l'extension de l'accès à « Siseri »** au 1^{er} juillet 2024 **aux autres professionnels de santé** pouvant intervenir, sous la responsabilité du médecin du travail, dans le cadre du suivi individuel renforcé d'un travailleur exposé ;
- **la durée de conservation des différentes données** par les organismes accrédités et par l'IRSN, conformément au principe de proportionnalité défini par le Règlement européen sur la protection des données (RGPD) ;
- la clarification de **l'accès aux résultats de la surveillance dosimétrique individuelle** dans « Siseri » des ingénieurs de prévention, intervenant en appui des agents de contrôle du système de l'inspection du travail.

- **Arrêté du 26 juin 2023** portant modalités d'agrément des laboratoires effectuant des analyses dans le domaine de l'eau et des milieux aquatiques au titre du code de l'environnement

Cet arrêté définit les conditions dans lesquelles peut être agréé, par le ministre chargé de l'environnement, un laboratoire qui effectue des analyses physico-chimiques, chimiques, hydrobiologiques ou écotoxicologiques et des contrôles des eaux, des sédiments ou du biote dans le domaine de l'eau et des milieux aquatiques.

- **Arrêté du 30 juin 2023** relatif aux mesures de restriction, en période de sécheresse, portant sur le prélèvement d'eau et la consommation d'eau des installations classées pour la protection de l'environnement (ICPE)

Cet arrêté définit des mesures de restriction sur les prélèvements et la consommation d'eau de sites industriels, ainsi que des modalités d'exemptions de certaines installations. Il s'applique en cohérence avec les arrêtés d'orientations de bassin, les arrêtés-cadres départementaux et interdépartementaux, ainsi qu'avec les arrêtés préfectoraux applicables aux ICPE. Ces arrêtés peuvent notamment fixer, lorsque le contexte local le justifie, toutes dispositions plus contraignantes que celles prévues par le présent arrêté, afin de protéger les intérêts mentionnés à l'article L. 511-1 du code de l'environnement. Ces arrêtés pourront par ailleurs être révisés afin de prendre en compte les dispositions du présent arrêté.

- **Arrêté du 16 novembre 2023** définissant les modalités de calcul des doses efficaces et des doses équivalentes résultant de l'exposition des personnes aux rayonnements ionisants

Cet arrêté fixe les modalités de calcul des doses efficaces et des doses équivalentes résultant de l'exposition des personnes aux rayonnements ionisants en application de l'article R. 1333-24 du code de la santé publique. Il est applicable à partir du 1^{er} janvier 2024 et abroge à cette date l'arrêté du 1^{er} septembre 2003 (même intitulé) :

- pour le calcul des doses efficaces, les facteurs de pondération tissulaire et radiologiques tiennent compte de la publication 103 de la Commission internationale de protection radiologique (CIPR) ;
- pour les travailleurs, les coefficients de dose efficace par unité d'activité ingérée ou inhalée sont issus des publications 134, 137, 141, 151 de la CIPR.

Les coefficients pour le public, issus de la publication 119, sont maintenus, sauf pour le radon.

Concernant les travailleurs, deux coefficients pour le radon sont proposés :

- pour les lieux de travail en intérieur où les travailleurs ont une activité majoritairement **sédentaire** (secteur tertiaire, bureaux, etc.) : 3 Sv/J.h.m⁻³ ;
- pour les lieux de travail en intérieur où les travailleurs ont une activité majoritairement **non sédentaire** (activité physique significative : travaux, maintenance, entretien, etc.) : 6 Sv/J.h.m⁻³.

- **Modification de l'arrêté du 7 février 2012** fixant les règles générales relatives aux installations nucléaires de base (dit « arrêté INB ») : les travaux de révision de cet arrêté se sont poursuivis en 2023.

Les décisions de l'ASN

Les décisions prises en application du code de la santé publique

- **Décision n° CODEP-DIS-2023-014569** du président de l'Autorité de sûreté nucléaire (ASN) du 16 mars 2023 approuvant le guide de formation continue à la radioprotection des personnes exposées aux rayonnements ionisants à des fins médicales destiné aux neurochirurgiens pratiquant des actes de radiochirurgie intracrânienne en conditions stéréotaxiques

Conformément au décret n° 2018-434 du 4 juin 2018, l'ASN détermine les objectifs de la formation continue à la radioprotection des patients et établit, avec les professionnels de santé, les programmes, les méthodes pédagogiques et les modalités d'évaluation. Les guides, approuvés par l'ASN, sont ainsi publiés. L'ensemble des guides est disponible sur asn.fr.

Rappel de deux décisions prises en 2022 (figurant dans le rapport annuel 2022), mais homologuées en 2023 :

- **Décision n° 2022-DC-0747** de l'ASN du 6 décembre 2022 fixant des règles que le responsable de l'activité nucléaire est tenu de faire vérifier en application de l'article R. 1333-172 du code de la santé publique (homologuée par l'arrêté du 18 janvier 2023 portant homologation de la décision n° 2022-DC-0747 de l'ASN du 6 décembre 2022 fixant des règles que le responsable de l'activité nucléaire est tenu de faire vérifier en application de l'article R. 1333-172 du code de la santé publique)

La décision n° 2022-DC-747 complète l'arrêté du 24 octobre 2022 relatif aux modalités et aux fréquences des vérifications des règles mises en place par le responsable d'activité nucléaire pris pour l'application du III de l'article R. 1333-172 du code de la santé publique, dans sa rédaction issue du décret n° 2018-437 du 4 juin 2018 relatif à la protection des travailleurs contre les risques dus aux rayonnements ionisants. Cette décision abroge, pour ce qui concerne les dispositions relatives au code de la santé publique, à sa date d'entrée en vigueur, la décision n° 2010-DC-0175 de l'ASN du 4 février 2010 qui encadrait précédemment les contrôles techniques tant pour le code de la santé publique que pour le code du travail.

● **Décision n° 2022-DC-0748** de l'ASN du 6 décembre 2022 fixant les conditions et les modalités d'agrément des organismes chargés des vérifications mentionnées à l'article R. 1333-172 du code de la santé publique (*homologuée par un arrêté du 18 janvier 2023 portant homologation de la décision n° 2022-DC-0748 de l'ASN du 6 décembre 2022 fixant les conditions et les modalités d'agrément des organismes chargés des vérifications mentionnées à l'article R. 1333-172 du code de la santé publique*)

La décision n° 2022-DC-748 répond à l'article R. 1333-174 du code de la santé publique qui appelle une décision de l'ASN pour les organismes agréés pour les vérifications dans le domaine de la radioprotection concernant la liste détaillée des informations à joindre à la demande d'agrément et de renouvellement d'agrément mentionnée au II de l'article R. 1333-172 et les modalités de délivrance, de renouvellement, de contrôle et de suspension des agréments.

Les installations nucléaires de base

● **Décision n° 2023-DC-0770** de l'ASN du 7 novembre 2023 modifiant la décision n° 2017-DC-0616 de l'ASN du 30 novembre 2017 relative aux modifications notables des installations nucléaires de base – INB (*homologuée par l'arrêté du 9 février 2024 portant homologation de la décision n° 2023-DC-0770 de l'ASN du 7 novembre 2023 modifiant la décision n° 2017-DC-0616 de l'ASN du 30 novembre 2017 relative aux modifications notables des installations nucléaires de base*)

Cette décision définit les exigences applicables aux modifications notables mises en œuvre pendant la phase de construction d'une INB. En effet, avant cette modification, la décision n° 2017-DC-0616 n'était applicable qu'aux modifications mises en œuvre après la mise en service des installations.

En particulier, cette décision définit la liste des modifications soumises à déclaration pendant la phase de construction et celles soumises à l'autorisation de l'ASN. Elle adapte également certains des critères d'entrée dans le régime de déclaration, pour prendre en compte le retour d'expérience (REX) de l'application de la décision n° 2017-DC-0616 depuis son entrée en vigueur le 1^{er} juillet 2019.

Rappel d'une décision prise en 2022 (figurant dans le rapport annuel 2022), mais homologuée en 2023 :

● **Décision n° 2022-DC-0749** de l'ASN du 29 novembre 2022 modifiant la décision n° 2015-DC-0508 de l'ASN du 21 avril 2015 relative à l'étude sur la gestion des déchets et au bilan des déchets produits dans les installations nucléaires de base (INB) et la décision n° 2017-DC-0616 de l'ASN du 30 novembre 2017 relative aux modifications notables des installations nucléaires de base (*homologuée par un arrêté du 16 février 2023 portant homologation de la décision n° 2022-DC-0749 de l'ASN du 29 novembre 2022 modifiant la décision n° 2015-DC-0508 de l'ASN du 21 avril 2015 relative à l'étude sur la gestion des déchets et au bilan des déchets produits dans les installations nucléaires de base et la décision n° 2017-DC-0616 de l'ASN du 30 novembre 2017 relative aux modifications notables des installations nucléaires de base*)

Tout déchet produit dans une INB, qu'il soit radioactif ou non, doit faire l'objet d'une gestion rigoureuse, adaptée à ses caractéristiques. À ce titre, la réglementation a imposé que la demande d'autorisation de mise en service d'une INB comporte une « étude sur la gestion des déchets », présentant et justifiant les modalités de gestion des déchets dans cette installation et les moyens de gestion associés, en vue de réduire la quantité et la nocivité des déchets produits.

Le décret n° 2019-190 du 14 mars 2019 codifiant les dispositions applicables aux INB, au transport de substances radioactives et à la transparence en matière nucléaire a modifié la réglementation. L'étude d'impact, transmise lors de la demande de décret d'autorisation de création d'une INB et mise à jour aux grandes étapes de sa vie, doit désormais justifier l'optimisation de la gestion des déchets, notamment au regard des effets de l'installation sur l'environnement et la santé.

À cette occasion, l'étude sur la gestion des déchets a été supprimée en tant que document autoportant, son contenu étant intégré en grande partie à l'étude d'impact. Les éléments de l'étude non repris dans l'étude d'impact et relatifs aux modalités opérationnelles de gestion des déchets, ont vocation à être repris dans les règles générales d'exploitation (RGE) des INB.

Afin de prendre en compte ces évolutions réglementaires, la présente décision modifie :

- la décision n° 2015-DC-0508 de l'ASN du 21 avril 2015 relative à l'étude sur la gestion des déchets et au bilan des déchets produits dans les INB ;
- la décision n° 2017-DC-0616 de l'ASN du 30 novembre 2017 relative aux modifications notables des INB.

Les modifications apportées sont de plusieurs types.

En premier lieu, la décision répartit le contenu de l'étude sur la gestion des déchets entre l'étude d'impact, qui doit présenter les déchets produits dans l'INB et justifier la prise en compte effective des objectifs fixés par le code de l'environnement, tels que la hiérarchie des modes de gestion des déchets ou le respect des orientations des plans nationaux et régionaux sur la gestion des déchets, et les RGE, qui comportent les dispositions liées à l'exploitation courante de l'INB et peuvent évoluer plus fréquemment.

En second lieu, elle renforce certaines exigences sur la gestion des déchets, afin d'assurer une meilleure maîtrise de la durée d'entreposage des déchets dans les installations, de garantir une réévaluation périodique de l'optimisation de la gestion des déchets et de permettre une meilleure articulation avec les différents plans de gestion des déchets, radioactifs ou conventionnels.

La décision prévoit enfin un meilleur encadrement des déchets provenant d'une zone à déchets conventionnels et présentant une contamination radioactive, ce qui constitue une situation anormale devant être gérée en tant que telle.

LE PANORAMA RÉGIONAL

de la sûreté nucléaire et de la radioprotection

L'Autorité de sûreté nucléaire (ASN) dispose de **11 divisions territoriales** lui permettant d'exercer ses missions de contrôle sur l'ensemble du territoire métropolitain et dans les départements et régions d'outre-mer.

Plusieurs divisions de l'ASN peuvent être amenées à intervenir de manière coordonnée dans une même région administrative.

Au 31 décembre 2023, les divisions territoriales de l'ASN comprennent 218 agents, dont 157 inspecteurs.

es divisions de l'ASN mettent en œuvre, sous l'autorité des délégués territoriaux (voir chapitre 2), les missions de contrôle de terrain des installations nucléaires de base (INB), des transports de substances radioactives (TSR) et des activités nucléaires de proximité; elles instruisent la majorité des demandes d'autorisation déposées auprès de l'ASN par les responsables d'activités nucléaires exercées sur leur territoire. Elles contrôlent, pour ces activités et dans ces installations, l'application de la réglementation relative à la sûreté nucléaire, à la radioprotection, aux équipements sous pression (ESP), ainsi qu'aux installations classées pour la protection de l'environnement (ICPE). Elles assurent l'inspection du travail dans les centrales nucléaires.

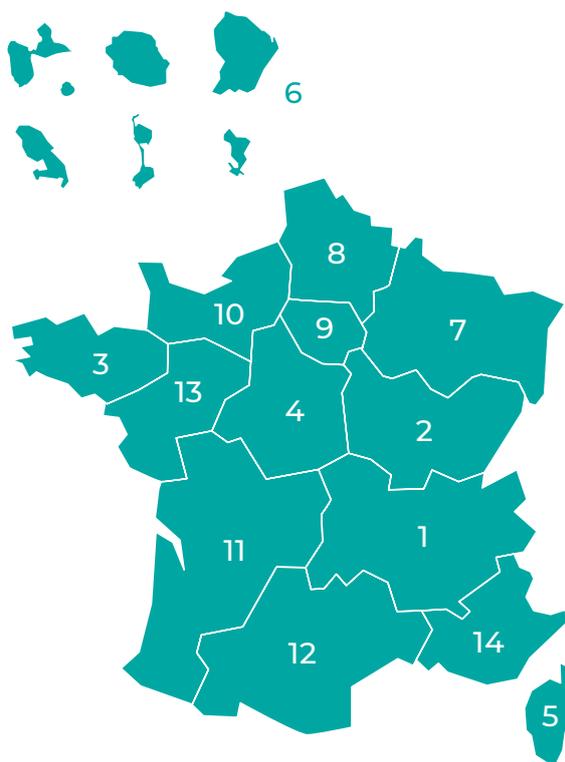
En situation d'urgence radiologique, les divisions de l'ASN contrôlent les dispositions prises par l'exploitant sur le site pour mettre l'installation en sûreté et assistent le préfet de département, responsable de la protection des populations.

Dans le cadre de la préparation à ces situations, elles participent à l'élaboration des plans d'urgence établis par les préfets et aux exercices périodiques.

Les divisions de l'ASN contribuent à la mission d'information du public. Elles participent, par exemple, aux réunions des commissions locales d'information (CLI) des INB et entretiennent des relations régulières avec les médias locaux, les élus, les associations, les exploitants et les administrations locales.

Cette partie présente l'action de contrôle de l'ASN dans chaque région et son appréciation de la sûreté nucléaire et de la radioprotection.

Les actions d'information du public et les relations transfrontalières sont évoquées respectivement dans les chapitres 5 et 6.



①	Auvergne-Rhône-Alpes	p. 36
②	Bourgogne-Franche-Comté	p. 45
③	Bretagne	p. 46
④	Centre-Val de Loire	p. 48
⑤	Corse	p. 54
⑥	Départements et régions d'outre-mer	p. 55
⑦	Grand Est	p. 56
⑧	Hauts-de-France	p. 60
⑨	Île-de-France	p. 62
⑩	Normandie	p. 70
⑪	Nouvelle-Aquitaine	p. 80
⑫	Occitanie	p. 82
⑬	Pays de la Loire	p. 87
⑭	Provence-Alpes-Côte d'Azur	p. 88

i IMPORTANT

Le contrôle des activités nucléaires de proximité (médical, recherche et industrie, transport) est présenté dans les chapitres 7, 8 et 9.



DOMAINE MÉDICAL > Chapitre 07



DOMAINE RECHERCHE ET INDUSTRIE > Chapitre 08



DOMAINE TRANSPORT > Chapitre 09



RÉGION

Auvergne-Rhône-Alpes

La division de Lyon contrôle la sûreté nucléaire, la radioprotection et le transport de substances radioactives dans les 12 départements de la région [Auvergne-Rhône-Alpes](#).

En 2023, l'ASN a réalisé 309 inspections dans la région Auvergne-Rhône-Alpes, dont 111 dans les centrales nucléaires du Bugey, de Saint-Alban, de Cruas-Meysses et du Tricastin, 96 dans les usines et les installations en démantèlement, 90 dans le nucléaire de proximité et 12 dans le domaine du transport de substances radioactives (TSR).

L'ASN a par ailleurs réalisé 22 journées d'inspection du travail, dans les quatre centrales nucléaires et sur le site de Creys-Malville.

En 2023, 24 événements significatifs classés au niveau 1 de l'échelle internationale des événements nucléaires et

radiologiques ([échelle INES](#)) ont été déclarés à l'ASN, dont 21 survenus dans les installations nucléaires de base (INB), un dans le TSR et deux dans le nucléaire de proximité.

Par ailleurs, deux événements ont été classés au niveau 2 de l'[échelle ASN-SFRO](#) (échelle spécifique pour les événements de radioprotection affectant des patients dans le cadre d'une procédure de radiothérapie).

Enfin, dans le cadre de leurs missions de contrôle, les inspecteurs de l'ASN ont dressé deux procès-verbaux.

Site du Bugey

Le site industriel du Bugey comprend diverses installations, dont la centrale nucléaire du Bugey, exploitée par EDF dans le département de l'Ain, sur le territoire de la commune de Saint-Vulbas à 35 km à l'est de Lyon. Elle est constituée de quatre réacteurs à eau sous pression (REP) d'une puissance de 900 mégawatts électriques (MWe) chacun, mis en service en 1978 et 1979. Les réacteurs 2 et 3 constituent l'INB 78, les réacteurs 4 et 5 constituent l'INB 89.

Le site comprend également un réacteur de la filière uranium naturel-graphite-gaz (UNGG), Bugey 1, mis en service en 1972 et arrêté en 1994, actuellement en cours de démantèlement, ainsi que l'Installation de conditionnement et d'entreposage de déchets activés (Iceda) et le Magasin interrégional (MIR) d'entreposage du combustible.

Enfin, le site dispose d'une des bases régionales de la Force d'action rapide du nucléaire (FARN), force spéciale d'intervention créée en 2011 par EDF, à la suite de l'[accident survenu à la centrale nucléaire de Fukushima au Japon](#). Son objectif est d'intervenir, en situation pré-accidentelle ou accidentelle, sur n'importe quelle centrale nucléaire en France, en apportant des renforts humains et des moyens matériels de secours.

CENTRALE NUCLÉAIRE DU BUGEY

Réacteurs 2, 3, 4 et 5 en fonctionnement

L'ASN considère que les performances de la [centrale nucléaire du Bugey](#) en matière de sûreté nucléaire et, dans une moindre mesure, de radioprotection rejoignent l'appréciation que l'ASN porte sur le parc nucléaire d'EDF. En revanche, ses performances en matière de protection de l'environnement sont considérées comme en retrait par rapport à la moyenne des centrales nucléaires d'EDF.

En matière de sûreté nucléaire, l'ASN considère que les résultats de la centrale nucléaire sont en légère amélioration, mais dans un contexte industriel moins chargé que les années précédentes. La mise en configuration des circuits, la gestion des essais périodiques et des essais de requalification restent notamment des domaines montrant des points de fragilité. En outre, l'ASN attend des améliorations de la maîtrise des risques liés à l'incendie, ayant relevé en inspection des ruptures

de sectorisation et des entreposages non autorisés de charges calorifiques.

Le maintien en bon état de la première barrière, constituée par les gaines du combustible, est en amélioration, mais des lacunes dans la gestion du risque d'introduction de corps migrants dans les circuits sont toujours observées. Enfin, l'ASN attend qu'EDF analyse les causes et les conséquences potentielles des deux inondations internes de galeries souterraines du site survenues à l'automne 2023 et mette en place des parades appropriées pour en prévenir le renouvellement.

En matière de radioprotection, si l'exposition des travailleurs est maîtrisée, l'ASN note des fragilités persistantes en matière de culture de radioprotection des intervenants, de propreté radiologique des installations et de confinement des chantiers à risque de dispersion de contamination. Au cours de l'inspection renforcée qu'elle a réalisée en 2023, l'ASN a relevé des écarts dans la tenue des installations, la gestion des zones contrôlées et des appareils de contrôle individuel de radioprotection.

• AUVERGNE-RHÔNE-ALPES •

En matière de protection de l'environnement, plusieurs événements et des problématiques d'inétanchéité de rétentions ont conduit, en 2023, à des contournements des voies normales de rejets, sans atteinte à l'environnement. L'ASN considère que la gestion des déchets se maintient à un niveau globalement satisfaisant.

En matière de santé et de sécurité au travail, l'ASN considère que des actions appropriées ont été mises en place de manière réactive pour tenir compte de l'accidentologie, notamment en matière de levage. Toutefois, des actions auprès des prestataires sont attendues en matière de gestion des entreposages et de tenue des chantiers, notamment au cours des arrêts des réacteurs.

Réacteur 1 en démantèlement

Bugey 1 est un réacteur de la filière UNGG. Ce réacteur de première génération, qui fonctionnait avec de l'uranium naturel comme combustible, utilisait le graphite comme modérateur et était refroidi au gaz. Le réacteur Bugey 1 est un réacteur UNGG « intégré », dont les échangeurs de chaleur se situent sous le cœur du réacteur à l'intérieur du caisson.

En mars 2016, compte tenu des difficultés techniques, EDF a annoncé un changement complet de stratégie de démantèlement des réacteurs de ce type, définitivement à l'arrêt. Dans cette nouvelle stratégie, le scénario de démantèlement prévu pour l'ensemble des caissons de réacteur est un démantèlement « en air », et non plus « sous eau » comme envisagé initialement. Par [décision n° CODEP-CLG-2020-021253 du président de l'ASN du 3 mars 2020](#), à la suite de la modification de la stratégie de démantèlement d'EDF, l'ASN a prescrit à EDF d'achever, au plus tard en 2024, les opérations de démantèlement des bâtiments et équipements qui ne sont pas nécessaires au démantèlement du caisson du réacteur.

L'ASN considère que les opérations de démantèlement du réacteur Bugey 1 et de caractérisation du caisson se déroulent dans des conditions de sûreté satisfaisantes.

INSTALLATION DE CONDITIONNEMENT ET D'ENTREPOSAGE DE DÉCHETS ACTIVÉS

L'installation de [conditionnement](#) et d'[entreposage](#) de déchets activés (Iceda) constitue l'[INB 173](#) et a pour objet le conditionnement et l'entreposage de diverses catégories de [déchets radioactifs](#) sur le site du Bugey (Ain). Elle est conçue pour réceptionner, conditionner et entreposer :

- des déchets de graphite de faible activité à vie longue (FA-VL) issus de la [déconstruction](#) du réacteur de Bugey 1, destinés, après entreposage, à un stockage en faible profondeur dont le concept est encore à l'étude ;
- des déchets métalliques activés, de moyenne activité à vie longue (MA-VL), issus de l'exploitation des centrales en fonctionnement, par exemple des pièces ayant séjourné à proximité du cœur du réacteur, comme des [grappes de commande](#), destinés, après entreposage, à un stockage en couche géologique profonde ;
- certains déchets de faible ou moyenne activité à vie courte (FMA-VC), dits à « envoi différé », destinés au stockage en surface, mais nécessitant une décroissance radioactive



Le parc d'installations et d'activités à contrôler comporte :

- **des centrales nucléaires exploitées par EDF :**
 - Bugey (4 réacteurs de 900 MWe),
 - Cruas-Meysses (4 réacteurs de 900 MWe),
 - Saint-Alban (2 réacteurs de 1300 MWe),
 - Tricastin (4 réacteurs de 900 MWe) ;
- **les usines de fabrication de combustibles nucléaires exploitées par Framatome à Romans-sur-Isère ;**
- **les usines du « cycle du combustible nucléaire » exploitées par Orano sur la plateforme industrielle du Tricastin ;**
- **la Base chaude opérationnelle du Tricastin (BCOT) d'EDF en démantèlement ;**
- **le Réacteur à haut flux (RHF) exploité par l'Institut Laue-Langevin à Grenoble ;**
- **l'Installation de conditionnement et d'entreposage de déchets activés (Iceda) sur le site nucléaire du Bugey et le Magasin interrégional (MIR) de combustible du Bugey, exploités par EDF ;**
- **le réacteur 1 en démantèlement de la centrale nucléaire d'EDF du Bugey ;**
- **le réacteur d'EDF Superphénix en démantèlement, ainsi que ses installations annexes ;**
- **l'irradiateur Ionisos à Dagneux ;**
- **le Centre de recherche international de l'Organisation européenne pour la recherche nucléaire (CERN), situé à la frontière entre la Suisse et la France ;**

des activités nucléaires de proximité du domaine médical :

- 23 services de radiothérapie externe,
- 6 services de curiethérapie,
- 23 services de médecine nucléaire,
- 122 établissements mettant en œuvre des pratiques interventionnelles radioguidées,
- 164 scanners au sein de 109 établissements,
- environ 10 000 appareils de radiologie médicale et dentaire ;



Chapitre 7
p. 204

des activités nucléaires de proximité du domaine industriel, vétérinaire et de la recherche :

- 1 synchrotron,
- environ 490 structures vétérinaires (cabinets ou cliniques),
- 33 agences de radiologie industrielle,
- environ 600 utilisateurs d'équipements industriels,
- environ 75 unités de recherche publiques ou privées ;



Chapitre 8
p. 242

des activités liées au transport de substances radioactives ;



Chapitre 9
p. 274

des laboratoires et organismes agréés par l'ASN :

- 3 organismes et 8 agences pour le contrôle de la radioprotection ;
- 11 organismes agréés pour procéder aux mesures d'activité volumique du radon.

de quelques années à quelques dizaines d'années avant leur acceptation au Centre de stockage de l'Aube (CSA – INB 149), exploité par l'Agence nationale pour la gestion des déchets radioactifs (Andra).

• AUVERGNE-RHÔNE-ALPES •

Par courrier du 5 mai 2021, EDF a déposé, auprès de la ministre chargée de la sûreté nucléaire, une demande de modification du décret d'autorisation de création (DAC) d'Iceda, en vue de conditionner des déchets issus du démantèlement de la centrale nucléaire de Fessenheim, qui est en cours d'instruction par l'ASN.

Sur le conditionnement des déchets, l'ASN avait autorisé EDF à conditionner ses déchets en colis CIPGSP le 19 juillet 2021 par la [décision n° CODEP-DRC-2021-013808](#). La validité de cet accord de conditionnement était limitée au 31 décembre 2023. Après instruction des études complémentaires remises par EDF, l'ASN a autorisé à poursuivre le conditionnement des déchets par la [décision n° CODEP DRC-2023- 68099 du 18 décembre 2023](#).

CENTRALE NUCLÉAIRE DE SAINT-ALBAN

La [centrale nucléaire de Saint-Alban](#), exploitée par EDF dans le département de l'Isère, sur le territoire des communes de Saint-Alban-du-Rhône et de Saint-Maurice-l'Exil à 40 km au sud de Lyon, est constituée de deux REP d'une puissance de 1300 MWe chacun, mis en service en 1986 et 1987. Le réacteur 1 constitue l'INB 119, le réacteur 2, l'INB 120.

L'ASN considère que les performances de la centrale nucléaire de Saint-Alban en matière de sûreté nucléaire, de radioprotection et de protection de l'environnement rejoignent l'appréciation générale du parc des centrales nucléaires d'EDF.

En matière de sûreté nucléaire, l'ASN relève que les installations du site sont exploitées et maintenues de façon satisfaisante malgré un programme industriel perturbé en 2023. Le réacteur 1 a été arrêté pour sa visite partielle et son rechargement en combustible. Le planning des activités de cet arrêt a été difficilement maîtrisé et plusieurs écarts aux exigences de sûreté ont été mis en exergue à l'occasion des inspections de chantier réalisées par l'ASN. En matière d'exploitation des réacteurs, la surveillance en salle de commande et la gestion des compétences des équipes de conduite sont considérées comme satisfaisantes.

CENTRALE NUCLÉAIRE DE CRUAS-MEYSSE

La [centrale nucléaire de Cruas-Meyssse](#), mise en service entre 1984 et 1985 et exploitée par EDF dans le département de l'Ardèche sur le territoire des communes de Cruas et de Meyssse, est constituée de quatre REP d'une puissance de 900 MWe chacun. Les réacteurs 1 et 2 constituent l'INB 111, les réacteurs 3 et 4 constituent l'INB 112.

L'ASN considère que les performances globales de la centrale nucléaire de Cruas-Meyssse en matière de sûreté nucléaire, de radioprotection et de protection de l'environnement rejoignent l'appréciation générale des performances que l'ASN porte sur les centrales nucléaires d'EDF.

En matière de sûreté nucléaire, l'ASN attend une amélioration de la rigueur d'exploitation et de la préparation des activités. Les actions mises en place en 2023, dans le cadre du plan d'amélioration de la rigueur d'exploitation, pour limiter notamment les non-qualités de maintenance (entraînements, supervision, aide à la préparation des activités), doivent être

À l'issue des inspections réalisées en 2023, l'ASN considère que l'organisation de l'exploitant et la gestion des déchets induits par le procédé ont progressé.

MAGASIN INTERRÉGIONAL

Situé au Bugey et exploité par EDF, le Magasin interrégional (MIR – [INB 102](#)) est une installation d'entreposage de combustibles nucléaires neufs à destination du parc de centrales nucléaires en exploitation.

L'ASN a mené une inspection en 2023 pour contrôler la réception de combustible. L'organisation de cette activité a été considérée comme robuste, mais l'ASN a demandé des améliorations de la formation et de la gestion de la détection incendie.

En matière de radioprotection des travailleurs, l'ASN considère que la maîtrise de l'exposition des travailleurs est satisfaisante. Cependant, au regard des événements significatifs pour la radioprotection (ESR) déclarés en 2023, l'ASN attend encore un renforcement de la culture de radioprotection et de la rigueur des activités de balisage des chantiers et de gestion des outillages et des déchets radioactifs.

En matière de protection de l'environnement, les résultats de la centrale nucléaire sont satisfaisants mais l'ASN attend un traitement plus réactif des aléas techniques impactant les dispositifs de protection de l'environnement.

En matière de santé et de sécurité au travail, l'ASN constate que le site poursuit le déploiement d'actions nationales d'EDF, notamment en matière de risques électrique et de levage. Des actions spécifiques en lien avec le risque électrique ont été mises en œuvre de manière satisfaisante sur le site. Si l'accidentologie demeure globalement maîtrisée, une vigilance particulière doit être maintenue lors des arrêts de réacteur.

poursuivies. Par ailleurs, la survenue de plusieurs événements significatifs liés à des actions d'exploitation inappropriées montre des difficultés concernant la conduite normale, la préparation des activités, ainsi que la surveillance. L'ASN a également relevé des aléas de maintenance lors des arrêts de réacteurs réalisés en 2023. L'ASN considère essentiel que le site améliore la maîtrise des activités de maintenance avant l'engagement des quatrièmes visites décennales du site, qui débiteront à l'été 2024 sur le réacteur 3.

En matière de radioprotection, des améliorations ont pu être observées en 2023 par rapport aux années précédentes, avec notamment une diminution des événements de contamination des travailleurs. Néanmoins, une inspection renforcée sur le sujet a permis de relever des écarts dans la tenue des installations, la gestion des sas de confinement des zones de chantier et la gestion des zones contrôlées.

• AUVERGNE-RHÔNE-ALPES •

Concernant la protection de l'environnement, l'ASN relève que la situation est en amélioration par rapport à 2022. En particulier, les moyens mis en œuvre pour éviter le débordement des bassins de décantation des tours aéroréfrigérantes ont permis d'éviter des débordements similaires à ceux survenus les deux années précédentes. L'ASN note une diminution du nombre d'événements significatifs pour l'environnement (ESE), mais considère que l'exploitant doit rester vigilant sur la maîtrise du confinement des pollutions par voie liquide.

En matière de santé et de sécurité au travail, les résultats du site sont satisfaisants. L'accidentologie reste maîtrisée, notamment lors des arrêts de réacteur. Un accident de manutention est survenu lors de travaux sur le pont polaire, pendant l'arrêt du réacteur 1, sans provoquer de blessé.

Site du Tricastin

Le site nucléaire du Tricastin, situé dans la Drôme et le Vaucluse, constitue un vaste site industriel accueillant la plus importante concentration d'installations nucléaires et chimiques de France. Il est implanté sur la rive droite du canal de Donzère-Mondragon (canal de dérivation du Rhône) entre Valence et Avignon. Il s'étend sur une surface de 800 hectares répartie sur trois communes, Saint-Paul-Trois-Châteaux et Pierrelatte dans la Drôme, Bollène dans le Vaucluse. Ce site regroupe de nombreuses installations, avec une centrale nucléaire comprenant quatre réacteurs de 900 MWe, des installations du « cycle du combustible nucléaire » et une installation qui assurait des opérations de maintenance et d'entreposage, désormais en cours de démantèlement.

CENTRALE NUCLÉAIRE DU TRICASTIN

La **centrale nucléaire du Tricastin** est constituée de quatre REP d'une puissance de 900 MWe chacun : les réacteurs 1 et 2, mis en service en 1980, constituent l'INB 87 et les réacteurs 3 et 4, mis en service en 1981, constituent l'INB 88.

L'ASN considère que les performances de la centrale nucléaire du Tricastin en matière de sûreté nucléaire se distinguent favorablement par rapport à l'appréciation générale des performances portée sur les centrales nucléaires d'EDF, et que ses performances en matière de radioprotection et protection de l'environnement rejoignent globalement l'appréciation générale que l'ASN porte sur le parc nucléaire d'EDF.

En matière de sûreté nucléaire, l'ASN estime que les performances de la centrale nucléaire restent satisfaisantes, sans toutefois progresser par rapport à 2022. En matière de maintenance, le deuxième lot de modifications prévues dans le cadre du quatrième réexamen périodique a été intégré de façon satisfaisante au réacteur 1. Pour les trois arrêts de réacteurs réalisés en 2023, l'ASN considère qu'EDF a maîtrisé la réalisation des activités prévues en respectant les exigences de sûreté associées. Des fragilités ont toutefois été constatées sur la rigueur d'exploitation, avec plusieurs événements significatifs en lien avec un défaut d'application des pratiques de fiabilisation des interventions.

En matière de radioprotection, l'ASN estime que les performances de la centrale nucléaire sont en légère dégradation. Huit ESR ont été déclarés, contre trois en 2022, et des défauts de maîtrise de la propreté radiologique des chantiers ont été relevés lors des arrêts de réacteur. L'inspection renforcée menée en 2023 a également permis de relever des écarts dans la tenue des installations et la gestion des zones contrôlées.

En matière de protection de l'environnement, l'ASN estime que les performances de la centrale se sont améliorées et rejoignent globalement l'appréciation générale portée sur

les centrales nucléaires d'EDF. Si plusieurs ESE ont été déclarés en 2023, l'ASN note les efforts réalisés par le site dans ce domaine. Par ailleurs, les décisions de l'ASN encadrant les rejets du site ont été révisées en 2023, notamment pour adapter le programme de surveillance de l'environnement et réévaluer les modalités de contrôle de certaines substances à la suite de modifications des conditions d'exploitation.

En matière de sécurité des travailleurs, l'ASN considère que les résultats du site sont satisfaisants et stables par rapport à l'année précédente. L'accidentologie, notamment pendant les arrêts de réacteurs, reste maîtrisée malgré une légère augmentation.

LES INSTALLATIONS DU « CYCLE DU COMBUSTIBLE NUCLÉAIRE »

Les installations du « cycle » du Tricastin couvrent principalement les activités de l'amont du « **cycle du combustible** » et sont exploitées par Orano Chimie-Enrichissement dénommé « Orano » ci-après.

Le site comporte :

- l'installation TU5 (INB 155) de conversion de nitrate d'uranyle $UO_2(NO_3)_2$ issu du retraitement de combustibles usés en sesquioxyde d'uranium (U_3O_8) ;
- l'usine W (ICPE dans le périmètre de l'INB 155) de conversion d'hexafluorure d'uranium (UF_6) appauvri en U_3O_8 ;
- les anciennes installations ex-Comurhex (INB 105) et l'usine Philippe Coste (ICPE dans le périmètre de l'INB 105) de conversion de tétrafluorure d'uranium (UF_4) en UF_6 ;
- l'ancienne usine Georges Besse I (INB 93) d'enrichissement de l' UF_6 par diffusion gazeuse ;
- l'usine Georges Besse II (INB 168) d'enrichissement de l' UF_6 par centrifugation ;
- les parcs uranifères du Tricastin (INB 178, 179 et 180) d'entreposage d'uranium sous forme d'oxydes ou UF_6 ;

• AUVERGNE-RHÔNE-ALPES •

- les ateliers de maintenance, de traitement des effluents liquides et de conditionnement de déchets (IARU – INB 138) ;
- le laboratoire Atlas d'analyse des échantillons de procédé et de surveillance de l'environnement (INB 176) ;
- une installation nucléaire de base secrète (INBS), qui regroupe notamment des installations anciennes en démantèlement, des parcs d'entreposage de substances radioactives et une unité de traitement d'effluents liquides.

À l'issue des inspections qu'elle a conduites en 2023, l'ASN considère que le niveau de sûreté des installations du site Orano du Tricastin est satisfaisant. L'ASN a relevé en 2023 une amélioration de l'organisation pour analyser la conformité aux textes réglementaires et mettre en œuvre les remises en conformité nécessaires.

En 2023, l'ASN a mené une campagne d'inspections inopinées simultanées sur les INB 105, 138, 155, 168 et 176 portant sur la gestion des déchets dont l'objectif était de vérifier l'organisation d'Orano dans ces domaines. Dans ce cadre, les inspecteurs se sont rendus dans les lieux de production, de tri et de collecte des déchets. Ces inspections ont montré que l'exploitant s'était amélioré dans ce domaine.

En 2023, l'ASN a mené des inspections sur plusieurs installations de la plateforme, ainsi qu'au niveau de la plateforme sur le thème de la prévention du risque de criticité. L'ASN considère que le bilan de ces inspections est globalement satisfaisant, même si pour les installations en démantèlement, l'exploitant doit améliorer la connaissance des déchets historiques entreposés et des quantités de matières résiduelles dans certains équipements.

Afin de s'assurer de l'avancement du traitement du passif de substances radioactives diverses entreposées sur le site, l'ASN a demandé à Orano de lui présenter annuellement l'état d'avancement de son plan d'action relatif au traitement de ces substances.

Après de nombreux contrôles et échanges menés en 2023, l'ASN vérifiera en 2024 l'avancée des opérations de démantèlement et la vacuité progressive des aires 61 et 79 de l'INB 105.

Le site du Tricastin est doté de deux installations principales de gestion des effluents liquides: la Station de traitement des effluents chimiques (STEC – INBS) et la Station de traitement des effluents uranifères (STEU – INB 138). Orano envisage une réorganisation de l'ensemble des flux d'effluents de la plateforme du Tricastin – INBS comprise – et devait fournir en 2023 un dossier d'options de sûreté pour ce projet. Les orientations préliminaires de ce projet n'ont pas été jugées toutes convaincantes par l'ASN et l'exploitant doit donc modifier son projet qui est désormais attendu pour 2024.

En matière de projets, Orano a commencé l'exploitation des deux premiers bâtiments de la nouvelle installation d'entreposage d'uranium de retraitement, dénommée « FLEUR » (INB 180) dont la mise en service a été autorisée par l'ASN en janvier 2023.

En outre, Orano a lancé mi-2023 le chantier du projet AMC2 consistant en l'ajout d'une nouvelle installation destinée au lavage et au rinçage de conteneurs dédiés au transport d'UF₆. Cette installation a été autorisée par le [décret n° 2023-1220 du 19 décembre 2023](#).

Orano a également lancé mi-2023 le chantier du bâtiment 57L de l'INB 138 qui va améliorer la sûreté de certains entreposages.

Enfin, afin d'augmenter ses capacités d'enrichissement, Orano a initié en 2022 le [projet d'extension](#) de l'usine d'enrichissement Georges Besse II (GB II) Nord qui a fait l'objet d'une [concertation préalable en 2023](#). Orano a déposé en juin 2023 le dossier de demande de modification substantielle du décret d'autorisation de l'installation pour réaliser cette extension.

Le président de l'ASN, accompagné de deux commissaires, s'est rendu en juillet 2023 sur le site. À cette occasion, l'exploitant a présenté l'avancement de projets évoqués en 2019 lors de sa précédente visite. Un point d'étape a été effectué sur le projet d'extension de l'usine d'enrichissement GB II. Enfin, le collège de l'ASN a rappelé que l'ASN attend d'Orano qu'il engage les ressources utiles dans les nouveaux projets autant pour augmenter ses capacités de production que pour améliorer certaines fonctions supports, tel que le projet de nouvel atelier de maintenance des conteneurs (AMC2) ou le traitement du passif de substances radioactives entreposées sur le site. Les échanges ont également porté sur la vision d'ensemble des impacts du site, incluant la stratégie de gestion des effluents liquides à court et moyen terme.

USINES ORANO DE CHIMIE DE L'URANIUM TU5 ET W

L'[INB 155](#), dénommée « TU5 », peut mettre en œuvre jusqu'à 2 000 tonnes d'uranium par an, ce qui permet de traiter la totalité du nitrate d'uranyle (UO₂(NO₃)₂) issu des opérations de retraitement du combustible réalisées à l'usine Orano de La Hague pour le convertir en U₃O₈ un composé solide stable permettant de garantir des conditions d'entreposage de l'uranium plus sûres que sous une forme liquide ou gazeuse. Une fois converti, l'uranium de retraitement est entreposé sur le site du Tricastin. L'usine W, située dans le périmètre de l'INB 155, permet quant à elle de traiter l'UF₆ appauvri, issu de l'usine d'enrichissement GB II, pour le stabiliser en U₃O₈.

L'ASN considère que les installations situées dans le périmètre de l'INB 155 sont exploitées avec un niveau de sûreté satisfaisant. La baisse du nombre d'événements significatifs ou intéressants, constatée en 2022, s'est poursuivie en 2023. L'ASN sera néanmoins attentive en 2024 à ce que l'exploitant maintienne la rigueur d'exploitation des installations.

L'ASN attend en 2024 le dépôt des dossiers liés aux conséquences, sur les activités de l'usine W, du projet d'augmentation de capacité de l'usine GB II Nord.

USINES ORANO DE FLUORATION DE L'URANIUM

Conformément à la prescription de l'ASN, les installations de fluoration les plus anciennes ont définitivement été mises à l'arrêt en décembre 2017. Les installations arrêtées ont depuis été vidangées de la majorité de leurs substances dangereuses et sont en cours de démantèlement.

Le démantèlement de l'INB 105 est autorisé par le [décret n° 2019-1368 du 16 décembre 2019](#). Les principaux enjeux associés sont liés aux risques de dissémination de substances radioactives, ainsi que d'exposition des travailleurs aux rayonnements ionisants et de criticité, en raison de substances uranifères résiduelles présentes dans certains équipements.

• AUVERGNE-RHÔNE-ALPES •

L'ASN relève que les opérations de démantèlement ont été suspendues mi-2023 pour la partie INB en raison de difficultés opérationnelles liées à la gestion des déchets. À la suite des demandes de l'ASN, l'exploitant a engagé des actions visant à améliorer, à court terme, la sûreté de l'entreposage des substances radioactives et dangereuses des aires 61 et 79, ce qui passera notamment par un transfert de ces entreposages sur le site. Certaines nouvelles difficultés, comme la prévention du risque de criticité d'une partie de ces matières, sont apparues en 2023, à l'issue de nouvelles campagnes d'analyses des substances entreposées. L'ASN contrôlera en 2024 l'avancée des opérations de démantèlement et la vacuité progressive des aires 61 et 79.

Après une année 2022 au cours de laquelle l'usine Philippe Coste a connu des difficultés techniques, l'ASN considère que l'exploitant a stabilisé son fonctionnement et que cette usine est exploitée avec un niveau de sûreté satisfaisant. L'ASN veillera en 2024 à ce que l'exploitant conserve une bonne rigueur d'exploitation et attend également que l'exploitant fasse aboutir son projet de conception des unités de traitement des effluents non uranifères et le traitement en ligne des diuranates de potassium (KDU).

USINE D'ENRICHISSEMENT GEORGES BESSE I

Constituant l'[INB 93](#), l'installation d'enrichissement de l'uranium Georges Besse I (Eurodif) était principalement composée d'une usine de séparation des isotopes de l'uranium par le procédé de diffusion gazeuse.

À la suite de l'arrêt de la production de cette usine en mai 2012, l'exploitant a mis en œuvre, de 2013 à 2016, les opérations de « rinçage intensif suivi de la mise "en air" » (opération Prisme). Ces opérations ont permis d'extraire la quasi-totalité de l'uranium résiduel déposé dans les barrières de diffusion. Désormais, le principal risque résiduel de l'INB 93 est lié aux conteneurs d' UF_6 des parcs d'entreposage, appartenant encore au périmètre de l'installation. À l'issue du réexamen périodique des parcs, l'ASN a prescrit des mesures complémentaires par [décision n° CODEP-CLG-2023-012727 du 8 mars 2023](#). Ces parcs devraient être rattachés à court terme aux parcs uranifères du Tricastin ([INB 178](#)).

Le décret prescrivant à Orano de procéder aux opérations de démantèlement de l'usine Georges Besse I a été publié le [5 février 2020](#). Les enjeux du démantèlement concernent notamment le volume important de déchets de très faible activité (TFA) produits, dont 160 000 t de déchets métalliques qui font l'objet d'études spécifiques. À l'issue du réexamen périodique de l'installation, l'ASN a transmis le 13 juillet 2023 ses conclusions à la ministre de la Transition énergétique sans édicter de prescriptions complémentaires. L'ASN souligne que le plan d'action impliquant la prise en charge de quantités importantes de déchets historiques issus du fonctionnement devra être rigoureusement suivi et mis en œuvre, et qu'une attention devra être portée aux installations pérennes situées dans le périmètre de l'installation. L'ASN considère qu'en 2023 les opérations de surveillance et les avancées du projet de démantèlement sont satisfaisantes, mais qu'il existe des marges de progrès sur la rigueur opérationnelle. L'ASN attend en 2024 la fin des études détaillées du scénario de démantèlement des cascades de diffusion.

USINE D'ENRICHISSEMENT GEORGES BESSE II

Constituant l'[INB 168](#), l'usine Georges Besse II (GB II) est l'installation d'enrichissement du site depuis l'arrêt de l'usine Georges Besse I. Elle met en œuvre la séparation des isotopes de l'uranium par le procédé de centrifugation.

Les installations de l'usine ont présenté en 2023 un niveau de sûreté satisfaisant. Les technologies mises en œuvre dans l'installation permettent d'atteindre des objectifs de sûreté, de radioprotection et de protection de l'environnement élevés. L'ASN considère que l'exploitant suit bien ses engagements envers l'ASN.

L'instruction du rapport de conclusions du premier réexamen de sûreté de l'INB 168 se poursuit. L'ASN a mené une inspection dédiée sur ce sujet en juin 2023 qui a permis de souligner la bonne organisation mise en place pour le réexamen et de formuler des demandes concernant la conformité réglementaire et le plan d'action.

Orano a initié en 2022 le projet d'extension de l'usine d'enrichissement GB II Nord en vue d'augmenter ses capacités de production par l'ajout de modules de centrifugation. Le projet d'extension de l'usine Nord de GB II a fait l'objet d'une [concertation préalable](#) du 1^{er} février au 9 avril 2023 organisée par la Commission nationale du débat public (CNDP). Orano a déposé en juin 2023 le dossier de demande de modification substantielle pour réaliser cette extension. Ce projet fera l'objet d'une consultation du public en 2024.

ATELIERS DE MAINTENANCE, DE TRAITEMENT DES EFFLUENTS ET DE CONDITIONNEMENT DES DÉCHETS

Constituant l'[INB 138](#), l'installation d'assainissement et de récupération de l'uranium (IARU) assure le traitement d'effluents liquides et de déchets, ainsi que des opérations de maintenance pour diverses INB.

Concernant le réexamen périodique, l'exploitant envoie semestriellement l'état des engagements pris envers l'ASN. L'avancement du plan d'action et des engagements est jugé satisfaisant malgré certains retards. L'ASN relève positivement le début en 2023 des travaux du bâtiment 57L qui va améliorer la sûreté de certains entreposages.

Le bilan des inspections réalisées en 2023 est satisfaisant sur les thématiques du suivi des engagements, la surveillance du génie civil, la sûreté criticité, la gestion des modifications ou la gestion des déchets. L'ASN a également contrôlé en 2023 l'avancement du projet de nouvelle lingerie du site, située hors des périmètres INB, qui permettra d'améliorer la prévention du risque d'incendie dans l'INB 138.

PARCS URANIFÈRES DU TRICASTIN, P35 ET FLEUR

À la suite du déclassement d'une partie de l'INBS de Pierrelatte par décision du Premier ministre, les Parcs uranifères du Tricastin ([INB 178](#)) ont été créés. Cette installation regroupe des parcs d'entreposage d'uranium, ainsi que les nouveaux locaux de gestion de crise de la plateforme.

• AUVERGNE-RHÔNE-ALPES •

Dans la continuité de ce processus de déclassement, l'installation « P35 » – [INB 179](#) a ensuite été créée. Elle regroupe dix bâtiments d'entreposage d'uranium. Un entreposage complémentaire, dénommé « FLEUR », a été autorisé par décret du 18 mars 2022. La mise en service de cette nouvelle INB, l'INB 180, a été autorisée par la [décision n°2023-DC-0750 de l'ASN du 3 janvier 2023](#).

À l'issue du réexamen périodique des parcs, l'ASN a prescrit des mesures complémentaires par [décision n° CODEP-CLG-2023-012740 du 8 mars 2023](#). Parmi ces mesures figurent la vidange ou le démantèlement d'emballages de matières.

À la suite des trois inspections menées sur ces installations sur les thèmes du respect des engagements, de la maîtrise

du risque de criticité et du génie civil, l'ASN considère que les parcs d'entreposage ont présenté en 2023 un niveau de sûreté satisfaisant. Cependant, avec les différents mouvements de matière réalisés et prévus, l'évolution de l'exposition radiologique engendrée par les parcs, aussi bien à l'intérieur qu'à l'extérieur du site, mérite d'être surveillée.

Enfin, Orano a lancé mi-2023 le chantier du projet AMC2 consistant en l'ajout d'une nouvelle installation destinée au lavage et au rinçage de conteneurs dédiés au transport d' UF_6 . Cette installation remplacera l'AMC existante qui est située dans l'INBS. La création de l'AMC2 a été autorisée par le [décret n° 2023-1220 du 19 décembre 2023](#) après une enquête publique qui s'est déroulée du 10 décembre 2021 au 12 janvier 2022.

Site de Romans-sur-Isère

USINES FRAMATOME DE FABRICATION DE COMBUSTIBLES NUCLÉAIRES

Sur son site de Romans-sur-Isère dans la Drôme (26), la société Framatome exploite l'INB 63-U, dénommée « [Usine de fabrication de combustibles nucléaires](#) » issue de la réunion de deux anciennes INB, l'unité de fabrication d'éléments combustibles pour les réacteurs de recherche (ex-INB 63) et l'unité de fabrication de combustibles nucléaires destinés aux REP (ex-INB 98).

La fabrication du combustible pour les réacteurs électro-nucléaires nécessite de transformer l' UF_6 en poudre d'oxyde d'uranium. Les pastilles fabriquées à partir de cette poudre, dans l'usine Framatome de Romans-sur-Isère, sont placées dans des gaines métalliques en zirconium pour constituer les crayons de combustible, ensuite réunis pour former les assemblages destinés à être utilisés dans les réacteurs des centrales nucléaires. S'agissant des réacteurs expérimentaux, les combustibles sont plus variés, certains d'entre eux utilisant, par exemple, de l'uranium très enrichi sous forme métallique. Ces combustibles sont également fabriqués dans l'usine de Romans-sur-Isère, appelée « [Cerca](#) ».

L'usine Cerca comprend notamment une « zone uranium », où sont élaborés des noyaux de poudre compactée placés dans des cadres et plaques en aluminium pour former les éléments combustibles et les cibles d'irradiation destinées à la production de radionucléides médicaux. L'exploitant a entrepris de remplacer cette zone uranium par une nouvelle zone uranium, dite « NZU », afin notamment d'améliorer le confinement des locaux, du procédé, et la prévention des risques en cas de séisme extrême. Les travaux de construction de la NZU ont débuté fin 2017. Ces nouveaux bâtiments doivent accueillir les

activités actuelles de la zone uranium existante. En raison de problèmes techniques et de l'impact de la crise sanitaire liée à la pandémie de Covid-19, les travaux de construction de la NZU ont pris un retard important. En 2022, Framatome a sollicité auprès de l'ASN une autorisation de mise en service partielle de la NZU, afin de lui permettre d'effectuer des transferts de matières entre les bâtiments existants et la NZU. L'ASN a délivré cette autorisation en octobre 2022. Des difficultés survenues en 2023 sur les essais de certains matériels conduisent une nouvelle fois Framatome à décaler à 2024 la mise en service de la NZU. L'ASN attend de Framatome une mobilisation accrue pour parvenir à mettre en service la NZU et rappelle que le niveau de sûreté de l'actuelle zone uranium ne permet pas une poursuite de son fonctionnement à long terme.

En 2023, Framatome a mené une campagne de production de combustibles avec de l'uranium de retraitement enrichi (URE). Une demande de modification substantielle de l'unité de fabrication de combustibles nucléaires destinés aux REP, qui vise à permettre l'augmentation de la production de combustibles à base d'uranium de retraitement enrichi, est en cours d'instruction par l'ASN et fera l'objet d'une enquête publique en 2024.

Le bilan des inspections réalisées à Romans-sur-Isère en 2023 est satisfaisant, notamment pour la mise en œuvre du nouveau plan de surveillance de l'environnement, la maîtrise du risque de criticité, la reprise de la production de combustibles à base d'uranium de retraitement enrichi (URE), la radioprotection et la gestion de crise. Une inspection de revue d'une semaine a été menée en mars 2023, sur les thèmes de la rigueur d'exploitation et de la prévention des fraudes : son bilan s'est avéré globalement positif.

LES INSTALLATIONS INDUSTRIELLES ET DE RECHERCHE

Réacteur à haut flux de l'Institut Laue-Langevin

L'Institut Laue-Langevin (ILL), organisme de recherche internationale, abrite un réacteur à haut flux neutronique (RHF) de 58 mégawatts thermiques (MWth), à eau lourde, qui produit des faisceaux de neutrons thermiques très intenses destinés à la recherche fondamentale, notamment dans les domaines de la physique du solide, de la physique neutronique et de la biologie moléculaire.

Le RHF constitue l'[INB 67](#) et accueille sur son périmètre le laboratoire de recherche internationale en biologie (*European Molecular Biology* – EMBL). Cette INB occupe une surface de 12 hectares, située entre l'Isère et le Drac, juste en amont du confluent, à proximité du centre CEA de Grenoble.

Au regard des actions de contrôle qu'elle a conduites en 2023, l'ASN considère que la sûreté du RHF est satisfaisante. Après une année 2022 consacrée à d'importants travaux de jouvence et de renforcement de la sûreté de l'installation, le redémarrage du réacteur et ses cycles en 2023 n'ont pas connu de difficultés significatives.

En 2023, l'ILL a poursuivi l'avancement du plan d'action établi lors de son troisième réexamen périodique et enrichi par les engagements pris à la suite de l'expertise associée à ce réexamen. L'année a également été ponctuée par des échanges intensifs durant l'instruction de modifications à réaliser à partir de mi-2024 pour respecter la [décision n° 2022-DC-0738 de l'ASN du 28 juillet 2022](#) validant les conclusions du réexamen périodique.

L'ILL a également déposé en juillet 2022 un dossier de porter à connaissance visant à établir de nouvelles prescriptions techniques de rejets et de surveillance de l'environnement. Ce dossier a fait l'objet de compléments en 2023 et son instruction par l'ASN se poursuit.

L'ASN portera en 2024 une attention particulière aux conditions de préparation des prochaines activités à enjeux pour l'ILL, notamment des opérations de pré-assainissement de l'ancienne installation de détritiation et de rénovation du pont polaire. Enfin, la révision des prescriptions de l'ASN encadrant les rejets sera poursuivie en 2024.

Irradiateur Ionisos

La société Ionisos exploite un irradiateur industriel implanté à Dagneux dans l'Ain. Cet irradiateur, constituant l'[INB 68](#), utilise le rayonnement issu de sources de cobalt-60, notamment pour stériliser du matériel médical (seringues, pansements, prothèses) et polymériser des matières plastiques.

L'ASN considère que l'installation a présenté un niveau de sûreté opérationnelle satisfaisant en 2023. Cependant, l'ASN a également relevé le départ simultané du responsable sûreté et de l'ingénieur sûreté, qui est une source de fragilité organisationnelle pour la gestion de la sûreté. Au regard des projets en cours, l'ASN estime que l'exploitant doit renforcer durablement son équipe et ses compétences en matière de sûreté.

Accélérateurs et centre de recherche du CERN

À la suite de la signature d'une [convention internationale](#) entre la France, la Suisse et l'Organisation européenne pour la recherche nucléaire (CERN) le 15 novembre 2010, l'ASN et l'Office fédéral de la santé publique (OFSP) – organisme de contrôle de la radioprotection suisse – contribuent à la vérification des exigences de sûreté et de radioprotection appliquées par le CERN. Les actions conjointes portent sur les transports, les déchets et la radioprotection.

Deux visites conjointes des autorités suisse et française ont eu lieu en 2023, sur le thème de la gestion des sources de haute activité et du TSR. Ces visites ont mis en évidence des pratiques satisfaisantes.

LES SITES EN DÉMANTÈLEMENT

Réacteur Superphénix et atelier pour l'entreposage des combustibles

Le réacteur à neutrons rapides Superphénix ([INB 91](#)), prototype industriel refroidi au sodium d'une puissance de 1200 MWe, est implanté à Creys-Malville en Isère. Il a été définitivement arrêté en 1997. Le réacteur a été déchargé et l'essentiel du sodium a été neutralisé sous forme de béton. Superphénix est associé à une autre INB, l'atelier pour l'entreposage des combustibles (Apec – [INB 141](#)). L'Apec est principalement constitué d'une piscine abritant le combustible déchargé de la cuve et de l'entreposage des colis de béton sodé issus de la neutralisation du sodium de Superphénix.

L'ASN a autorisé en 2018 l'engagement de la deuxième étape du démantèlement de Superphénix, qui consiste à ouvrir la cuve du réacteur pour démanteler les internes de cuve, dans des ateliers dédiés construits dans le bâtiment réacteur, par manipulation directe ou à distance.

Dans ce cadre, l'ASN a contrôlé en 2023 la fin des opérations de découpe du bouchon couvercle de cœur. Le grand bouchon tournant a été découpé en trois morceaux entreposés sur des plateformes d'accueil spécifiques. La cuve a été recouverte par une structure de confinement pour assurer son étanchéité en attendant son démantèlement. Cette structure de confinement sera également utilisée afin de permettre l'extraction des premiers internes de la cuve en 2024.

L'ASN a par ailleurs contrôlé en 2023 les opérations de préparation à la construction de l'atelier du tunnel D4 où aura lieu la découpe en téléopération des parties les plus activées des internes de la cuve.

Au vu des inspections menées en 2023, l'ASN considère que la sûreté des opérations de démantèlement du réacteur Superphénix et d'exploitation de l'atelier pour l'entreposage des combustibles est assurée de manière satisfaisante.

Base chaude opérationnelle du Tricastin

La Base chaude opérationnelle du Tricastin (BCOT) constitue l'[INB 157](#). Elle est exploitée par EDF et avait pour vocation l'entretien et l'entreposage de matériels et outillages provenant des circuits et matériels contaminés des réacteurs électronucléaires, à l'exclusion des éléments combustibles.

Par courrier du 22 juin 2017, EDF a déclaré l'arrêt définitif de la BCOT en juin 2020. Les activités d'entreposage et les opérations de maintenance sont désormais réalisées dans sa base de maintenance de Saint-Dizier.

Le [décret n° 2023-1049 du 16 novembre 2023](#) autorise le démantèlement de la BCOT, dont l'enquête publique s'était déroulée du 15 février au 17 mars 2022.

L'ASN estime que le niveau de sûreté de la BCOT est satisfaisant. En 2024, l'ASN portera une attention particulière au respect des étapes du décret de démantèlement et des exigences portées par le nouveau référentiel associé pour mener les opérations de démantèlement et d'assainissement des structures et des sols.

Réacteurs Siloette, Siloé, LAMA et station de traitement des effluents et des déchets solides – Centre du CEA

Le centre du CEA de Grenoble (Isère) a été inauguré en janvier 1959. Des activités liées au développement des réacteurs nucléaires y ont été menées, avant d'être progressivement transférées vers d'autres centres du CEA dans les années 1980. Désormais, le centre de Grenoble exerce des missions de recherche et de développement dans les domaines des énergies renouvelables, de la santé et de la microtechnologie. Le CEA de Grenoble s'est lancé, en 2002, dans une démarche de dénucléarisation du site.

Le site comptait six installations nucléaires, qui ont cessé progressivement leur activité et sont passées en phase de démantèlement en vue d'aboutir à leur déclassement. Le déclassement du réacteur [Siloette](#) a été prononcé en 2007, celui du réacteur [Mélusine](#) en 2011, celui du réacteur [Siloé](#) en janvier 2015 et celui du [LAMA](#) en août 2017.

Les dernières INB du site (INB 36 et 79) étaient la Station de traitement des effluents et des déchets solides et l'entreposage de décroissance ([STED](#)).

Compte tenu de l'état final du site atteint après démantèlement, l'ASN a subordonné leur déclassement à la mise en œuvre de servitudes d'utilité publique, qui permettent de limiter l'usage du site à des usages industriels et de garder la mémoire de la pollution résiduelle. L'ASN a ensuite prononcé le déclassement des deux dernières INB du CEA de Grenoble par sa [décision n° 2023-DC-0751 du 13 janvier 2023](#).



RÉGION **Bourgogne-Franche-Comté**

La division de Dijon contrôle la sûreté nucléaire, la radioprotection et le transport de substances radioactives dans les 8 départements de la région [Bourgogne-Franche-Comté](#).

En 2023, l'ASN a réalisé 51 inspections dans la région Bourgogne-Franche-Comté concernant le nucléaire de proximité, dont 22 dans le secteur médical, 16 dans les secteurs industriel, de la recherche ou vétérinaire, six concernant l'exposition au radon, une pour la surveillance d'organismes ou de laboratoires agréés et six spécifiques au transport de substances radioactives.

Les usines de fabrication d'équipements sous pression nucléaires de Framatome situées en Bourgogne-Franche-Comté ont également fait l'objet d'une attention particulière de l'ASN. Les actions conduites par l'ASN dans ce cadre sont décrites dans le chapitre 10. En 2023, l'ASN a réalisé dix inspections dans ces usines, dont cinq dans l'usine du Creusot et cinq dans l'usine de Chalon Saint-Marcel.



Le parc d'installations et d'activités à contrôler comporte :

- **des activités nucléaires de proximité du domaine médical :**



Chapitre 7
p. 204

- 8 services de radiothérapie externe,
- 4 services de curiethérapie,
- 14 services de médecine nucléaire, dont 3 pratiquant la radiothérapie interne vectorisée,
- 36 établissements mettant en œuvre des pratiques interventionnelles radioguidées,
- 66 scanners à visée diagnostique répartis dans 48 établissements,
- environ 800 appareils de radiologie médicale,
- environ 2 000 appareils de radiologie dentaire ;

- **des activités nucléaires de proximité du domaine industriel, vétérinaire et de la recherche :**



Chapitre 8
p. 242

- environ 180 cabinets vétérinaires, dont 4 disposant d'un scanner et 16 pratiquant la radiologie équine,
- environ 400 établissements industriels et de recherche, dont 25 entreprises ayant une activité de radiographie industrielle,
- 1 irradiateur industriel par source radioactive,
- 1 scanner dédié à la recherche,
- 2 accélérateurs, dont 1 pour la production de médicaments destinés à l'imagerie médicale et 1 pour l'irradiation industrielle ;

- **des activités liées au transport de substances radioactives ;**



Chapitre 9
p. 274

- **des laboratoires et organismes agréés par l'ASN :**

- 1 organisme pour le contrôle de la radioprotection,
- 6 organismes pour la mesure du radon,
- 1 laboratoire pour les mesures de la radioactivité dans l'environnement.



RÉGION Bretagne

La division de Nantes contrôle la radioprotection et le transport de substances radioactives dans les 4 départements de la région [Bretagne](#). La division de Caen contrôle la sûreté nucléaire de la centrale des Monts d'Arrée (Brennilis), en démantèlement.

En 2023, l'ASN a réalisé 48 inspections, dont deux de la centrale des Monts d'Arrée en démantèlement, une pour la surveillance de laboratoire agréé, trois dans le domaine du transport de substances radioactives et 39 dans le nucléaire de proximité (22 dans le secteur médical, 17 dans les secteurs industriel, vétérinaire ou de la recherche).

CENTRALE NUCLÉAIRE DE BRENNILIS

La [centrale nucléaire de Brennilis](#) est située dans le département du Finistère, sur le site des Monts d'Arrée, à 55 km au nord de Quimper. Dénommée « EL4-D », cette installation (INB 162) est un prototype industriel de centrale nucléaire (70 mégawatts électriques – MWe), modérée à l'eau lourde et refroidie au dioxyde de carbone, arrêtée définitivement en 1985.

Le [décret n° 2011-886 du 27 juillet 2011](#) a autorisé les opérations de démantèlement de la centrale, à l'exception du démantèlement du bloc réacteur. En juillet 2018, EDF a déposé un dossier de demande concernant le démantèlement complet de ses installations, qui a fait l'objet d'une enquête publique du 15 novembre 2021 au 3 janvier 2022. Le [décret n° 2023-0898 du 26 septembre 2023](#), publié le 28 septembre 2023, prescrit à EDF le démantèlement complet de l'INB 162 et modifie le décret n° 96-978 du 31 octobre 1996 autorisant la création de cette installation. Le décret fixe des objectifs de propreté radiologique, et les décisions à venir de l'ASN encadreront les modalités de l'assainissement du site qui devra être poussé aussi loin que raisonnablement possible. La date de fin du démantèlement est fixée à 2041.

L'ASN a délivré en avril 2023 l'autorisation d'arrêt du rabattement de la nappe phréatique sous la station de traitement des effluents. L'ASN a également poursuivi au cours de l'année 2023 la révision des décisions encadrant les rejets et les prélèvements d'eau, ainsi que l'instruction des règles générales d'exploitation et du plan d'urgence interne pour le démantèlement complet.

Au cours de cette même année, EDF a continué ses travaux préparatoires au démantèlement complet, avec en particulier les opérations de retrait d'amiante dans les endroits accessibles et les aménagements du génie civil pour agrandir des accès existants ou démolir des casemates. EDF a également débuté les travaux de traitement des infiltrations d'eau dans les installations, qui concernent notamment la galerie « G7 ».



Le parc d'installations et d'activités à contrôler comporte :

• l'installation nucléaire de base :

- la centrale des Monts d'Arrée (Brennilis), en démantèlement ;

• des activités nucléaires de proximité du domaine médical :

- 10 services de radiothérapie externe,
- 5 services de curiethérapie,
- 10 services de médecine nucléaire,
- 38 établissements mettant en œuvre des pratiques interventionnelles radioguidées,
- 63 scanners diagnostics,
- environ 2500 appareils de radiologie médicale et dentaire ;



Chapitre 7
p. 204

• des activités nucléaires de proximité du domaine industriel, vétérinaire et de la recherche :

- 1 cyclotron,
- 16 sociétés de radiologie industrielle, dont 3 en gammagraphie,
- 25 unités de recherche,
- environ 400 utilisateurs d'équipements industriels ;



Chapitre 8
p. 242

• des activités liées au transport de substances radioactives ;



Chapitre 9
p. 274

• des laboratoires et organismes agréés par l'ASN :

- 8 établissements pour la mesure du radon,
- 3 sièges de laboratoires pour les mesures de la radioactivité dans l'environnement.

Par ailleurs, EDF a engagé les études d'exécution de certaines opérations de démantèlement complet (comme le démantèlement des circuits périphériques) ou de remise à niveau des fonctions supports indispensables au démantèlement complet (ponts de manutention, ventilation dans l'enceinte du réacteur, etc.).

• BRETAGNE •

L'ASN retient que la tempête Ciaran de novembre 2023 n'a pas eu de conséquences sur la centrale en matière de sûreté. Les opérations de démantèlement ont été arrêtées le 2 novembre 2023 en raison d'une coupure de l'alimentation électrique générale du site, pour reprendre le 6 novembre 2023.

L'ASN considère que la conduite du projet de démantèlement de la centrale est satisfaisante. L'ASN relève favorablement la gestion des interfaces entre le projet et le site, avec en particulier le renforcement prévu de l'équipe projet au sein de la centrale. Néanmoins, s'agissant de la surveillance des installations, EDF doit veiller au respect des échéances prescrites

de réalisation de l'ensemble des contrôles périodiques et à la traçabilité des caractéristiques des matériaux dans la perspective de leur réutilisation ou du déclassement ultérieur de l'installation.

L'ASN portera une attention particulière, à compter de 2024, à l'application du nouveau référentiel de démantèlement complet de l'installation et à la maintenance des équipements, en particulier de manutention, requis pour les opérations de démantèlement. L'ASN maintiendra également sa vigilance sur le plan de la radioprotection, en particulier quant au respect des règles d'entrée en zone contrôlée.



RÉGION

Centre-Val de Loire

La division d'Orléans contrôle la sûreté nucléaire, la radioprotection et le transport de substances radioactives dans les 6 départements de la région [Centre-Val de Loire](#).

En 2023, l'ASN a réalisé 166 inspections dans la région Centre-Val de Loire, dont 116 des installations nucléaires des sites EDF de Belleville-sur-Loire, Chinon, Dampierre-en-Burly et Saint-Laurent-des-Eaux, 39 dans le nucléaire de proximité, cinq sur le thème du transport de substances radioactives et six concernant des organismes ou laboratoires agréés.

L'ASN a par ailleurs assuré 38 journées d'inspection du travail dans les quatre centrales nucléaires de la région.

En 2023, 16 événements significatifs classés au niveau 1 de l'échelle internationale des événements nucléaires et radiologiques ([échelle INES](#)) ont été déclarés à l'ASN.

CENTRALE NUCLÉAIRE DE BELLEVILLE-SUR-LOIRE

La [centrale nucléaire de Belleville-sur-Loire](#) est située au nord-est du département du Cher, sur la rive gauche de la Loire, au carrefour de quatre départements (le Cher, le Loiret, la Nièvre et l'Yonne) et de deux régions administratives (Bourgogne-Franche-Comté et Centre-Val de Loire). La centrale comporte deux réacteurs de 1300 mégawatts électriques (MWe), mis en service en 1987 et 1988, qui constituent respectivement les installations nucléaires de base (INB) 127 et 128.

L'ASN considère que les performances de la centrale nucléaire de Belleville-sur-Loire rejoignent l'appréciation générale portée sur EDF dans le domaine de la sûreté nucléaire, de l'environnement et de la radioprotection.

Sur le plan de la sûreté nucléaire, l'ASN considère qu'en matière de conduite des installations, la rigueur en salle de commande a été maintenue à un niveau satisfaisant. Le site doit poursuivre ses efforts dans la gestion des configurations des circuits (lignages, consignations, condamnations administratives) au travers du plan d'action qu'il décline depuis début 2023. L'ASN souligne positivement le renforcement du plan d'action initié en 2022 pour traiter les anomalies en matière de sectorisation incendie.

Concernant la maintenance des installations, les performances de la centrale nucléaire de Belleville-sur-Loire sont considérées comme satisfaisantes. L'année 2023 a été marquée par un programme industriel particulièrement chargé en raison des opérations de remplacement de tronçons de tuyauteries en lien avec la problématique de corrosion sous contrainte. L'ASN estime que la gestion globale de ces arrêts est satisfaisante au vu notamment des différentes inspections réalisées, qui n'ont pas mis en évidence d'écart majeur.

Dans le domaine de la radioprotection, l'ASN considère que la centrale nucléaire de Belleville-sur-Loire a obtenu des résultats satisfaisants sur la propreté radiologique des locaux et l'exposition des travailleurs, malgré des chantiers d'ampleur dans le bâtiment réacteur, qui ont conduit à une augmentation significative de la dosimétrie collective. Elle restera cependant attentive en 2024 à la gestion du balisage des zones orange, ainsi qu'à la maîtrise du taux de contamination des intervenants, sujet sur lequel des difficultés ont été identifiées lors de l'arrêt du réacteur 1 en 2023.

En matière de protection de l'environnement, la gestion des effluents et la surveillance des rejets sont jugées satisfaisantes par l'ASN. Elle constate une baisse des rejets en cuivre et zinc dans les effluents liquides, ainsi qu'une diminution du nombre de dépassements des seuils de colonisation en légionnelles par rapport à 2022. Une inspection renforcée dans le domaine de l'environnement a permis d'identifier plusieurs points d'amélioration concernant la maîtrise des risques non radiologiques et l'optimisation de la gestion des effluents. L'ASN a révisé en février 2024 les décisions encadrant les rejets du site, afin de prendre en compte la mise en place, en 2024, d'une station de traitement des légionnelles et des amibes.

Concernant l'inspection du travail, l'ASN note que les résultats de la centrale nucléaire de Belleville-sur-Loire se sont sensiblement dégradés en 2023, notamment sur l'accidentologie des prestataires. En conséquence, et tout en notant l'absence d'accident grave ou relatif aux risques critiques, l'ASN considère que la prévention des accidents doit être un axe fort de travail pour 2024. Par ailleurs, alors que les contrôles effectués par l'ASN ont permis de noter des progrès dans la gestion du risque chimique, l'ASN attend encore des actions fortes de la part du site sur la prévention du risque électrique, au regard des contrôles qu'elle a effectués en 2023 sur le sujet.

CENTRALE NUCLÉAIRE DE DAMPIERRE-EN-BURLY

La [centrale nucléaire de Dampierre-en-Burly](#) se situe sur la rive droite de la Loire, dans le département du Loiret, à environ 10 km en aval de Gien et 45 km en amont d'Orléans. Elle comprend quatre réacteurs nucléaires de 900 MWe, mis en service en 1980 et 1981. Les réacteurs 1 et 2 constituent l'INB 84, les réacteurs 3 et 4 l'INB 85. Le site dispose d'une des bases régionales de la Force d'action rapide du nucléaire (FARN), force spéciale d'intervention, créée en 2011 par EDF, à la suite de [l'accident survenu à la centrale nucléaire de Fukushima \(Japon\)](#). Son objectif est d'intervenir, en situation pré-accidentelle ou accidentelle, sur n'importe quelle centrale nucléaire en France, en apportant des renforts humains et des moyens matériels de secours.

L'ASN considère que les performances de la centrale nucléaire de Dampierre-en-Burly dans le domaine de la sûreté nucléaire sont très en retrait par rapport à la moyenne nationale. Les performances en matière de radioprotection et d'environnement rejoignent quant à elles globalement l'appréciation générale portée sur EDF.

Sur le plan de la sûreté nucléaire, le site a mis en place un plan de rigueur après la nette dégradation des résultats dans le domaine de la conduite observée en 2022. Plusieurs actions visant à améliorer la rigueur du service chargé de la conduite, notamment en matière de maîtrise des règles générales d'exploitation (RGE), ont ainsi été déclinées au cours de l'année 2023. Si la gestion des essais périodiques, très en retrait en 2022, s'est améliorée, l'ASN considère que le plan de rigueur n'est à ce jour pas encore pleinement efficace puisqu'il n'a pas conduit à une amélioration significative des résultats de sûreté. En effet, un nombre important d'événements significatifs, parmi les plus élevés du parc de réacteurs d'EDF, a été déclaré au cours de l'année, avec des causes similaires à celles observées en 2022 (défaillances organisationnelles en lien avec des insuffisances documentaires et de communication entre les équipes de conduite, maîtrise insuffisante des RGE). L'ASN réalisera une inspection de revue en juin 2024, afin d'effectuer un bilan approfondi des performances du site en matière de sûreté.

Concernant la maintenance des installations, les performances du site se sont améliorées et rejoignent désormais la moyenne nationale, dans un contexte industriel chargé, marqué par les quatrièmes visites décennales des réacteurs 2 et 3. Le site doit toutefois porter une attention particulière sur la maintenance des générateurs de secours à moteur diesel et du système d'injection de sécurité, sur lesquels des défaillances matérielles surviennent régulièrement.

Dans le domaine de la radioprotection, qui était un point faible récurrent du site, les performances de la centrale nucléaire de Dampierre-en-Burly se sont améliorées en 2023 et se situent désormais dans la moyenne nationale. Si le site présente un taux de contamination des intervenants parmi les plus bas d'EDF, des progrès restent à réaliser dans la gestion des régimes de travail radiologique, la réalisation des contrôles radiologiques sur les matériels en sortie de zone contrôlée (de nombreux points chauds ayant été détectés en 2023 sur les voiries du



Le parc d'installations et d'activités à contrôler comporte :

• des installations nucléaires de base :

- la centrale nucléaire de Belleville-sur-Loire (2 réacteurs de 1300 MWe),
- la centrale nucléaire de Dampierre-en-Burly (4 réacteurs de 900 MWe),
- le site de Saint-Laurent-des-Eaux : la centrale nucléaire (2 réacteurs de 900 MWe) en fonctionnement, ainsi que les 2 réacteurs en démantèlement de la filière uranium naturel-graphite-gaz (UNGG) et les silos d'entreposage de chemises graphite irradiées,
- le site de Chinon : la centrale nucléaire (4 réacteurs de 900 MWe) en fonctionnement, ainsi que les 3 réacteurs UNGG en démantèlement, l'Atelier des matériaux irradiés (AMI) et le Magasin interrégional (MIR) de combustible neuf;

• des activités nucléaires de proximité du domaine médical :

- 8 services de radiothérapie externe,
- 3 services de curiethérapie,
- 11 services de médecine nucléaire,
- 32 services mettant en œuvre des pratiques interventionnelles radioguidées,
- 38 scanners,
- environ 2700 appareils de radiologie médicale et dentaire;



Chapitre 7
p. 204

• des activités nucléaires de proximité du domaine industriel, vétérinaire et de la recherche :

- 10 sociétés de radiographie industrielle,
- environ 330 équipements industriels, vétérinaires et de recherche;



Chapitre 8
p. 242

• des activités liées au transport de substances radioactives ;



Chapitre 9
p. 274

• des laboratoires et organismes agréés par l'ASN :

- 2 organismes pour le contrôle de la radioprotection,
- 4 laboratoires pour les mesures de la radioactivité dans l'environnement.

site) et dans la gestion des balisages des zones orange. Ces points feront l'objet d'un suivi particulier par l'ASN en 2024.

En matière de protection de l'environnement, les résultats de la centrale nucléaire de Dampierre-en-Burly se sont significativement améliorés en 2023, notamment concernant la gestion du risque microbiologique et celle des rejets en cuivre et zinc dans les effluents liquides. Toutefois, le site doit poursuivre ses travaux visant à améliorer la gestion du confinement des substances dangereuses et engager les études nécessaires afin d'augmenter le nombre de réservoirs d'entreposage des effluents, afin de prendre en compte les effets du changement climatique et les problématiques de vieillissement des réservoirs actuels.

L'année 2023 a été marquée par une sollicitation importante de l'inspection du travail sur le champ social en raison d'un dialogue social qui semble dégradé entre la direction et les instances de représentation du personnel, au regard des droits d'alerte déposés par des membres du comité social et économique de la centrale.

L'ASN note également la persistance d'importants écarts dans le domaine du risque électrique, concernant notamment la réalisation des vérifications réglementaires et la résorption des observations faites lorsque ces vérifications sont effectuées.

Enfin, concernant la gestion du risque des ATmosphères EXplosives (ATEX), l'ASN juge que le traitement des anomalies identifiées doit s'améliorer, la programmation de leur résorption n'étant pas toujours effective.

Site de Chinon

Le site de Chinon, situé sur le territoire de la commune d'Avoine dans le département d'Indre-et-Loire, en rive gauche de la Loire, comporte différentes installations nucléaires, certaines en fonctionnement, d'autres en cours de démantèlement. Au sud du site, la centrale de Chinon B comporte quatre réacteurs en fonctionnement d'une puissance de 900 MWe, mis en service en 1982 et 1983 pour les deux premiers qui constituent l'INB 107, puis 1986 et 1987 pour les deux derniers qui constituent l'INB 132. Au nord, les trois anciens réacteurs appartenant à la filière UNGG, dénommés Chinon A1, A2 et A3, sont en cours de démantèlement. Sont également implantés sur le site une installation d'expertise des matériaux activés ou contaminés, l'AMI, en cours de démantèlement et dont les activités d'expertise ont été complètement transférées vers un nouveau laboratoire appelé le Lidec, et le MIR.

CENTRALE NUCLÉAIRE DE CHINON

Réacteurs B1, B2, B3 et B4 en fonctionnement

L'ASN considère que les performances de la [centrale nucléaire de Chinon](#) se distinguent favorablement en matière de sûreté et rejoignent l'appréciation générale portée sur EDF dans les domaines de la radioprotection et de l'environnement. Les progrès constatés en 2022, en matière de sûreté, ont été consolidés en 2023.

En matière de sûreté, l'ASN observe que les performances dans le domaine de la conduite se sont maintenues à un niveau satisfaisant dans un contexte industriel particulièrement chargé, avec des périodes d'arrêt simultané de plusieurs réacteurs. Quelques événements ont toutefois mis en évidence un manque de rigueur des intervenants ou d'organisation et de répartition des rôles au sein des équipes de conduite. Ces situations ont rapidement fait l'objet d'actions correctives, dont l'efficacité devra être suivie dans le temps.

Concernant la maintenance des installations, les performances du site restent à un niveau satisfaisant. Quelques axes d'amélioration ressortent malgré tout, notamment sur la préparation des activités et la surveillance des intervenants. L'année 2023 a été marquée par la réalisation de la quatrième visite décennale du réacteur 1, durant laquelle d'importantes opérations de maintenance ont été effectuées, notamment le remplacement de deux tronçons du circuit primaire.

L'ASN considère que les performances de la centrale nucléaire de Chinon en matière de radioprotection restent dans la moyenne des centrales d'EDF. Toutefois, ces performances apparaissent hétérogènes, avec un taux de contamination des intervenants parmi les plus bas d'EDF, mais des lacunes dans le processus de réalisation de tirs radiographiques qui perdurent. L'ASN considère que les axes de progrès identifiés pour 2023 concernant les tirs radiographiques et l'application effective des mesures de prévention retenues en matière de radioprotection et des régimes de travail radiologique restent d'actualité pour 2024.

Les performances de la centrale nucléaire de Chinon en matière de protection de l'environnement sont stables.

L'ASN considère que la centrale maîtrise la gestion de ses rejets et le confinement liquide des substances dangereuses. La gestion des déchets et en particulier leur évacuation doit toutefois être améliorée. L'année 2024 devra être mise à profit pour éliminer les déchets issus de la maintenance des réacteurs que le site accumule depuis plusieurs années.

Concernant l'inspection du travail et au regard des contrôles effectués en 2023, l'ASN considère que la centrale nucléaire de Chinon doit progresser sur la prise en compte des risques électriques et ATEX, qu'il s'agisse de l'exhaustivité des contrôles ou de la correction des anomalies détectées. Par ailleurs, si l'absence d'accident grave est à souligner, l'ASN considère que le site doit encore progresser sur le volet de la prévention des accidents, notamment lors de la phase de préparation des activités. Enfin, la réactivité du site pour ce qui concerne ses échanges avec les inspecteurs du travail est à souligner.

Réacteurs A1, A2 et A3 en démantèlement

La filière UNGG est constituée de six réacteurs, dont les réacteurs de Chinon A1, A2 et A3. Ces réacteurs de première génération fonctionnaient avec de l'uranium naturel comme combustible, utilisaient le graphite comme modérateur, et étaient refroidis au gaz. Au sein de cette filière, on distingue les réacteurs dits « intégrés », dont les échangeurs de chaleur se situent sous le cœur du réacteur à l'intérieur du caisson, et les réacteurs « non intégrés », dont les échangeurs se situent de part et d'autre du caisson du réacteur. Les réacteurs Chinon A1, A2 et A3 sont des réacteurs UNGG « non intégrés ». Ils ont été arrêtés respectivement en 1973, 1985 et 1990.

Les réacteurs A1 et A2 ont été partiellement démantelés et transformés en installations d'entreposage de leurs propres matériels (Chinon A1 D et Chinon A2 D). Ces opérations ont été autorisées respectivement par les décrets du [11 octobre 1982](#) et du [7 février 1991](#). Chinon A1 D est actuellement démantelé partiellement et est aménagé en musée – le [musée de l'Atome](#) – depuis 1986. Chinon A2 D est également démantelé partiellement et abritait jusqu'à la fin de l'année 2022 le [GIE Intra](#) (robots et engins destinés à intervenir sur des installations nucléaires accidentées). Le démantèlement complet du réacteur Chinon A3 a été autorisé par le [décret du 18 mai 2010](#), avec un scénario de démantèlement « sous eau ».

• CENTRE-VAL DE LOIRE •

En mars 2016, EDF a annoncé un changement complet de stratégie de démantèlement de ses réacteurs définitivement à l'arrêt. Dans cette nouvelle stratégie, le scénario de démantèlement prévu pour l'ensemble des caissons de réacteur est un démantèlement « en air »⁽¹⁾ et le caisson de Chinon A2 serait démantelé en premier (voir chapitre 14). Dans ce contexte, l'ASN a analysé les rapports de conclusion du réexamen périodique, remis par EDF qui portent sur les six réacteurs UNGG, complétés en réponse à la demande de l'ASN. Au terme de son analyse, l'ASN a indiqué en décembre 2021 n'avoir pas d'objection à la poursuite d'exploitation des INB 133 (réacteur Chinon A1), 153 (réacteur Chinon A2) et 161 (réacteur Chinon A3). Elle vérifiera, dans le cadre de l'instruction des dossiers de démantèlement de ces réacteurs, déposés par EDF fin 2022 et toujours en cours d'instruction, que les opérations de démantèlement seront réalisées dans de bonnes conditions de sûreté et de radioprotection, et dans des délais maîtrisés.

Concernant le réacteur Chinon A2, EDF a poursuivi les opérations préparatoires au démantèlement se situant hors du caisson du réacteur, notamment en ce qui concerne l'évacuation des viroles des locaux des échangeurs et a continué les investigations dans le caisson. Les viroles de deux des quatre locaux échangeurs ont été évacuées. EDF a également poursuivi le démantèlement des échangeurs de Chinon A3. Après l'achèvement du chantier du local Échangeurs Sud en 2022, ce sont les travaux de démantèlement des échangeurs du local Nord débutés en juin 2022 qui se sont achevés en 2023. Toutes les bouteilles ont été évacuées au Centre industriel de regroupement, d'entreposage et de stockage (Cires).

Les orages de juin et de septembre 2023 ont conduit à l'infiltration de plusieurs centaines de mètres cubes d'eau dans les locaux adjacents à la salle des machines de Chinon A1, ainsi que dans différents locaux de Chinon A3. Ce sujet a fait l'objet d'une inspection par l'ASN qui a conclu à l'importance de mettre en œuvre des actions préventives et correctives afin de remédier à cette situation (pompage des eaux, création de rondes de surveillance après chaque épisode orageux, travaux d'étanchéification sur murs ou dalles, réparation et/ou dévoiement des descentes des eaux pluviales).

L'ASN considère que le niveau de sûreté des installations nucléaires en démantèlement de Chinon (Chinon A1, A2 et A3) est satisfaisant. Les contrôles menés en 2023 ont notamment permis de relever la qualité de l'inventaire des déchets sans filière en cours de réalisation, la bonne préparation des différents chantiers du démantèlement et le travail réalisé sur l'identification des causes et les actions correctives immédiates mises en œuvre à la suite des infiltrations d'eau. Cependant, il convient de noter la déclaration de quatre événements significatifs en lien avec la radioprotection, et particulièrement des accès en zones contrôlées sans dosimètre opérationnel.

Il est attendu que les actions mises en œuvre et contrôlées en inspection limitent le renouvellement de tels écarts. Des améliorations sont attendues concernant le suivi et la surveillance des sous-traitants, qu'il s'agisse de la radioprotection ou du suivi des chantiers, ainsi que sur le niveau d'approfondissement de l'analyse des événements importants pour la radioprotection.

LES INSTALLATIONS DU « CYCLE DU COMBUSTIBLE NUCLÉAIRE »

Magasin interrégional de combustible neuf

Le Magasin interrégional (MIR) de Chinon, mis en service en 1978, est une installation d'entreposage d'assemblages de combustible neuf, dans l'attente de leur utilisation dans divers réacteurs d'EDF. Elle constitue l'**INB 99**. Avec le MIR du Bugey, l'installation concourt à la gestion des flux d'approvisionnement des réacteurs en assemblages de combustible.

L'exploitation de l'installation est revenue à la normale depuis la reprise, en 2020, de la réception et de l'entreposage d'assemblages de combustible neuf, dans une configuration où l'installation a été équipée d'un nouveau pont de manutention en 2019 et dans le cadre d'un référentiel actualisé autorisé par l'ASN. Lors de son inspection en 2023, l'ASN a constaté un niveau de sûreté perfectible malgré une bonne tenue des locaux. En effet, l'ASN considère que l'appropriation par les équipes en charge de la gestion du MIR du système documentaire et du référentiel associé est à améliorer.

LES INSTALLATIONS DE RECHERCHE EN DÉMANTÈLEMENT

Atelier des matériaux irradiés

L'Atelier des matériaux irradiés (AMI), déclaré et mis en service en 1964, est situé sur le site nucléaire de Chinon et exploité par EDF. Cette installation (**INB 94**), dont le fonctionnement a cessé, est en démantèlement. Elle était destinée essentiellement à la réalisation d'examen et d'expertises sur des matériaux activés ou contaminés en provenance des réacteurs à eau sous pression.

Les activités d'expertise ont été complètement transférées en 2015 dans une nouvelle installation du site, le Laboratoire intégré du Centre d'expertise et d'inspection dans les domaines de la réalisation et de l'exploitation – Ceidre (Lidex).

Le [décret n° 2020-499 de démantèlement de l'AMI a été publié le 30 avril 2020](#) et les nouvelles RGE ont été approuvées par l'ASN en avril 2021, permettant ainsi l'entrée en application du décret. L'ASN a également soumis à son accord l'engagement de plusieurs opérations de démantèlement à venir.

1. Parmi les scénarios possibles pour le démantèlement des structures fortement activées ou contaminées, on distingue le démantèlement « en air » et le démantèlement « sous eau ». L'approche « sous eau » consiste dans le cas des UNGG à remplir d'eau le cœur du réacteur (également appelé « caisson ») afin de bénéficier de l'effet protecteur d'une couche d'eau vis-à-vis des risques liés aux rayonnements, mais elle est plus complexe à mettre en œuvre que l'approche « sous air ». Compte tenu des difficultés techniques majeures (étanchéité du caisson et traitement de l'eau contaminée), mais également des avancées technologiques apportant d'autres solutions, notamment la téléopération, EDF a finalement retenu un scénario de démantèlement « en air », qui permet de s'affranchir des problématiques liées à l'utilisation de l'eau.

• CENTRE-VAL DE LOIRE •

À la suite de la mise à jour de la décision encadrant les limites de rejets de l'installation en juillet 2022, une nouvelle chaîne de surveillance des rejets a été mise en service et des opérations de démantèlement ont commencé qui comprennent des découpes d'équipement et des interventions dans plusieurs ateliers.

Les déchets magnésiens historiques, provenant des expertises réalisées sur certaines pièces, nécessitent des opérations d'inertage²⁾ pour répondre aux critères de stockage de l'Agence nationale pour la gestion des déchets radioactifs (Andra). Les résultats de la caractérisation étant différents de ce qui était envisagé, la dérogation nécessaire a été obtenue fin 2022 auprès de l'Andra, permettant ainsi leur prise en charge. Un chantier école a été réalisé au début de l'année 2023. L'inertage et l'évacuation des déchets magnésiens devraient reprendre en 2024. Par ailleurs, l'ASN a accordé en août 2023 une autorisation de démantèlement des circuits d'effluents liquides hautement actifs. EDF ayant fait part de difficultés techniques et contractuelles à partir d'avril 2022, ces opérations initialement prévues à partir de 2023 ont été

replanifiées en 2024. Les opérations de traitement des produits chimiques historiques présents en zone contrôlée se sont poursuivies et l'évacuation de ces déchets nucléaires vers des installations pouvant les recevoir a débuté. Enfin, l'année 2023 a marqué la reprise du suivi de la pollution « Thermip » (pollution non radiologique aux hydrocarbures et au naphthalène), dont le plan de gestion doit être complété par des éléments techniques attendus en 2024.

Au travers des contrôles réalisés lors de ses inspections, l'ASN estime que le management de la sûreté appliqué à l'AMI est satisfaisant. Les chantiers examinés sont bien tenus et font l'objet d'une surveillance adaptée. La surveillance des rejets et de l'environnement est maîtrisée, ainsi que la qualification des matériels, examinés par sondage. Les suivis des indicateurs du risque de contamination par des émetteurs alpha sont correctement réalisés. Une vigilance particulière doit toutefois être portée sur le suivi des bâtiments et des infiltrations d'eau au niveau du sous-sol servant de rétention. Une amélioration est également attendue sur le niveau d'approfondissement de l'analyse des événements importants pour la radioprotection.

Site de Saint-Laurent-des-Eaux

Le site de Saint-Laurent-des-Eaux, situé sur le territoire de la commune de Saint-Laurent-Nouan dans le Loir-et-Cher, en bord de Loire, comporte différentes installations nucléaires, certaines en fonctionnement et d'autres en cours de démantèlement. La centrale nucléaire de Saint-Laurent-des-Eaux comporte deux réacteurs B1 et B2 en fonctionnement d'une puissance de 900 MWe, mis en service en 1980 et 1981, qui constituent l'INB 100. Le site comporte également deux anciens réacteurs nucléaires A1 et A2 de la filière UNGG en phase de démantèlement et les deux silos d'entreposage des chemises de graphite provenant de l'exploitation des réacteurs A1 et A2.

CENTRALE NUCLÉAIRE DE SAINT-LAURENT-DES-EAUX

Réacteurs B1 et B2 en fonctionnement

L'ASN considère que les performances en matière de sûreté rejoignent l'appréciation générale portée sur EDF, avec des progrès constatés sur le plan de la sûreté par rapport à 2022. Dans le domaine de la radioprotection, les performances sont en retrait par rapport à la moyenne nationale. Les performances dans le domaine de l'environnement sont satisfaisantes et se distinguent favorablement par rapport à l'appréciation générale portée sur EDF.

En matière de sûreté nucléaire, l'ASN considère que les performances du site sur l'année 2023 se sont améliorées. Des marges de progrès demeurent cependant dans le domaine de la conduite, notamment pour la surveillance en salle de commande. Enfin, l'ASN considère que la gestion du risque incendie est en nette régression sur le site, avec de nombreuses lacunes relevées lors des contrôles effectués en 2023, particulièrement sur la gestion des charges calorifiques, la sectorisation incendie et la gestion des permis de feu. Cette thématique fera l'objet d'un suivi particulier de l'ASN en 2024, afin notamment de vérifier l'avancement du plan d'action mis en place par le site.

En ce qui concerne la maintenance, les performances de la centrale nucléaire de Saint-Laurent-des-Eaux se maintiennent à un niveau jugé assez satisfaisant. L'année 2023 a été marquée par une augmentation sensible des activités de maintenance, avec notamment la quatrième visite décennale du réacteur 2. Peu d'événements significatifs ont pour origine un défaut de maintenance, même si l'ASN attend des progrès dans le domaine de la préparation et de la surveillance des activités.

Dans le domaine de la radioprotection, les performances de la centrale nucléaire de Saint-Laurent-des-Eaux se sont dégradées en 2023. La préparation des chantiers et le suivi de la propreté radiologique des locaux doivent être améliorés.

L'organisation du site pour répondre aux exigences réglementaires dans le domaine de la protection de l'environnement est jugée satisfaisante. L'ASN souligne favorablement l'engagement du site dans la réalisation et l'analyse de mises en situation sur le thème de la protection de l'environnement, qu'elles soient organisées en interne ou réalisées de manière inopinée sur demande de l'ASN. La gestion de l'entreposage des substances dangereuses non radiologiques reste cependant à améliorer et fera l'objet d'une attention particulière de l'ASN en 2024.

2. L'inertage est ici un procédé permettant de confiner l'activité radiologique des déchets magnésiens dans une enceinte de matériaux spécifiques pour les transporter et les entreposer sans risques.

• CENTRE-VAL DE LOIRE •

En matière de sécurité des travailleurs, l'ASN note que les résultats de la centrale de Saint-Laurent-des-Eaux se sont dégradés en 2023, notamment sur l'accidentologie des prestataires. Des progrès ont été constatés sur la prévention du risque électrique. Toutefois, le site doit encore progresser sur la gestion du risque d'ATEX.

Réacteurs A1 et A2 en démantèlement

L'ancienne centrale de Saint-Laurent-des-Eaux constitue une INB qui comprend deux réacteurs UNGG « intégrés », les [réacteurs A1 et A2](#). Ces réacteurs de première génération, qui fonctionnaient avec de l'uranium naturel comme combustible, utilisaient le graphite comme modérateur et étaient refroidis au gaz. Leur mise à l'arrêt définitif a été prononcée respectivement en 1990 et 1992. Le démantèlement complet de l'installation a été autorisé par le [décret du 18 mai 2010](#).

À l'issue de l'analyse des rapports de conclusions du réexamen périodique portant sur l'ensemble des réacteurs UNGG, l'ASN a indiqué en décembre 2021 n'avoir pas d'objection à la poursuite d'exploitation de l'INB 46 (réacteurs Saint-Laurent A1 et A2). Elle vérifiera, dans le cadre de l'instruction des nouveaux dossiers de démantèlement de ces réacteurs, qui ont été déposés par EDF fin 2022 pour exposer la nouvelle stratégie de démantèlement « en air », que les opérations de démantèlement seront réalisées dans de bonnes conditions de sûreté et de radioprotection, et dans des délais maîtrisés.

L'ASN a finalisé l'instruction du plan de gestion des sols pollués aux hydrocarbures de la zone des anciens transformateurs du réacteur de Saint-Laurent A2 et a autorisé EDF à procéder aux opérations d'assainissement des sols par [décision du 10 février 2023](#).

En 2023, EDF a poursuivi la réalisation des chantiers de démantèlement et notamment le chantier de démantèlement hors caisson (Saint-Laurent A2). L'ASN considère que le niveau de sûreté des réacteurs de Saint-Laurent-des-Eaux A est satisfaisant. L'ASN a constaté, lors de ses inspections, une bonne tenue générale des locaux et des chantiers. De plus, l'organisation mise en place afin de respecter les engagements pris à la suite d'inspections et d'événements significatifs est satisfaisante. Cependant, la gestion des déchets, même si elle ne met pas en évidence d'écart significatif, doit être plus rigoureuse.

Concernant les travaux de démantèlement, ceux-ci ont connu un arrêt en juillet 2023 à la suite de la découverte de plomb dans les poussières sur les chantiers concernés. Ce sujet a fait l'objet d'actions spécifiques de l'ASN dans le cadre de sa mission d'inspection du travail. Néanmoins, même si les replis de chantiers ont été réalisés dans des conditions correctes, l'ASN considère que la surveillance des prestataires doit être améliorée et que la traçabilité des décisions concernant certaines modifications dans l'ordonnancement des opérations de démantèlement et l'étude des impacts associés doivent être revues.

SILOS DE SAINT-LAURENT-DES-EAUX

L'[installation](#), autorisée par le [décret du 14 juin 1971](#), est constituée de deux silos dont la fonction est l'entreposage de chemises de graphite irradiées issues de l'exploitation des réacteurs UNGG de Saint-Laurent-des-Eaux A. Le confinement statique de ces déchets est assuré par les structures des casemates en béton des silos, dont l'étanchéité est assurée par un cuvelage en acier. Par ailleurs, EDF a mis en place en 2010 une enceinte géotechnique autour des silos, permettant de renforcer la maîtrise du risque de dissémination de substances radioactives, qui constitue l'enjeu principal de l'installation.

L'exploitation de cette installation se limite à des mesures de surveillance et d'entretien : contrôles et mesures de surveillance radiologique des silos, contrôle de l'absence d'entrée d'eau, de l'hygrométrie, des débits de dose au voisinage des silos, de l'activité de la nappe, du suivi de l'état du génie civil.

Dans le cadre du changement de stratégie de démantèlement des réacteurs UNGG, EDF a annoncé en 2016 sa décision d'engager les opérations de sortie des chemises de graphite sans attendre la disponibilité d'un stockage définitif pour les déchets de graphite. Dans ce but, EDF envisage la création d'une nouvelle installation d'entreposage des chemises de graphite sur le site de Saint-Laurent-des-Eaux.

La déclaration d'arrêt définitif de l'installation a été transmise par EDF en mars 2022. EDF a déposé, fin 2022, le dossier de démantèlement des silos, intégrant les opérations de désilage pour la reprise et le reconditionnement des déchets de graphite et la création de la future installation d'entreposage des colis de déchets de graphite. Selon les hypothèses actuelles, le désilage devrait débuter au début des années 2030.



COLLECTIVITÉ de Corse

La division de Marseille contrôle la radioprotection et le transport de substances radioactives dans la collectivité de [Corse](#).

En 2023, l'ASN a réalisé cinq inspections en Corse, quatre dans le domaine médical et une dans le domaine industriel.



Le parc d'installations et d'activités à contrôler comporte :

- **des activités nucléaires de proximité du domaine médical :**

- 2 services de radiothérapie externe,
- 2 services de médecine nucléaire,
- 8 établissements mettant en œuvre des pratiques interventionnelles radioguidées,
- 8 scanners,
- environ 330 appareils de radiologie médicale et dentaire;



Chapitre 7
p. 204

- **des activités nucléaires de proximité du domaine industriel, vétérinaire et de la recherche :**

- environ 40 vétérinaires utilisant des appareils de radiodiagnostic,
- environ 40 établissements industriels et de recherche dont 2 entreprises exerçant une activité de radiographie industrielle;



Chapitre 8
p. 242

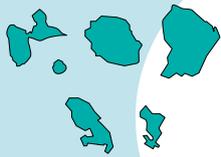
- **des activités liées au transport de substances radioactives ;**



Chapitre 9
p. 274

- **des laboratoires et organismes agréés par l'ASN :**

- 3 organismes pour la mesure du radon.



DÉPARTEMENTS ET RÉGIONS d'outre-mer

La division de Paris contrôle la radioprotection et le transport de substances radioactives dans les [5 départements et régions d'outre-mer](#) (Guadeloupe, Martinique, Guyane, La Réunion, Mayotte), ainsi que dans certaines collectivités d'outre-mer. Elle intervient en tant qu'expert auprès des autorités compétentes de Nouvelle-Calédonie et de Polynésie française.

En 2023, dans les départements, régions ou collectivités d'outre-mer, 14 inspections ont été réalisées dans le domaine du nucléaire de proximité. Trois campagnes d'inspection sur place ont été réalisées par l'ASN.

Un événement significatif a été classé au niveau 1 de l'échelle internationale des risques nucléaires et radiologiques ([échelle INES](#)) dans le domaine du nucléaire de proximité.



Le parc d'installations et d'activités à contrôler comporte :

- **des activités nucléaires de proximité du domaine médical :**

- 4 services de radiothérapie externe,
- 1 service de curiethérapie,
- 4 services de médecine nucléaire,
- 23 établissements mettant en œuvre des pratiques interventionnelles radioguidées,
- environ 30 établissements détenant au moins 1 scanner,
- plus de 50 cabinets de radiologie médicale;



Chapitre 7
p. 204

- **des activités nucléaires de proximité du domaine industriel, vétérinaire et de la recherche :**

- 3 sociétés de radiologie industrielle utilisant des appareils de gammagraphie,
- 1 cyclotron;



Chapitre 8
p. 242

- **des activités liées au transport de substances radioactives.**



Chapitre 9
p. 274



RÉGION **Grand Est**

Les divisions de Châlons-en-Champagne et de Strasbourg contrôlent conjointement la sûreté nucléaire, la radioprotection et le transport de substances radioactives dans les 10 départements de la région [Grand Est](#).

En 2023, l'ASN a mené 180 inspections dans la région Grand Est, dont 63 dans les centrales nucléaires en exploitation, 12 dans les installations de stockage de déchets radioactifs et sur les sites des centrales nucléaires de Fessenheim et de Chooz A en démantèlement, 93 dans le domaine du nucléaire de proximité, huit concernant le transport de substances radioactives et quatre concernant des organismes ou laboratoires agréés.

L'ASN a par ailleurs réalisé 17 journées d'inspection du travail dans les centrales nucléaires.

Au cours de l'année 2023, 11 événements significatifs déclarés par les exploitants des installations nucléaires

de la région Grand Est ont été classés au niveau 1 sur l'échelle internationale des événements nucléaires et radiologiques ([échelle INES](#)), et un événement significatif a été classé au niveau 2.

Dans le domaine du nucléaire de proximité, trois événements significatifs ont été classés au niveau 1 de l'échelle INES (deux dans le domaine industriel et un dans le domaine médical) et deux événements significatifs concernant des patients ont été classés au niveau 1 de l'[échelle ASN-SFRO](#).

Enfin, dans le cadre de leurs missions de contrôle, les inspecteurs de l'ASN ont dressé un procès-verbal.

CENTRALE NUCLÉAIRE DE CATTENOM

La [centrale nucléaire de Cattenom](#) est située sur la rive gauche de la Moselle, à 5 km de la ville de Thionville et à 10 km du Luxembourg et de l'Allemagne.

Elle comprend quatre réacteurs à eau sous pression (REP) d'une puissance unitaire de 1300 mégawatts électriques (MWe) mis en service entre 1986 et 1991. Les réacteurs 1, 2, 3 et 4 constituent respectivement les installations nucléaires de base (INB) 124, 125, 126 et 137.

L'ASN considère que les performances de la centrale nucléaire de Cattenom en matière de sûreté nucléaire et de protection de l'environnement rejoignent l'appréciation générale que l'ASN porte sur les centrales nucléaires d'EDF. En matière de radioprotection, la centrale nucléaire de Cattenom est jugée en retrait par rapport à la moyenne du parc. L'année 2023 a, comme 2022, constitué une année particulière compte tenu d'arrêts longs pour traiter la problématique de corrosion sous contrainte des circuits d'injection de sécurité.

Sur le plan de l'exploitation et de la conduite des réacteurs, l'ASN considère que les performances restent satisfaisantes, comme les années précédentes. La gestion des compétences et la maîtrise de la réactivité sont jugées à un très bon niveau. En revanche, des faiblesses ont été notées sur la gestion des configurations des circuits et des consignations associées et sur la surveillance en salle de commande.

En matière de maintenance, l'année 2023 a été marquée par des arrêts de réacteurs relativement longs et souvent concomitants. L'ASN note positivement la surveillance des activités de maintenance, notamment en lien avec la problématique de corrosion sous contrainte, ainsi que la bonne gestion des interventions fortuites réalisées lors des arrêts. Néanmoins, quelques non-qualités de maintenance ont été relevées

et des événements interrogent le caractère suffisant des essais menés sur certains équipements après des travaux, qui ne permettent pas de détecter les défauts de fonctionnement de manière exhaustive.

La thématique de la prévention du risque d'incendie, pour laquelle des faiblesses ont été notées depuis plusieurs années, fait l'objet d'actions spécifiques de la part du site, qui ne permettent néanmoins pas d'éviter de nouveaux écarts, notamment relatifs aux entreposages.

En matière de protection de l'environnement, le site a progressé en 2023, avec en particulier une diminution du nombre d'événements en lien avec cette thématique. Néanmoins, des faiblesses demeurent sur la thématique du confinement des pollutions liquides, ainsi que dans le suivi d'installations spécifiques, notamment des déshuileurs, à l'origine d'un déversement d'hydrocarbures en 2022. Les émissions de fluides frigorigènes et la consommation de produits biocides sont toujours élevées, générant des rejets importants. En revanche, malgré un été chaud et sec, l'étiage de la Moselle a été bien maîtrisé et n'a pas eu d'impact sur le site.

Dans le domaine de la radioprotection, l'ASN considère que le site est en retrait, notamment concernant la maîtrise de la contamination et des tirs radiographiques. Néanmoins, des améliorations ont été notées sur les accès en zones contrôlées orange et rouges en 2023, et sur l'ensemble de la thématique de la radioprotection sur le second semestre 2023, révélant une bonne prise de conscience par le site de ses fragilités.

Enfin, en matière de sécurité au travail, l'ASN a noté positivement les efforts menés en matière de conformité et de sensibilisation, notamment sur le temps de travail et le travail dominical, bien que des progrès soient encore attendus.

CENTRALE NUCLÉAIRE DE CHOOZ

La centrale nucléaire de Chooz est exploitée par EDF dans le département des Ardennes, sur le territoire de la commune de Chooz, à 60 km au nord de Charleville-Mézières. Le site est constitué de la [centrale nucléaire des Ardennes](#), dite «Chooz A», comprenant le réacteur A (INB 163), exploité de 1967 à 1991, dont les opérations de mise à l'arrêt définitif et de démantèlement ont été autorisées par le [décret n° 2007-1395 du 27 septembre 2007](#), et la [centrale nucléaire de Chooz B](#), comprenant deux réacteurs d'une puissance de 1450 MWe chacun (INB 139 et 144), mis en service en 2001.

Réacteurs B1 et B2 en exploitation

L'ASN considère que les performances en matière de sûreté nucléaire et de radioprotection de la centrale nucléaire de Chooz B rejoignent l'appréciation générale portée sur les centrales nucléaires d'EDF. Elle se distingue par ailleurs favorablement en matière d'environnement.

Sur le plan de l'exploitation des installations, l'ASN considère que le niveau de sûreté est satisfaisant. Une vigilance particulière doit toutefois être portée sur le strict respect des documents de conduite des réacteurs, ainsi que sur le contrôle des activités réalisées, ces deux points ayant notamment été à l'origine d'événements significatifs.

En matière de maintenance, l'ASN souligne la gestion satisfaisante des activités, dont le volume a été plus faible que les années précédentes, compte tenu du redémarrage des réacteurs après les opérations de réparation des tuyauteries présentant des fissures de corrosion sous contrainte.

En matière de radioprotection des travailleurs, si le nombre d'événements significatifs est resté faible, plusieurs fragilités ont été relevées par l'ASN au cours de l'année. Elles concernent la surveillance des prestataires, la rigueur dans la mise en place et le suivi des protections radiologiques, ainsi que la gestion des contrôles par tirs radiographiques. En outre, des lacunes dans la maîtrise de la propreté radiologique ont été à l'origine de la contamination de plusieurs locaux. L'ASN a noté la mise en œuvre d'actions correctives immédiates; elle invite néanmoins l'exploitant à maintenir sa vigilance en vue des activités programmées en 2024.

Concernant la protection de l'environnement, l'ASN considère que l'organisation du site est satisfaisante, comme l'année précédente. L'exploitant a en particulier démontré une organisation robuste pour l'identification, l'analyse et le suivi des quelques situations d'écart rencontrées en 2023, notamment dans le domaine du confinement des pollutions liquides et de la maîtrise des rejets.

Enfin, les contrôles réalisés au titre de l'inspection du travail n'ont pas mis en évidence de situation problématique. Les sujets traités sont pris avec sérieux par l'employeur, avec la volonté de les faire progresser.

Réacteur A en démantèlement

Les travaux entrepris en 2023 ont principalement été consacrés au traitement de la contamination et au retrait des déchets présents en fond de piscine du bâtiment réacteur, ainsi qu'au



Le parc d'installations et d'activités à contrôler comporte :

• des installations nucléaires de base :

- la centrale nucléaire de Cattenom (4 réacteurs de 1300 MWe),
- la centrale nucléaire de Chooz A (1 réacteur de 305 MWe, en démantèlement),
- la centrale nucléaire de Chooz B (2 réacteurs de 1450 MWe),
- la centrale nucléaire de Fessenheim (2 réacteurs de 900 MWe, à l'arrêt définitif),
- la centrale nucléaire de Nogent-sur-Seine (2 réacteurs de 1300 MWe),
- le Centre de stockage de déchets radioactifs de faible et moyenne activité à vie courte (FMA-VC), implanté à Soulaives-Dhuys dans l'Aube (CSA);

• le projet Cigéo de stockage géologique de déchets radioactifs de haute et moyenne activité à vie longue;

• des activités nucléaires de proximité du domaine médical :

- 14 services de radiothérapie externe,
- 5 services de curiethérapie,
- 21 services de médecine nucléaire,
- 97 scanners,
- 80 établissements mettant en œuvre des pratiques interventionnelles radioguidées,
- environ 2100 établissements de radiologie médicale et dentaire;



Chapitre 7
p. 204

• des activités nucléaires de proximité du domaine industriel, vétérinaire et de la recherche :

- environ 280 activités industrielles et vétérinaires relevant du régime d'autorisation,
- 24 entreprises exerçant une activité de radiographie industrielle,
- environ 50 laboratoires de recherche, principalement implantés dans les universités de la région;



Chapitre 8
p. 242

• des activités liées au transport de substances radioactives.



Chapitre 9
p. 274

nettoyage des parois de cette même piscine. La rénovation du pont polaire a également démarré en fin d'année 2023. Ces activités sont des préalables aux opérations de levée de la cuve, programmées à partir de 2024, puis de découpe de cette dernière. Les travaux de démantèlement des matériels de la station de traitement des effluents se sont par ailleurs poursuivis.

En matière de radioprotection, l'inspection réalisée en 2023 a confirmé que les actions engagées ces dernières années pour maîtriser la propreté radiologique des installations et assurer la protection des travailleurs continuent de faire progresser le niveau de radioprotection sur le site.

Enfin, EDF a transmis pour accord de l'ASN en décembre 2022 et juillet 2023 les dossiers de méthodologie d'assainissement des structures de génie civil de l'installation afin d'atteindre « l'état final du démantèlement » prescrit par le décret du 27 septembre 2007. Ces dossiers sont en cours d'instruction par l'ASN.

CENTRALE NUCLÉAIRE DE FESSENHEIM

La [centrale nucléaire de Fessenheim](#) est située à 1,5 km de la frontière allemande et à 30 km environ de la Suisse. Elle comprend deux réacteurs, mis en service en 1977 et arrêtés définitivement en 2020, actuellement en phase de préparation au démantèlement.

L'ASN considère que le site poursuit l'exploitation des installations et la préparation du démantèlement de manière sérieuse, assurant notamment un bon respect du calendrier des activités préparatoires au démantèlement.

L'année 2023 a été notamment marquée par un changement organisationnel profond du site, qui est passé au sein d'EDF de la Direction « Production nucléaire » à la Direction des « Projets Déconstruction Déchets ». Ce changement organisationnel a été accompagné d'une importante réduction d'effectifs, en adéquation avec l'évolution des activités sur le site. L'ASN considère que la conduite du changement a été bien menée pour préparer la transition organisationnelle au mieux.

Les activités préparatoires au démantèlement se sont également poursuivies, avec notamment la mise en œuvre de la décontamination du circuit primaire du réacteur 2, marquée par quelques aléas; la préparation pour le transport des parties inférieures des anciens générateurs de vapeur du site en vue de leur décontamination et valorisation par un procédé de fusion dans les installations de Cyclife en Suède; la transformation de la salle des machines en une zone de gestion et d'entreposage des déchets; la poursuite du traitement et de l'évacuation du bore et des déchets activés d'exploitation. L'ASN considère que, hormis les aléas constatés lors de l'opération de décontamination, ces différentes activités se sont déroulées conformément à l'attendu.

En matière de radioprotection, les performances du site sont considérées comme globalement satisfaisantes, notamment dans le cadre de la réalisation de l'opération de décontamination. En matière de sécurité au travail, l'évolution de la typologie des activités et des intervenants doit être examinée afin de garantir la bonne adéquation des parades.

CENTRALE NUCLÉAIRE DE NOGENT-SUR-SEINE

La [centrale nucléaire de Nogent-sur-Seine](#), exploitée par EDF dans le département de l'Aube, sur le territoire de la commune de Nogent-sur-Seine, à 70 km au nord-ouest de Troyes, est constituée de deux REP d'une puissance de 1300 MWe chacun, mis en service en 1987 et 1988. Le réacteur 1 constitue l'INB 129, le réacteur 2 constitue l'INB 130.

L'ASN considère que les performances du site de Nogent-sur-Seine dans les domaines de la sûreté nucléaire, de la radioprotection et de l'environnement rejoignent l'appréciation générale que l'ASN porte sur les centrales nucléaires d'EDF.

S'agissant de la sûreté nucléaire, l'ASN estime que les résultats sont dans l'ensemble corrects, hormis en matière de gestion des consignations de matériel et de gestion des écarts de conformité, domaines dans lesquels des progrès sont attendus. L'exploitant devra également poursuivre ses efforts pour maintenir un effectif et des compétences suffisants dans les domaines de la conduite et de la maintenance des réacteurs.

Les opérations de maintenance se sont quant à elles déroulées de manière globalement satisfaisante lors des arrêts des deux réacteurs.

Concernant la radioprotection des travailleurs, l'ASN constate le maintien de résultats satisfaisants en matière de gestion de la propreté radiologique des chantiers et de nombre d'expositions internes des intervenants. Des défauts de culture de radioprotection ou de rigueur des intervenants, particulièrement au niveau des conditions d'accès en zone réglementée, ont cependant encore été relevés à plusieurs reprises. Une vigilance particulière de l'exploitant doit être maintenue sur ce sujet, de même que sur celui du contrôle des équipements de radioprotection, qui a montré quelques fragilités en 2023.

Concernant la protection de l'environnement, l'ASN considère que l'organisation de l'exploitant est satisfaisante. Néanmoins, des améliorations sont attendues dans la prise en compte du retour d'expérience (REX) relatif à certaines opérations de maintenance, ainsi que dans la gestion des rejets et du confinement des pollutions liquides.

Les contrôles mis en œuvre au titre de l'inspection du travail ont permis de constater la remise en conformité de certains équipements de travail, notamment en matière d'éclairage ou de moyens de levage, à la suite du plan d'action engagé en 2022.

CENTRE DE STOCKAGE DE L'AUBE

Autorisé par le décret du 4 septembre 1989 et mis en service en janvier 1992, le Centre de stockage de l'Aube (CSA) a pris le relais du Centre de stockage de la Manche (CSM) qui a cessé ses activités en juillet 1994, en bénéficiant de son REX. Cette installation, implantée à Soulaines-Dhuys, présente une capacité de stockage d'un million de mètres cubes (m³) de déchets FMA-VC. Elle constitue l'[INB 149](#). Les opérations autorisées dans l'installation incluent le conditionnement des déchets, soit par injection de mortier dans des caissons métalliques de 5 ou 10 m³, soit par compactage de fûts de 200 litres.

À la fin de l'année 2023, le volume des déchets stockés était d'environ 378 500 m³, soit 38 % de la capacité autorisée. Selon les estimations réalisées par l'Agence nationale pour la gestion

des déchets radioactifs (Andra) en 2016 dans le rapport de conclusion du réexamen périodique du CSA, la saturation de la capacité de l'installation pourrait intervenir à l'horizon 2062, au lieu de 2042 comme initialement prévu. Ceci s'explique par une meilleure connaissance des déchets futurs et de leurs chroniques de livraison, mais aussi par une optimisation de la gestion des déchets *via* le compactage de certains colis.

L'ASN considère que le CSA est exploité dans des conditions satisfaisantes dans les domaines de la sûreté nucléaire, de la radioprotection et de l'environnement. Les inspections menées en 2023 ont notamment permis de constater une organisation adaptée en matière de surveillance des rejets et de l'environnement, de suivi et de contrôle des opérations de génie civil, et plus généralement un management satisfaisant de la sûreté.

PROJET DE CENTRE DE STOCKAGE EN COUCHE GÉOLOGIQUE PROFONDE

L'ASN considère que les expérimentations et travaux scientifiques menés par l'Andra dans le laboratoire souterrain de Bure se sont poursuivis en 2023 avec un bon niveau de qualité, comparable à celui des années précédentes.

L'Andra a déposé le 16 janvier 2023, auprès de la ministre en charge de la sûreté nucléaire, le dossier de demande d'autorisation de création (DAC) du projet [Cigéo](#). L'ASN l'a estimé recevable et en a engagé le processus d'instruction (voir chapitre 15).



RÉGION Hauts-de-France

La division de Lille contrôle la sûreté nucléaire, la radioprotection et le transport de substances radioactives dans les 5 départements de la région [Hauts-de-France](#).

En 2023, l'ASN a réalisé 94 inspections dans la région Hauts-de-France, dont 37 à la centrale nucléaire de Gravelines, 50 dans le nucléaire de proximité et sept dans le domaine du transport de substances radioactives.

L'ASN a par ailleurs réalisé 18,5 journées d'inspection du travail dans la centrale nucléaire de Gravelines.

Au cours de l'année 2023, quatre événements significatifs classés au niveau 1 sur l'échelle internationale des événements nucléaires et radiologiques ([échelle INES](#)) ont été déclarés par la centrale nucléaire de Gravelines.

Dans le nucléaire de proximité, deux événements ont été classés au niveau 1 de l'échelle INES. En radiothérapie, deux événements ont été classés au niveau 1 de l'[échelle ASN-SFRO](#).

CENTRALE NUCLÉAIRE DE GRAVELINES

La [centrale nucléaire de Gravelines](#), exploitée par EDF, est située dans le département du Nord, en bordure de la mer du Nord, entre Calais et Dunkerque. Cette centrale nucléaire est constituée de six réacteurs à eau sous pression (REP) de 900 mégawatts électriques (MWe) pour une puissance totale de 5 400 MWe. Les réacteurs 1 et 2 constituent l'installation nucléaire de base (INB) 96, les réacteurs 3 et 4 l'INB 97, les réacteurs 5 et 6 l'INB 122.

L'ASN considère que les performances de la centrale nucléaire de Gravelines rejoignent l'appréciation générale que l'ASN porte sur les centrales nucléaires d'EDF en matière de sûreté nucléaire et de protection de l'environnement. Les performances en matière de radioprotection demeurent en retrait par rapport à l'appréciation générale que l'ASN porte sur les centrales nucléaires d'EDF.

Les performances en matière de sûreté nucléaire ont légèrement progressé en 2023, notamment en ce qui concerne les activités de conduite de l'installation. Le plan « rigueur » mis en place par l'exploitant a remis l'accent sur la présence sur le terrain, recentré l'attention sur les fondamentaux et permis d'adapter les actions en fonction des services. Malgré les actions mises en place, l'ASN a de nouveau constaté quelques pratiques ou comportements inadaptés, notamment des non-respects de procédures. Le site doit donc poursuivre ses efforts afin de fédérer l'ensemble des acteurs. L'ASN a réalisé un point d'étape des actions mises en place par l'exploitant, à la fin du troisième trimestre 2023, au travers d'une inspection portant sur les facteurs organisationnels et humains et sur la mise en œuvre du plan de rigueur. À cette occasion, l'ASN a constaté un pilotage satisfaisant de ce plan et des résultats globalement en progression.

L'année 2023 a été marquée par un nombre d'événements significatifs déclarés à l'ASN moindre qu'en 2022 mais encore supérieur à la moyenne des années précédentes et à la moyenne nationale des réacteurs d'EDF. Le nombre

d'événements classés au niveau 1 de l'échelle INES a, quant à lui, connu une forte réduction. Ces baisses constituent une amélioration qui devra être confirmée dans le temps pour traduire une réelle amélioration des performances du site.

Sur le plan de la maintenance, l'année 2023 a, de nouveau, été marquée par des prolongations importantes des durées d'arrêt des réacteurs, en grande partie du fait de mouvements sociaux ayant désorganisé le premier arrêt de la campagne 2023. Au moins trois réacteurs étaient à l'arrêt simultanément, de mi-juin à début novembre, occasionnant une sollicitation inhabituelle des services au cœur de l'été. Ce surcroît d'activité s'ajoutait à un programme industriel déjà très chargé incluant la quatrième visite décennale du réacteur 2, le chantier de la protection périphérique contre les inondations externes et la création des appoints en eau ultimes mis en œuvre dans le cadre du retour d'expérience de l'[accident de la centrale nucléaire de Fukushima](#) au Japon. Cette situation a notamment conduit à des activités de maintenance insuffisamment préparées. L'ASN a ainsi constaté des non-qualités de maintenance et des reports d'interventions, notamment pour cause de manque de pièces de rechange.

En matière de protection de l'environnement, l'ASN a notamment procédé à une inspection renforcée du site en lien avec les enjeux de poursuite de fonctionnement au-delà des quatrième visites décennales. L'ASN considère que l'organisation de la centrale nucléaire de Gravelines et ses performances sont globalement satisfaisantes même si des écarts doivent être corrigés, comme l'alerte des personnels du site en cas de dégagement de gaz toxique ou la conservation des échantillons d'effluents. Les efforts de ces dernières années ont permis en 2023 une amélioration de la gestion des équipements utilisant du SF₆ (puissant gaz à effet de serre).

L'ASN relève certains progrès en matière de radioprotection des travailleurs. Les difficultés rencontrées les années précédentes ont été prises en compte par le site et les mesures déployées commencent à être mesurables sur le terrain.

• HAUTS-DE-FRANCE •

Le nombre d'événements significatifs est en légère baisse au regard de la période précédente et aucun événement de niveau 1 n'a été déclaré, alors que le programme d'activité est resté identique. Ce bilan reste toutefois contrasté du fait de lacunes persistantes concernant notamment l'application de la démarche d'optimisation dans la préparation d'interventions et la coordination des mesures de radioprotection avec les prestataires. L'ASN constate également une recrudescence d'écarts liés à des défauts de culture de radioprotection ou de rigueur des intervenants, en particulier en ce qui concerne les conditions d'accès en zone réglementée et la prise en compte du zonage réglementaire.

Les actions réalisées en 2023 au titre de l'inspection du travail se sont réparties entre des contrôles menés sur les chantiers de maintenance et de modification des installations, réalisés de façon conjointe avec les contrôles au titre de la sûreté nucléaire, ainsi que des contrôles thématiques sur le levage ou la prévention des risques liés aux travaux effectués par les entreprises extérieures. L'ASN note positivement les actions de prévention déployées par le site en matière de sécurité à la suite des mauvais résultats des années précédentes, bien que le nombre d'accidents du travail demeure à un niveau élevé. Des écarts ont été observés dans la prise en compte des vérifications réglementaires des équipements de travail servant au levage, dont certains à l'origine d'incidents. Des améliorations sont également attendues, en matière de coordination de la prévention des risques liés à la coactivité sur le site.



Le parc d'installations et d'activités à contrôler comporte :

- **une installation nucléaire de base :**

- la centrale nucléaire de Gravelines (6 réacteurs de 900 MWe) exploitée par EDF;

- **des activités nucléaires de proximité du domaine médical :**



Chapitre 7
p. 204

- 19 services de radiothérapie externe,
- 3 services de curiethérapie,
- 30 services de médecine nucléaire,
- 90 établissements mettant en œuvre des pratiques interventionnelles radioguidées,
- 123 scanners,
- environ 4 600 appareils de radiologie médicale et dentaire;

- **des activités nucléaires de proximité du domaine industriel, vétérinaire et de la recherche :**



Chapitre 8
p. 242

- environ 600 établissements industriels et de recherche, dont 23 entreprises exerçant une activité de radiographie industrielle, 6 accélérateurs de particules dont un destiné à contrôler des trains de fret et 2 cyclotrons, 40 laboratoires, principalement implantés dans les universités de la région et 11 entreprises utilisant des gammadensimètres,
- 340 cabinets ou cliniques vétérinaires pratiquant le radiodiagnostic;

- **des activités liées au transport de substances radioactives ;**



Chapitre 9
p. 274

- **des laboratoires et organismes agréés par l'ASN :**

- 2 agences d'organismes pour le contrôle de la radioprotection.



RÉGION Île-de-France

La division de Paris contrôle la radioprotection et le transport de substances radioactives dans les 8 départements de la région [Île-de-France](#). La division d'Orléans contrôle la sûreté nucléaire dans les installations nucléaires de base de cette région.

En 2023, l'ASN a réalisé 244 inspections dans la région Île-de-France, dont 90 dans le domaine de la sûreté nucléaire, 132 dans le domaine du nucléaire de proximité (dont deux dans le domaine des sites et sols pollués), 12 sur le thème du transport de substances radioactives (TSR) et dix concernant des organismes ou laboratoires agréés.

Sept événements significatifs ont été classés au niveau 1 de l'échelle internationale des événements nucléaires et

radiologiques ([échelle INES](#)) dans le domaine du nucléaire de proximité, huit au niveau 1 de l'échelle INES dans le domaine des installations nucléaires de base (INB) et un au niveau 1 de l'échelle INES dans le domaine du TSR.

Enfin, dans le cadre de leurs missions de contrôle, les inspecteurs de l'ASN ont dressé un procès-verbal.

Site CEA de Saclay

Depuis 2017, le centre CEA Paris-Saclay rassemble des activités menées sur plusieurs sites géographiques proches de Paris, notamment les sites de Saclay et de Fontenay-aux-Roses.

Le centre [CEA Paris-Saclay](#), dont le site principal a une superficie de 125 hectares, est situé à environ 20 km au sud-ouest de Paris, dans le département de l'Essonne. Environ 6000 personnes y travaillent. Ce centre est principalement dédié, depuis 2005, aux sciences de la matière, à la recherche fondamentale et à la recherche appliquée. Les applications concernent la physique, la métallurgie, l'électronique, la biologie, la climatologie, la simulation, la chimie et l'environnement. La recherche appliquée nucléaire a pour objectif principal l'optimisation du fonctionnement des centrales nucléaires françaises et leur sûreté. Sept INB sont présentes sur ce site.

À proximité sont également implantées une antenne de l'Institut national des sciences et techniques nucléaires (INSTN), institut de formation, et deux entreprises à vocation industrielle: Technicatome, qui conçoit des réacteurs nucléaires de propulsion navale, et CIS bio international, usine de production de médicaments radiopharmaceutiques pour la médecine nucléaire.

LES INSTALLATIONS INDUSTRIELLES ET DE RECHERCHE

Réacteurs Osiris et Isis

Le réacteur Osiris, de type piscine et d'une puissance de 70 mégawatts thermiques (MWth), était principalement destiné à la réalisation d'irradiations technologiques de matériaux de structure et de combustibles pour différentes filières de réacteurs de puissance. Une autre de ses fonctions consistait à produire des radioéléments à usage médical.

Sa maquette critique, le réacteur Isis, d'une puissance de 700 kilowatts thermiques (kWth), servait essentiellement à des activités de formation. Ces deux réacteurs, autorisés par le [décret du 8 juin 1965](#), composent l'[INB 40](#).

Compte tenu de la conception ancienne de cette installation au regard des meilleures techniques disponibles pour la protection contre les agressions externes et le confinement des matières en cas d'accident, le réacteur Osiris a été arrêté fin 2015. Le réacteur Isis a été définitivement mis à l'arrêt en mars 2019. Le dossier de démantèlement de l'ensemble de l'installation, déposé en octobre 2018, a fait l'objet de

compléments à la demande de l'ASN, qui détaillent davantage les opérations prévues à chaque étape du démantèlement et justifient plus précisément l'état initial envisagé au début du démantèlement et les résultats de l'étude d'impact. Fin 2021, le Commissariat à l'énergie atomique et aux énergies alternatives (CEA) a annoncé une évolution profonde de la stratégie de démantèlement de l'INB 40 avec le report de la mise en service des équipements réalisant des opérations de traitement et de conditionnement de déchets irradiants. Dans le cadre de l'instruction, des informations étaient attendues quant au nouveau scénario de démantèlement, notamment pour ce qui concerne la gestion des déchets irradiants. Le CEA a déposé un nouveau dossier de démantèlement en fin d'année 2023.

Depuis l'arrêt des réacteurs Osiris et Isis, et dans l'attente du démantèlement de l'installation, les opérations d'évacuation de matières radioactives et dangereuses et celles de préparation au démantèlement sont en cours, avec une organisation adaptée à ce nouvel état de l'installation. En particulier, les derniers combustibles irradiés entreposés dans l'installation ont été évacués en 2021.

• ÎLE-DE-FRANCE •

L'ASN estime que le niveau de sûreté de l'INB 40 est satisfaisant, en particulier pour ce qui concerne la maîtrise du risque incendie et les modifications matérielles. Des améliorations sont cependant attendues sur la gestion de la charge calorifique des locaux et la mise en œuvre de contrôles et essais périodiques de certains équipements participant à la maîtrise de la propagation d'un incendie. L'organisation mise en place pour suivre les opérations de préparation au démantèlement est adaptée. La maîtrise par l'exploitant des opérations de préparation au démantèlement, la bonne gestion des déchets et la poursuite des études visant à réduire la consommation d'eau des installations feront partie des thèmes auxquels l'ASN sera vigilante en 2024.

Réacteur Orphée

Le réacteur Orphée ([INB 101](#)), réacteur source de neutrons, était un réacteur de recherche de type piscine, d'une puissance autorisée de 14 MWth. Le cœur, très compact, est localisé dans une cuve d'eau lourde qui sert de modérateur. La création du réacteur a été autorisée par le [décret du 8 mars 1978](#) et sa première divergence a eu lieu en 1980. Il servait à réaliser des expériences dans des domaines tels que la physique, la biologie ou la physico-chimie. Le réacteur permettait l'introduction d'échantillons à irradier pour la fabrication de radionucléides ou la production de matériaux spéciaux, ainsi que la réalisation de contrôles non destructifs de certains composants.

Le réacteur Orphée, à la suite de son arrêt définitif fin 2019, est en phase d'opérations préparatoires au démantèlement. L'exploitant a déposé en mars 2020 son dossier de démantèlement. Les derniers combustibles irradiés du réacteur Orphée ont été évacués en 2020, ce qui a conduit à une forte réduction des risques de l'installation. La poursuite des opérations de préparation au démantèlement et le scénario de démantèlement de l'installation ont fait l'objet de discussions à la suite de la repriorisation des opérations de démantèlement par le CEA et de ses conséquences sur la mise à jour de la stratégie de démantèlement de l'INB 101. Un nouveau dossier de démantèlement a été déposé en fin d'année 2023.

L'ASN considère, sur la base des inspections et du suivi de l'installation réalisés en 2023, que le niveau de sûreté du réacteur Orphée est satisfaisant dans l'ensemble. Cependant, quelques points de vigilance relatifs aux facteurs organisationnels et humains et à la mise à jour documentaire, notamment sur la thématique incendie, sont nécessaires. Les événements significatifs montrent qu'une vigilance accrue doit être portée au suivi des déchets et à la maintenance des équipements de détection de fuite.

À la suite de l'arrêt du réacteur, la phase de préparation des opérations de démantèlement fait l'objet d'une attention particulière de l'ASN, notamment l'adaptation de l'organisation et des compétences de ses personnels pour gérer des activités nouvelles, en maintenant le niveau de sûreté de l'installation et en maîtrisant les plannings d'activités.



Le parc d'installations et d'activités à contrôler comporte :

- **des installations nucléaires de base contrôlées par la division d'Orléans :**
 - le site CEA de Saclay du centre CEA Paris-Saclay,
 - l'usine de production de radioéléments artificiels (UPRA) exploitée par CIS bio international à Saclay,
 - le site CEA de Fontenay-aux-Roses du centre CEA Paris-Saclay;
- **des activités nucléaires de proximité du domaine médical contrôlées par la division de Paris :**  **Chapitre 7**
p. 204
 - 26 services de radiothérapie externe,
 - 12 services de curiethérapie,
 - 48 services de médecine nucléaire *in vivo* et 12 services de médecine nucléaire *in vitro* (biologie médicale),
 - 148 établissements mettant en œuvre des pratiques interventionnelles radioguidées,
 - plus de 200 établissements détenant au moins 1 scanner;
- **des activités nucléaires de proximité du domaine industriel, vétérinaire et de la recherche contrôlées par la division de Paris :**  **Chapitre 8**
p. 242
 - 8 sociétés de radiologie industrielle utilisant des appareils de gammagraphie,
 - environ 160 autorisations et 25 enregistrements relatifs à des activités de recherche;
- **des activités liées au transport de substances radioactives ;**  **Chapitre 9**
p. 274
- **des laboratoires et organismes agréés par l'ASN :**
 - 3 organismes pour le contrôle de la radioprotection.

Laboratoire d'essai sur combustibles irradiés

Le Laboratoire d'essai sur combustibles irradiés (LECI) a été construit et mis en service en novembre 1959. Il a été déclaré en tant qu'INB le 8 janvier 1968 par le CEA. Une [extension a été autorisée en 2000](#). Le LECI ([INB 50](#)) constitue un outil d'expertise pour les exploitants nucléaires. Il a pour mission d'étudier les propriétés des matériaux utilisés dans le secteur nucléaire, irradiés ou non.

Du point de vue de la sûreté, cette installation doit répondre aux mêmes exigences que celles des installations nucléaires du « [cycle du combustible](#) », mais l'approche de sûreté est proportionnée aux risques et inconvénients qu'elle présente.

À la suite du dernier réexamen périodique, l'ASN a encadré, dans la [décision du 30 novembre 2016](#) (modifiée le 26 juin 2017), la poursuite de fonctionnement de l'installation par des prescriptions techniques, qui portent notamment sur le plan d'amélioration que le CEA s'était engagé à réaliser. Certains engagements pris par le CEA n'ont pas été réalisés dans les délais.

L'exploitant a en particulier demandé un report d'échéances concernant l'évacuation des substances radioactives dont l'utilisation ne peut pas être justifiée et la mise en place des éventuelles dispositions permettant d'assurer l'atteinte et le maintien d'un état sûr de l'INB en cas d'incendie dans les zones attenantes aux zones nucléaires. Le démantèlement de Céliimène (ancienne cellule destinée à l'examen des combustibles du réacteur EL3) est également concerné par cette demande. L'examen des dispositions en lien avec l'incendie a conduit l'ASN à décider d'encadrer la réalisation des travaux initialement attendus pour fin 2019 par une [décision de mise en demeure](#). Au regard des enjeux et des réalisations déjà engagées par le personnel de l'exploitant, la prescription technique correspondante doit être respectée avant le 31 décembre 2026. L'ASN sera particulièrement vigilante au suivi et à la mise en œuvre de ces actions nécessaire au respect de cette échéance.

Depuis fin 2022, l'INB 72 ne prend plus en charge les déchets irradiants du site CEA de Saclay. Aussi, le CEA a lancé un nouveau projet, intitulé « Gestion des déchets irradiants du LECL » (GDILE), afin de traiter, conditionner et évacuer les déchets irradiants (existants et futurs) sans saturer les capacités d'entreposage du LECL.

Un exercice impliquant la mise en œuvre du plan particulier d'intervention (PPI) a été réalisé en 2023 sur le site du centre CEA Paris-Saclay (voir paragraphe « appréciation portée sur le centre CEA Paris-Saclay, site de Saclay »). Cet exercice, qui a porté sur une situation accidentelle au sein des installations du LECL, a permis de tester la mise en œuvre dans le périmètre INB de moyens d'intervention du CEA, ainsi que du service départemental d'incendie et de secours.

Les inspections menées sur le LECL au cours de l'année 2023 ont été jugées satisfaisantes, même si des améliorations sont attendues concernant la prise en compte des préconisations des fabricants dans la qualification de nouveaux équipements. De plus, l'ASN continue de constater un accroissement des délais de réponse aux lettres de suite d'inspection et de transmission des comptes-rendus d'événements significatifs. Le CEA devra remédier à cette situation et engager sans tarder les actions nécessaires.

Irradiateur Poséidon

L'installation Poséidon ([INB 77](#)), autorisée en 1972, est un irradiateur composé d'une piscine d'entreposage de sources de cobalt-60, surmontée partiellement d'une casemate d'irradiation. L'INB comporte par ailleurs un autre irradiateur en casemate, Pagure, ainsi que l'accélérateur Vulcain.

Cette installation permet de réaliser des études et des prestations de qualification pour les équipements installés dans les réacteurs nucléaires, notamment grâce à une enceinte immergeable, ainsi que la radiostérilisation de produits à usage médical. Le principal risque de l'installation est l'exposition du personnel aux rayonnements ionisants, du fait de la présence de sources scellées de très haute activité.

L'ASN a encadré, par la [décision n° CODEP-CLG-2019-048416 du président de l'ASN du 22 novembre 2019](#), la poursuite de fonctionnement de l'installation à la suite de son réexamen

périodique. Les points majeurs d'amélioration sont notamment la tenue du bâtiment aux aléas sismiques et climatiques (neige et vent notamment), ainsi que le suivi du vieillissement de la piscine de Poséidon.

L'ASN considère que l'installation est exploitée de façon satisfaisante et dans un objectif d'amélioration continue de la sûreté. En effet, l'ASN a constaté que l'exploitant apporte des réponses adéquates et dans les échéances fixées aux engagements qui le concernent et qui sont issus du précédent réexamen périodique (engagements de l'exploitant, prescriptions techniques ou demandes de l'ASN). Le suivi des contrôles et essais périodiques est correctement réalisé. Toutefois, la révision des périodicités de certains de ces contrôles en lien avec la radioprotection doit faire l'objet d'une attention particulière, de même que la gestion des écarts. Concernant la gestion des sources radioactives, l'exploitant a amélioré le contrôle en vigueur des sources de plus de dix ans, faisant l'objet d'une demande de prolongation de la durée de vie de l'irradiateur Poséidon, avec la mise en place d'un dispositif de contrôle de l'étanchéité par immersion.

LES INSTALLATIONS DE TRAITEMENT DES DÉCHETS SOLIDES ET DES EFFLUENTS LIQUIDES

Le CEA exploite des installations de natures diverses : des laboratoires liés aux recherches sur le « cycle du combustible » et également des réacteurs de recherche. Par ailleurs, le CEA procède à de nombreuses opérations de démantèlement. Ainsi, les types de déchets produits par le CEA sont variés. Pour les gérer, le CEA dispose d'installations spécifiques de traitement, de conditionnement et d'entreposage.

Zone de gestion de déchets solides radioactifs

La Zone de gestion de déchets solides radioactifs (ZGDS – INB 72) a été autorisée par le [décret du 14 juin 1971](#). Cette installation, exploitée par le CEA, assure le traitement, le conditionnement et l'entreposage des déchets de haute, moyenne et faible activité des installations du centre de Saclay. Elle assure également l'entreposage de matières et de déchets anciens (combustibles usés, sources scellées, liquides scintillants, résines échangeuses d'ions, déchets technologiques, etc.) en attente d'évacuation.

Compte tenu de « l'inventaire dispersable⁽¹⁾ » actuellement présent dans l'installation, l'INB 72 fait partie des priorités de la stratégie de démantèlement du CEA qui a été examinée par l'ASN, laquelle s'est prononcée en mai 2019 sur ces priorités (voir chapitre 14).

Afin de pouvoir continuer d'utiliser l'INB pour la gestion des déchets radioactifs des INB de Saclay, le CEA a demandé en 2017 une modification de la date d'arrêt définitif de l'installation, reportée à la première des deux échéances suivantes : la date de prise d'effet du décret de démantèlement ou la date du 31 décembre 2022. Le CEA a demandé également des aménagements pour la prise en charge de certains déchets jusqu'en 2025.

1. Partie de l'inventaire des radionucléides d'une installation nucléaire qui regroupe les radionucléides susceptibles d'être dispersés dans l'installation lors d'un incident ou d'un accident, voire, pour une fraction d'entre eux, d'être rejetés dans l'environnement.

Après analyse du rapport de réexamen de l'INB 72 transmis fin 2017, instruit conjointement avec le dossier de démantèlement, l'ASN a encadré, par la [décision n° CODEP-CLG-2022-005822 du président de l'ASN du 2 février 2022](#), les conditions de poursuite d'exploitation de l'installation. Le [décret n°2022-1107 du 2 août 2022](#) prescrivant au CEA de procéder aux opérations de démantèlement de l'INB 72 a été publié au *Journal Officiel*. Celui-ci est entré en vigueur le 26 juillet 2023, date à laquelle l'ASN a approuvé la révision des règles générales d'exploitation.

L'ASN estime que la sûreté de l'installation est satisfaisante, tout en constatant de nombreux retards dans la réalisation des opérations de désentreposage de combustibles ou de déchets. L'ASN note toutefois positivement l'évacuation de dix étuis de combustibles sur les quinze présents en piscine dans un bâtiment, ce qui contribue à la réduction progressive de son « inventaire dispersable ».

En 2023, l'ASN a examiné l'organisation mise en œuvre par l'installation dans le cadre de la gestion des écarts, du suivi du vieillissement des puits, ainsi que les avancées des opérations concernant le désentreposage de la piscine et des crayons de pastilles d'oxyde d'uranium contenus dans un emballage appelé « RCC ». Des retards continuent d'être constatés dans le désentreposage des étuis présents dans l'emballage RCC et dans la mise en œuvre du projet « Évacuation des poubelles de combustible » (EPOC⁽²⁾).

Le projet EPOC a été arrêté à la suite de la rupture du marché de maîtrise d'œuvre du projet. L'ASN note favorablement les dispositions prises par le CEA visant à se réapproprier cette maîtrise d'œuvre. Par ailleurs, l'ouverture d'un puits, en novembre 2023, afin de réaliser des investigations non invasives a fait l'objet d'une mise en œuvre satisfaisante. Ces travaux contribuent à consolider les données d'entrée du projet. L'ASN reste cependant vigilante sur la gestion réalisée par le CEA du projet EPOC et suivra notamment les travaux de reprise du premier fût, dont l'échéance reste à consolider par l'exploitant.

Par ailleurs, l'ASN a constaté lors de ses inspections un bon état général de l'installation. Toutefois, l'ASN attend des améliorations concernant le suivi des écarts constatés lors de la surveillance de l'état des puits servant à l'entreposage des déchets, ainsi que dans le suivi et le respect de la périodicité des contrôles et essais périodiques.

Zone de gestion des effluents liquides

La Zone de gestion des effluents liquides (ZGEL) constitue l'[INB 35](#). Déclarée par le CEA par courrier du 27 mai 1964, elle est dédiée au traitement des effluents liquides radioactifs. Par [décret du 8 janvier 2004](#), le CEA a été autorisé à créer dans l'INB une extension, dénommée « Stella », ayant pour fonction le traitement et le conditionnement des effluents aqueux de faible activité du centre de Saclay. Ces effluents sont concentrés par évaporation puis bloqués dans une matrice de ciment, afin de confectionner des colis acceptables par les centres de stockage de surface de l'Agence nationale pour la gestion des déchets radioactifs (Andra).

L'installation d'évaporation utilisée pour traiter les effluents radioactifs est à l'arrêt depuis 2019, en raison d'anomalies techniques sur un équipement. À ce jour, l'installation n'est plus en capacité de remplir ses différentes fonctions (évaporation des effluents, cimentation des concentrats, reprise des effluents des producteurs de Saclay).

Le procédé de cimentation, utilisé pour traiter les concentrats présents dans l'installation, a toutefois été arrêté provisoirement par le CEA en juin 2021. Cette décision du CEA fait suite à la production de deux colis actifs non conformes à l'approbation de conditionnement 12H obtenue de l'Andra en 2018. La mise en service du procédé avait été autorisée par l'ASN en 2020.

Par ailleurs, le CEA a suspendu, depuis 2016, la réception d'effluents provenant d'autres INB, en raison d'investigations complémentaires concernant la stabilité de la structure du local d'entreposage des effluents liquides de faible activité (local 97). La majorité des effluents radioactifs de faible et moyenne activité produits par les producteurs du site de Saclay est désormais orientée vers la Station de traitement des effluents liquides (STEL) de Marcoule.

Cette situation, qui interroge sur la possibilité de reprendre, dans les prochaines années, la gestion des effluents liquides dans l'INB, fait l'objet d'une attention particulière de l'ASN dans le cadre des échanges avec le CEA sur sa stratégie de gestion des effluents. L'ASN attend un investissement important de la part du CEA pour rendre l'installation opérationnelle afin, en priorité, de pouvoir reprendre et conditionner dans des délais adaptés les effluents historiques qui y sont entreposés. En 2023, l'ASN a autorisé une modification, concernant la virole du séparateur, qui permet de reprendre les campagnes d'évaporation.

Plusieurs autres sujets structurants pour l'INB sont actuellement en cours de discussion ou d'instruction. Il s'agit notamment de la vidange des cuves contenant des effluents organiques au niveau de la fosse 99, opération autorisée pour l'une d'entre elles en 2022 et qui reste un enjeu de premier plan en matière d'assainissement, de la stratégie d'assainissement des cuves MA 500, ainsi que de la finalisation de la vidange de la cuve MA 507.

Les inspections réalisées en 2023 ont permis de mettre en évidence une organisation et des outils satisfaisants pour suivre les engagements pris envers l'ASN et la gestion des écarts. Lors des inspections, les inspecteurs ont constaté un bon état général de l'installation et des locaux, ainsi qu'une bonne réactivité des équipes. Par ailleurs, la vidange de la cuve de la fosse 99 a été initiée avec les essais en inactif et actif, et doit être poursuivie. Enfin, l'exploitant s'est engagé à remettre en conformité des piézomètres de l'installation.

En revanche, des améliorations sont attendues, notamment en ce qui concerne la finalisation du plan d'action lié à l'incendie issu du réexamen de 2017 et de la gestion des effluents atmosphériques (pièges à iodes, mesures et débit d'émission). Enfin, l'ASN constate que les actions issues du réexamen de 2007 ne sont pas toutes finalisées à ce jour.

2. Ce projet comprend un procédé destiné à reprendre et conditionner des fûts actuellement entreposés en puits dans l'installation et contenant un mélange de déchets et de morceaux de combustibles. La reprise de ces fûts requiert un équipement spécifique, compte tenu des incertitudes sur leur intégrité.



APPRECIATION PORTÉE SUR LE SITE CEA DE SACLAY

L'ASN considère que les INB du site CEA de Saclay sont exploitées dans des conditions de sûreté satisfaisantes dans l'ensemble et constate la poursuite, au cours de l'année 2023 et conformément à ce qui a été entamé depuis plusieurs années, d'opérations visant à réduire l'inventaire radiologique entreposé dans les INB.

Les opérations de préparation au démantèlement et les travaux de démantèlement continuent de se poursuivre pour les INB concernées. La gestion de leur avancement, ainsi que la maîtrise des calendriers associés, demeurent un enjeu majeur pour le CEA de Saclay. Ce sujet, faisant l'objet d'inspections et de réunions régulières par l'ASN, reste à améliorer au vu des dérives observées au fil des années. Cependant, l'ASN note l'entrée en application du décret de démantèlement de l'INB 72 en 2023 ainsi que le choix du CEA d'internaliser la mise en œuvre du projet EPOC (projet de reprise de fûts entreposés dans l'INB 72 à l'aide d'un équipement spécialement réalisé pour l'opération) à la suite de la défaillance du prestataire initialement choisi.

Par ailleurs, à la suite de l'accident de la centrale nucléaire de Fukushima (Japon), l'ASN avait prescrit la mise en œuvre sur le site de Saclay de nouveaux moyens pour la gestion de crise résistant à des conditions extrêmes. Après la mise en demeure de l'ASN en septembre 2019, le CEA a transmis en décembre 2019 son dossier présentant et justifiant le dimensionnement de ses futurs bâtiments de gestion de crise. À la suite de la découverte de défauts de ferrailage du génie civil, le chantier a cependant été interrompu en milieu d'année 2021, ce qui n'a pas permis au CEA de respecter son engagement de mise en service des locaux avant la fin de l'année 2021. Lors d'une inspection menée en 2022, l'absence de mise en œuvre des nouveaux locaux a été constatée, ce qui était contraire à une prescription de la décision n° 2016-DC-0537 de l'ASN du 12 janvier 2016. Un rapport contradictoire a donc été établi

début 2023 auquel le CEA a répondu. À l'issue de l'instruction de cette réponse et en raison de la baisse du risque nucléaire du site de Saclay après l'arrêt des INB 40 et 101, la prescription concernée a été abrogée et une nouvelle prescription technique encadre désormais la finalisation de la construction de locaux robustes de gestion des situations d'urgence, dont la mise en service est attendue d'ici fin 2024. Une inspection s'est déroulée en 2023, afin de s'assurer de la reprise du chantier de construction.

Concernant l'organisation et les moyens de crise, une mise à jour du plan d'urgence interne (PUI) transmise par le CEA fin 2021 a fait l'objet d'échanges pour préciser les dispositions retenues. En mai 2023, l'ASN a autorisé la modification du PUI en retenant les dispositions proposées par le CEA, à l'exception toutefois des nouveaux scénarios résiduels des INB 40 et 101, dont les dossiers de démantèlement sont en cours d'instruction.

En 2023, un exercice impliquant la mise en œuvre du PPI de grande ampleur a été réalisé qui consistait en la simulation d'une chute accidentelle d'avion sur le centre provoquant un incendie et la dispersion de radioéléments dans l'environnement. Cet exercice était destiné à évaluer la concertation entre les acteurs de la sécurité, leur coordination dans la prise en charge des victimes et la sécurisation du site, ainsi que les prises de décision entre le CEA Saclay, les services de la préfecture, le CEA national et les autorités de l'État dont l'ASN. Des pistes d'amélioration ont été identifiées concernant l'organisation de crise du CEA et les échanges d'informations avec les autres acteurs de la gestion de crise.

En matière d'environnement, deux décisions de l'ASN datant de 2009, qui encadraient l'ensemble des rejets des INB du CEA, ont été mises à jour. Cette mise à jour a permis de prendre en compte les émissions de carbone-14, extrêmement faibles, induites par certains déchets entreposés dans

l'INB 72, et d'encadrer les rejets supplémentaires de carbone-14 induits par des travaux prévus dans un avenir proche, nécessaires pour la poursuite des opérations de démantèlement de l'INB 49. Ces modifications laissent inchangée la valeur limite totale des rejets de carbone-14 fixée pour l'ensemble du site de Saclay, tout en encadrant la poursuite des opérations de démantèlement.

Enfin, l'ASN a réalisé plusieurs inspections sur le site de Saclay en 2023. L'une d'elle faisait suite à un événement significatif de niveau 1 déclaré par l'INB 50 concernant le mauvais positionnement de freins de secours sur trois unités de levage. L'ASN a ainsi mené une inspection spécifique concernant la maintenance des moyens de levage, ainsi que la surveillance des intervenants extérieurs associés. Cela a permis de constater le travail important réalisé par le CEA dans le cadre de la remise en conformité de certains ponts à la suite de la découverte d'amiante dans les garnitures et le calfeutrement, mais également les manquements dans la prise en compte des notices d'instruction des fabricants pour la réalisation de la maintenance des ponts du site de Saclay. L'ASN sera vigilante quant à la résolution des écarts constatés dans le cadre de cette inspection. De plus, des améliorations ont été constatées dans le suivi des équipements sous pression (ESP) et des groupes électrogènes, bien que des améliorations soient attendues pour chacune des INB inspectées sur des aspects spécifiques constatés en inspection. Ces améliorations seront suivies au cas par cas.

L'année 2023 a également été marquée par la déclaration d'un événement significatif pour la sûreté classé au niveau 1 de l'échelle INES. Cet événement a été reclassé à la suite de la répétition du constat de présence de sacs de déchets nucléaires dans une zone de production de déchets conventionnels au sein de l'INB 101. L'ASN souligne, en parallèle, la baisse des déclarations d'événements significatifs déclarés en 2023 par rapport à l'année précédente.

LES INSTALLATIONS EN DÉMANTÈLEMENT

Les opérations de démantèlement conduites sur le site de Saclay concernent deux INB (INB 49 et 72). Des opérations préparatoires au démantèlement sont réalisées dans deux INB définitivement arrêtées (INB 40 et 101). Des opérations sont également réalisées dans l'INB 35 en fonctionnement, sur des parties ayant cessé leur activité. Sont également concernées par le démantèlement deux installations classées pour la protection de l'environnement (ICPE – EL2 et EL3) qui

étaient précédemment des INB mais qui ne sont pas complètement démantelées, en l'absence d'une filière pour les déchets de faible activité à vie longue. Leur déclassement d'INB en ICPE dans les années 1980, conforme à la réglementation de l'époque, ne pourrait pas être pratiqué aujourd'hui.

De façon générale, la stratégie de démantèlement et de gestion des déchets du CEA a été examinée par l'ASN qui s'est [prononcée en mai 2019](#) sur les priorités définies par le CEA (voir chapitres 14 et 15).

Laboratoire de haute activité

Le Laboratoire de haute activité (LHA) comporte plusieurs laboratoires qui étaient destinés à la réalisation de travaux de recherche ou de production de différents radionucléides. Il constitue l'[INB 49](#). À l'issue des travaux de démantèlement et d'assainissement autorisés par [décret du 18 septembre 2008](#), seuls deux laboratoires en exploitation aujourd'hui devraient subsister à terme sous le régime des ICPE. Ces deux laboratoires sont le laboratoire de caractérisation chimique et radiologique d'effluents et de déchets et l'installation de conditionnement et d'entreposage pour la reprise des sources sans emploi.

Malgré l'avancement des opérations d'assainissement et de démantèlement, les retards accumulés n'ont pas permis au CEA de respecter l'échéance du 21 septembre 2018 fixée par le décret autorisant le démantèlement du LHA. La découverte, en 2017, de pollution dans certaines « cours intercellules » l'a également conduit à faire évoluer les opérations à réaliser. Des investigations sur l'état radiologique des sols ont été menées sur la période 2019-2021. Un dossier de modification du décret de démantèlement a été déposé par l'exploitant en décembre 2021. La justification du délai nécessaire pour achever les opérations de démantèlement autorisées par le décret du 18 septembre 2008 sera examinée dans le cadre de l'instruction actuellement en cours.

L'année 2023 a été principalement marquée par la réalisation des investigations et études permettant la gestion des déchets non identifiés découverts fin 2022 dans l'ensemble des caissons constitutifs de la chaîne blindée TOTEM à la suite de la reprise des opérations de démantèlement de la chaîne blindée, opérations auparavant interrompues depuis fin 2018.

L'ASN considère que le niveau de sûreté de l'INB 49 en démantèlement est globalement satisfaisant. Les inspections ont mis en évidence la volonté du CEA d'avancer sur la finalisation du démantèlement de la chaîne blindée TOTEM malgré le retard, et la bonne tenue des locaux. Une vigilance particulière est attendue quant au suivi de l'état des gaines de ventilation notamment les portions internes non accessibles ou présentant des points défectueux.

L'ASN reste vigilante sur la gestion des zones de déchets de très faible activité de l'INB 49, notamment en raison des travaux de démantèlement à venir qui engendreront une production de déchets supplémentaires. Aussi, l'adéquation des zones d'entreposage de déchets existantes avec les futurs besoins constitue un enjeu important pour le déroulement des opérations de démantèlement selon le planning envisagé.

USINE DE PRODUCTION DE RADIOÉLÉMENTS ARTIFICIELS DE CIS BIO INTERNATIONAL

L'Usine de production de radioéléments artificiels (UPRA) constitue l'[INB 29](#). Elle a été mise en service en 1964 par le CEA sur le site de Saclay, qui créa en 1990 la filiale CIS bio international, l'actuel exploitant. Cette filiale fut rachetée, à partir du début des années 2000, par plusieurs sociétés spécialisées dans la médecine nucléaire. En 2017, la maison mère de CIS bio international a fait l'acquisition de *Mallinckrodt Nuclear Medicine LCC*, pour former aujourd'hui le groupe Curium, qui possède trois sites de production (États-Unis, France et Pays-Bas).

Le groupe Curium est un acteur important du marché français et international pour la fabrication et la mise au point de produits radiopharmaceutiques. Les produits sont majoritairement utilisés pour établir des diagnostics médicaux, mais également à des fins thérapeutiques. Ils sont fabriqués à partir d'un cyclotron présent sur le site ou à l'aide de radionucléides produits par des fournisseurs extérieurs ou d'autres installations du groupe Curium. L'INB 29 avait également pour mission, jusqu'en 2019, d'assurer la reprise des sources scellées usagées qui étaient utilisées à des fins de radiothérapie et d'irradiation industrielle. L'évacuation de ces sources, entreposées dans l'installation, est bien avancée. Le groupe a par ailleurs décidé d'arrêter fin 2019 ses productions à base d'iode-131 sur le site de Saclay, ce qui a significativement réduit les conséquences des situations accidentelles sur le site.

Après des améliorations de la sûreté de l'installation constatées entre 2019 et 2021, le ralentissement de cette démarche observée en 2022 s'est accentué en 2023, notamment au regard des événements significatifs déclarés, qu'il s'agisse de leur nombre important ou de leur typologie. Ce constat de dégradation du niveau général de sûreté est par ailleurs associé à

des retards importants dans la transmission des réponses à des lettres de suite de l'ASN ou à des comptes-rendus d'événements significatifs.

CIS bio international, qui a su se mobiliser sur de nouveaux projets et actions d'envergure en lien avec ses services d'exploitation et la production de radiopharmaceutiques, doit aujourd'hui diriger ses efforts sur les actions nécessaires à l'amélioration de la sûreté d'une manière générale et à la rédaction des éléments justificatifs attendus par l'ASN. La réorganisation de l'entreprise initiée en fin d'année 2023 doit permettre l'attribution de moyens aux services en charge de ces sujets en lien avec la sûreté. Les inspections, dont une réalisée de manière réactive à la suite de la déclaration d'un événement significatif, ont permis de constater une gestion perfectible des déchets nucléaires au sein de l'installation. Les transports réalisés par l'installation disposent d'une gestion opérationnelle efficiente mais des écarts documentaires sont toujours constatés et ce depuis plusieurs inspections. Concernant les dépassements des limites annuelle et mensuelle de rejets gazeux en iodes en fin d'année 2022 et début d'année 2023 qui ont fait l'objet de déclarations d'événements significatifs dont un de niveau 1, CIS bio international a réalisé une analyse d'écart approfondie et établi un plan d'action détaillé qui a été contrôlé en inspection par l'ASN. Ce plan d'action s'est avéré être adapté. D'une manière générale et notamment à la suite de l'inspection réalisée sur le thème « respect des engagements », l'ASN note les difficultés rencontrées par CIS bio international pour respecter les échéances associées aux plans d'action décidés à la suite d'inspection ou d'événements significatifs.

• ÎLE-DE-FRANCE •

Enfin, des réponses insuffisantes fournies après des demandes d'actions correctives prioritaires sur le thème des ESP ont conduit l'ASN à [mettre en demeure](#) CIS bio international sur le sujet. L'échéance de remise en conformité a été fixée en 2024.

Le nombre d'événements significatifs est encore en nette augmentation avec 22 déclarations en 2023. Comme l'année précédente, les causes humaines ou organisationnelles sont prépondérantes pour ces événements qui relèvent de thématiques diverses. Le respect des règles de conduite, du domaine de fonctionnement, la gestion des alarmes, la réalisation des maintenances et la prise en compte du retour d'expérience restent les axes principaux d'amélioration. Une certaine récurrence de non-conformités concernant l'efficacité des derniers niveaux de filtration du système de ventilation de l'installation est observée. Certains événements ont entraîné des opérations de production dans des situations dégradées avec la mise en place de mesures compensatoires. La détermination des causes techniques de ces écarts est nécessaire et doit permettre d'éviter le renouvellement de ces situations. Enfin, malgré les retards importants observés dans la transmission des comptes-rendus d'événements significatifs, leur qualité rédactionnelle est toujours à souligner et doit être maintenue.

Concernant le réexamen de sûreté, l'exploitant a fourni un travail conséquent pour permettre son instruction. CIS bio international doit poursuivre la mise en œuvre des plans d'action associés. Des retards sont néanmoins annoncés concernant la mise à jour du référentiel pour prendre en compte cette instruction. Des efforts particuliers doivent être engagés sur ce dossier. De nombreux projets, études et travaux engagés par CIS bio international ont vu leur aboutissement en 2023. Ces projets concourent, dans certains cas, à l'amélioration de la sûreté de l'installation ou à la réduction du terme source avec la finalisation des évacuations des sources scellées usagées de haute activité. De manière générale, les projets d'envergure engagés par CIS bio international nécessitent une meilleure programmation pour permettre une instruction adaptée aux enjeux de l'ensemble des dossiers.

En conclusion, l'ASN constate une dégradation des performances de CIS bio international en 2023 malgré la démarche d'amélioration observée depuis 2019. La rigueur d'exploitation, le maintien de la culture de sûreté et le contrôle des opérations restent les axes sur lesquels CIS bio international doit porter ses efforts. Une vigilance particulière doit également être portée sur les moyens humains et techniques mis en œuvre sur les thématiques de la sûreté et de la radioprotection.

Site CEA de Fontenay-aux-Roses

Premier centre de recherche du CEA, créé en 1946, le [site de Fontenay-aux-Roses](#) poursuit la mutation de ses activités nucléaires vers des activités de recherche dans le domaine des sciences du vivant.

Le site CEA de Fontenay-aux-Roses, composante du centre CEA Paris-Saclay depuis 2017, est constitué de deux INB, Procédé (INB 165) et Support (INB 166). Dans l'INB 165, se déroulaient des activités de recherche et de développement sur le retraitement des combustibles nucléaires, des éléments transuraniens, des déchets radioactifs et sur l'examen des combustibles irradiés. Ces activités ont cessé dans les années 1980-1990.

L'INB 166 est une installation de caractérisation, traitement, reconditionnement et entreposage de déchets radioactifs anciens provenant du démantèlement de l'INB 165.

De façon générale, la stratégie de démantèlement et de gestion des déchets du CEA a été examinée par l'ASN, qui s'est prononcée en mai 2019 sur les priorités définies (voir chapitres 14 et 15).

Le démantèlement du site de Fontenay-aux-Roses contient des opérations prioritaires car il présente des enjeux particuliers liés, d'une part, à la quantité de déchets radioactifs présents dans ces installations, d'autre part, à la contamination radiologique des sols sous une partie d'un bâtiment de l'INB 165. Par ailleurs, le centre de Fontenay-aux-Roses, situé en zone urbaine dense, est engagé dans un processus global de dénucléarisation.

INSTALLATION PROCÉDÉ ET INSTALLATION SUPPORT

Le démantèlement des deux installations Procédé et Support, qui constituent respectivement l'[INB 165](#) et l'[INB 166](#), a été autorisé par [deux décrets du 30 juin 2006](#). La durée initiale prévue pour les opérations de démantèlement était d'une dizaine d'années. Le CEA a informé l'ASN qu'en raison de fortes présomptions de contamination radioactive sous un des bâtiments, de difficultés imprévues et d'un changement de la stratégie globale de démantèlement des centres civils du CEA, la durée des opérations de démantèlement devrait être prolongée et que le plan de démantèlement serait modifié. Le CEA a déposé, en juin 2015, une demande de modification des échéances prescrites pour ces démantèlements.

L'ASN a jugé que les premières versions de ces dossiers de demande de modification des décrets de démantèlement n'étaient pas recevables. Conformément aux engagements pris en 2017, le CEA a transmis en 2018 une nouvelle version de ces dossiers. Ceux-ci ont fait l'objet de compléments sur la période 2019-2022, portant notamment sur les opérations de démantèlement prévues et leur échéancier. Le CEA envisageait une fin de démantèlement des INB au-delà de 2040, voire de 2050 pour l'INB 165. Ces deux projets sont en cours d'instruction. Les nouveaux décrets fixeront les caractéristiques du démantèlement à venir, et notamment leur délai de réalisation.

**APPRECIATION PORTÉE SUR LE SITE CEA DE FONTENAY-AUX-ROSES**

L'exploitant doit maintenir les efforts qu'il met en œuvre pour assurer la sûreté d'exploitation de ses installations. Celle-ci est jugée acceptable même si des axes d'amélioration ont été identifiés sur certains sujets techniques.

Au regard des inspections réalisées en 2023, plusieurs points positifs peuvent être soulignés comme la gestion et le suivi des ESP présents sur le site, la mise en place de nouveaux dispositifs de prélèvement d'aérosols ou les modalités d'intervention de la formation locale de sécurité observées sur site lors de mises en situation. Néanmoins, le point de vigilance sur la thématique incendie identifié en 2022 a été confirmé en 2023. Des travaux ont été engagés concernant la remise en conformité des portes coupe-feu d'un bâtiment de l'INB 165, l'indisponibilité prolongée des systèmes d'extinction incendie des chaînes blindées de cette même installation et le changement de centrale incendie. Les efforts fournis sur ces projets et travaux doivent être poursuivis en 2024 pour atteindre le niveau de sûreté attendu.

Une inspection inopinée a permis de confirmer que la gestion des déchets est toujours un axe d'amélioration pour les deux INB du site.

Une modification des référentiels de ces installations est également attendue pour permettre des modalités d'entreposage adaptées aux enjeux et aux contraintes d'exploitation du CEA.

L'exploitant a formulé des engagements forts concernant la réalisation et la planification des actions correctives décidées avec notamment la création d'une mission de planificateur. Ce projet doit permettre un suivi plus efficace du respect des engagements pris par le CEA.

Concernant les événements significatifs déclarés en 2023, ils sont en augmentation par rapport aux années précédentes et concernent principalement le thème de l'incendie, de l'entreposage des déchets nucléaires et des conditions d'accès du personnel aux zones présentant un risque radiologique. D'une manière générale, un approfondissement des analyses des causes est nécessaire et les délais de transmission des comptes-rendus d'événements significatifs définitifs doivent faire l'objet d'une vigilance particulière. Dans tous les cas, l'ASN note une capacité de détection des événements significatifs du CEA satisfaisante.

Concernant les réexamens périodiques des installations,

l'exploitant a mis en place une organisation permettant d'engager la mise en œuvre des actions associées; l'ASN a signé en 2023 la décision fixant les prescriptions techniques au vu des conclusions du réexamen de l'INB 165. Le processus d'instruction du réexamen de l'INB 166 s'est quant à lui poursuivi dans de bonnes conditions.

Après des retards identifiés les années précédentes dans la réalisation des études, dans la programmation des projets et dans le calendrier de démantèlement des installations nucléaires de Fontenay-aux-Roses, le CEA a connu en 2023 l'arrêt de deux chantiers majeurs liés au démantèlement, pour des raisons contractuelles et techniques. La reprise de ces chantiers nécessitera des évolutions de choix techniques ou des modifications de certains aspects des projets qui pourraient avoir un impact sur la stratégie d'ensemble du démantèlement de l'INB 166. Le CEA doit préciser les conséquences attendues sur les éléments déjà transmis. Il doit poursuivre la mise en place d'actions fortes pour maîtriser et fiabiliser les délais associés à ces projets, en particulier ceux annoncés concernant la remise des études préparatoires aux chantiers de démantèlement.

Les sites et sols pollués en Île-de-France

En Île-de-France, la division de Paris contrôle les activités de dépollution de sites pollués radiologiques, et peut intervenir, notamment pour rendre des avis techniques sur les mesures de gestion de la pollution de sites envisagées par leurs propriétaires (voir chapitre 15, partie 4). Dans ce cadre, en 2023, elle a réalisé deux inspections respectivement sur le site de l'ancien fort de Vaujours et sur le site d'un ancien laboratoire de Marie Curie à Arcueil, et participé aux commissions de suivi de site de ces deux sites.

Au titre de son expertise sur ces enjeux, la division de Paris de l'ASN a également :

- contribué à la définition des mesures à prendre relatives à la gestion des pollutions radiologiques identifiées ou potentielles dans le cadre de l'exploitation d'une carrière de gypse sur le territoire des communes de Vaujours et de Coubron;
- émis trois avis concernant les mesures de gestion de la pollution radiologique de trois sites : le terrain d'un particulier en Essonne, un terrain industriel en Seine-et-Marne et l'institut Curie dans le 5^e arrondissement de Paris;
- créé et mis à jour des secteurs d'information sur les sols (SIS) concernant des pollutions radiologiques;
- suivi la réalisation des diagnostics de trois sites pollués en Seine-Saint-Denis, en vue de leur assainissement.



RÉGION Normandie

La division de Caen contrôle la sûreté nucléaire, la radioprotection et le transport de substances radioactives dans les 5 départements de la région [Normandie](#).

En 2023, l'ASN a réalisé 217 inspections en Normandie, dont 68 dans les centrales nucléaires de Flamanville, Paluel et Penly, 14 sur le chantier de construction du réacteur EPR Flamanville 3, 69 sur des installations du « cycle du combustible », de recherche ou en démantèlement, 46 dans le nucléaire de proximité, 11 dans le domaine du transport de substances radioactives et neuf concernant les organismes et laboratoires agréés par l'ASN.

En outre, 26 journées d'inspection du travail ont été réalisées dans les centrales nucléaires et sur le chantier de Flamanville 3.

En 2023, 11 événements significatifs classés au niveau 1 de l'échelle internationale des événements nucléaires et radiologiques ([échelle INES](#)) ont été déclarés à l'ASN, dont dix sur les INB et une dans le nucléaire de proximité.

Enfin, dans le cadre de leurs missions de contrôle, les inspecteurs de l'ASN ont dressé un procès-verbal.

CENTRALE NUCLÉAIRE DE FLAMANVILLE

La [centrale nucléaire de Flamanville](#), exploitée par EDF dans le département de la Manche, sur le territoire de la commune de Flamanville, à 25 km au sud-ouest de Cherbourg, est constituée de deux REP d'une puissance de 1300 mégawatts électriques (MWe) chacun, mis en service en 1985 et 1986. Le réacteur 1 constitue l'installation nucléaire de base (INB) 108, le réacteur 2, l'INB 109.

L'ASN considère que les performances de la centrale nucléaire de Flamanville en matière de sûreté nucléaire, de radioprotection et d'environnement rejoignent l'appréciation générale portée sur les centrales nucléaires d'EDF.

Dans le domaine de la sûreté nucléaire, l'ASN constate que les actions qui avaient été mises en œuvre par le site à la suite de sa mise sous surveillance renforcée en 2019 continuent d'être appliquées et font l'objet d'un processus d'amélioration satisfaisant pour ce qui concerne le maintien à niveau des installations ou encore la diffusion et l'application des fondamentaux de sûreté par les agents d'EDF et les prestataires.

Concernant la conduite et l'exploitation des réacteurs, l'ASN considère que les performances du site se sont consolidées. Le redémarrage du réacteur 1 à l'issue du remplacement des générateurs de vapeur (GV) s'est globalement bien passé. Le site a fait face de façon satisfaisante aux différentes opérations de conduite des deux réacteurs liées à des défauts de matériels. Néanmoins, l'année 2023 a encore été marquée par un nombre important d'événements significatifs en lien avec un non-respect du référentiel d'exploitation. L'ASN restera vigilante en 2024 sur l'amélioration de la rigueur d'exploitation des réacteurs et sur les actions que le site s'est engagé à mener concernant la gestion des configurations des circuits et des équipements.

D'une manière générale, l'ASN considère que les opérations de maintenance ont été réalisées de manière maîtrisée par l'exploitant. L'ASN note positivement la pérennité et la robustesse du plan d'action du site concernant le risque de corrosion des matériels.

Les outils de suivi des systèmes utilisés par l'exploitant sont de bonne qualité et permettent de disposer d'une représentation fidèle de leur état. La coordination et la surveillance par l'exploitant des chantiers à enjeux seront des points d'attention portés par l'ASN en 2024, notamment lors des deux arrêts de réacteurs programmés.

Les performances du site en matière de radioprotection sont en légère amélioration sur l'année 2023. L'ASN souligne que le processus d'identification et de déclaration des événements significatifs pour la radioprotection est efficace. Des améliorations sont néanmoins attendues en matière de gestion du zonage déchets et du risque de dispersion de la contamination.

En matière de protection de l'environnement, l'ASN observe une situation en légère amélioration. L'ASN souligne le respect des rejets et la maîtrise des conditions d'entreposage et d'utilisation des substances dangereuses pour l'environnement. Néanmoins, le maintien en l'état de la station de minéralisation et du déshuileur doit faire l'objet d'une attention particulière de l'exploitant. Concernant la réalisation des transports internes et externes, malgré une amélioration de l'organisation constatée sur l'année 2023, des progrès sont encore attendus notamment sur la surveillance des activités sous-traitées.

En matière d'inspection du travail, l'ASN considère que l'exploitant doit être vigilant sur les conditions de travail à proximité des nouveaux générateurs de vapeur du réacteur 1 et doit anticiper l'évolution de l'encombrement pour le remplacement à venir de ceux du réacteur 2. Des améliorations sont également attendues sur le contenu et la profondeur des analyses des accidents et presque accidents du travail pour éviter leur réitération.

CENTRALE NUCLÉAIRE DE PALUEL

La [centrale nucléaire de Paluel](#), exploitée par EDF dans le département de la Seine-Maritime, sur le territoire de la commune de Paluel, à 30 km au sud-ouest de Dieppe, est constituée de quatre réacteurs à eau sous pression (REP) d'une puissance de 1300 MWe chacun, mis en service entre 1984 et 1986. Les réacteurs 1, 2, 3 et 4 constituent respectivement les INB 103, 104, 114 et 115.

La centrale nucléaire dispose d'une des bases régionales de la Force d'action rapide du nucléaire (FARN), force spéciale d'intervention créée en 2011 par EDF, à la suite de l'[accident survenu à la centrale nucléaire de Fukushima](#) au Japon. Son objectif est d'intervenir, en situation pré-accidentelle ou accidentelle, sur n'importe quelle centrale nucléaire en France, en apportant des renforts humains et des moyens matériels de secours.

L'ASN considère que les performances de la centrale nucléaire de Paluel en matière de sûreté nucléaire, de radioprotection et de protection de l'environnement rejoignent globalement l'appréciation générale portée sur les centrales nucléaires d'EDF.

En matière de sûreté nucléaire, l'ASN considère que les performances de la centrale nucléaire sont satisfaisantes. Néanmoins, des progrès sont attendus en matière de configuration des circuits, afin de se conformer aux consignes d'exploitation et aux pratiques de fiabilisation. L'année 2023 a été marquée par la survenue de plusieurs indisponibilités d'équipements du contrôle-commande ayant nécessité des replis de réacteur, qui traduisent un problème de fiabilité de ces matériels. Par ailleurs, à la suite de deux inspections ayant montré des manquements dans le caractère opérationnel des gammes d'utilisation des matériels de crise, l'ASN attend des améliorations significatives sur la gestion de leur déploiement en situation d'urgence.

En matière de maintenance, l'ASN note que les trois arrêts de réacteur pour maintenance et rechargement en combustible se sont globalement bien déroulés. L'ASN note toutefois que l'organisation du site pour caractériser les écarts en phase de réalisation des travaux n'est pas suffisamment robuste et doit progresser. Des documents opérationnels incorrects ou mal appliqués sont également à l'origine d'opérations de maintenance inadaptées ou de défauts de qualité de maintenance. Le site doit intensifier ses efforts pour que les personnels s'approprient les enjeux de sûreté avant intervention, et doit améliorer la surveillance des travaux.

En matière de radioprotection, l'ASN note une bonne maîtrise de la propreté radiologique des installations et de la tenue des chantiers à enjeu dosimétrique. Cependant, l'ASN considère que le site doit poursuivre les actions engagées afin de corriger les anomalies comportementales récurrentes relatives au non-respect des procédures d'accès en zone orange et au manque de culture de radioprotection.

Concernant la protection de l'environnement, l'ASN considère que la centrale nucléaire de Paluel a obtenu des résultats satisfaisants en matière de surveillance de l'environnement et relève une amélioration à la suite des dispositions prises pour réduire les rejets de gaz appauvrissant la couche d'ozone.



Le parc d'installations et d'activités à contrôler comporte :

• des installations nucléaires de base :

- les centrales nucléaires, exploitées par EDF, de Flamanville (2 réacteurs de 1300 MWe), Paluel (4 réacteurs de 1300 MWe) et Penly (2 réacteurs de 1300 MWe),
- le chantier de construction du réacteur EPR Flamanville 3,
- l'établissement de retraitement de combustibles nucléaires usés d'Orano de La Hague,
- le Centre de stockage de la Manche (CSM) de l'Agence nationale pour la gestion des déchets radioactifs (Andra),
- le grand accélérateur national d'ions lourds (Ganil) à Caen;

• des activités nucléaires de proximité du domaine médical :



Chapitre 7
p. 204

- 8 services de radiothérapie externe (27 appareils),
- 1 service de protonthérapie,
- 3 services de curiethérapie,
- 12 services de médecine nucléaire,
- 50 établissements mettant en œuvre des pratiques interventionnelles radioguidées,
- 70 scanners,
- environ 2100 appareils de radiologie médicale et dentaire;

• des activités nucléaires de proximité du domaine industriel, vétérinaire et de la recherche :



Chapitre 8
p. 242

- environ 450 établissements industriels et de recherche, dont 20 entreprises exerçant une activité de radiographie industrielle,
- 5 accélérateurs de particules, dont 1 cyclotron,
- 21 laboratoires, principalement implantés dans les universités de la région,
- 5 entreprises utilisant des gammadensimètres,
- environ 260 cabinets ou cliniques vétérinaires pratiquant le radiodiagnostic, 1 centre de recherche équine et 1 centre hospitalier équin;

• des activités liées au transport de substances radioactives ;



Chapitre 9
p. 274

• des laboratoires et organismes agréés par l'ASN :

- 9 sièges de laboratoires pour les mesures de la radioactivité de l'environnement,
- 1 organisme pour le contrôle de la radioprotection.

Néanmoins, l'ASN a relevé des lacunes en matière de gestion des déchets et une attention particulière doit être portée par l'exploitant à la gestion du transport interne des matières dangereuses.

En matière d'inspection du travail, l'ASN constate que les exigences de sécurité sont connues et respectées par les intervenants. Le site doit poursuivre le travail engagé sur ce sujet, notamment en ce qui concerne la gestion du risque de chute de hauteur et la gestion des bouteilles de gaz sous pression. Les contrôles réalisés par l'ASN ont mis en évidence également des écarts concernant l'application de la réglementation relative aux jeunes travailleurs.

CENTRALE NUCLÉAIRE DE PENLY

La [centrale nucléaire de Penly](#), exploitée par EDF dans le département de la Seine-Maritime, sur le territoire de la commune de Penly, à 15 km au nord-est de Dieppe, est constituée de deux REP d'une puissance de 1300 MWe chacun, mis en service entre 1990 et 1992. Le réacteur 1 constitue l'INB 136, le réacteur 2 l'INB 140.

L'ASN considère que les performances de la centrale nucléaire de Penly en matière de sûreté nucléaire rejoignent globalement l'appréciation générale portée sur les centrales nucléaires d'EDF et que ses performances en matière de radioprotection et de protection de l'environnement se distinguent favorablement par rapport à l'appréciation générale que l'ASN porte sur le parc nucléaire d'EDF.

En matière de sûreté nucléaire, l'ASN considère que la rigueur d'exploitation est en léger progrès malgré des fragilités persistantes. En effet, les phases de redémarrage des réacteurs ont fait l'objet de plusieurs déclarations d'événements significatifs pour la sûreté en raison de lacunes dans la réalisation d'opérations de lignage, de défaillances dans l'analyse d'essais périodiques ou encore de manquements dans l'exhaustivité des documents d'exploitation. L'ASN estime qu'une vigilance particulière doit être portée sur la qualité de la préparation des activités et des documents associés notamment aux activités d'exploitation courante (essais périodiques, lignages, etc.), et sur l'amélioration de la prise en compte des facteurs sociaux, organisationnels et humains.

L'exploitant a finalisé en 2023 le programme de contrôles et d'expertises, ainsi que les réparations sur les circuits concernés, faisant suite à la détection de fissures liées à de la corrosion sous contrainte. L'année 2023 a également été marquée par la fin de l'arrêt pour visite décennale du réacteur 1, avec la réalisation de l'épreuve hydraulique du circuit primaire principal et de l'épreuve de l'enceinte du bâtiment réacteur, qui

se sont bien déroulées. Les opérations de maintenance lors de l'arrêt du réacteur 2 ont été globalement maîtrisées. L'ASN a toutefois constaté des lacunes concernant la traçabilité des opérations de maintenance, qui n'avaient pas été détectées à l'occasion des contrôles internes. Une plus grande rigueur est attendue sur ce sujet. Aussi, l'ASN considère que la centrale doit poursuivre ses efforts pour éviter les non-qualités de maintenance dues à des défauts d'ergonomie ou de complétude des documents, ou bien à des fragilités organisationnelles.

Dans le domaine de la radioprotection, l'ASN considère que des progrès ont été réalisés en matière d'organisation, notamment dans le cadre de la mise en place des pôles de compétence en radioprotection. Les inspections menées ont permis de constater une bonne tenue des chantiers et d'une manière générale une gestion satisfaisante du risque de contamination. Néanmoins, des améliorations sont attendues sur la conformité des sauts de zone et la préparation des activités.

Concernant la protection de l'environnement, l'ASN considère que la centrale nucléaire de Penly a obtenu des résultats satisfaisants en matière de gestion des déchets et relève une amélioration des dispositions prises pour la maîtrise des rejets de gaz appauvrissant la couche d'ozone. Néanmoins, des progrès sont attendus dans la surveillance de l'aire d'entreposage des tubes guides de grappe. L'ASN a pu observer dans le cadre d'un exercice inopiné une organisation satisfaisante des équipes de la centrale pour la gestion d'une situation de crise non radiologique.

En matière d'inspection du travail, l'ASN constate que les exigences de sécurité sont globalement connues et respectées par les intervenants. Cependant, les contrôles ont ponctuellement mis en évidence des écarts concernant la prévention des risques vitaux (anoxie, levage, etc.), ainsi que la prévention vis-à-vis des risques d'incendie.

CHANTIER DE CONSTRUCTION DU RÉACTEUR EPR – FLAMANVILLE 3

Après délivrance du [décret d'autorisation de création \(DAC\) n° 2007-534 du 10 avril 2007](#) et du permis de construire, le [réacteur EPR de Flamanville](#) est en construction depuis septembre 2007. Depuis décembre 2023, le site est entré dans une phase de travaux de préparation au chargement du combustible dans le réacteur.

De manière globale, l'ASN relève qu'un travail important a été mené en 2023, qu'il s'agisse de l'achèvement de l'installation, de la préparation et la réalisation des essais de requalification à chaud, mais également du déploiement des organisations d'exploitation et de la montée en compétence des agents. L'ASN restera néanmoins vigilante au solde des activités préalables à la mise en service, notamment en matière d'achèvement de l'installation, d'essais de démarrage et d'élaboration des procédures opérationnelles d'exploitation.

En 2023, EDF a poursuivi l'analyse et la résorption d'écarts, dont la finalisation de la remise à niveau des soudures des circuits secondaires principaux, avec l'achèvement du soudage des tuyauteries, la réalisation de contrôles non destructifs et des traitements thermiques de détensionnement, ainsi que

la réalisation des épreuves hydrauliques de ces circuits. Outre les inspections du fabricant et de l'organisme mandaté, l'ASN a mené une campagne de quatre inspections d'EDF en 2023 portant sur ces activités et la surveillance réalisée par EDF. L'ASN considère que les différents intervenants ont mis en œuvre une organisation et une surveillance des activités satisfaisantes vis-à-vis du haut niveau de qualité de réalisation visé pour ces soudures, ce qui permet ainsi de se conformer aux exigences du référentiel d'exclusion de rupture.

L'ASN a constaté en 2022 que de nombreuses activités restaient à réaliser pour la finalisation de l'aménagement des installations (notamment le traitement des écarts, certains essais de démarrage, plusieurs modifications de matériels ainsi que des activités de finition). En ce sens, l'ASN a demandé à EDF de lui présenter un avancement périodique de l'achèvement des installations et a initié une campagne de contrôle au travers de six inspections dédiées. Par ailleurs, une partie de l'inspection de revue de mai 2023 a été dédiée à ce sujet afin de contrôler la prise en compte par EDF des activités restant à mener et de s'assurer de la planification de leur traitement

• NORMANDIE •

avant la mise en service du réacteur. L'ASN a relevé la mise en place d'une organisation dédiée par EDF et la mise en œuvre d'actions correctives appropriées en réponse aux demandes de l'ASN. Ainsi, l'ASN considère qu'un travail important a été mené depuis plusieurs années sur le sujet, permettant d'obtenir un état de finition satisfaisant. Elle restera néanmoins vigilante au solde des activités le nécessitant avant la mise en service.

L'ASN a poursuivi son contrôle des essais de démarrage et notamment de la phase de requalification à chaud des matériels. Deux inspections ont porté sur la préparation de cette phase et l'identification et la levée des derniers préalables à son lancement. L'ASN a également mené une inspection renforcée de trois jours, mobilisant huit inspecteurs et quatre experts de l'Institut de radioprotection et de sûreté nucléaire (IRSN) pendant les essais. L'ASN considère que la préparation, la réalisation et l'analyse des essais ont été effectués de manière satisfaisante. L'ASN instruit le bilan de ces essais, transmis en fin d'année 2023, dans le cadre de la demande d'autorisation de mise en service du réacteur. En 2024, l'ASN poursuivra son instruction dans le cadre de la réalisation des essais préalables à la mise en service du réacteur, puis des essais de comportement du cœur du réacteur et de l'instrumentation associée.

En parallèle de l'achèvement de la construction, EDF prépare la future exploitation du réacteur, avec des équipes dédiées tant en matière de définition et de mise en œuvre des organisations, de gestion des compétences que d'élaboration et d'appropriation des ressources documentaires et matérielles nécessaires à l'exploitation. Sur ce sujet, l'ASN a demandé à EDF de lui présenter un avancement périodique de cette préparation, et a mené deux inspections en 2023, en plus de l'inspection de revue de mai 2023 sur la préparation à l'exploitation.

Lors de cette inspection de cinq jours ayant mobilisé 15 inspecteurs et 11 experts de l'IRSN, l'ASN a relevé que les organisations d'exploitation étaient définies et pour la plupart déjà mises en œuvre et que les agents avaient une bonne connaissance de l'installation. Néanmoins, l'ASN a noté qu'un travail important restait à mener notamment sur l'élaboration de la documentation opérationnelle pour la conduite et la maintenance de l'installation. L'ASN procédera en 2024 à une inspection de récolement avant la mise en service pour s'assurer que les actions définies en réponse aux demandes de l'ASN ont bien été mises en œuvre et qu'elles répondent aux objectifs fixés.

Depuis 2020, de nombreux systèmes, structures et composants ont été placés en conservation durant les travaux réalisés sur les circuits secondaires principaux. Après un examen de la démarche définie par EDF, l'ASN a mené plusieurs inspections visant à contrôler sa mise en œuvre. L'inspection par l'ASN en 2023 a permis de constater que la stratégie d'EDF s'est avérée satisfaisante au vu des actes de maintenance complémentaires mis en œuvre et des vérifications menées sur les équipements à la sortie de la phase de conservation.

L'ASN assure également les missions d'inspection du travail sur le chantier du réacteur EPR de Flamanville. En 2023, outre le contrôle du respect par les entreprises intervenant sur le chantier des dispositions relatives au droit du travail, l'ASN a notamment poursuivi l'examen de la conformité des installations en matière d'évacuation et de risques d'incendie. L'ASN considère que l'organisation de la sécurité est globalement adaptée au regard de la réglementation et permettra un transfert des installations au futur exploitant dans de bonnes conditions.

CENTRE DE STOCKAGE DE LA MANCHE

Mis en service en 1969, le Centre de stockage de la Manche (CSM) fut le premier centre de stockage de déchets radioactifs exploité en France. 527 225 m³ de colis de déchets y sont stockés. Les derniers colis de déchets ont été pris en charge par ce centre en juillet 1994. Le CSM est réglementairement en phase de démantèlement (opérations préalables à sa fermeture) jusqu'à la fin de la mise en place de la couverture pérenne. Une décision de l'ASN précisera la date de fermeture du stockage (passage en phase de surveillance), ainsi que la durée minimale de la phase de surveillance.

L'instruction du dossier d'orientations du réexamen périodique du CSM avait abouti à des demandes particulières de l'ASN fin 2017, portant notamment sur la justification des principes techniques de mise en œuvre de la couverture pérenne, le dispositif mémoriel et la mise à jour de l'étude d'impact.

L'ASN instruit actuellement le rapport de réexamen périodique transmis par l'Andra en 2019. L'inspection de réexamen périodique conduite dans ce cadre a permis de relever que le processus de réexamen a été conduit de façon globalement satisfaisante par l'exploitant. Toutefois, des points de vigilance

concernent le changement de géo-membrane en cas de perte d'intégrité, la formalisation du contrôle de second niveau et le plan d'action (actualisation et niveau de précision). Une réunion du Groupe permanent d'experts pour les déchets (GPD) relatif au réexamen périodique du CSM s'est tenue le 1^{er} février 2022, qui a souligné que les engagements pris par l'exploitant permettent d'envisager une poursuite du fonctionnement pour les dix ans suivant le dépôt du dossier. Le projet de décision concernant la poursuite d'exploitation du centre a été soumis à la [consultation du public en décembre 2023](#).

En 2023, l'ASN considère que l'organisation définie et mise en œuvre pour l'exploitation des installations du CSM est globalement satisfaisante en matière de sûreté, de radioprotection et de surveillance de l'environnement. En particulier, l'exploitant met en œuvre une organisation adaptée à la surveillance du centre et de son environnement, ainsi qu'au respect des engagements, qu'il s'agisse des suites d'inspections ou de la démarche de réexamen périodique. L'exploitant devra toutefois conforter les pratiques associées au cadre nouveau des pôles de compétence en radioprotection.

GRAND ACCÉLÉRATEUR NATIONAL D'IONS LOURDS

Le groupement d'intérêt économique Ganil a été autorisé en 1980 à créer un accélérateur d'ions à Caen ([INB 113](#)). Cette installation de recherche produit, accélère et distribue dans des salles d'expérience des faisceaux d'ions à différents niveaux d'énergie pour étudier la structure de l'atome. Les faisceaux de forte énergie produisent des champs importants de rayonnements ionisants, activant les matériaux en contact, qui émettent alors des rayonnements ionisants, même après l'arrêt des faisceaux. L'irradiation constitue donc le risque principal du Ganil.

Les « noyaux exotiques » sont des noyaux qui n'existent pas à l'état naturel sur Terre. Ils sont créés artificiellement dans le Ganil pour des expériences de physique nucléaire sur les origines et la structure de la matière. Afin de produire ces noyaux exotiques, le Ganil a été autorisé en 2012 à construire la phase 1 du projet SPIRAL2, dont la [mise en service a été autorisée par l'ASN en 2019](#).

Un nouveau projet est en cours de réalisation sur le site avec l'installation « Désintégration, Excitation et Stockage d'Ions Radioactifs », dite « DESIR ». Le projet DESIR aura pour fonction première la création de nouveaux espaces d'expérimentation sur la base de faisceaux d'ions radioactifs issus des installations SPIRAL1 et S3 (aire expérimentale de l'installation SPIRAL2 phase 1).

Ce projet s'accompagne d'une modification du périmètre de l'INB. L'instruction de ce dossier s'est poursuivie en 2023, avec la tenue de l'enquête publique à l'issue de laquelle le commissaire enquêteur a émis un avis favorable. Par la suite, le permis de construire a été délivré et les travaux ont été engagés.

L'instruction du second réexamen de sûreté de l'installation est également en cours. L'ASN a demandé en août de compléter le rapport de conclusions du réexamen, l'exploitant a fourni ces éléments en décembre 2023. Une inspection de ce réexamen a été réalisée le 20 décembre, elle a permis de constater les progrès du Ganil dans la définition des exigences définies associées aux activités et éléments importants pour la protection des intérêts, même si l'intégration de ces évolutions dans le référentiel d'exploitation reste à finaliser.

Du point de vue de la sûreté nucléaire, l'ASN considère que l'exploitant a su mettre en œuvre une organisation satisfaisante. Il a su également rendre plus robuste son organisation de la radioprotection.

Cependant, il est attendu plus de rigueur dans le renseignement des documents liés aux contrôles et essais périodiques et une vigilance accrue concernant le respect strict des périodicités réglementaires.

Site de La Hague

L'établissement [Orano de La Hague](#) est implanté sur la pointe nord-ouest de la presqu'île du Cotentin, dans le département de la Manche (50), à 20 km à l'ouest de Cherbourg et à 6 km du cap de La Hague. Le site se trouve à une quinzaine de kilomètres des îles anglo-normandes.

LES USINES DE RETRAITEMENT ORANO RECYCLAGE DE LA HAGUE EN FONCTIONNEMENT

Les usines de La Hague, destinées au traitement des assemblages de combustibles irradiés dans les réacteurs nucléaires, sont exploitées par Orano Recyclage La Hague.

La mise en service des différents ateliers des usines de traitement des combustibles et conditionnement des déchets UP3-A ([INB 116](#)) et UP2-800 ([INB 117](#)) et de la Station de traitement des effluents (STE3 – [INB 118](#)) s'est déroulée de 1986 (réception et entreposage des assemblages de combustibles usés) à 2002 (atelier de traitement du plutonium R4), avec la mise en service de la majorité des ateliers de procédé en 1989-1990.

Les [décrets du 10 janvier 2003](#) fixent la capacité individuelle de traitement de chacune des deux usines à 1 000 tonnes par an (t/an), comptées en quantité d'uranium et de plutonium contenus dans les assemblages de combustible avant irradiation (passage en réacteur), et limitent la capacité

totale des deux usines à 1 700 t/an. Les limites et conditions de rejet et de prélèvement d'eau du site sont définies par deux décisions de l'ASN [n° 2022-DC-724](#) et [n° 2022-DC-0725 du 16 juin 2022](#).

Les opérations réalisées dans les usines

Les usines de retraitement comprennent plusieurs unités industrielles, chacune destinée à une opération particulière. On distingue ainsi les installations de réception et d'entreposage des assemblages de combustible usés, de cisailage et de dissolution de ceux-ci, de séparation chimique des produits de fission, de l'uranium et du plutonium, de purification de l'uranium et du plutonium et de traitement des effluents, ainsi que de conditionnement des déchets.

À leur arrivée dans les usines, les assemblages de combustibles usés disposés dans leurs emballages de transport sont déchargés soit « sous eau » en piscine, soit « à sec » en cellule blindée étanche. Les assemblages sont alors entreposés dans des piscines pour refroidissement.

LES INSTALLATIONS DE LA HAGUE

LES INSTALLATIONS ARRÊTÉES, EN DÉMANTÈLEMENT

INB 80 • Atelier haute activité oxyde (HAO):

- HAO/Nord: atelier de déchargement « sous eau » et d'entreposage des éléments combustibles usés,
- HAO/Sud: atelier de cisailage et de dissolution des éléments combustibles usés;

INB 33 • Usine UP2-400, première unité de retraitement:

- HA/DE: atelier de séparation de l'uranium et du plutonium des produits de fission,
- HAPF/SPF (1 à 3): atelier de concentration et d'entreposage des produits de fission,
- MAU: atelier de séparation de l'uranium et du plutonium, de purification et d'entreposage de l'uranium sous forme de nitrate d'uranyle,
- MAPu: atelier de purification, de conversion en oxyde et de premier conditionnement de l'oxyde de plutonium,
- LCC: laboratoire central de contrôle qualité des produits,
- ACR: atelier de conditionnement des résines;

INB 38 • Installation STE2, collecte, traitement des effluents et entreposage des boues de précipitation et atelier AT1, installation prototype en cours de démantèlement;

INB 47 • Atelier ELAN IIB, installation de recherche en cours de démantèlement.

LES INSTALLATIONS EN FONCTIONNEMENT

INB 116 • Usine UP3-A:

- T0: atelier de déchargement à sec des éléments combustibles usés,
- Piscines D et E: piscines d'entreposage des éléments combustibles usés,
- T1: atelier de cisailage des éléments combustibles, de dissolution et de clarification des solutions obtenues,
- T2: atelier de séparation de l'uranium, du plutonium et des produits de fission, et de concentration/entreposage des solutions de produits de fission,
- T3/T5: ateliers de purification et d'entreposage du nitrate d'uranyle,
- T4: atelier de purification, de conversion en oxyde et de conditionnement du plutonium,

- T7: atelier de vitrification des produits de fission,
- BSI: atelier d'entreposage de l'oxyde de plutonium,
- BC: salle de conduite de l'usine, atelier de distribution des réactifs et laboratoires de contrôle de marche du procédé,
- ACC: atelier de compactage des coques et embouts,
- AD2: atelier de conditionnement des déchets technologiques,
- ADT: aire de transit des déchets,
- EDS: entreposage de déchets solides,
- E/D EDS: atelier de désentreposage/entreposage de déchets solides,
- ECC: ateliers d'entreposage et de reprise des déchets technologiques et de structures conditionnés,
- E/EV Sud-Est: atelier d'entreposage des résidus vitrifiés,
- E/EV/LH et E/EV/LH 2: extensions de l'entreposage des résidus vitrifiés;

INB 117 • Usine UP2-800:

- NPH: atelier de déchargement « sous eau » et d'entreposage des éléments combustibles usés en piscine,
- Piscine C: piscine d'entreposage des éléments combustibles usés,
- R1: atelier de cisailage des éléments combustibles, de dissolution et de clarification des solutions obtenues (incluant l'URP: atelier de redissolution du plutonium),
- R2: atelier de séparation de l'uranium, du plutonium et des produits de fission et de concentration des solutions de produits de fission (incluant l'UCD: unité centralisée de traitement des déchets alpha),
- SPF (4, 5, 6): ateliers d'entreposage des produits de fission,
- R4: atelier de purification, de conversion en oxyde et de premier conditionnement de l'oxyde de plutonium,
- BST1: atelier de deuxième conditionnement et d'entreposage de l'oxyde de plutonium,
- R7: atelier de vitrification des produits de fission,
- AML • AMEC: ateliers de réception et d'entretien des emballages;

INB 118 • Installation STE3, collecte, traitement des effluents et entreposage des colis bitumés:

- E/D EB: entreposage/désentreposage des déchets alpha,
- MDS/B: minéralisation des déchets de solvant.

Ils sont ensuite cisailés et dissous dans l'acide nitrique, afin de séparer les morceaux de gaine métallique du combustible nucléaire usé. Les morceaux de gaine, insolubles dans l'acide nitrique, sont évacués du dissolvant, rincés à l'acide puis à l'eau et transférés vers une unité de compactage et de conditionnement.

La solution d'acide nitrique comprenant les substances radioactives dissoutes est ensuite traitée, afin d'en extraire l'uranium et le plutonium et d'y laisser les produits de fission et les autres éléments transuraniens.

Après purification, l'uranium est concentré et entreposé sous forme de nitrate d'uranyle ($\text{UO}_2(\text{NO}_3)_2$). Il est destiné à être converti, dans l'installation TU5 du site du Tricastin, en un composé solide stable (U_3O_8). L'uranium issu de ce procédé est dit « uranium de retraitement ».

Après purification et concentration, le plutonium est précipité par de l'acide oxalique, séché, calciné en oxyde de plutonium, conditionné en boîtes étanches et entreposé. Le plutonium est ensuite destiné à la fabrication de combustibles MOX (Mélange d'Oxydes) dans l'usine Orano de Marcoule (MeloX).

Les effluents et les déchets produits par le fonctionnement des usines

Les produits de fission et autres éléments transuraniens issus du retraitement sont concentrés, vitrifiés et conditionnés en colis standards de déchets vitrifiés (CSD-V). Les morceaux de gaines métalliques sont compactés et conditionnés en colis standards de déchets compactés (CSD-C).

Par ailleurs, les opérations de retraitement décrites au paragraphe précédent mettent en œuvre des procédés chimiques et mécaniques qui, par leur exploitation, produisent des effluents gazeux et liquides, ainsi que des déchets solides.

• NORMANDIE •

Les déchets solides sont conditionnés sur le site, soit par compactage, soit par enrobage dans du ciment. Les déchets radioactifs solides issus du traitement des assemblages de combustibles usés dans des réacteurs français sont, selon leur composition, envoyés au Centre de stockage de l'Aube (CSA) ou entreposés sur le site Orano Recyclage de La Hague dans l'attente d'une solution pour leur stockage définitif (notamment les colis CSD-V et les colis CSD-C).

Conformément à l'article L. 542-2 du code de l'environnement, les déchets radioactifs issus du traitement des assemblages de combustibles usés d'origine étrangère sont réexpédiés à leurs propriétaires. Cependant, il est impossible de séparer physiquement les déchets en fonction des combustibles dont ils proviennent. Afin de garantir une répartition équitable des déchets issus du traitement des combustibles de ses différents clients, l'exploitant a proposé un système comptable permettant le suivi des entrées et des sorties de l'usine de La Hague. Ce système, appelé « système EXPER », a été approuvé par [arrêté du 2 octobre 2008](#) du ministre chargé de l'énergie.

Les effluents gazeux se dégagent principalement lors du cisailage des assemblages et pendant l'opération de dissolution. Le traitement de ces effluents gazeux s'effectue par lavage dans une unité de traitement des gaz. Les gaz radioactifs résiduels, en particulier le krypton et le tritium, sont contrôlés avant d'être rejetés dans l'atmosphère.

Les effluents liquides sont traités et généralement recyclés. Certains radionucléides, tels que l'iode et le tritium, sont dirigés, après contrôle, vers l'émissaire marin de rejet en mer. Cet émissaire, comme les autres émissaires du site, sont soumis à des limites de rejet. Les autres effluents sont dirigés vers des unités de conditionnement du site (matrice solide de verre ou de bitume).

LES OPÉRATIONS DE MISE À L'ARRÊT DÉFINITIF ET DÉMANTÈLEMENT DE CERTAINES INSTALLATIONS

L'ancienne usine de traitement des combustibles irradiés UP2-400 ([INB 33](#)) a été mise en service en 1966 et est arrêtée définitivement depuis le 1^{er} janvier 2004.

L'arrêt définitif concerne également trois INB associées à l'usine UP2-400 : l'[INB 38](#) (qui regroupe la Station de traitement des effluents et des déchets solides n° 2 – STE2 – et l'Atelier de traitement des combustibles nucléaires oxyde n° 1 – ATI), l'[INB 47](#) (atelier de fabrication de sources radioactives – ELAN IIB) et l'[INB 80](#) (atelier « haute activité oxyde » – HAO).

Orano a transmis en avril 2018 deux demandes d'autorisation de démantèlement partiel des INB 33 et 38. Les reports demandés par l'exploitant conduisent à des échéances de fin de démantèlement en 2046 et 2043, au lieu de la date de 2035 actuellement prescrite pour les deux INB. À la suite des compléments apportés au dossier par Orano concernant, d'une part, la suppression des interactions en cas de séisme entre l'atelier MAPU et l'atelier BST1, et d'autre part, le mémoire en réponse à l'avis de l'autorité environnementale, l'enquête publique s'est déroulée du 20 octobre au 20 novembre 2020. À l'issue de celle-ci, la commission d'enquête a émis un avis favorable. L'ASN a ensuite émis en juillet 2022 un avis sur les projets de décrets. Les décrets [n° 2022-1480](#) et [n° 2022-1481](#) en date du 28 novembre 2022 ont été publiés au *Journal Officiel* du 29 novembre 2022.

L'ASN note que les reports d'échéances demandés sont significatifs et dus en grande partie aux retards pris dans la reprise et le conditionnement des déchets anciens (RCD). De ce fait, l'ASN poursuivra en 2024 sa démarche de contrôle de la gestion de ces projets.



FAITS MARQUANTS DE L'ANNÉE 2023

Évaporateurs concentrateurs de produits de fission

Au sein des ateliers R2 et T2, six évaporateurs sont utilisés afin de concentrer les solutions de produits de fission, avant que celles-ci ne soient traitées par vitrification. À l'issue de mesures d'épaisseur des parois de ces équipements menées dans le cadre des réexamens périodiques des installations à partir de 2012, il a été constaté une corrosion plus avancée que prévu à la conception. L'ASN a donc décidé d'encadrer réglementairement la poursuite du fonctionnement de ces équipements afin que la surveillance de ces évaporateurs soit renforcée et que des moyens supplémentaires permettant de limiter les conséquences d'une éventuelle fuite ou rupture soient installés. Dans le cadre de cette surveillance particulière, des mesures d'épaisseur réalisées sur l'évaporateur 4120.23

de l'atelier T2 en septembre 2021 avaient montré que le critère opérationnel d'arrêt de l'évaporateur était atteint, ce qui avait conduit Orano à ne pas redémarrer cet équipement.

Pour remplacer ces évaporateurs, Orano construit de nouveaux ateliers, dénommés « Nouvelles concentrations des produits de fission » (NCPF) et comprenant six nouveaux évaporateurs. Ce projet, particulièrement complexe, a nécessité plusieurs autorisations et a fait l'objet de deux décisions de l'ASN en 2021, portant sur le raccordement actif du procédé des trois évaporateurs de NCPF T2, d'une part, et des trois évaporateurs de NCPF R2 d'autre part.

En ce qui concerne le projet NCPF T2, l'ASN a délivré l'autorisation de mise en service actif du projet le 16 septembre 2022. L'atelier T2 a été mis à l'arrêt au début du mois de septembre 2022 afin de procéder aux opérations de raccordement des nouveaux évaporateurs aux installations

existantes et de poursuivre les essais préalables à la mise en service qui est intervenue mi-avril 2023, sans retard significatif par rapport au planning initial. Dans le cadre de ce projet, l'ASN a effectué deux inspections relatives aux essais conduits par l'exploitant en 2022 et une inspection en février 2023.

Le projet NCPF R2 est décalé d'environ une année par rapport à NCPF T2 ; ainsi, les premiers essais ont été engagés en fin d'année 2022.

Les opérations de raccordement des nouveaux évaporateurs aux installations existantes sont engagées depuis octobre 2023 et la mise en service est prévue en 2024. Dans le cadre de ce projet, l'ASN a effectué une inspection relative aux essais conduits par l'exploitant en 2023, ce qui a permis de constater que le projet NCPF R2 bénéficie effectivement du retour d'expérience du projet NCPF T2. L'ASN poursuivra ses actions de contrôle relatives au projet NCPF R2 en 2024.

LES OPÉRATIONS DE REPRISE ET DE CONDITIONNEMENT DES DÉCHETS ANCIENS

Contrairement aux déchets conditionnés directement en ligne, que produisent les nouvelles usines UP2-800 et UP3-A de La Hague, la majeure partie des déchets produits par la première usine UP2-400 ont été entreposés en vrac, sans conditionnement définitif. Les opérations de reprise de ces déchets sont complexes et nécessitent la mise en œuvre de moyens importants. Elles présentent des enjeux de sûreté et de radioprotection majeurs, que l'ASN contrôle particulièrement.

La reprise des déchets contenus dans les entreposages anciens du site de La Hague constitue, en outre, un préalable aux opérations de démantèlement et d'assainissement de ces installations.

Reprise et conditionnement des boues de STE2

La station STE2 servait à collecter les effluents de l'usine UP2-400, à les traiter et à entreposer les boues de précipitation issues du traitement. Les boues de STE2 sont ainsi les précipités qui fixent l'activité radiologique contenue dans les effluents; elles sont entreposées dans sept silos. Une partie des boues a été enrobée dans du bitume et conditionnée dans des fûts en acier inoxydable dans l'atelier STE3. À la suite de l'interdiction du bitumage par l'ASN en 2008, Orano a étudié d'autres modes de conditionnement pour les boues non conditionnées ou entreposées.

Le scénario concernant la reprise et le conditionnement des boues de STE2 présenté en 2010 était découpé en trois étapes:

- reprise des boues entreposées dans des silos de STE2 (INB 38);
- transfert et traitement, initialement envisagé par séchage et compactage, dans STE3 (INB 118);
- conditionnement des pastilles obtenues en colis « C5 », en vue du stockage en couche géologique profonde.

L'ASN a autorisé la première phase de travaux pour la reprise des boues de STE2 en 2015. Le DAC de STE3 a été modifié par [décret du 29 janvier 2016](#), afin de permettre l'implantation du procédé de traitement des boues de STE2.

Fin 2017, Orano a cependant informé l'ASN que le procédé retenu pour le traitement des boues dans STE3 pouvait entraîner des difficultés pour l'exploitation et la maintenance des équipements. Orano a proposé un scénario alternatif par centrifugation et a transmis en août 2019 un dossier d'options de sûreté (DOS), qui repose cependant sur des hypothèses encore trop peu étayées. Une inspection réalisée fin 2019 a confirmé que le projet n'était pas suffisamment mûr pour que l'ASN puisse donner un avis sur ce DOS.

En 2022, dans le cadre des échanges techniques menés entre Orano, l'ASN et l'IRSN, Orano s'est engagé sur une nouvelle feuille de route pour ce projet. Ainsi, Orano a abandonné

le scénario de centrifugation et s'est engagé à mener en parallèle de nouvelles études visant d'une part à approfondir les solutions de traitement et de conditionnement des boues, et d'autre part, à mettre en place un entreposage intermédiaire (nouveaux silos) dans des conditions de sûreté satisfaisantes, permettant de dissocier la reprise et la mise en sûreté de ces boues, de leur conditionnement définitif. Orano a transmis à l'ASN le dossier d'options de sûreté associé à ce projet de création de nouveaux silos d'entreposage des boues (projet nommé « NABUCO ») en décembre 2023.

Silo 130

Le silo 130 est un entreposage enterré en béton armé, muni d'un cuvelage en acier noir utilisé pour l'entreposage à sec de déchets solides issus du traitement des combustibles des réacteurs « uranium naturel-graphite-gaz » (UNGG), ainsi que de déchets technologiques et de terres et gravats contaminés. Le silo a reçu des déchets de ce type à partir de 1973, jusqu'à son incendie en 1981, qui a contraint l'exploitant à noyer ces déchets. L'étanchéité du silo ainsi rempli d'eau n'est aujourd'hui assurée qu'au moyen d'une unique barrière de confinement, constituée d'une « peau » en acier. Par ailleurs, la structure du génie civil du silo 130 est fragilisée par son vieillissement et par l'incendie survenu en 1981. L'eau est en contact direct avec les déchets et peut contribuer à la corrosion du cuvelage en acier noir.

Un des risques majeurs de cette installation concerne la dispersion des substances radioactives dans l'environnement (infiltration de l'eau contaminée dans la nappe phréatique). L'étanchéité du silo 130 est notamment surveillée par un réseau de piézomètres situés à proximité. Un autre facteur pouvant compromettre la sûreté du silo 130 est lié à la nature des substances présentes dans les déchets, comme le magnésium, qui est pyrophorique. L'hydrogène, gaz hautement inflammable, peut aussi être produit par des phénomènes de radiolyse ou de corrosion (présence d'eau). Ces éléments contribuent aux risques d'incendie et d'explosion.

Le scénario de RCD comporte quatre étapes:

- reprise et conditionnement des déchets UNGG solides;
- reprise des effluents liquides;
- reprise et conditionnement des déchets UNGG résiduels et des boues de fond de silo;
- reprise et conditionnement des terres et gravats.

Orano a construit une cellule de reprise au-dessus de la fosse contenant les déchets et un nouveau bâtiment dédié aux opérations de tri et de conditionnement.

L'exploitant a validé la mise en service industrielle du procédé de reprise des déchets en 2022, à la suite des essais menés en 2020 et 2021. En termes quantitatifs, l'année 2023 a permis la reprise d'une cinquantaine de fûts de déchets supplémentaires, ce sont ainsi environ 17% de la quantité totale de déchets qui ont été repris depuis le début des opérations en 2020.



APPRECIATION PORTÉE SUR LE SITE D'ORANO

En 2023, l'ASN considère que les performances de l'établissement Orano Recyclage La Hague sont satisfaisantes pour ce qui concerne la sûreté nucléaire, la radioprotection et la protection de l'environnement.

En matière de sûreté nucléaire, l'ASN relève un niveau de maîtrise satisfaisant des opérations de conduite. Ainsi, l'ASN note positivement le suivi effectué concernant les compétences et les effectifs des équipes de conduite dans le cadre des évolutions d'organisation liées au projet « Convergence ». Il a également été noté une bonne association des équipes aux changements générés, et une bonne anticipation en matière de gestion des effectifs. Concernant la conduite incidentelle et accidentelle, l'ASN juge positivement la connaissance du référentiel par les équipes de conduite. Cependant, une attention particulière devra être portée à la formation des équipes concernant la gestion de situations ou configurations des installations peu fréquentes, ayant été à l'origine de plusieurs événements significatifs en 2023. Une plus grande rigueur est également attendue concernant le suivi des contrôles périodiques.

Les aspects liés à la maîtrise des réactions nucléaires en chaîne ont été examinés pour plusieurs ateliers du site et, là aussi, l'ASN considère que l'organisation mise en place est satisfaisante, même si une vigilance particulière doit être apportée au bon renseignement des outils de contrôle et essais périodiques, ainsi qu'au respect des périodicités.

L'ASN souligne une bonne organisation dans la surveillance des intervenants extérieurs dans son ensemble. L'ASN considère toutefois qu'Orano doit adapter son fonctionnement afin d'être à même de maintenir un taux de surveillance suffisant lors des périodes d'arrêt, pendant lesquelles le nombre d'interventions est plus élevé. Orano doit également s'assurer que ses prestataires de rang 1 exercent une surveillance suffisante de ses prestataires de rang 2.

Enfin, la rigueur du renseignement des rapports de surveillance reste dans certains cas à renforcer (référence des actes de surveillance, cohérence entre l'attendu et le rendu, etc.).

En matière de gestion du risque incendie, l'ASN considère que les programmes de travaux concernant les renforcements de la détection et de la protection contre l'incendie avancent à un rythme satisfaisant. L'ASN relève également positivement la bonne

réactivité du personnel des ateliers lors de la réalisation d'exercices inopinés, ainsi que la bonne réalisation par les équipes de conduite et des groupes locaux d'intervention de la majorité des actions leur incombant. Concernant les actions à mettre en œuvre par le service « protection sécurité matière », l'ASN regrette qu'il n'ait pas été possible de les tester en 2023, les équipes s'étant désengagées de l'exercice du fait de l'activité opérationnelle simultanée. Enfin, des améliorations sont attendues concernant l'analyse de la sûreté associée aux pertes de sectorisation, dans la gestion des inhibitions du système de détection incendie, ainsi que dans l'intégration des nouveaux équipements mis en œuvre dans le projet de gestion de maîtrise du risque incendie.

En matière de gestion de crise, en 2023, l'ASN a réalisé un exercice inopiné portant sur le déclenchement d'un plan d'urgence interne et relève favorablement la capacité de l'établissement à gréer son organisation de crise et à remonter les données techniques de l'installation vers le centre de crise de l'ASN.

En matière de radioprotection, le bilan de la mise en place des pôles de compétence en radioprotection est considéré plutôt positif par l'ASN, même s'il reste certains ajustements tant documentaires qu'opérationnels à finaliser. L'ASN souligne favorablement les actions matérielles et de sensibilisation mises en œuvre afin de diminuer les entrées en zone contrôlée sans activation de la dosimétrie opérationnelle. Toutefois, ces mesures doivent être maintenues et renforcées.

Concernant la protection de l'environnement en 2023, l'ASN relève que l'organisation définie et mise en œuvre pour décliner la mise à jour des prescriptions encadrant les rejets de l'établissement est satisfaisante. Cela se traduit notamment par la prise en compte opérationnelle des nouvelles limites de rejets qui contraignent opérationnellement la gestion des effluents. Il conviendra toutefois de consolider les registres et déclarations réglementaires transmises, en veillant notamment à leur cohérence et à leur exhaustivité. Par ailleurs, la dynamique engagée doit être poursuivie et concrétisée dans la perspective de la transmission prochaine d'études à l'ASN (études technico-économiques visant à évaluer les possibilités de réduction des rejets, étude liée à la conformité des émissaires et aux conditions de dispersion des rejets dans l'atmosphère).

L'ASN considère également qu'Orano doit concrétiser dans les meilleurs délais les études et travaux visant à assurer la mise en conformité de l'ouvrage hydraulique du barrage des Moulinets, dans la perspective d'un retour au fonctionnement nominal des installations, y compris vis-à-vis de la remontée d'eau brute vers le site.

Pour ce qui est de l'entreposage des matières plutonifères, Orano a mis en service une deuxième extension d'entreposage au sein d'un local de l'atelier R4 en août 2023.

À l'instar de la première extension d'entreposage, ce projet a lui aussi été instruit et mis en œuvre dans des délais très contraints. Un dossier de demande portant sur une troisième extension a été déposé en septembre 2023.

Par ailleurs, l'ASN considère que les projets relatifs à la mise en place des nouveaux évaporateurs NCPF se sont déroulés de manière satisfaisante, ce qui a permis de mettre en service le projet NCPF associé à l'atelier T2 en avril 2023.

Plus globalement, l'ASN a examiné l'organisation définie et mise en œuvre pour décliner opérationnellement les exigences de sûreté relatives aux modifications des installations. Leur mise en œuvre opérationnelle s'inscrit dans une organisation structurée et adaptée à l'importance des projets. Pour autant, cela ne doit pas conduire à un manque dans le niveau de robustesse des vérifications menées ou de la traçabilité permettant de démontrer le respect des exigences définies, en particulier pour les projets portant des enjeux plus limités. Cela doit conduire à réinterroger ponctuellement l'organisation et le niveau de ressource alloué au suivi de ce type de projets.

Enfin, l'ASN constate le maintien d'une organisation satisfaisante pour les transports externes et internes de substances radioactives, ainsi que pour la maintenance des emballages opérés sur le site de La Hague. L'ASN relève cependant une augmentation des événements significatifs de transports externes, ainsi que la survenue d'événements sur les transports internes liés à des écarts au référentiel. Par ailleurs, dans le cadre des améliorations des systèmes de transports internes, l'ASN a autorisé un nouveau report d'échéance par sa décision du 6 juillet 2023 des améliorations du système de transport EMEM.

• NORMANDIE •

Les inspections de suivi de projet réalisées chez Orano et le fournisseur de ce colis de transport ont confirmé les difficultés rencontrées, aussi, l'ASN considère qu'un engagement fort de l'exploitant est nécessaire avec un suivi plus robuste de la gestion de projet afin de respecter les échéances réglementaires associées.

Concernant l'avancement des projets de démantèlement et de RCD, les travaux se sont poursuivis en 2023. Orano a également poursuivi la mise en œuvre des améliorations structurantes de l'organisation des projets de démantèlement et de RCD engagées en 2021, visant à une plus grande robustesse.

Toutefois, l'ASN constate toujours que plusieurs projets de

démantèlement et de reprise et conditionnement des déchets anciens continuent de rencontrer des difficultés conduisant à de nouveaux retards. En matière de démantèlement, Orano doit poursuivre les efforts engagés pour traiter les sujets à forts enjeux en matière de scénario et donc de délais associés.

En ce qui concerne le silo 130, qui est le projet le plus avancé et en phase d'exploitation industrielle, le rythme de reprise des déchets reste inférieur à ce qui avait été prévu à la conception. Toutefois, l'ASN considère que les dispositions techniques visant à fiabiliser les équipements et les évolutions d'organisations mises en place en 2023 par Orano (passage en équipe

3*8 au lieu de 2*8, mise en place d'une équipe de maintenance dédiée, etc.) sont positives, et l'ASN jugera de leur impact sur le projet en 2024.

Pour ce qui est du projet de reprise et conditionnement des boues de l'atelier STE2, l'ASN relève favorablement l'engagement pris par Orano visant à construire de nouveaux silos d'entreposage des boues répondant aux standards de sûreté actuels. L'ASN considère toutefois qu'il convient d'optimiser le planning de mise en œuvre associé.

Enfin, l'ASN relève favorablement les dispositions prises pour maîtriser les infiltrations dans certains bâtiments et éviter la dissémination des éventuelles matières radioactives présentes dans les cellules concernées.

Toutefois, l'exploitant a rencontré des problèmes de fiabilité des équipements de reprise (panne entre août 2022 et mars 2023) et la cadence de reprise reste également inférieure à l'objectif initial. Pour augmenter le rythme de reprise des déchets, l'exploitant a pris en 2023 différentes dispositions telles la mise en place d'une équipe de maintenance dédiée au silo 130, ou encore, le passage en fonctionnement en 3*8 au lieu de 2*8 des équipes de reprise depuis novembre 2023. L'ASN considère que ces mesures sont positives, mais elle assurera en 2024 un contrôle rapproché de leur efficacité et de leur impact sur la cadence de reprise des déchets. Enfin, il est à noter que l'ASN a délivré en décembre 2023 l'autorisation relative à la seconde étape de reprise des déchets du silo 130, correspondant à la reprise des effluents liquides.

Silo HAO et stockage organisé des coques

L'atelier HAO (INB 80) assurait les premières étapes du processus de traitement des combustibles nucléaires usés: réception, entreposage, puis cisailage et dissolution. Les solutions de dissolution produites dans l'INB 80 étaient ensuite transférées dans l'ensemble industriel UP2-400, dans lequel avait lieu la suite des opérations de traitement.

L'INB 80 est composée de:

- HAO Nord, lieu de déchargement et d'entreposage des combustibles usés;

- HAO Sud, où étaient effectuées les opérations de cisailage et dissolution;
- le bâtiment «filtration», qui comporte le système de filtration de la piscine de HAO Sud;
- le silo HAO, dans lequel sont entreposés des coques et embouts (morceaux de gaine et embouts de combustible) en vrac, des fines provenant essentiellement du cisailage, des résines et des déchets technologiques issus de l'exploitation de l'atelier HAO entre 1976 et 1997;
- le stockage organisé des coques (SOC), composé de trois piscines dans lesquelles sont entreposés des fûts contenant coques et embouts.

En 2023, l'exploitant a poursuivi les opérations préalables à la reprise des déchets du silo HAO et la mise en œuvre des modifications matérielles définies à l'issue de l'analyse des points durs identifiés lors des essais fonctionnels du dispositif de reprise des déchets. Par la [décision n° CODEP-DRC-2022-028877 du 15 juillet 2022](#), l'exploitant a été autorisé à la mise en service partielle de la cellule de reprise et de conditionnement en fûts ECE des déchets du silo HAO et des piscines du SOC. Toutefois, l'exploitant a rencontré plusieurs difficultés techniques lors des essais menés en 2023, notamment lors des essais de cimentation avec des matériaux pour simuler les déchets qui ont vocation à être repris. Ces difficultés ont conduit à des adaptations et des reprises d'essais, de nature à créer des retards de planning.



RÉGION

Nouvelle-Aquitaine

La division de Bordeaux contrôle la sûreté nucléaire, la radioprotection et le transport de substances radioactives dans les 12 départements de la région [Nouvelle-Aquitaine](#).

En 2023, l'ASN a réalisé 142 inspections dans la région Nouvelle-Aquitaine, dont 58 dans les centrales nucléaires du Blayais et de Civaux, 69 dans les installations nucléaires de proximité, cinq dans le domaine du transport de substances radioactives et dix concernant les organismes et laboratoires agréés par l'ASN.

L'ASN a, par ailleurs, réalisé 18 journées d'inspection du travail à la centrale nucléaire du Blayais et neuf journées à la centrale nucléaire de Civaux.

Au cours de l'année 2023, 13 événements significatifs classés au niveau 1 de l'échelle internationale des événements nucléaires et radiologiques ([échelle INES](#)) ont été déclarés par les exploitants des centrales nucléaires de Nouvelle-Aquitaine. Dans les activités nucléaires de proximité, un événement significatif pour la radioprotection classé au niveau 1 de l'échelle INES et un événement classé au niveau 2 de l'[échelle ASN-SFRO](#) ont été déclarés à l'ASN.

CENTRALE NUCLÉAIRE DU BLAYAIS

La [centrale nucléaire du Blayais](#), exploitée par EDF dans le département de la Gironde, à 50 km au nord de Bordeaux, est constituée de quatre réacteurs à eau sous pression (REP) d'une puissance de 900 mégawatts électriques (MWe), mis en service en 1981 et 1982. Les réacteurs 1 et 2 constituent l'installation nucléaire de base (INB) 86 et les réacteurs 3 et 4 l'INB 110.

L'ASN considère que les performances de la centrale nucléaire du Blayais en matière de sûreté nucléaire sont en retrait par rapport à l'appréciation générale que l'ASN porte sur les centrales nucléaires d'EDF, et que les actions engagées pour rehausser ces performances doivent être poursuivies et amplifiées. Les performances en matière de radioprotection et de protection de l'environnement rejoignent globalement cette appréciation générale.

En matière de sûreté nucléaire, la centrale nucléaire du Blayais n'est pas parvenue en 2023 à enrayer la dégradation des performances déjà constatée en 2022. Dans le domaine de la conduite des réacteurs, l'ASN considère que les performances de l'exploitant n'ont pas été à l'attendu, malgré la mise en place d'un plan de rigueur d'exploitation par la direction du site. Le renforcement des effectifs engagé n'a pas encore permis de redresser cette situation. L'ASN a relevé des lacunes dans la formation et le maintien des compétences, le respect des procédures et la préparation des activités. De plus, les inspections réalisées par l'ASN portant sur la conduite incidentelle et accidentelle, ainsi que sur la gestion des situations d'urgence ont mis en évidence des défauts dans la documentation et l'accès à certains matériels. Dans le domaine de la maîtrise du risque d'incendie, l'ASN relève la survenue de plusieurs événements marquants et des manquements encore trop nombreux dans l'application des règles de sécurité sur le terrain. Enfin, dans le domaine de la maintenance, qui était jugé plutôt performant en 2022, l'ASN a constaté des difficultés de suivi et de réalisation d'activités dans le contexte d'un programme industriel conséquent généré par les visites décennales des réacteurs, ce qui constituera un point de vigilance en 2024.

En matière de radioprotection des travailleurs, l'ASN considère que les performances ont légèrement progressé par rapport à l'année 2022. Elle souligne l'engagement de l'exploitant dans ce domaine, mais relève qu'il se heurte à des difficultés chroniques dans le respect des fondamentaux de la radioprotection, tels que le port des dosimètres, le respect des alarmes ou le non-franchissement de balisages de zones contrôlées. L'ASN note favorablement la bonne maîtrise de la radioprotection lors des arrêts de réacteurs en 2023.

Concernant la protection de l'environnement, l'ASN souligne les résultats obtenus par l'exploitant pour améliorer le fonctionnement de la station d'épuration des eaux usées, pour la maîtrise d'anciennes pollutions dans les sols et dans les nappes souterraines, et pour la diminution de ses rejets diffus de fluides frigorigènes à effet de serre. Toutefois, l'ASN a constaté la poursuite de pratiques d'exploitation inadéquates (manipulation d'acide en dehors des circuits prévus à cet effet) ayant entraîné des pollutions non radioactives ou des détournements des voies normales de rejets. L'ASN estime que l'exploitant doit améliorer ses pratiques d'exploitation et la maintenance des éléments importants pour la protection de l'environnement. Par ailleurs, l'ASN a adopté en 2023 [deux décisions](#) encadrant les prélèvements d'eau et les rejets d'effluents liquides et gazeux de la centrale nucléaire du Blayais. Ces nouvelles décisions actualisent les prescriptions de 2003 afin de prendre en compte les évolutions de la réglementation et le retour d'expérience des rejets d'effluents liquides et gazeux, conduisant à l'abaissement de certaines limites de rejets.

En matière d'inspection du travail, l'ASN relève que les résultats s'améliorent en ce qui concerne la sécurité des travailleurs. L'ASN a constaté des situations à risque pour les travailleurs concernant la circulation et le risque de heurt entre un piéton et un engin, le travail en hauteur, ainsi que la survenue d'événements affectant la sécurité en lien avec les outillages électroportatifs. La prise en charge pour l'évacuation de personnes blessées doit être améliorée et prise en compte le plus en amont possible lors de la préparation des chantiers.

• NOUVELLE-AQUITAINE •

L'ASN considère que la pertinence des analyses de risques doit être améliorée. Malgré les efforts engagés, elle souligne également une nouvelle occurrence d'exposition accidentelle de salariés aux fibres d'amiante.

CENTRALE NUCLÉAIRE DE CIVAUX

La [centrale nucléaire de Civaux](#), exploitée par EDF dans le département de la Vienne, à 30 km au sud de Poitiers, en région Nouvelle-Aquitaine, comprend deux REP d'une puissance de 1450 MWe, mis en service en 1997 et 1999. Les réacteurs 1 et 2 constituent respectivement les INB 158 et 159. Ce site dispose d'une des bases régionales de la Force d'action rapide du nucléaire (FARN), créée en 2011 par EDF, à la suite de l'[accident survenu à la centrale nucléaire de Fukushima](#) au Japon. Son objectif est d'intervenir, en situation pré-accidentelle ou accidentelle, sur n'importe quelle centrale nucléaire en France, en apportant des renforts humains et des moyens matériels de secours.

L'ASN considère qu'en 2023 les performances de la centrale nucléaire de Civaux en matière de sûreté nucléaire et de radioprotection rejoignent l'appréciation générale que l'ASN porte sur les centrales nucléaires d'EDF. La tendance est néanmoins à la baisse. Les performances en matière d'environnement se distinguent favorablement par rapport à cette appréciation générale. Le redémarrage des deux réacteurs de la centrale nucléaire de Civaux a eu lieu en début d'année 2023, après des arrêts de près de 18 mois notamment liés aux réparations des tuyauteries présentant des fissures de corrosion sous contrainte.

Dans le domaine de la sûreté nucléaire, l'ASN considère que les performances se sont dégradées en 2023, notamment en ce qui concerne la conduite des installations. Le redémarrage des deux réacteurs a été particulièrement concerné par des erreurs ou des difficultés à maintenir les installations dans l'état attendu. La maintenance est également considérée comme en retrait par rapport aux années précédentes comparables, avec en particulier une non-qualité de maintenance à l'origine de la mise à l'arrêt d'un réacteur pour intervention et plusieurs événements survenus du fait d'un manque d'appropriation des activités. Le maintien des compétences dans les services de maintenance constitue un point de vigilance. La maîtrise du risque d'incendie est considérée comme assez satisfaisante. Cependant, un départ de feu à la suite du non-respect d'une procédure doit inciter l'exploitant à une plus grande rigueur d'exploitation.

Dans le domaine de la radioprotection, l'année 2023 a été marquée par un événement de [dispersion de contamination](#) dans le bâtiment réacteur pendant l'arrêt du réacteur 2: de nombreux dysfonctionnements ont été caractérisés, témoignant d'un défaut de culture de radioprotection tant sur le plan matériel qu'aux niveaux organisationnel et humain. L'ASN a cependant constaté lors de la dernière inspection menée sur le sujet une prise de conscience de l'exploitant, qui a mis en œuvre un programme d'action en réponse à cet événement.



Le parc d'installations et d'activités à contrôler comporte :

• des installations nucléaires de base :

- la centrale nucléaire du Blayais (4 réacteurs de 900 MWe),
- la centrale nucléaire de Civaux (2 réacteurs de 1450 MWe) ;

• des activités nucléaires de proximité du domaine médical :

- 19 services de radiothérapie externe,
- 6 services de curiethérapie,
- 24 services de médecine nucléaire,
- 90 établissements mettant en œuvre des pratiques interventionnelles radioguidées,
- 116 scanners,
- environ 6000 appareils de radiologie médicale et dentaire ;



Chapitre 7
p. 204

• des activités nucléaires de proximité du domaine industriel, vétérinaire et de la recherche :

- environ 940 établissements industriels et de recherche, dont 59 entreprises exerçant une activité de radiographie industrielle,
- 1 accélérateur de particules de type cyclotron,
- 53 laboratoires, principalement implantés dans les universités de la région,
- environ 450 cabinets ou cliniques vétérinaires pratiquant le radiodiagnostic ;



Chapitre 8
p. 242

• des activités liées au transport de substances radioactives ;



Chapitre 9
p. 274

• des laboratoires et organismes agréés par l'ASN :

- 1 organisme pour le contrôle de la radioprotection,
- 12 organismes pour la mesure du radon,
- 8 laboratoires pour les mesures de la radioactivité de l'environnement.

Concernant la protection de l'environnement, l'ASN note l'avancement du projet de création d'un bassin de confinement des eaux d'extinction d'incendie et de fortes pluies. Cependant, l'ASN a relevé un mauvais état des installations de la station de déminéralisation, qui doit être corrigé.

Les résultats en matière de sécurité des travailleurs se sont maintenus à un niveau satisfaisant. L'inspecteur du travail a mené une enquête approfondie à la suite de la contamination dans le bâtiment du réacteur 2. L'ASN a relevé positivement la mise en place d'une organisation pour le traitement des situations dangereuses. Toutefois, l'ASN a constaté des retards dans la mise en conformité réglementaire des matériels sous atmosphère explosive. L'ASN note également plusieurs événements avec des risques d'écrasement ou de choc, ainsi que des situations à risque pour les intervenants concernant les chutes de plain-pied et le risque électrique.



RÉGION **Occitanie**

Les divisions de Bordeaux et Marseille contrôlent conjointement la sûreté nucléaire, la radioprotection et le transport de substances radioactives dans les 13 départements de la région [Occitanie](#).

En 2023, l'ASN a réalisé 118 inspections dans la région Occitanie, dont 53 dans les installations nucléaires de base (INB), 53 dans le nucléaire de proximité, neuf dans le domaine du transport de substances radioactives (TSR) et trois concernant les organismes et laboratoires agréés par l'ASN.

Par ailleurs, l'ASN a réalisé dix journées d'inspection du travail à la centrale nucléaire de Golfech.

Au cours de l'année 2023, deux événements significatifs classés au niveau 1 de l'échelle internationale des événements nucléaires et radiologiques ([échelle INES](#)) ont été

déclarés par les exploitants des installations nucléaires d'Occitanie. Dans le domaine du nucléaire de proximité, deux événements significatifs pour la radioprotection classés au niveau 1 de l'échelle INES ont été déclarés à l'ASN (un dans le domaine industriel et un dans le domaine médical).

Dans le cadre de leurs missions de contrôle, les inspecteurs de l'ASN ont dressé un procès-verbal.

CENTRALE NUCLÉAIRE DE GOLFECH

La [centrale nucléaire de Golfech](#), exploitée par EDF, est située dans le département de Tarn-et-Garonne, à 40 km à l'ouest de Montauban. Elle est constituée de deux réacteurs à eau sous pression (REP) d'une puissance de 1300 mégawatts électriques (MWe), mis en service en 1990 et 1993. Les réacteurs 1 et 2 constituent respectivement les INB 135 et 142.

L'ASN considère que les performances de la centrale nucléaire de Golfech en matière de sûreté nucléaire, de protection de l'environnement et de radioprotection rejoignent l'appréciation générale portée sur les centrales nucléaires d'EDF.

Dans le domaine de la sûreté nucléaire, l'ASN considère que les performances de la centrale se sont améliorées par rapport à l'année 2022. Le plan de rigueur en matière de sûreté mis en place depuis 2019 exprime l'engagement de la direction à améliorer les performances du site en matière de sûreté nucléaire. Des progrès dans la compétence des opérateurs ont été constatés lors des inspections et par la réalisation de manière satisfaisante des transitoires sensibles. Toutefois, l'ASN constate des fragilités persistantes dans la communication entre services, la rigueur d'exploitation et le respect des procédures. L'ASN considère que l'exploitant devra poursuivre ses efforts dans la mise en œuvre du plan d'action visant à rétablir les performances du site afin de renforcer les améliorations constatées en 2023.

En matière de maintenance, l'année 2023 a été marquée par la poursuite de la visite décennale du réacteur 1 et l'arrêt durant environ six mois du réacteur 2. Dans le cadre de la gestion du phénomène de corrosion sous contrainte ayant affecté certaines tuyauteries raccordées au circuit primaire, le site de Golfech a remplacé les tuyauteries du système d'injection de sécurité en branche froide sur les deux réacteurs

au cours de l'année 2023. Le travail engagé par le site pour améliorer la qualité de la maintenance a permis de stabiliser ses performances dans ce domaine. L'ASN note en particulier des améliorations dans l'identification et le traitement des écarts et dans la prise en compte des positions de la filière indépendante de sûreté. Toutefois, l'ASN considère que le site doit intensifier ses efforts pour améliorer l'appropriation des enjeux de sûreté avant intervention.

En matière de radioprotection des travailleurs, l'ASN considère que les performances du site se sont améliorées par rapport à l'année 2022. L'ASN note la bonne implication des membres du pôle de compétence en radioprotection des travailleurs dans les formations et le renforcement de la surveillance des prestataires en matière de radioprotection. La nature des événements de radioprotection déclarés par l'exploitant reflète ces progrès. Néanmoins, des améliorations sont attendues dans la maîtrise des doses au cours des arrêts de réacteur et dans le respect des procédures d'accès en zone orange.

Dans le domaine de la protection de l'environnement, l'ASN attend des améliorations dans la maîtrise du confinement et des rejets. L'année a été marquée par un nombre relativement élevé d'événements susceptibles d'avoir un impact sur le milieu.

En matière d'inspection du travail, l'ASN considère que les résultats de sécurité des travailleurs sont en léger progrès. Toutefois, l'année 2023 a été marquée par un accident grave. Des améliorations sont attendues sur le respect des prescriptions du code du travail concernant notamment la circulation sur site vis-à-vis du risque de collision entre un piéton et un engin. Le travail en hauteur, la manutention et le lavage sont toujours des sujets qui méritent une attention particulière et continue. L'ASN considère que la coordination des risques liés à l'interface entre différentes activités doit être améliorée, ainsi que la qualité des préparations d'activité.

Plateforme de Marcoule

La plateforme nucléaire de Marcoule est située à l'ouest d'Orange, dans le département du Gard. Elle est dédiée, pour ce qui concerne ses six installations civiles, à des activités de recherche relatives à l'aval du « cycle du combustible » et à l'irradiation de matériaux, ainsi qu'à des activités industrielles, notamment concernant la fabrication de combustible MOX (Mélange d'Oxydes), le traitement de déchets radioactifs et l'irradiation de matériaux. La majeure partie du site est en outre constituée par l'installation nucléaire de base secrète (INBS) contrôlée par le ministère de la Défense.

■ CENTRE CEA DE MARCOULE

Créé en 1955, le centre CEA de Marcoule comporte trois installations civiles : les laboratoires Atalante (INB 148), la centrale Phénix (INB 71) et l'installation d'entreposage Diadem (INB 177).

Installation Atalante – Centre du CEA

Les Ateliers alpha et laboratoires d'analyses des transuraniens et d'études de retraitement (Atalante – [INB 148](#)), créés dans les années 1980, ont pour mission principale de mener des activités de recherche et développement en matière de recyclage des combustibles nucléaires, de gestion des déchets ultimes et d'exploration de nouveaux concepts pour les systèmes nucléaires de quatrième génération. Afin d'étendre ces activités de recherche, des activités et des équipements provenant du Laboratoire d'études et de fabrication des combustibles avancés (Lefca) du centre CEA de Cadarache y ont été transférés en 2017.

L'ASN a publié la [décision n° 2022-DC-0720 du 19 avril 2022](#) qui fixe au Commissariat à l'énergie atomique et aux énergies alternatives (CEA) les prescriptions applicables à Atalante, destinées à encadrer la poursuite de fonctionnement de l'INB. L'ASN est vigilante quant à la traçabilité des actions engagées jusqu'à leur aboutissement. Le traitement des liquides organiques radioactifs (LOR) a été encadré par une prescription technique. Ce traitement doit être achevé avant le 31 décembre 2035.

L'ASN a autorisé en 2023 la mise en service du dispositif de coupure sismique de l'alimentation électrique et de l'alimentation en eau, également prescrit dans le cadre de la poursuite de fonctionnement de l'INB. L'objectif de ce dispositif est d'éviter qu'un séisme n'induit un incendie ou un accident de criticité, et que les conséquences d'une inondation puissent être prévenues.

L'ASN considère que le niveau de sûreté est globalement satisfaisant, notamment en ce qui concerne les dispositions mises en œuvre pour assurer la surveillance des rejets, l'organisation pour faire face aux situations d'urgence, ou encore la prévention des risques de criticité.



Le parc d'installations et d'activités à contrôler comporte :

• des installations nucléaires de base :

- la centrale nucléaire de Golfech, (2 réacteurs de 1300 MWe),
- le centre de recherche du CEA Marcoule, qui inclut les INB civiles Atalante et Phénix, ainsi que le chantier de construction de l'installation d'entreposage de déchets Diadem,
- l'usine Melox de production de combustible nucléaire « MOX »,
- l'installation Centraco de traitement de déchets faiblement radioactifs,
- l'irradiateur industriel Gammatec,
- l'installation d'entreposage de déchets Écrin sur le site de Malvézi;

• des activités nucléaires de proximité du domaine médical :



Chapitre 7
p. 204

- 14 services de radiothérapie externe,
- 6 services de curiethérapie,
- 20 services de médecine nucléaire,
- 99 établissements mettant en œuvre des pratiques interventionnelles radioguidées,
- 111 scanners,
- environ 5 000 appareils de radiologie médicale et dentaire;

• des activités nucléaires de proximité du domaine industriel, vétérinaire et de la recherche :



Chapitre 8
p. 242

- environ 800 établissements industriels et de recherche, dont 4 accélérateurs de particules de type cyclotron, 31 entreprises exerçant une activité de radiographie industrielle et 60 laboratoires, principalement implantés dans les universités de la région,
- environ 600 cabinets ou cliniques vétérinaires pratiquant le radiodiagnostic;

• des activités liées au transport de substances radioactives ;



Chapitre 9
p. 274

• des laboratoires et organismes agréés par l'ASN :

- 7 laboratoires pour les mesures de la radioactivité dans l'environnement,
- 9 organismes pour la mesure du radon,
- 2 organismes pour le contrôle de la radioprotection.

Centrale Phénix – Centre du CEA

La centrale Phénix ([INB 71](#)) est un réacteur surgénérateur de démonstration de la filière dite « à neutrons rapides », refroidi au sodium. Ce réacteur, d'une puissance électrique de 250 MWe, a été définitivement arrêté en 2009 et est en cours de démantèlement.

Le [démantèlement](#) est encadré dans ses grandes phases par le [décret n° 2016-739 du 2 juin 2016](#). La [décision n° 2016-DC-0564 de l'ASN du 7 juillet 2016](#) prescrit au CEA différents jalons et opérations de démantèlement.

L'évacuation des combustibles irradiés et la dépose d'équipements se sont poursuivies en 2023 conformément aux prescriptions de l'ASN.

**APPRECIATION DU CENTRE CEA DE MARCOULE**

L'ASN considère que le niveau de sûreté nucléaire et de radioprotection du centre CEA de Marcoule se maintient à un niveau globalement satisfaisant.

L'ASN a noté une amélioration des dispositions mises en œuvre pour assurer le suivi de la surveillance des intervenants extérieurs dont les contrats sont gérés au niveau du centre de Marcoule. L'organisation des équipes d'intervention du site CEA de Marcoule, dédiées à la lutte contre l'incendie, est également satisfaisante. L'ASN a demandé au CEA, au regard du nombre important d'interventions réalisées, de prendre des dispositions pour maintenir un équilibre entre la couverture opérationnelle du centre et les impératifs d'entraînement et de maintien des acquis des agents.

Les opérations préalables aux transports, ainsi que la maintenance des emballages sont correctement réalisées et suivies par le CEA.

Le CEA a remis en 2020 son étude relative à l'évaluation sanitaire et environnementale des rejets chimiques liquides et gazeux de la plateforme de Marcoule.

L'ASN a prescrit au CEA, en association avec les autres exploitants des installations de la plateforme de Marcoule, par [décision n° CODEP-MRS-2023-013061 du 9 mars 2023](#), la réalisation, par un organisme indépendant, d'une tierce expertise portant sur l'évaluation de l'impact sur la santé et l'environnement occasionné par les rejets liquides et gazeux de l'ensemble des activités nucléaires du site de Marcoule. La contractualisation avec un tiers expert est en cours.

L'étude technico-économique des dispositions pour éviter ou réduire le rejet d'eaux pluviales susceptibles d'être polluées, et donc leur impact sur l'environnement, a été remise à l'ASN fin 2020.

L'exploitant a finalisé en 2022 la mise en œuvre des dispositions retenues à la suite de l'étude. Un retour d'expérience concernant leur efficacité est attendu par l'ASN.

Concernant la conformité du bâtiment de gestion de crise – dénommé « Surveillance centralisée de Marcoule » (SCM) – aux exigences du noyau dur, définies à la suite de l'accident de la centrale nucléaire de Fukushima (Japon) pour garantir la capacité de certains équipements à assurer leurs fonctions face à des agressions extrêmes, un courrier contenant des demandes complémentaires relatives à son accessibilité et à son habitabilité a été transmis au CEA en mars 2023.

La construction de l'installation NOAH, qui assurera une partie du traitement du sodium de Phénix et d'autres installations du CEA, a progressé en 2023 avec la poursuite des essais de fonctionnement, préalables à la mise en service prévue en 2028.

Dans le cadre de l'optimisation des filières de gestion des déchets, et conformément à l'article 3.1.3 de la décision n° 2015-DC-0508 de l'ASN du 21 avril 2015 modifiée, l'ASN a autorisé en 2023 l'évacuation des deux moteurs issus de zones à production possible de déchets nucléaires de l'installation

Phénix en filière conventionnelle comme des déchets non radioactifs. L'ASN a également autorisé Phénix à modifier son référentiel de sûreté, pour intégrer une méthodologie de caractérisation radiologique des locaux en vue de leur déclassement radiologique.

Le scénario de référence qui permet de fixer le calendrier du démantèlement de l'installation, défini dans le décret de démantèlement de juin 2016, est en cours de redéfinition par l'exploitant, en lien avec la stratégie de démantèlement de l'ensemble des installations du CEA.

L'ASN considère que le niveau de sûreté nucléaire et de radioprotection de la centrale Phénix est globalement satisfaisant, notamment en ce qui concerne l'organisation mise en place pour assurer le suivi de la radioprotection des travailleurs, et l'implication des équipes de l'installation pour faire aboutir les engagements pris à la suite des inspections, des événements significatifs et du précédent réexamen. En situation incidente, les conditions d'intervention de la formation locale de sécurité sont néanmoins à préciser pour améliorer les délais d'intervention.

Installation Diadem – Centre du CEA

L'installation Déchets radioactifs irradiants ou alpha de démantèlement (**Diadem**), en cours de construction, sera dédiée à l'entreposage de conteneurs de déchets radioactifs émetteurs de rayonnements bêta et gamma, ou riches en émetteurs alpha, dans l'attente de la construction d'installations permettant le stockage de déchets à vie longue, ou de déchets de faible et moyenne activité à vie courte (FMA-VC) dont les caractéristiques – notamment le débit de dose – ne permettent pas l'acceptation en l'état dans les installations de stockages existantes.

L'ASN considère que les efforts engagés par le CEA pour assurer ses responsabilités d'exploitant nucléaire sont efficaces et satisfaisants, notamment au travers de sa reprise en main de la gestion du projet. Des évolutions de l'organisation du projet sont en cours d'implémentation et devraient être effectives début 2024.

L'ASN rappelle que cette installation est appelée à jouer un rôle central dans la stratégie globale de démantèlement et de gestion des déchets du CEA, et qu'elle est la seule prévue pour l'entreposage des colis de déchets qu'elle doit recevoir.

Le CEA a déposé une demande de modification du décret d'autorisation de création en 2021, à la suite du changement de la technologie de fermeture des colis. Il a également déposé en 2021 son dossier de demande d'autorisation de mise en service de l'installation. Ces dossiers sont en cours d'instruction. Le CEA a également informé l'ASN en 2023 qu'il souhaite déposer une demande de report du délai de mise en service de l'installation.

Le CEA doit maintenir son investissement dans la maîtrise du chantier et des travaux restant à réaliser.

USINE MELOX

L'**INB 151**, dénommée « Melox », créée en 1990 et exploitée par Orano Recyclage, est une usine de production de combustible MOX, combustible constitué d'un mélange d'oxydes d'uranium et de plutonium.

L'ASN considère que le niveau de sûreté nucléaire et de radioprotection est satisfaisant dans les domaines de la maîtrise des réactions nucléaires en chaîne et du confinement statique et dynamique, et globalement satisfaisant dans les domaines de la gestion des déchets, de la surveillance des intervenants extérieurs, du TSR, ainsi que de la surveillance des rejets et de l'environnement.

Les barrières de confinement sont maintenues à un niveau satisfaisant d'efficacité. Les ruptures de confinement, qui peuvent survenir en conditions normales d'exploitation, font l'objet d'un suivi particulier et d'actions pour les limiter.

L'exploitant a été confronté pendant plusieurs années à des difficultés pour assurer la production des quantités prévues de combustibles conformes aux spécifications de sûreté des réacteurs nucléaires. Cette situation a engendré la production d'une quantité importante de rebuts de fabrication, envoyés sur le site de La Hague pour entreposage. Cela a fait peser un risque de saturation à court terme des capacités d'entreposage de matières plutonifères dans le site de La Hague.

L'exploitant a qualifié en 2022 une nouvelle poudre d'oxyde d'uranium, qui a permis une augmentation de la production de

combustible, et la réduction de la quantité de rebuts générés en 2023. Cette amélioration doit maintenant être poursuivie sur le long terme.

Les autres actions déployées pour améliorer cette situation au sein de l'installation consistent de manière pérenne, d'une part, à procéder à des nettoyages approfondis des boîtes à gants pour réduire les niveaux de dose ambiants, et d'autre part, à déployer un important programme de maintenance visant à restaurer le taux de disponibilité des outils de production. De plus, le programme de remise en état des machines (projet « PPRM ») se poursuit en 2023.

Les nombreuses opérations de maintenance ont des conséquences en matière de radioprotection, avec un appel croissant à des intervenants extérieurs et une dosimétrie collective importante. Elles ont de plus conduit à une augmentation notable de la production de déchets, entraînant un risque de saturation des capacités locales d'entreposage. L'exploitant a défini un plan d'action afin de prévenir cette saturation. Parmi les axes de travail de ce plan d'action figure la création d'un nouveau local d'entreposage de déchets nucléaires qui a été autorisée par l'ASN en 2023.

La construction du centre de crise s'est achevée en 2023. L'exploitant a déclaré à l'ASN la mise en service de ce bâtiment en juin 2023, conformément à la prescription de l'ASN.

USINE CENTRACO

L'**INB 160**, dénommée « Centraco » et créée en 1996, est exploitée par la société Cyclife France, filiale à 100 % d'EDF. L'usine Centraco a pour finalité de trier, décontaminer, valoriser, traiter et conditionner – en particulier en réduisant leur volume – des déchets et des effluents faiblement et très faiblement radioactifs. Les déchets issus de son procédé sont ensuite acheminés vers le Centre de stockage de l'Aube (CSA) de l'Agence nationale pour la gestion des déchets radioactifs (Andra). L'installation est constituée :

- d'une unité de fusion, où sont fondus les déchets métalliques, pour un tonnage annuel maximal de 3500 tonnes (t);
- d'une unité d'incinération, où sont brûlés les déchets incinérables, pour un tonnage annuel maximal de 3000 t de déchets solides et 2000 t de déchets liquides;
- de capacités d'entreposage.

En 2023, l'ASN considère que le niveau de sûreté de l'installation est dans l'ensemble assez satisfaisant. Les inspections conduites sur la gestion du risque d'incendie et les agressions externes ont mis en évidence des constats en deçà des attentes. Une inspection sur la gestion des déchets a quant à elle été considérée assez satisfaisante. L'exploitant a été amené, à la suite des inspections, à mettre en place des actions visant notamment à garantir la sectorisation incendie et une bonne gestion des charges calorifiques de l'installation. Les procédures et les moyens opérationnels manquants, appelés par le référentiel de l'installation en cas d'agressions externes, ont également été définis.

La mise en œuvre de ces actions a fait l'objet d'une inspection inopinée conduite en fin d'année sur ce sujet, qui s'est conclue positivement.

L'ASN a également conduit des inspections sur les équipements sous pression, ainsi que sur la surveillance des rejets et de l'environnement, dont les appréciations ont été globalement favorables

Le rapport de conclusion du réexamen a été transmis le 18 février 2021, conformément à la décision n° 2014-DC-0446 du 17 juillet 2014. L'instruction de ce dossier est en cours. Le suivi et la maîtrise du vieillissement de l'installation, notamment concernant les équipements de protection contre le risque d'incendie, sont une des thématiques instruites dans le cadre du réexamen périodique.

Un dossier de demande de modification du plan d'urgence interne a également été déposé en septembre 2022 par l'exploitant, afin de déplacer ses locaux de gestion de crise dans le périmètre de l'INB, conformément à la section 3.1.3 du Guide n°9 de l'ASN. Cette modification a été autorisée en 2023.

Par ailleurs, l'ASN est en cours de révision des décisions encadrant les rejets de l'installation, notamment pour prendre en compte la réglementation en matière d'émissions industrielles (dite « IED »), afin de parvenir à un niveau élevé de protection de l'environnement.

IRRADIATEUR GAMMATEC

La société Steris exploite depuis 2013 un irradiateur industriel, dénommé « Gammatec » ([INB 170](#)), qui assure le traitement de produits par ionisation (émission de rayonnement gamma) dans l'objectif de les stériliser ou d'améliorer les performances des matériaux. L'installation est constituée d'une casemate industrielle et d'une casemate expérimentale. Toutes les deux renferment des sources scellées de cobalt-60 de haute activité, qui assurent le rayonnement nécessaire aux opérations.

L'ASN a réalisé une inspection inopinée en 2023 portant sur la gestion des écarts, à la suite de laquelle des améliorations sont attendues. Toutefois, le niveau de sûreté reste globalement satisfaisant en 2023.

INSTALLATION ÉCRIN

L'[INB 175](#), dénommée « Écrin », est située sur le territoire de la commune de Narbonne, dans le département de l'Aude, au sein du site de Malvésii, exploité par Orano, qui constitue la première étape du « cycle du combustible » (hors extraction de minerais). Le procédé de transformation produit des effluents liquides contenant des boues nitratées chargées en uranium naturel. Deux bassins d'entreposage historiques de boues de l'usine (B1 et B2) constituent l'INB Écrin. Le classement de ces deux bassins comme INB est dû à la présence de traces de radio-isotopes artificiels. L'ensemble de l'usine est soumis au régime des installations classées pour la protection de l'environnement (ICPE) Seveso seuil haut.

L'installation Écrin a été mise en service par la [décision n° 2018-DC-0645 du 12 octobre 2018](#). Les travaux définis dans le décret du 20 juillet 2015, débutés en 2019, se sont achevés en 2023, avec la finalisation de la mise en place de la couverture bitumineuse sur la zone de l'alvéole PERLE (« Projet d'entreposage réversible des lagunes dans l'INB Écrin »), creusée au sud du bassin B2. Les dispositions finales de confinement de l'entreposage de déchets au sein de l'INB sont désormais en place.

Une inspection inopinée a eu lieu en juillet 2023 et a notamment permis de vérifier le bilan du remplissage de l'alvéole PERLE, le suivi des travaux de remodelage de l'alvéole et la préparation de la mise en place de la couverture bitumineuse.

Par ailleurs, l'ASN a poursuivi l'instruction du rapport transmis le 12 février 2021, en application de l'article 7 du décret du 20 juillet 2015, décrivant l'état d'avancement des études et investigations menées afin d'évaluer la faisabilité des options de stockage des déchets actuellement entreposés au sein d'Écrin.

L'ASN considère que le niveau de sûreté et de protection de l'environnement reste satisfaisant au regard des enjeux présentés par l'installation.



RÉGION Pays de la Loire

La division de Nantes contrôle la sûreté nucléaire, la radioprotection et le transport de substances radioactives dans les 5 départements de la région [Pays de la Loire](#).

En 2023, l'ASN a réalisé 45 inspections, dont trois dans les installations de la société Ionisos (Pouzauges et Sablé-sur-Sarthe), une concernant des organismes agréés, deux dans le domaine du transport de substances radioactives et 39 dans le nucléaire de proximité (14 dans le secteur médical, 22 dans les secteurs industriel, de la recherche ou vétérinaire, trois dans le domaine de la radioactivité naturelle, le radon).

En 2023, deux événements significatifs ont été classés au niveau 1 sur l'échelle internationale des événements nucléaires et radiologiques ([échelle INES](#)) respectivement dans le domaine industriel et sur l'installation Ionisos de Pouzauges, et un au niveau 1+ de l'[échelle ASN-SFRO](#) dans le domaine de la radiothérapie.

IRRADIATEURS IONISOS

La société Ionisos exploite, sur les sites de Pouzauges (85) et de Sablé-sur-Sarthe (72), deux installations industrielles d'ionisation qui mettent en œuvre des sources radioactives scellées de haute activité de cobalt-60. Ces installations constituent respectivement les [INB 146](#) et [154](#).

Les rayonnements gamma émis servent à stériliser ou à renforcer (par la réticulation) les propriétés techniques de certains polymères, en exposant les produits à ioniser (matériel médical à usage unique, conditionnements, matières premières ou produits finis destinés aux industries pharmaceutiques et cosmétiques, films d'emballage) pendant un laps de temps déterminé.

Chaque installation est constituée d'un bassin dans lequel les sources radioactives sont entreposées « sous eau », surmonté d'une casemate où sont effectuées les opérations d'ionisation, de locaux d'entreposage des produits avant et après traitement, de bureaux et de locaux techniques.

L'ASN considère que l'exploitation des irradiateurs de Pouzauges et de Sablé-sur-Sarthe présente un niveau de sûreté en léger recul par rapport aux années précédentes. Ainsi, l'ASN attend de la société Ionisos un renforcement du management de la sûreté et de la gestion des compétences, ainsi qu'une rigueur accrue dans les contrôles et vérifications des activités et équipements importants pour la sûreté. L'ASN a relevé le départ simultané du responsable sûreté et de l'ingénieur sûreté groupe, ainsi que le départ du responsable de site de Pouzauges, ce qui constitue une situation de vigilance en matière d'organisation.

Deux modifications, concernant le zonage « déchets » de référence, ont été autorisées en mai 2023 sur chacune des installations de Pouzauges et de Sablé-sur-Sarthe. Un exercice de mise en œuvre du plan « Organisation de la réponse de sécurité civile relative au Transport de matières radioactives » (Orsec-TMR) du département de la Vendée a eu lieu, sur le site Ionisos de Pouzauges, le 12 octobre 2023.



Le parc d'installations et d'activités à contrôler comporte :

- **des installations nucléaires de base :**
 - l'irradiateur Ionisos de Pouzauges,
 - l'irradiateur Ionisos de Sablé-sur-Sarthe;
- **des activités nucléaires de proximité du domaine médical :**  Chapitre 7 p. 204
 - 7 services de radiothérapie,
 - 2 unités de curiethérapie,
 - 11 services de médecine nucléaire,
 - 39 établissements mettant en œuvre des pratiques interventionnelles radioguidées,
 - 56 scanners,
 - environ 2500 appareils de radiologie médicale et dentaire;
- **des activités nucléaires de proximité du domaine industriel, vétérinaire et de la recherche :**  Chapitre 8 p. 242
 - 1 cyclotron,
 - 29 sociétés de radiologie industrielle, dont 7 prestataires en gammagraphie,
 - 19 unités de recherche,
 - environ 400 utilisateurs d'équipements industriels;
- **des activités liées au transport de substances radioactives ;**  Chapitre 9 p. 274
- **des laboratoires et organismes agréés par l'ASN :**
 - 8 établissements pour la mesure du radon,
 - 1 siège de laboratoire pour les mesures de la radioactivité dans l'environnement.



RÉGION

Provence-Alpes-Côte d'Azur

La division de Marseille contrôle la sûreté nucléaire, la radioprotection et le transport de substances radioactives dans les 6 départements de la région [Provence-Alpes-Côte d'Azur](#).

En 2023, l'ASN a réalisé 128 inspections en région Provence-Alpes-Côte d'Azur dont 65 dans les installations nucléaires de base (INB), 57 dans le nucléaire de proximité, quatre dans le domaine du transport de substances radioactives et deux concernant les organismes et laboratoires agréés par l'ASN.

Au cours de l'année 2023, deux événements significatifs classés au niveau 1 de l'échelle internationale des événements nucléaires et radiologiques ([échelle INES](#)) ont été déclarés par les exploitants des installations nucléaires.

Dans le domaine du nucléaire de proximité, trois événements significatifs classés au niveau 1 de l'échelle INES ont été déclarés à l'ASN dans le domaine industriel, et deux événements significatifs classés au niveau 2 de l'[échelle ASN-SFRO](#) ont été déclarés à l'ASN dans le domaine médical.

Site de Cadarache

► CENTRE CEA DE CADARACHE

Créé en 1959, le [centre CEA de Cadarache](#) se situe sur le territoire de la commune de Saint-Paul-lez-Durance, dans le département des Bouches-du-Rhône et occupe une superficie de 1600 hectares. Ce site concentre principalement son activité sur l'énergie nucléaire et est dédié, pour ce qui concerne ses installations civiles en fonctionnement, à la recherche et au développement pour le soutien et l'optimisation des réacteurs existants, et à la conception de systèmes de nouvelle génération. Une part importante des installations du centre est par ailleurs impliquée dans la conduite de la stratégie de démantèlement et de gestion des matières et déchets radioactifs du Commissariat à l'énergie atomique et aux énergies alternatives (CEA).

Les INB situées dans le centre sont :

- l'installation Pégase-Cascad (INB 22);
- le réacteur de recherche Cabri (INB 24);
- le réacteur de recherche Rapsodie (INB 25);
- l'Atelier de technologie du plutonium (ATPu – INB 32);
- la Station de traitement des déchets solides (STD – INB 37-A);
- la Station de traitement des effluents actifs (STE – INB 37-B);
- le réacteur de recherche Masurca (INB 39);
- le réacteur de recherche Éole / Minerve (INB 42-U);
- les Ateliers de traitement de l'uranium enrichi (ATUe – INB 52);
- le Magasin central de matières fissiles (MCMF – INB 53);
- le Laboratoire de purification chimique (LPC – INB 54);
- le Laboratoire de haute activité LECA-STAR (INB 55);
- le Parc d'entreposage des déchets radioactifs solides (INB 56);
- le réacteur de recherche Phébus (INB 92);
- le Laboratoire d'études et de fabrications des combustibles avancés (Lefca – INB 123);
- le laboratoire Chicade (INB 156);
- l'installation d'entreposage Cedra (INB 164);

- le magasin d'entreposage Magenta (INB 169);
- l'Atelier de gestion avancée et de traitement des effluents (Agate – INB 171);
- le Réacteur Jules Horowitz (RJH – INB 172), en construction.

Le centre CEA de Cadarache assure l'exploitation de nombreuses installations, de nature variée et aux enjeux de sûreté divers. Sur le centre de Cadarache, dix installations sont définitivement arrêtées, neuf installations sont en fonctionnement et une installation est en construction. L'ASN a engagé ou poursuivi l'instruction des dossiers d'orientation de réexamen périodique ou des rapports de réexamen pour 13 des 20 installations: Cascad, Cabri, STE, ATPu, Éole / Minerve, MCMF, LPC, LECA-STAR, Phébus, Lefca, Cedra, Magenta et Agate, et a rendu ses conclusions sur le réexamen de STD. Dans l'instruction de ces rapports, l'ASN est particulièrement attentive à la robustesse des plans d'action proposés et déployés. Elle veille à la mise en conformité des installations par rapport à la réglementation applicable et à l'efficacité de la maîtrise des risques et inconvénients.

Installation Pégase-Cascad – Centre du CEA

Le réacteur Pégase ([INB 22](#)) a été mis en service en 1964, puis exploité une dizaine d'années sur le site de Cadarache. Par [décret du 17 avril 1980](#), le CEA a été autorisé à réutiliser l'installation Pégase pour entreposer des substances radioactives, en particulier des éléments combustibles irradiés en piscine.

L'installation Cascad, autorisée par le décret du 4 septembre 1989 modifiant l'installation Pégase et exploitée depuis 1990, est pérenne et dédiée à l'entreposage à sec, dans des puits, de combustible irradié.

La mise à jour du dossier de démantèlement du CEA a été transmise à l'ASN en fin d'année 2023 au terme de l'expertise du dossier initial.

• PROVENCE-ALPES-CÔTE D'AZUR •

Dans le cadre du projet de désentreposage des combustibles araldités de Pégase, dénommé projet « DECAP », le CEA a transmis à l'ASN, en juillet 2022, une demande d'autorisation pour la réception d'étuis de combustibles entreposés dans le périmètre de l'installation nucléaire de base secrète (INBS) de Cadarache, provenant historiquement de la piscine de Pégase. Compte tenu des justifications présentées par le CEA sur l'absence d'impact sur le calendrier de démantèlement de l'installation Pégase, la [décision n° CODEP-CLG-2017-006524](#) relative aux opérations de désentreposage de l'installation Pégase a été modifiée, afin de permettre la réception de ces combustibles, qui est intervenue en 2023.

L'ASN considère que l'organisation de la sûreté nucléaire et de la radioprotection sur l'installation Pégase-Cascad est globalement satisfaisante. Les actions de contrôle de l'ASN ont mis en évidence que les essais de mise en service de la cellule blindée de Pégase, ainsi que le traitement des écarts lors de cette phase, ont été correctement réalisés. L'ASN a cependant relevé des lacunes concernant le processus de remontée des écarts par les intervenants extérieurs qui participent à la fabrication de nouveaux éléments importants pour la protection (EIP), notamment pour les écarts survenus lors de prestations réalisées en dehors de l'INB.

En 2024, l'ASN portera une attention particulière au respect du calendrier de mise en service du projet DECAP, ainsi qu'au traitement des premiers étuis dans ce procédé. La mise en œuvre des modifications des modalités d'accueil des combustibles sur Cascad, autorisées par l'ASN, sera également examinée.

Réacteur de recherche Cabri – Centre du CEA

Le réacteur expérimental Cabri ([INB 24](#)) créé le 27 mai 1964 est destiné à la réalisation de programmes expérimentaux visant à une meilleure compréhension du comportement du combustible nucléaire en cas d'accident de réactivité. Le réacteur est équipé d'une boucle à eau sous pression depuis 2006, afin d'étudier le comportement du combustible à taux de combustion élevé en situations accidentelles d'augmentation de la réactivité dans un réacteur à eau sous pression (REP). Depuis janvier 2018, le CEA mène un programme d'essais dénommé « CIP » (*Cabri International Program*), qui avait été engagé au début des années 2000 et a nécessité d'importants travaux de modification de l'installation et de mise à niveau en matière de sûreté.

Les programmes d'essais CIP et d'essais d'irradiation de composants électroniques se sont poursuivis en 2023. En parallèle de la réalisation de ces essais, l'ASN instruit la demande de réparation sous eau de l'hodoscope, dossier qui achève la remise en état complète du réacteur à la suite de la découverte de défauts en 2020. Cette réparation devra intervenir à la fin de la réalisation du programme d'essais actuel, à l'horizon de la fin de l'année 2025.

L'instruction par l'ASN du réexamen de sûreté s'est poursuivie en 2023. Lors de la constitution de son dossier de réexamen, l'exploitant a réalisé une analyse des composants du réacteur identifiés comme devant faire l'objet d'un suivi particulier vis-à-vis du vieillissement de l'installation. L'ASN sera vigilante en 2024 à sa déclinaison opérationnelle. Une attention particulière sera également portée à la pérennisation des compétences des équipes d'ingénieurs chargées du fonctionnement et des conducteurs de pile.



Le parc d'installations et d'activités à contrôler comporte :

• des installations nucléaires de base :

- le centre de recherche du CEA Cadarache qui compte 21 INB civiles, dont le réacteur Jules Horowitz (RJH) en cours de construction,
- le chantier de construction de l'installation ITER, attendant au centre CEA de Cadarache,
- l'irradiateur industriel Gammaster ;

• des activités nucléaires de proximité du domaine médical :

- 13 services de radiothérapie externe,
- 3 services de curiethérapie,
- 16 services de médecine nucléaire,
- 100 établissements mettant en œuvre des pratiques interventionnelles radioguidées,
- 92 scanners,
- environ 8200 appareils de radiologie médicale et dentaire ;



Chapitre 7
p. 204

• des activités nucléaires de proximité du domaine industriel, vétérinaire et de la recherche :

- environ 400 établissements industriels et de recherche, dont 3 accélérateurs de particules de type cyclotron et 21 entreprises exerçant une activité de radiographie industrielle,
- environ 600 cabinets ou cliniques vétérinaires pratiquant le radiodiagnostic ;



Chapitre 8
p. 242

• des activités liées au transport de substances radioactives ;



Chapitre 9
p. 274

• des laboratoires et organismes agréés par l'ASN :

- 3 laboratoires pour les mesures de la radioactivité dans l'environnement,
- 4 organismes pour la mesure du radon,
- 1 organisme pour le contrôle de la radioprotection.

L'ASN estime que le niveau de sûreté et de radioprotection de l'installation Cabri est globalement satisfaisant.

Par ailleurs, une information de l'ASN par le CEA est attendue concernant les perspectives d'activité du réacteur au-delà du programme d'essais en cours.

Réacteur de recherche Rapsodie

– Centre du CEA

Le réacteur Rapsodie ([INB 25](#)) est le premier réacteur à neutrons rapides (RNR) refroidi au sodium construit en France. Il a fonctionné de 1967 à 1978. Un défaut d'étanchéité de la cuve du réacteur a conduit à son arrêt définitif en 1983. Des opérations de démantèlement ont été entreprises par la suite, mais ont été, en partie, arrêtées consécutivement à un accident mortel survenu en 1994, lors du lavage d'un réservoir de sodium.

Le cœur est actuellement déchargé de son combustible ; celui-ci a été évacué de l'installation. Par ailleurs, une grande partie des fluides et des composants radioactifs ont été éliminés, et la cuve du réacteur est confinée. La piscine du réacteur a été vidée, partiellement assainie et démantelée, et les déchets contenant du sodium, évacués.

• PROVENCE-ALPES-CÔTE D'AZUR •

Le décret de démantèlement de Rapsodie a été signé le 9 avril 2021. Ce décret fixe le périmètre de l'installation et encadre, jusqu'en 2030, les opérations de traitement du sodium du réacteur jusqu'à la mise en air de la cuve le contenant. L'opération de lavage de la cuve du réacteur fera l'objet d'un dossier de demande d'autorisation auprès de l'ASN. Les opérations de démantèlement suivantes, telles que le démantèlement du bloc réacteur ou les structures de génie civil, devront faire l'objet d'une mise à jour du dossier de démantèlement.

Durant l'année 2023, les travaux de démantèlement se sont poursuivis et ont consisté à caractériser, à reconditionner et à évacuer des colis de déchets. La préparation de l'opération de traitement du sodium encore en rétention sur l'installation, appelée « Recure Na », exige une rénovation du pont polaire du bâtiment réacteur. À cet effet, les anciens chariots ont été déposés pour installer un nouveau chariot, et le pont a été requalifié pour une nouvelle charge maximale d'utilisation. L'opération « Pétole », qui consiste à mettre à l'arrêt définitif et à déposer les équipements participant au confinement dynamique de cellules chaudes assainies, a débuté.

L'exploitant a déposé son dossier d'orientation du réexamen fin décembre 2022. Ce dossier est en cours d'instruction par l'ASN. La remise du dossier de réexamen périodique est attendue pour 2025.

L'ASN considère que le niveau de sûreté nucléaire et de radioprotection de cette installation est globalement satisfaisant en 2023 notamment en ce qui concerne la gestion des déchets et des effluents et les travaux de démantèlement.

Station de traitement des déchets solides

– Centre du CEA

L'[INB 37](#) du CEA de Cadarache comportait historiquement la Station de traitement des effluents actifs (STE) et la Station de traitement des déchets solides (STD), regroupées en une installation unique. Le CEA souhaitant pérenniser la STD et procéder à l'arrêt définitif de la STE, l'[INB 37](#) a été séparée en deux INB: 37-A (STD) et 37-B (STE), par décisions [n° CODEP-DRC-2015-027232](#) et [n° CODEP-DRC-2015-027225 de l'ASN du 9 juillet 2015](#). Ces enregistrements ont été réalisés consécutivement à la définition des périmètres de ces deux INB par [arrêtés du 9 juin 2015](#).

La STD constitue à ce jour la seule INB civile du CEA autorisée à réaliser le conditionnement des déchets radioactifs de moyenne activité à vie longue (MA-VL), avant leur entreposage dans l'installation Cedra ([INB 164](#)), dans l'attente d'une expédition vers une installation de stockage en couche géologique profonde. Cette situation particulière rend la STD incontournable dans la stratégie de démantèlement et de gestion des déchets du CEA.

La poursuite de fonctionnement de la STD est conditionnée par la réalisation de travaux de rénovation, notamment des infrastructures de génie civil, prescrits par [décision n° CODEP-CLG-2016-015866 du président de l'ASN du 18 avril 2016](#).

L'ASN a autorisé la réalisation de ces travaux le 20 janvier 2022. L'échéance prescrite de fin des travaux en 2021 n'a pas pu être respectée par le CEA, et a fait l'objet d'un report au 30 juin 2028. Les travaux relatifs à ce projet (dénommé « Pagode ») se sont poursuivis en 2023 avec la mise en service des emballages de transport de colis moyennement irradiants (équipements ETCMI) et des premiers travaux de génie civil.

L'ASN considère que le niveau de sûreté de l'installation est globalement satisfaisant, notamment en ce qui concerne la gestion des moyens de crise, la conception-construction, le suivi de l'état des systèmes, matériels et bâtiments, thèmes ayant fait l'objet de trois inspections en 2023. Concernant le suivi des engagements, thème également inspecté en 2023, même si les délais d'exécution de certains engagements ne pourront pas être respectés, le retard semble maîtrisé et les justifications pertinentes. L'ASN poursuit par ailleurs l'instruction du rapport de réexamen remis en 2022.

Station de traitement des effluents actifs

– Centre du CEA

La Station de traitement des effluents actifs (STE – [INB 37-B](#)) est à l'arrêt depuis le 1^{er} janvier 2014. Le CEA a transmis en décembre 2021 le dossier de démantèlement de cette installation.

Dans le cadre des opérations préalables au démantèlement (OPDEM), l'exploitant poursuit les investigations télévisuelles des cuves, afin de caractériser les substances encore présentes, et de préciser les travaux d'accessibilité aux cuves du bâtiment 322 qui devront être réalisés. Ces caractérisations sont un préalable à la mise en œuvre de solutions de traitement de ces effluents qui n'existent pas aujourd'hui. L'état de sûreté des cuves d'entreposage du bâtiment 322 et du local 22A au sein du bâtiment 321 doit être amélioré dans l'attente de leur vidange complète. Cette action issue du dossier de réexamen doit permettre également d'améliorer la connaissance de l'état de l'installation, et sera valorisée dans le cadre des opérations préparatoires au démantèlement. Le travail réalisé par l'exploitant a également permis d'affiner l'étude de stabilité au feu du bâtiment 321.

La découverte d'eaux pluviales marquées, entraînant la présence de radionucléides artificiels en dehors des zones contaminées historiques déjà identifiées, continue de faire l'objet de déclarations d'événements significatifs à l'ASN, depuis 2021. Cette situation persiste malgré la mise en œuvre d'un plan d'action sur la gestion des eaux pluviales, dont une évaluation formelle de l'efficacité par l'exploitant reste attendue par l'ASN. Au regard des marquages successifs, ce plan d'action se poursuivra et sera complété en 2024.

L'ASN a réalisé deux inspections en 2023 sur le thème des déchets et du respect des engagements. De manière générale, le suivi du plan d'action issu du réexamen périodique est satisfaisant, de même que la gestion des déchets.

L'ASN estime que le niveau de sûreté nucléaire de l'[INB 37-B](#) en 2023 reste globalement satisfaisant.

Atelier de technologie du plutonium et Laboratoire de purification chimique

– Centre du CEA

L'Atelier de technologie du plutonium (ATPu – [INB 32](#)) assurait la production d'éléments combustibles à base de plutonium, destinés aux RNR ou réacteurs expérimentaux à partir de 1967, puis, de 1987 à 1997, aux REP utilisant du combustible MOX (Mélange d'Oxydes). Les activités du Laboratoire de purification chimique (LPC – [INB 54](#)) étaient associées à celles de l'ATPu : contrôles physico-chimiques et examens métallurgiques, traitement des effluents et déchets contaminés. Les deux installations ont été arrêtées en 2003 et sont en cours de démantèlement.

En 2023, l'instruction des dossiers de réexamen périodique des deux installations s'est poursuivie. Les opérations liées à la surveillance, l'entretien et l'exploitation (opération SENEX), ainsi que les opérations liées à la gestion et à la surveillance des déchets solides et des effluents liquides (caractérisation, regroupement, évacuation) se sont également poursuivies et ont permis la réduction du terme source des deux installations. Le chantier de dépose du procédé de cryotraitement s'est également poursuivi.

Les inspections conduites par l'ASN en 2023 ont principalement porté sur le confinement statique et dynamique, ainsi que sur la gestion des déchets, pour l'ATPu, et sur la réalisation du réexamen périodique, pour le LPC. Les modalités d'évacuation des déchets ont également été contrôlées. L'ASN estime que le niveau de sûreté nucléaire de l'installation est globalement satisfaisant sur ces thématiques.

L'exploitant a déclaré en octobre 2023 un événement significatif sur le LPC classé au niveau 1 de l'échelle INES, relatif à un défaut de culture de sûreté d'un agent du service de prévention des risques, lié au non-respect des conditions d'accès en zone contrôlée. L'ASN contrôlera la mise en œuvre des actions proposées par l'exploitant, afin d'éviter le renouvellement de ce type d'événement. Les modalités de contrôle des accès en zone réglementée au titre de la radioprotection au CEA seront notamment examinées.

Réacteur de recherche Masurca

– Centre du CEA

Le réacteur Masurca ([INB 39](#)), dont la création a été autorisée par [décret du 14 décembre 1966](#), était destiné aux études neutroniques, principalement pour les cœurs de la filière des RNR, et au développement de techniques de mesures neutroniques. Le réacteur est à l'arrêt depuis 2007.

L'arrêt définitif de l'installation a été déclaré par le CEA le 31 décembre 2018. L'exploitant a transmis le dossier de démantèlement de l'installation en décembre 2020, et réalise, dans l'intervalle, des travaux de préparation au démantèlement tels que le désamiantage des locaux, la réhabilitation de bâtiments ou la dépose de matériel conventionnel. Ce dossier de démantèlement est en cours d'instruction, et l'enquête publique en cours d'organisation. Un dossier relatif à l'évacuation des équipements contenant du sodium a été déposé fin 2023.

L'ASN a pris position sur le dossier d'option du réexamen en juillet 2023. Le dossier de réexamen est attendu pour 2025.

L'ASN estime que le niveau de sûreté nucléaire, notamment concernant la surveillance des intervenants extérieurs, et la radioprotection – thèmes qui ont été inspectés en 2023 – est globalement satisfaisant.

Réacteurs de recherche Éole et Minerve

– Centre du CEA

Les réacteurs expérimentaux Éole et Minerve sont des maquettes critiques, de très faible puissance (moins d'un kilowatt), qui permettaient la réalisation d'études neutroniques, en particulier pour l'évaluation de l'absorption des rayons gamma ou des neutrons par les matériaux.

Le réacteur Éole ([INB 42](#)), dont la création a été autorisée par [décret du 23 juin 1965](#), était principalement destiné à l'étude neutronique des réseaux modérés, en particulier ceux des REP et des réacteurs à eau bouillante (REB). Le réacteur Minerve ([INB 95](#)), dont le transfert du centre d'études de Fontenay-aux-Roses vers le centre d'études de Cadarache a été autorisé par [décret du 21 septembre 1977](#), est situé dans le même hall que le réacteur Éole. Des activités d'enseignement et de recherche ont eu lieu sur ces maquettes jusqu'à leur arrêt définitif le 31 décembre 2017. Le [décret n° 2023-1176 du 12 décembre 2023](#) a réuni les deux INB 42 et 95 au sein d'une INB unique (INB 42-U), dénommée « Éole / Minerve », et a prescrit les opérations de démantèlement de cette installation.

L'instruction du dossier de démantèlement des deux installations s'est terminée en 2023. À la suite de la saisine de la mission de la sûreté nucléaire et de la radioprotection (MSNR), l'ASN a rendu un avis favorable sur le projet de décret procédant à la réunion des INB 42 et 95 au sein d'une INB unique (INB 42-U), et prescrivant au CEA le démantèlement de cette installation.

L'ASN estime que le niveau de sûreté de l'INB 42-U est globalement satisfaisant, notamment concernant l'avancement des dernières OPDEM, l'organisation des opérations de caractérisation et de reconditionnement, ainsi que des opérations d'évacuation des matières radioactives, ou encore la surveillance des intervenants extérieurs. L'exploitant doit cependant progresser sur le suivi des déchets sans filière immédiate (DSFI) et avancer sur la conception de conteneurs pour évacuer les sources de démarrage.

Ateliers de traitement de l'uranium enrichi

– Centre du CEA

De 1963 à 1995, les Ateliers de traitement de l'uranium enrichi (ATUe – [INB 52](#)) assuraient la conversion en oxyde fritté de l'hexafluorure d'uranium en provenance des usines d'enrichissement de Cadarache, et effectuaient le retraitement chimique des déchets de fabrication des éléments combustibles. Le démantèlement de cette installation a été autorisé par décrets en février 2006 et 2021, accompagnés de prescriptions de l'ASN décrivant les conditions de réalisation des futures opérations de démantèlement du 14 octobre 2021.

• PROVENCE-ALPES-CÔTE D'AZUR •

En 2023, les activités de l'installation ont été principalement des opérations de maintenance et de contrôle périodique et réglementaire. Les opérations de démantèlement sont en cours de reprise à la suite de l'instruction du nouveau référentiel transmis en 2022.

En 2023, le niveau de sûreté de l'INB 52 (ATUe) est jugé satisfaisant par l'ASN.

Les actions issues du réexamen périodique de 2017 sont pour la plupart réalisées, à l'exception d'une action concernant les travaux d'étanchéité en toiture, dont le terme des travaux est reporté à la fin de l'année 2025.

Magasin central de matières fissiles

– Centre du CEA

Créé en 1968, le Magasin central des matières fissiles (MCMF – [INB 53](#)) était un magasin d'entreposage d'uranium enrichi et de plutonium, jusqu'à sa mise à l'arrêt définitif et l'évacuation de l'ensemble de ses matières radioactives le 31 décembre 2017. L'exploitant a déposé son dossier de démantèlement en novembre 2018.

L'instruction du dossier de démantèlement s'est terminée en 2023. La MSNR a saisi l'ASN et a consulté l'exploitant sur le projet de décret de démantèlement de l'installation, avec pour objectif de publier ce décret en 2024.

L'exploitant devra également déposer son prochain rapport de réexamen périodique à l'ASN avant fin décembre 2024.

L'ASN estime que les OPDEM se sont poursuivies de manière satisfaisante en 2023. Les principales opérations réalisées par l'exploitant ont été des caractérisations radiologiques complémentaires, ainsi que des évacuations de matériels et de déchets.

Laboratoire de haute activité LECA-STAR

– Centre du CEA

L'[INB 55](#) regroupe le Laboratoire d'examens des combustibles actifs (LECA) et la Station de traitement, d'assainissement et de reconditionnement (STAR), extension du LECA. Ces deux unités constituent des outils d'expertise du CEA pour l'analyse des combustibles irradiés. Mis en service en 1964, le LECA permet au CEA de réaliser des examens destructifs et non destructifs sur des combustibles irradiés de la filière électronucléaire, de recherche et de la propulsion navale. L'installation étant ancienne, elle a été partiellement renforcée au début des années 2010 pour améliorer sa tenue au séisme.

Le dossier d'orientation du prochain réexamen (DOR) périodique du LECA a été déposé par le CEA en janvier 2022. L'examen de ce dossier a conduit l'ASN à demander des éléments complémentaires, relatifs à l'examen de conformité et à la réévaluation de la maîtrise des risques et des inconvénients.

Dans le cadre de la poursuite d'exploitation du LECA, et conformément à la prescription technique fixée par la décision du 10 juillet 2020 relative à l'achèvement des travaux de renforcement du LECA pour garantir l'absence d'agression des cellules blindées par le bâtiment principal en cas de séisme, le CEA a transmis à l'ASN des demandes de modification en cours d'instruction.

Mise en service en 1999, l'installation STAR est une extension du laboratoire LECA, conçue pour la stabilisation et le reconditionnement des combustibles irradiés.

L'ASN est en cours de finalisation de l'instruction du rapport de réexamen de STAR remis en 2018.

Le CEA a déclaré en 2023 un événement significatif à la suite d'une chute de charge sur une porte coupe-feu, située dans le secteur feu comprenant des cellules blindées de STAR. L'endommagement de la porte remettait en cause sa qualification coupe-feu de deux heures. Cet événement a été examiné dans le cadre d'une inspection et a été classé au niveau 1 de l'échelle INES, essentiellement en raison d'une lacune de culture de sûreté dans le traitement de l'écart.

L'ASN estime qu'en 2023 le niveau de sûreté nucléaire de l'installation LECA-STAR est globalement satisfaisant, notamment concernant la prévention des risques de criticité et le respect des engagements pris dans le cadre des réexamens du LECA et de STAR.

Parc d'entreposage des déchets radioactifs solides – Centre du CEA

L'[INB 56](#), déclarée en janvier 1968 pour le stockage de déchets, assure l'entreposage de déchets solides radioactifs historiques du centre de Cadarache. Elle comprend trois piscines, six fosses, cinq tranchées et des hangars, qui contiennent notamment des déchets MA-VL provenant du fonctionnement ou du démantèlement d'installations du CEA. L'INB 56 fait partie des priorités identifiées par le CEA dans sa stratégie de démantèlement et de gestion des déchets.

L'expertise du dossier de démantèlement de l'installation, déposé en 2018, s'est poursuivie en 2023. La réunion du Groupe permanent d'experts pour le démantèlement ([GPDEM](#)) sur ce dossier est prévue en avril 2024.

Le CEA a poursuivi ses opérations de reprise et de reconditionnement des déchets (RCD) de l'INB, conformément au planing exposé en début d'année. Les inspections télévisuelles de la fosse 1 ont débuté après leur aménagement. Des travaux d'assainissement de la cellule d'extraction de la tranchée T2 ont de plus été réalisés.

En 2023, l'ASN estime que le niveau de sûreté nucléaire de l'installation est globalement satisfaisant en ce qui concerne le confinement statique et dynamique, ainsi que l'état des systèmes, thèmes contrôlés en inspection. L'ASN a notamment constaté des améliorations concernant le suivi et la traçabilité des modes opératoires de travaux de modifications. Toutefois, l'ASN sera vigilante au respect des nouvelles échéances fixées sur les opérations de reprise des colis moyennement irradiés en inox de la fosse 6, ainsi que sur la gestion des eaux pluviales de l'INB.

Réacteur de recherche Phébus

– Centre du CEA

Le réacteur Phébus ([INB 92](#)) est un réacteur expérimental de type piscine, d'une puissance de 38 mégawatts thermiques (MWth), qui a fonctionné de 1978 à 2007. Ce réacteur était destiné à l'étude des accidents graves des réacteurs de la filière à eau légère, ainsi qu'à la définition de procédures opératoires visant à éviter la fusion du cœur ou à en limiter les conséquences.

• PROVENCE-ALPES-CÔTE D'AZUR •

En 2023, l'ASN a finalisé l'instruction des dossiers de démantèlement et de réexamen périodique, déposés respectivement en 2018 et 2017.

Depuis décembre 2021, l'installation est vide de tout combustible et de toute source radioactive utilisée durant l'exploitation de l'installation, conformément aux objectifs prioritaires des OPDEM. La source neutronique de démarrage, présente dans la piscine du bâtiment réacteur, est entreposée dans l'attente de l'identification d'une filière d'évacuation.

En 2023, l'ASN estime que le niveau de sûreté nucléaire de l'installation est globalement satisfaisant en ce qui concerne la gestion du risque incendie qui a fait l'objet d'une inspection.

Laboratoire d'études et de fabrications expérimentales de combustibles nucléaires avancés – Centre du CEA

Le Laboratoire d'études et de fabrications expérimentales de combustibles nucléaires avancés (Lefca – [INB 123](#)), mis en service en 1983, était un laboratoire chargé de la réalisation d'études sur le plutonium, l'uranium, les actinides et leurs composés, visant à la compréhension du comportement de ces matériaux en réacteur et dans les différentes étapes du « cycle du combustible ». En 2018, le Lefca a finalisé le transfert, vers les laboratoires d'Atalante ([INB 148](#)) de Marcoule, d'une partie de ses matériels de recherche et développement.

L'ASN a transmis en avril 2023 son avis sur le DOR de l'installation, remis par le CEA en mars 2022. L'exploitant a ensuite déposé son rapport de conclusion de réexamen en décembre 2023, qui présente la perspective de poursuite d'exploitation de l'installation. Les nouvelles activités envisagées devront être autorisées par décret.

En 2023, l'ASN estime que le niveau de sûreté nucléaire de l'installation est globalement satisfaisant en ce qui concerne la maîtrise des réactions nucléaires en chaîne et l'état des systèmes, thèmes qui ont été inspectés. Néanmoins, il serait souhaitable d'améliorer la formalisation de nombreuses activités importantes pour la protection des intérêts (AIP), notamment celles concourant à la maîtrise des réactions en chaîne, afin de garantir la pérennité de conditions de sûreté satisfaisantes malgré les potentiels mouvements de personnel.

Laboratoire Chicade – Centre du CEA

L'installation Chicade ([INB 156](#)) réalise, depuis 1993, des travaux de recherche et développement sur des objets et déchets de faible et moyenne activité, principalement :

- la caractérisation, destructive ou non destructive, d'objets radioactifs, de colis d'échantillons de déchets et d'objets irradiants;
- le développement et la qualification de systèmes de mesures nucléaires;
- le développement de méthodes d'analyses chimiques et radiochimiques, ainsi que leur mise en œuvre;
- l'expertise et le contrôle de colis de déchets conditionnés par les producteurs de déchets.

En 2023, l'exploitant a démarré l'installation de conditionnement des sources scellées usagées en colis « 870L Vrac Source », autorisée par décision de l'ASN. Le CEA a produit le premier colis le 5 mai 2023.

Concernant la protection de l'environnement, le CEA a transmis en mai 2023 une demande de modification du décret d'autorisation de création (DAC) de l'installation, pour notamment prendre en compte des rejets gazeux de tritium. Une demande de modification minimale du périmètre a également été transmise. Ces dossiers sont en cours d'instruction par l'ASN.

L'ASN considère que le niveau de sûreté et de radioprotection est globalement satisfaisant, notamment en matière de gestion des écarts et des dispositions mises en œuvre pour la gestion des déchets produits par l'installation.

Installation d'entreposage Cedra

– Centre du CEA

L'installation Cedra ([INB 164](#)) assure, depuis 2006, l'entreposage des colis de déchets MA-VL dans l'attente de l'ouverture de filières de stockage appropriées. Le CEA anticipe une saturation de cette installation d'entreposage à l'horizon 2030. Les études concernant un projet de doublement de la capacité d'entreposage ont débuté en 2020.

Les études concernant le projet de doublement de la capacité d'entreposage de l'installation se sont poursuivies en 2023.

L'ASN considère que l'organisation mise en place pour conduire le réexamen périodique de sûreté de 2022 est satisfaisante. Des compléments sont toutefois demandés par l'ASN concernant le contenu de ce rapport.

L'ASN considère le niveau de sûreté et de radioprotection comme globalement satisfaisant sur l'installation. Néanmoins des améliorations sont attendues concernant la surveillance des activités réalisées par des intervenants extérieurs au sein de l'installation. L'ASN reste également vigilante concernant le maintien des compétences et du savoir-faire d'exploitation, dans un contexte de renouvellement important des personnels réalisant les opérations d'exploitation.

Magasin d'entreposage Magenta

– Centre du CEA

L'installation Magenta ([INB 169](#)), qui remplace le MCMF, en démantèlement, est dédiée, depuis 2011, à l'entreposage de matières fissiles non irradiées, ainsi qu'à la caractérisation, par des mesures non destructives, des matières nucléaires réceptionnées.

En février 2021, l'exploitant a déposé son rapport de conclusion de réexamen. En 2023, des compléments à ce dossier ont été transmis par l'exploitant à la demande de l'ASN, et une inspection dédiée au suivi du plan d'action a été conduite.

La densification de l'entreposage de certains types de colis dans l'installation a été autorisée en 2023, afin d'optimiser la surface utilisée pour être en mesure d'accueillir de nouvelles matières.

**APPRECIATION DU CENTRE CEA DE CADARACHE**

En 2023, l'ASN considère que le niveau de sûreté nucléaire du centre CEA de Cadarache se maintient à un niveau globalement satisfaisant.

Le suivi des engagements, ainsi que les réponses apportées à l'ASN à la suite des opérations de contrôle sont réalisés de manière globalement satisfaisante.

En revanche, l'ASN a constaté que certaines échéances peuvent prendre du retard, notamment concernant le respect des plans d'action issus des réexamens de sûreté des installations, ainsi que certaines opérations de démantèlement.

Concernant la gestion des écarts qui ont trait à la sûreté nucléaire, l'organisation qualité du CEA permet d'assurer la réalisation des actions correctives. Des améliorations sont cependant attendues dans l'analyse des causes de certains écarts.

De plus, l'ASN a porté une attention particulière en 2023 sur la thématique de la maîtrise de la sous-criticité des installations du centre. Il a été relevé une organisation du centre relative à la maîtrise des réactions en chaîne conforme à la [décision 2014-DC-0462 de l'ASN du 7 octobre 2014](#).

Par ailleurs, dans le contexte de relance de la filière nucléaire, l'ASN sera vigilante au maintien des compétences aussi bien au niveau du personnel du CEA qu'au niveau des intervenants extérieurs réalisant des AIP.

Concernant la réalisation des projets de travaux neufs, l'ASN relève des disparités importantes en fonction des chantiers concernés.

La construction du RJH est réalisée avec rigueur et sérieux, dans l'organisation comme pour le suivi du chantier, mais des lacunes importantes ont été relevées en début d'année dans l'organisation générale, la réalisation

et la surveillance du chantier de construction du centre de crise de Cadarache, dénommé « Centre d'intervention résistant à des conditions extrêmes » (CIRCE). Des progrès ont néanmoins été relevés dès le milieu d'année sur ces thématiques, bien que des efforts restent attendus dans l'organisation et la qualité de réalisation des activités sur le chantier, ainsi que sur la gestion du traitement des écarts. L'ASN restera particulièrement attentive à la réalisation du chantier de construction du centre de crise de Cadarache, ainsi qu'à la réalisation des constructions nécessaires au démantèlement des installations.

Concernant la thématique des transports internes de substances radioactives, des progrès sont attendus dans la déclinaison des exigences des règles techniques d'exploitation (RTE) concernant les opérations de maintenance des emballages, ainsi que les contrôles sur la compatibilité de l'emballage avec leur contenu.

Concernant la gestion des situations d'urgence, la mise en situation réalisée en inspection a montré la bonne articulation entre le personnel des INB et la formation locale de sécurité (FLS) du centre du CEA de Cadarache. Lors de l'inspection de la FLS réalisée en 2023, les inspecteurs ont constaté la qualité d'organisation de ce service. Des améliorations sont néanmoins attendues sur la traçabilité des formations de maintien des acquis.

Dans le domaine de la radioprotection, l'ASN considère que la situation du centre CEA de Cadarache reste au même niveau que les années précédentes. Le centre de Cadarache a notamment mis en place ses pôles de compétence en radioprotection au titre des articles R. 593-112 du code

de l'environnement et R. 4451-113 du code du travail à la suite de l'autorisation délivrée par l'ASN le 23 décembre 2022.

Concernant la gestion des déchets au sein des INB, la gestion des écarts et la traçabilité du suivi des déchets sont convenablement réalisées. Des progrès sont néanmoins attendus concernant la catégorisation de certains déchets identifiés actuellement comme DSFI, dans le but de réduire le volume de déchets entreposé dans les installations. Une attention particulière sera portée sur le suivi des dates de constitution des fûts de ces déchets, afin de réduire leur temps d'entreposage dans les INB. L'ASN restera également vigilante sur les opérations de caractérisation et de reconditionnement des déchets historiques, ainsi que sur les perspectives de filières d'évacuation des sources sans emploi.

L'ASN constate que le niveau de protection de l'environnement est assez satisfaisant. Des améliorations ont été réalisées concernant les analyses effectuées au sein du Laboratoire de chimie environnementale (LCE) du centre. Des axes de progrès restent identifiés concernant les contrôles du réseau d'effluents industriels, la mise en conformité du parc de piézomètres, ainsi que la gestion des eaux pluviales du centre. La démarche de gestion des sites et sols pollués fait toujours l'objet de réflexions au CEA. La mise à jour de l'étude d'impact du centre, prenant en compte le cumul des rejets des installations de la plateforme de Cadarache, reste attendue par l'ASN. L'ASN termine l'instruction d'une première modification des autorisations de rejets du centre pour prendre en compte les évolutions des INB depuis 2016.

En 2023, l'ASN estime que le niveau de sûreté nucléaire de l'installation est satisfaisant, notamment sur le thème de la maîtrise des réactions en chaîne. Une inspection dédiée au réexamen périodique a conclu à un suivi et à une mise en œuvre satisfaisante du plan d'action.

Atelier de gestion avancée et de traitement des effluents – Centre du CEA

L'Atelier de gestion avancée et de traitement des effluents (Agate – [INB 171](#)), mis en service en 2014 en remplacement de l'INB 37-B aujourd'hui à l'arrêt, a pour fonction de concentrer par évaporation des effluents liquides aqueux radioactifs contenant majoritairement des radionucléides émetteurs bêta et gamma.

Le CEA a déposé en 2023 une demande de modification du décret de création de l'installation, pour traiter de nouveaux types d'effluents radioactifs. Le CEA devra transmettre à l'ASN le rapport présentant les conclusions de son premier réexamen périodique de sûreté, attendu au plus tard le 29 avril 2024.

L'ASN considère que le niveau de sûreté et de radioprotection de l'installation, ainsi que son exploitation sont satisfaisants et inscrits dans un objectif d'amélioration continue de la sûreté.

L'ASN souligne que cette installation joue un rôle central dans la gestion des effluents du CEA et constitue, à ce titre, une installation sensible dans la stratégie de démantèlement et de gestion des matières et déchets du CEA.

Projet de réacteur Jules Horowitz

– Centre du CEA

Le Réacteur Jules Horowitz (RJH – [INB 172](#)), en cours de construction depuis 2009, est un réacteur de recherche à eau sous pression dont l'objectif est d'étudier le comportement des matériaux sous irradiation et des combustibles des réacteurs de puissance. Il permettra également de produire des radionucléides artificiels destinés à la médecine nucléaire. Sa puissance est limitée à 100 MWth.

Les activités de construction et de fabrication d'équipements se sont poursuivies en 2023, notamment dans le bâtiment réacteur et le bâtiment des annexes nucléaires. Les défauts constatés sur les échangeurs primaires/secondaires font l'objet d'expertises. La définition des actions correctives est attendue pour début 2024.

L'ASN a réalisé quatre inspections en 2023. Les contrôles ont notamment porté sur le circuit de refroidissement primaire du réacteur, en ce qui concerne le traitement des écarts détectés sur les échangeurs et la prise en compte du risque de présence de corps migrants, sur le traitement de l'étanchéité des sols et parois, et sur le traitement de l'écart concernant le sectionnement de plusieurs armatures d'une dalle de la zone de reprise des fuites (ZRF). Le montage d'équipements du bloc pile, des circuits fluides, le cuvelage des piscines, le traitement des traces de corrosion en fond de piscine réacteur et la protection incendie des bâtiments nucléaires ont également fait l'objet de vérifications.

À la suite de la transmission fin 2021 d'une révision du rapport de sûreté de l'installation, prenant en compte les évolutions et modifications apportées depuis le début de la construction, l'ASN a poursuivi en 2023, avec l'appui de l'Institut de radioprotection et de sûreté nucléaire (IRSN), l'instruction technique de diverses thématiques, afin de préparer la future mise en service.

L'ASN relève la rigueur de l'organisation mise en place pour la construction du RJH, et souligne le traitement efficace et satisfaisant des principaux écarts détectés sur le chantier.

Une feuille de route d'achèvement du projet, avec un nouveau planning de référence pour la construction et la mise en service de l'installation, a été élaborée par le CEA. Le Conseil de politique nucléaire du 19 juillet 2023 a acté la poursuite des investissements de l'État et de la filière pour finaliser la construction du RJH, avec une mise en service attendue à l'horizon 2032-2034. En septembre 2023, le CEA a transmis une nouvelle demande de modification du DAC n° 2009-1219 du 12 octobre 2009, pour porter la date de mise en service au plus tard au 14 octobre 2037, en prenant en compte des marges pour le projet.

ITER

Le réacteur thermonucléaire expérimental international (*International Thermonuclear Experimental Reactor* – ITER) en cours de construction depuis 2010 sur le site de Cadarache ([INB 174](#)) et attenante aux installations du CEA sera un réacteur expérimental de fusion, dont l'objectif est la démonstration scientifique et technique de la maîtrise de l'énergie de fusion thermonucléaire obtenue par confinement magnétique d'un plasma de deutérium-tritium, lors d'expériences de longue durée avec une puissance significative (puissance de 500 MW développée pendant 400 s). Ce projet international bénéficie du soutien financier de la Chine, de la Corée du Sud, des États-Unis, de l'Inde, du Japon, de la Russie et de l'Union européenne, qui fournissent en nature certains équipements du projet.

Les quantités importantes de tritium qui seront mises en jeu dans cette installation, le flux neutronique intense, ainsi que l'activation des matériaux qui en résulte constituent des enjeux particuliers du point de vue de la radioprotection et représenteront d'importants défis pour la gestion sûre des déchets pendant l'exploitation et lors du démantèlement de l'installation.

ITER Organization (IO) a annoncé en 2022 son intention de développer un nouveau « scénario de référence » pour le projet, et a précisé en 2023 les principales orientations de ce travail de redéfinition. Celles-ci tiennent notamment compte de la difficulté pour l'exploitant à fournir une démonstration de sûreté aboutie pour l'ensemble du projet avec ses différentes

phases alors même que du fait du caractère expérimental de l'installation, et de son ambition scientifique inédite, les connaissances techniques et scientifiques attendues de ses premières phases expérimentales sont nécessaires pour la préparation des suivantes. En particulier, le nouveau scénario de référence comporterait une planification modifiée des « phases plasma », avec une première phase, sans fusion, d'une portée technique accrue, tandis qu'un point d'arrêt spécifique serait prévu après la première phase expérimentale de fusion à puissance réduite, avant d'engager la dernière phase avec les niveaux de puissance prévus par les objectifs du projet. Plusieurs choix techniques devraient également être modifiés, avec par exemple le remplacement envisagé du béryllium par le tungstène comme matériau de revêtement de la première paroi de la chambre à vide. L'approche proposée par l'exploitant pour établir la démonstration de sûreté de son installation devrait être révisée en conséquence, avec en particulier une méthode « par étapes » correspondant aux phases successives de mise en service et d'exploitation.

L'ASN n'est pas opposée à la méthode envisagée en vue d'une démonstration de sûreté comportant plusieurs étapes. Cependant, l'ASN souligne que cette approche présente un risque industriel important, dans l'hypothèse où les choix techniques mis en œuvre et les connaissances acquises à un stade donné ne permettraient finalement pas à l'exploitant de démontrer la maîtrise des enjeux de sûreté et de radioprotection pour les étapes suivantes.

• PROVENCE-ALPES-CÔTE D'AZUR •

Lorsqu'IO aura achevé la redéfinition de son programme d'expérimentation et les évolutions de ses installations, l'ASN pourra redéfinir en conséquence le programme et la planification des instructions et effectuer l'analyse de l'impact des modifications envisagées.

Les travaux sur le site et la fabrication des équipements se sont poursuivis en 2023, hormis ceux concernant le tokamak, arrêtés du fait des écarts de construction des premiers secteurs de la chambre à vide, qui nécessitent des réparations avant leur mise en place puis leur assemblage, et de la problématique de corrosion sous contrainte des circuits de refroidissement des écrans thermiques, qui nécessite également la réparation ou le remplacement d'une partie des équipements concernés. Des actions correctives pour ces différentes problématiques sont en cours de définition. Le premier secteur mis en place en mai 2022 dans le puits du tokamak a été retiré en 2023, pour un retour sur l'un des outils d'assemblage des équipements des secteurs «SSAT» (*Sub-sector Assembly Tooling*) du hall d'assemblage. Ceci permettra de réaliser les opérations de réparation nécessaires. La chambre à vide constituant un équipement sous pression nucléaire (ESPN) et un élément important pour la protection (EIP), notamment au titre du confinement des substances radioactives, les procédures de réparation des secteurs, comme la qualification de ces procédés, feront l'objet de vérifications attentives par l'ASN.

La révision du planning, intégrant notamment l'évaluation de l'impact de la crise sanitaire et les délais de réparation des secteurs et écrans thermiques, devrait être transmise en 2024.

L'IO a transmis à l'ASN, en 2023, une nouvelle demande d'autorisation de prise d'eau et de rejets d'effluents non radioactifs, pour la phase de construction de l'installation, en cours d'instruction. Un premier dossier sur ce sujet avait été jugé non recevable en 2022.

Cinq inspections ont été réalisées sur le site en 2023, notamment sur la conception et la construction, ainsi que sur la surveillance des intervenants extérieurs. Ces inspections ont permis de vérifier par exemple la conception et l'installation d'éléments du système d'évacuation de pression de la chambre à vide «VVPSS» (*Vacuum Vessel Pressure Suppression System*), le suivi d'un événement significatif concernant l'utilisation d'un appareil de fluorescence X en dehors du cadre réglementaire défini pour l'utilisation de ce type d'équipement, la construction d'un pont reliant le bâtiment tokamak à l'usine cryogénique, la prise en compte des agressions pour le dimensionnement de bâtiments ou d'équipements, la fabrication de la chambre à vide et le traitement des non-conformités dimensionnelles, ou encore la mise en place des circuits de combustibles dans le bâtiment tokamak.

Au regard des inspections réalisées, l'ASN considère que des améliorations ont été apportées, mais que des efforts sont encore nécessaires dans la formalisation, la traçabilité des activités ou le traitement des écarts, ou encore pour la prise en compte des enjeux de sûreté et de la déclinaison des exigences définies.

IRRADIATEUR GAMMASTER

La société Steris exploite depuis 2008 un irradiateur industriel, dénommé «[Gammaster](#)», situé sur le territoire de la commune de Marseille. Cette installation assure le traitement de produits par ionisation (émission de rayonnements gamma), dans l'objectif de les aseptiser, de les stériliser ou d'améliorer les performances des matériaux. L'installation est constituée d'une casemate industrielle et renferme des sources scellées de cobalt-60 de haute activité, qui assurent le rayonnement nécessaire aux opérations de l'installation.

L'ASN a réalisé deux inspections en 2023 sur l'organisation et les moyens de crise, sur la radioprotection et le suivi des engagements. Bien que certains engagements subissent des retards, l'avancement des actions est bien suivi et assorti d'échéances.

L'ASN estime que le niveau de sûreté et de radioprotection est globalement satisfaisant en 2023.

• **PROVENCE-ALPES-CÔTE D'AZUR** •

SOMMAIRE

1

p.100

L'état des connaissances sur les dangers et les risques liés aux rayonnements ionisants

1.1 Les effets biologiques et les effets sanitaires

1.2 L'évaluation des risques liés aux rayonnements ionisants

1.3 Les incertitudes scientifiques et la vigilance

1.3.1 La réponse individuelle aux rayonnements ionisants

1.3.2 Les effets des faibles doses

1.3.3 La signature moléculaire dans les cancers radio-induits

2

p.103

Les différentes sources de rayonnements ionisants

2.1 Les rayonnements ionisants d'origine naturelle

2.1.1 Les rayonnements cosmiques

2.1.2 Les rayonnements d'origine terrestre (hors radon)

2.1.3 Le radon

2.2 Les rayonnements ionisants liés aux activités humaines

2.2.1 Les installations nucléaires de base

2.2.2 Le transport de substances radioactives

2.2.3 Les activités nucléaires de proximité

2.2.4 La gestion des déchets radioactifs

2.2.5 La gestion des sites contaminés

2.2.6 Les activités utilisant des substances radioactives d'origine naturelle

3

p.107

La surveillance des expositions aux rayonnements ionisants

3.1 Les doses reçues par les travailleurs

3.1.1 La surveillance des expositions professionnelles aux rayonnements ionisants

3.1.2 Cas de l'exposition des travailleurs à la radioactivité naturelle

3.2 Les doses reçues par la population

3.2.1 L'exposition de la population du fait des activités nucléaires

3.2.2 L'exposition de la population aux rayonnements naturels

3.3 Les doses reçues par les patients

3.4 L'exposition des espèces non humaines (animales et végétales)



Les activités nucléaires : rayonnements ionisants et risques pour la santé et l'environnement



01

Les **rayonnements ionisants** peuvent être d'origine naturelle ou provenir d'activités nucléaires d'origine humaine.

Les expositions de la population aux rayonnements ionisants d'origine naturelle résultent de la présence de radionucléides d'origine terrestre dans l'environnement, de l'émanation de **radon** en provenance du sous-sol et de l'exposition aux **rayonnements cosmiques**.

Les activités nucléaires sont définies par le code de la santé publique (**CSP**) comme « les activités comportant un risque d'exposition des personnes aux rayonnements ionisants lié à la mise en œuvre soit d'une source artificielle, qu'il s'agisse de substances ou de dispositifs, soit d'une source naturelle, qu'il s'agisse de substances radioactives naturelles ou de matériaux contenant des radionucléides naturels [...] ».

Ces activités nucléaires incluent celles qui sont menées dans les installations nucléaires de base (INB) et dans le cadre du transport de substances radioactives, ainsi que dans les domaines médical, vétérinaire, industriel et de recherche.

Au-delà des effets des rayonnements ionisants, certaines installations peuvent être à l'origine de risques et de nuisances non radiologiques tels que les rejets de substances chimiques dans l'environnement ou l'émission de bruit.

Les différents principes auxquels doivent répondre les activités nucléaires, notamment les principes de **sûreté nucléaire** et de **radioprotection**, sont présentés au chapitre 2.

1 L'état des connaissances sur les dangers et les risques liés aux rayonnements ionisants

Les rayonnements ionisants sont définis comme étant capables de produire directement ou indirectement des ions lors de leur passage à travers la matière. Parmi eux, on distingue les rayons X, les rayonnements gamma, alpha et bêta, ainsi que les rayonnements neutroniques, chacun d'entre eux étant caractérisé par des énergies et des pouvoirs de pénétration différents.

1.1 LES EFFETS BIOLOGIQUES ET LES EFFETS SANITAIRES

Qu'ils soient le fait de particules chargées, par exemple électron ou positon (rayonnements bêta) ou un noyau d'hélium (rayonnement alpha), ou de photons (rayons X ou rayons gamma), les rayonnements ionisants peuvent interagir avec les molécules constitutives des cellules de la matière vivante et les transformer chimiquement. Parmi les lésions ainsi créées, les plus importantes concernent l'ADN des cellules ; elles ne sont pas fondamentalement différentes de celles provoquées par certaines substances chimiques toxiques, exogènes (extérieures à l'organisme) ou endogènes (résultant du métabolisme cellulaire).

Lorsqu'elles ne sont pas réparées par les cellules elles-mêmes, ces lésions peuvent conduire soit à la mort cellulaire soit à l'apparition d'effets biologiques néfastes, dès lors que le tissu ne peut plus assurer ses fonctions.

De tels effets, appelés « **effets déterministes** », sont connus de longue date puisque les premiers effets ont été décrits assez tôt après la découverte des rayons X par W. Röntgen (début des années 1900). Ils dépendent de la nature du tissu exposé et apparaissent de façon certaine dès que la quantité de rayonnements absorbée dépasse un certain niveau de dose. Parmi ces effets, on peut citer par exemple l'érythème, la radiodermite, la radionécrose et la cataracte. Les effets sont d'autant plus graves que la dose de rayonnements reçue par le tissu est importante.

Les cellules peuvent aussi réparer, mais de façon imparfaite ou erronée, les lésions ainsi provoquées. Parmi les lésions qui subsistent, celles de l'ADN revêtent un caractère particulier, car des anomalies résiduelles au niveau des chromosomes peuvent être transmises par divisions cellulaires successives à de nouvelles cellules. Une seule mutation génétique est loin d'être suffisante pour la transformation en cellule cancéreuse, mais cette lésion due aux rayonnements ionisants peut constituer une première étape vers la cancérisation qui apparaît après un temps variable jusqu'à plusieurs années après l'exposition.

La suspicion d'un lien de causalité entre une exposition aux rayonnements ionisants et la survenue d'un cancer remonte à 1902 (observation d'un cancer de la peau sur une radiodermite). On parle alors de « cancer radio-induit ».

Par la suite, plusieurs types de cancer ont été observés en milieu professionnel, dont certains types de leucémie, des cancers bronchopulmonaires (par inhalation de radon) et des ostéosarcomes de la mâchoire. Hors du domaine professionnel, le suivi pendant plus de soixante ans d'une cohorte⁽¹⁾ d'environ 85 000 personnes irradiées lors des bombardements nucléaires d'Hiroshima et de Nagasaki (Japon) a permis de réunir des données sur la morbidité et la mortalité par cancer après exposition aux rayonnements ionisants, et de décrire les relations dose-effets, qui sont à la base de la réglementation actuelle. D'autres travaux épidémiologiques ont permis de mettre en évidence, chez les patients traités par radiothérapie, une augmentation statistiquement significative des cancers (effets secondaires) imputables aux rayonnements ionisants. Citons également l'**accident de la centrale nucléaire de Tchernobyl** (Ukraine) qui, du fait de l'iode radioactif rejeté, a provoqué dans les régions proches du lieu de l'accident un excès de cancers de la thyroïde chez des sujets jeunes exposés pendant leur enfance.

1. Cohorte : groupe d'individus considérés comme un ensemble et participant à une étude statistique des circonstances d'apparition des maladies.

Les conséquences sanitaires de l'[accident de la centrale nucléaire de Fukushima](#) (Japon) pour les populations avoisinantes ont également fait l'objet de travaux et d'analyses, dont certains sont encore en cours, afin d'en tirer les enseignements au plan épidémiologique.

Le risque de cancer radio-induit n'est pas lié à un dépassement de seuil. Il se manifeste par un accroissement de la probabilité de cancer en fonction de la dose de rayonnements reçus, et dépend également de l'âge et du sexe. On parle alors d'effets probabilistes, stochastiques (dont l'apparition, à la suite d'une exposition, dépend du hasard) ou aléatoires. La probabilité de développer un cancer augmente avec la dose. Toutefois, l'impact des faibles doses sur l'apparition d'un cancer fait l'objet de débats scientifiques (voir point 1.2).

Établis au plan international, les objectifs de santé publique de la radioprotection visent à éviter l'apparition des effets déterministes et à réduire la probabilité d'apparition de cancers radio-induits ; l'ensemble des résultats des études semble indiquer que les cancers radio-induits constituent le risque sanitaire prépondérant lié à l'exposition aux rayonnements ionisants.

1.2 L'ÉVALUATION DES RISQUES LIÉS AUX RAYONNEMENTS IONISANTS

En France, la surveillance de l'épidémiologie des cancers est fondée sur des registres de maladies, sur la surveillance des causes de décès et, plus récemment, s'appuie également sur l'exploitation des données du programme médicalisé des systèmes d'information des établissements de santé et sur les déclarations d'affection de longue durée. Les registres sont des structures qui réalisent « un recueil continu et exhaustif de données nominatives intéressant un ou plusieurs événements de santé dans une population géographiquement définie, à des fins de recherche et de santé publique, par une équipe ayant les compétences appropriées ». Certains dits « généraux » s'intéressent à tous les types de cancer, leur périmètre est départemental ou interdépartemental ; d'autres, dits « spécialisés », se focalisent sur un cancer particulier. Leur portée est un périmètre géographique variable (agglomération, département, région, voire national). Les trois registres nationaux concernent pour le premier le mésothéliome de la plèvre dans le cadre d'exposition principalement aux fibres d'amiante, les deux autres couvrent l'ensemble des pathologies cancéreuses de l'enfant et de l'adolescent jusqu'à 18 ans (source : INCa).

Dans une zone couverte par un registre, l'objectif est de mettre en évidence des différences de répartition spatiale, de dégager des évolutions temporelles en matière d'augmentation ou de diminution du taux d'incidence des différentes localisations cancéreuses, ou encore de repérer un agrégat de cas.

En fonction de la qualité de leur base de données populationnelle et de leur ancienneté, certains registres participent à de nombreuses études explorant les facteurs de risque des cancers (dont les risques environnementaux).

L'investigation épidémiologique est une tâche complémentaire de la surveillance. Elle a pour vocation de mettre en évidence une association entre un facteur de risque et la survenue d'une maladie, entre une cause possible et un effet, ou tout au moins de permettre d'affirmer que l'existence d'une telle relation causale présente une très forte probabilité. La difficulté intrinsèque à mener ces études est à rappeler, de même que la difficulté à conclure de façon convaincante lorsque le délai d'apparition de la maladie est long ou encore lorsque le nombre de cas attendus est faible, ce

qui est notamment le cas pour des expositions faibles de quelques dizaines de millisieverts (mSv).

Les cohortes comme celles de Hiroshima et de Nagasaki ont clairement mis en évidence un excès de cancers, pour une exposition moyenne de l'ordre de 200 mSv. En raison de données insuffisantes sur l'impact des faibles doses sur l'apparition d'un cancer, des estimations sont fournies en extrapolant de façon linéaire et sans seuil les effets observés décrits aux fortes doses. Ces modélisations donnent des estimations des risques encourus lors d'une exposition aux faibles doses de rayonnements ionisants qui restent cependant controversées au niveau scientifique. Des études sur de très larges populations sont actuellement menées pour mieux caractériser ces risques. Des études épidémiologiques récentes sur des travailleurs de l'industrie du nucléaire⁽²⁾ et sur des enfants et adolescents exposés à des rayonnements ionisants lors d'examen scanners⁽³⁾ retrouvent ainsi une augmentation du risque de cancers proportionnelle à la dose reçue qui reste significative, y compris lorsque l'intervalle étudié est restreint à des doses cumulées faibles inférieures à 100 milligrays (mGy), confortant ainsi ce qui jusqu'alors n'était qu'une hypothèse.

Ces résultats consolident les connaissances sur l'impact des rayonnements ionisants à faibles doses et confirment l'importance des principes d'optimisation et de justification pour la protection radiologique des populations exposées quelle qu'en soit l'origine (rayonnement naturel, exposition médicale, industrie nucléaire, etc.).

Sur la base des synthèses scientifiques du Comité scientifique des Nations unies pour l'étude des effets des rayonnements ionisants (*United Nations Scientific Committee on the Effects of Atomic Radiation* – [UNSCEAR](#)), la Commission internationale de protection radiologique ([CIPR](#)) a publié les coefficients de risque de décès par cancer dus aux rayonnements ionisants, soit 4,1% d'excès de risque par sievert pour les travailleurs et 5,5% par sievert pour la population générale (voir [publication 103](#) de la CIPR).

L'évaluation du risque de cancer du poumon dû au radon⁽⁴⁾ repose sur un grand nombre d'études épidémiologiques, réalisées directement dans l'habitat, en France et à l'échelle internationale. Elles ont permis de décrire une relation linéaire, même pour une exposition faible (200 becquerels par mètre cube – Bq/m³) sur une durée de vingt à trente ans. En 2009, l'Organisation mondiale de la santé ([OMS](#)) a recommandé un niveau de référence de 100 Bq/m³, et dans tous les cas de rester en deçà de 300 Bq/m³. La [publication 115](#) de la CIPR a comparé les risques de cancer du poumon observés dans le cadre des études sur les mineurs d'uranium avec ceux observés en population générale et a conclu à une très bonne concordance des risques observés dans ces deux conditions d'exposition au radon. Les recommandations de la CIPR confortent celles émises par l'OMS, qui considère que le radon constitue, loin après le tabac, le deuxième facteur le plus important de risque de cancer du poumon. Par ailleurs, pour des expositions au radon égales, le risque de cancer du poumon est beaucoup plus élevé chez les fumeurs : trois quarts des décès par cancer du poumon attribuables au radon surviendraient chez des fumeurs.

En France métropolitaine, environ 12 millions de personnes, réparties dans près de 7 000 communes, sont potentiellement exposées à des concentrations élevées en radon. Selon l'[Agence nationale de santé publique](#) (2018), le nombre de nouveaux cas de cancer du poumon attribuables au radon en France métropolitaine est estimé à environ 4 000 par an, loin derrière celui dû au tabac (le nombre de nouveaux cas de cancer du poumon en France

2. Source : étude *Inworks* – IRSN, note d'information du 3 octobre 2023, irsn.fr.

3. Source : étude *EPI CT* – IRSN, irsn.fr.

4. Le radon est un gaz radioactif naturel, descendant de l'uranium et du thorium, émetteur de particules alpha et classé cancérigène pulmonaire certain par le Centre international de recherche contre le cancer (CIRC) depuis 1987.

métropolitaine est estimé à 46 000 en 2018). À l'initiative de l'ASN, un [plan national d'action pour la gestion du risque lié au radon](#) a été mis en place depuis 2004. Il est périodiquement réactualisé. Le 4^e plan (2020-2024) a été publié début 2021 (voir point 3.2.2).

1.3 LES INCERTITUDES SCIENTIFIQUES ET LA VIGILANCE

Les actions menées dans les domaines de la sûreté nucléaire et de la radioprotection pour prévenir les accidents et limiter les nuisances ont permis de réduire les doses, qu'il s'agisse, par exemple, des doses reçues par les travailleurs ou de celles associées aux rejets des INB. De nombreuses incertitudes subsistent ; elles conduisent l'Autorité de sûreté nucléaire (ASN) à rester attentive aux résultats des travaux scientifiques en cours, en radiobiologie et en radiopathologie par exemple, avec des retombées possibles en radioprotection, notamment en ce qui concerne la gestion des risques liés aux faibles doses.

On peut citer, en particulier, plusieurs zones d'incertitudes concernant la radiosensibilité, les effets des faibles doses en fonction de l'âge, l'existence de signatures (mutations spécifiques de l'ADN) qui pourraient être observées dans des cancers radio-induits et certaines maladies non cancéreuses observées dans les suites de radiothérapie.

1.3.1 La réponse individuelle aux rayonnements ionisants

Les effets des rayonnements ionisants sur la santé varient d'un individu à l'autre. Dès 1906, Bergonié et Tribondeau ont avancé pour la première fois qu'une même dose n'a pas le même effet selon qu'elle est reçue par un enfant en période de croissance ou par un adulte.

La variabilité de la radiosensibilité individuelle est observée aux fortes doses de rayonnements ionisants, notamment en matière de réponses tissulaires. Elle a été bien documentée par les radiothérapeutes et les radiobiologistes. Des niveaux de radiosensibilité élevés ont été constatés dans le cas de sujets souffrant de maladies génétiques de la réparation de l'ADN et de la signalisation cellulaire. De telles réponses anormales sont également observées chez des personnes souffrant de maladies neurodégénératives.

Aux doses faibles et modérées, cette variabilité de la radiosensibilité, à l'échelle cellulaire notamment, est de plus en plus documentée ainsi que le fait qu'une radiosensibilité à un niveau

de dose n'implique pas nécessairement une radiosensibilité à d'autres niveaux de doses. Grâce à l'abaissement des seuils de détection, certaines méthodes récentes d'immunofluorescence de cibles moléculaires de la signalisation et de la réparation des lésions de l'ADN permettent de mieux documenter les effets des rayonnements ionisants aux faibles doses. Les recherches effectuées avec ces nouvelles méthodes apportent des résultats qui doivent encore être validés en clinique avant d'être intégrés dans les pratiques médicales.

Les travaux du Groupe de recherche européen sur les faibles doses (*Multidisciplinary European Low Dose Initiative* – [MELODI](#)) et pour le domaine médical (*European platform for research activities in medical radiation protection* – Euramed) se poursuivent sur ce sujet. Le groupe de travail ([TG111](#)) de la CIPR dédié à ce sujet a publié une revue de l'état des connaissances sur la radiosensibilité individuelle et des possibilités de la prédire en vue d'élaborer des recommandations internationales de radioprotection. Toutefois, à ce stade, il ressort qu'aucun biomarqueur valide ne permet cette prédiction. La réponse individuelle aux rayonnements ionisants demeure un sujet important de recherche et d'application en radiobiologie et en radioprotection (Euratom 2021-2022).

1.3.2 Les effets des faibles doses

La relation linéaire sans seuil

La relation linéaire sans seuil est un modèle utilisé en radioprotection pour estimer la probabilité de risque associé à une exposition à des rayonnements ionisants tenant compte du principe de précaution. Selon cette relation, il y aurait un risque dès la première exposition, en proportion de la dose de rayonnements reçue. Toutefois, de nombreuses incertitudes existent. C'est pourquoi certains estiment que les effets des faibles doses pourraient être supérieurs, d'autres pensent que ces doses pourraient n'avoir aucun effet en deçà d'un certain seuil ; certains affirment même que des faibles doses ont un effet bénéfique. La recherche en biologie moléculaire et cellulaire progresse, les études épidémiologiques menées sur des cohortes importantes aussi. La CIPR considère que l'hypothèse de cette relation, retenue pour modéliser l'effet des faibles doses sur la santé (voir point 1.2), constitue une base prudente pour la gestion du risque dû à l'exposition aux rayonnements ionisants. Elle s'impose pour les décideurs compte tenu des incertitudes qui demeurent face à la complexité des phénomènes de réparation et de mutation de l'ADN et aux limites méthodologiques de l'épidémiologie malgré les progrès de la recherche en biologie moléculaire et cellulaire.



ÉVALUATION DE L'EXPOSITION DUE AU RADON : LES RECOMMANDATIONS DE LA COMMISSION INTERNATIONALE DE PROTECTION RADIOLOGIQUE

La CIPR, qui a émis de nouvelles recommandations pour le calcul des doses efficaces et équivalentes (publication 103) en 2007, actualise progressivement les valeurs des coefficients de dose efficace pour l'exposition interne et externe. Sa [publication 137](#) (2017) porte sur 14 radioéléments, dont le radon.

La [publication 115](#) de la CIPR (2010) a permis une mise à jour du risque de cancer du poumon lié à l'exposition au radon sur la base de nouvelles études épidémiologiques. La CIPR avait conclu que le risque de décès par cancer du poumon chez les adultes

ayant été exposés de façon chronique à de faibles concentrations de radon était près de deux fois plus élevé que celui estimé sur la base des connaissances disponibles en 1993 ([publication 65](#)).

Ces coefficients reposaient sur une approche épidémiologique. La CIPR, dans sa publication 137, propose de nouveaux coefficients fondés sur une approche dosimétrique, comme pour les autres radionucléides. Ils conduisent, à exposition égale au radon et à ses descendants, à augmenter de façon significative la dose efficace annuelle

reçue par les travailleurs exposés au radon (près de deux fois plus élevée).

L'[arrêté du 16 novembre 2023](#) définissant les modalités de calcul des doses efficaces et des doses équivalentes résultant de l'exposition des personnes aux rayonnements ionisants a ainsi actualisé les coefficients de dose pour le radon à compter du 1^{er} janvier 2024. Cette actualisation modifie le calcul de la dose efficace moyenne reçue par la population en France qui passe ainsi de 3,5 à 6,5 millisieverts par an (mSv/an)^(*), l'exposition au radon représentant désormais 54 % de l'exposition globale (contre 33 % auparavant).

* Exposition de la population française aux rayonnements ionisants – *Bilan 2014-2019*, IRSN, 2021.

La dose, le débit de dose et la durée de l'exposition

Les études épidémiologiques réalisées sur les personnes exposées aux bombardements de Hiroshima et de Nagasaki ont permis de mieux connaître les effets des rayonnements sur la santé, pour des expositions dues à une irradiation externe (exposition externe) en quelques fractions de seconde, à forte dose et fort débit de dose⁽⁵⁾ de rayonnements ionisants. Les études menées dans les pays les plus touchés par l'accident de Tchernobyl (la Biélorussie, l'Ukraine et la Russie) ont aussi fait avancer les connaissances sur l'effet des rayonnements sur la santé pour des expositions dues à une contamination interne (exposition interne), notamment à l'iode radioactif. Les études sur les travailleurs de l'industrie nucléaire ont permis de mieux préciser le risque pour des expositions chroniques à faibles doses établies sur de nombreuses années, que ce soit le résultat d'expositions externes ou de contaminations internes.

Les effets héréditaires et tératogènes

La survenue d'éventuels effets héréditaires des rayonnements ionisants n'a pas été démontrée chez l'homme. De tels effets n'ont pas été observés chez les survivants des bombardements de Hiroshima et de Nagasaki. Mais des effets héréditaires ont été documentés dans des travaux expérimentaux chez l'animal ; en particulier, les mutations induites par les rayonnements ionisants dans les cellules germinales (cellules à l'origine des cellules reproductrices : spermatozoïdes ou ovules) sont transmissibles à la descendance. Un groupe de travail de la CIPR, le [TG121](#), travaille actuellement sur le sujet des effets héréditaires et sur leurs modes de transmission aux générations futures.

La protection de l'environnement

La radioprotection a pour but de prévenir, réduire et limiter l'exposition aux rayonnements ionisants sur les personnes, directement ou indirectement, y compris par des effets délétères portés à l'environnement. Au-delà de la protection de l'environnement orientée vers la protection de l'homme et des générations présentes ou futures, la protection des espèces non humaines fait partie en tant que telle de la protection de l'environnement prescrite en France par la [Charte constitutionnelle de l'environnement](#). La protection de la nature au nom de l'intérêt propre des espèces animales et végétales (voir point 3.4) a fait l'objet de plusieurs publications depuis 2008 ([CIPR 108](#), [114](#), [124](#) et [148](#)).

1.3.3 La signature moléculaire dans les cancers radio-induits

Il n'est actuellement pas possible de faire la différence entre un cancer radio-induit et un cancer qui ne le serait pas. En effet, les lésions provoquées par les rayonnements ionisants au niveau moléculaire ne semblent pas différentes de celles qui résultent du métabolisme cellulaire normal, avec l'implication dans les deux cas de radicaux libres, en particulier oxygénés. De plus, ni l'examen anatomopathologique ni la recherche de mutations spécifiques n'ont permis de différencier jusqu'à présent une tumeur radio-induite d'une tumeur sporadique.

On sait qu'aux premières étapes de la carcinogenèse (processus de formation du cancer) une cellule apparaît présentant une combinaison particulière de lésions de l'ADN lui permettant d'échapper au contrôle habituel de la division cellulaire et qu'il faut une dizaine à une centaine de lésions de l'ADN (mutations, cassures, etc.) en des points névralgiques pour franchir ces étapes. Tous les agents capables de léser l'ADN cellulaire (tabac, alcool, produits chimiques variés, rayonnements ionisants, température élevée, autres facteurs d'environnement notamment nutritionnels, radicaux libres du métabolisme cellulaire normal, etc.) contribuent au vieillissement cellulaire et à la carcinogenèse.

Dans une approche multirisque de la carcinogenèse, peut-on alors continuer à parler de cancers radio-induits ? Oui, compte tenu des nombreuses données épidémiologiques qui indiquent que la fréquence des cancers augmente lorsque la dose augmente, une fois tenu compte des autres principaux facteurs de risque. Cependant, l'événement radio-induit peut aussi être le seul en cause dans certains cas (cancers radio-induits chez les enfants).

La mise en évidence d'une signature radiologique des cancers, c'est-à-dire la découverte de marqueurs permettant de signer l'éventuelle composante radio-induite d'une tumeur, serait d'un apport considérable dans l'évaluation des risques liés aux expositions aux rayonnements ionisants, mais reste à ce jour non démontrée.

Le caractère multifactoriel de la carcinogenèse plaide pour une approche de précaution vis-à-vis de tous les facteurs de risque, puisque chacun d'entre eux est susceptible de contribuer à une altération de l'ADN. Ceci est particulièrement important chez les personnes présentant une radiosensibilité individuelle élevée et pour les organes les plus sensibles comme le sein et la moelle osseuse, et ce d'autant plus que les personnes sont jeunes. Les principes de justification et d'optimisation trouvent là toute leur place (voir chapitre 2).

2 Les différentes sources de rayonnements ionisants

2.1 LES RAYONNEMENTS IONISANTS D'ORIGINE NATURELLE

En France, l'exposition à la radioactivité naturelle, sous ses différents modes (exposition aux rayonnements cosmiques, rayonnements telluriques, celle liée à l'incorporation de radionucléides naturels contenus dans les denrées et l'eau de boisson et celle associée à la présence de radon dans l'habitat) représente en moyenne 76% de l'exposition totale annuelle⁽⁶⁾.

2.1.1 Les rayonnements cosmiques

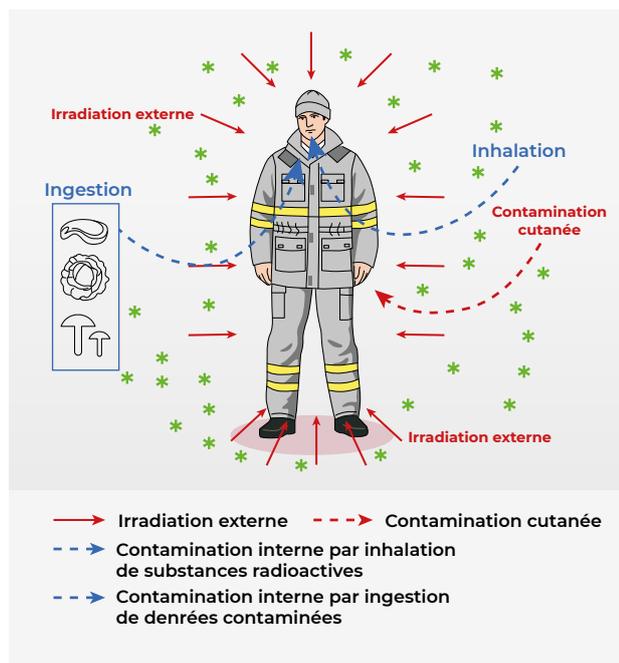
Les rayonnements cosmiques sont composés essentiellement d'ions. Ils possèdent une composante directement ionisante et une composante indirectement ionisante due aux neutrons (dite « composante neutronique »), variables en fonction de l'altitude et de la longitude.

En prenant en compte l'altitude de chaque commune, le temps moyen passé à l'intérieur des habitations et un facteur de protection d'habitat de 0,8 (l'habitat atténue la composante ionique des rayonnements cosmiques), l'Institut de radioprotection et de sûreté nucléaire ([IRSN](#)) évalue la dose efficace individuelle

5. Le débit de dose radioactive détermine la dose absorbée (énergie absorbée par la matière) par unité de masse et de temps. Il se mesure en gray par seconde (Gy/s) dans le système international. Il est utilisé en physique et en radioprotection.

6. Exposition de la population française aux rayonnements ionisants – Bilan 2014-2019, IRSN, 2021.

Sources et voies d'exposition aux rayonnements ionisants



moyenne par habitant en France à 0,31 mSv avec une variation de 0,3 à 1,1 mSv/an selon les communes.

Les voyageurs et le personnel navigant sont exposés lors de vols aériens, en fonction de l'altitude du vol et du trajet, à une exposition qui varie de quelques microsieverts (μSv) pour un vol Paris-province à près de 80 μSv pour un vol Paris-Ottawa. La dose efficace moyenne annuelle reçue par la population est en France de 14 μSv .

Du fait d'une exposition accrue aux rayonnements cosmiques en raison de séjours prolongés en altitude, une surveillance dosimétrique s'impose pour le personnel navigant (voir point 3.1.3).

2.1.2 Les rayonnements d'origine terrestre (hors radon)

Les radionucléides naturels d'origine terrestre sont présents à des teneurs diverses dans tous les milieux constitutifs de notre environnement et de l'organisme humain. Ils conduisent à une exposition externe de la population du fait des rayonnements gamma émis par les produits de filiation de l'uranium-238 et du thorium-232, et par le potassium-40 présents dans les sols.

Exposition externe aux rayons gamma d'origine tellurique

À partir de résultats de mesures du débit de dose gamma ambiant sur le territoire à l'intérieur des bâtiments, de la cartographie du potentiel uranium des formations géologiques, d'une corrélation entre le débit de dose gamma d'origine tellurique à l'extérieur de l'habitat et celui à l'intérieur de l'habitat et d'hypothèses sur le temps passé par la population à l'intérieur et à l'extérieur des habitations (respectivement 92% et 8%), la dose efficace annuelle moyenne due à l'exposition externe aux rayonnements gamma d'origine tellurique est estimée en France par l'IRSN à environ 0,63 mSv par personne et par an. Elle varie de 0,30 mSv/an à 2,0 mSv/an selon les communes.

Exposition liée à l'incorporation de radionucléides d'origine naturelle

La moyenne de l'exposition interne due à l'incorporation de radionucléides d'origine naturelle est estimée à 0,55 mSv/an. Les deux principales composantes de cette exposition sont l'incorporation par l'alimentation et les eaux de boisson de potassium-40 (0,18 mSv) et des descendants des chaînes de l'uranium et du thorium (0,32 mSv).

En fonction des habitudes de consommation de chacun, en particulier de la consommation de poissons, de fruits de mer et de tabac, cette exposition peut fortement varier : de 0,4 mSv/an jusqu'à plus de 3,1 mSv/an pour, respectivement, les personnes ne consommant pas ces produits et celles en consommant de façon importante.

Les eaux destinées à la consommation humaine, notamment celles d'origine souterraine, ainsi que les eaux minérales, se chargent en radionucléides naturels du fait de la nature des couches géologiques dans lesquelles elles séjournent. La concentration en descendants de l'uranium et du thorium, mais aussi en potassium-40, varie selon les ressources exploitées, compte tenu de la nature géologique du sous-sol. La dose efficace moyenne liée aux descendants des chaînes U-Th dans les eaux de boisson est estimée par l'IRSN à 0,01 mSv/an. Une valeur haute de 0,30 mSv/an est retenue pour illustrer la variabilité de cette exposition.

2.1.3 Le radon

Certaines zones géographiques présentent un potentiel élevé d'exhalation de radon du fait des caractéristiques géologiques des terrains (sous-sol granitique par exemple). La concentration mesurée à l'intérieur des habitations dépend également de l'étanchéité du bâtiment (soubassements), de la ventilation des pièces et du mode de vie des occupants.

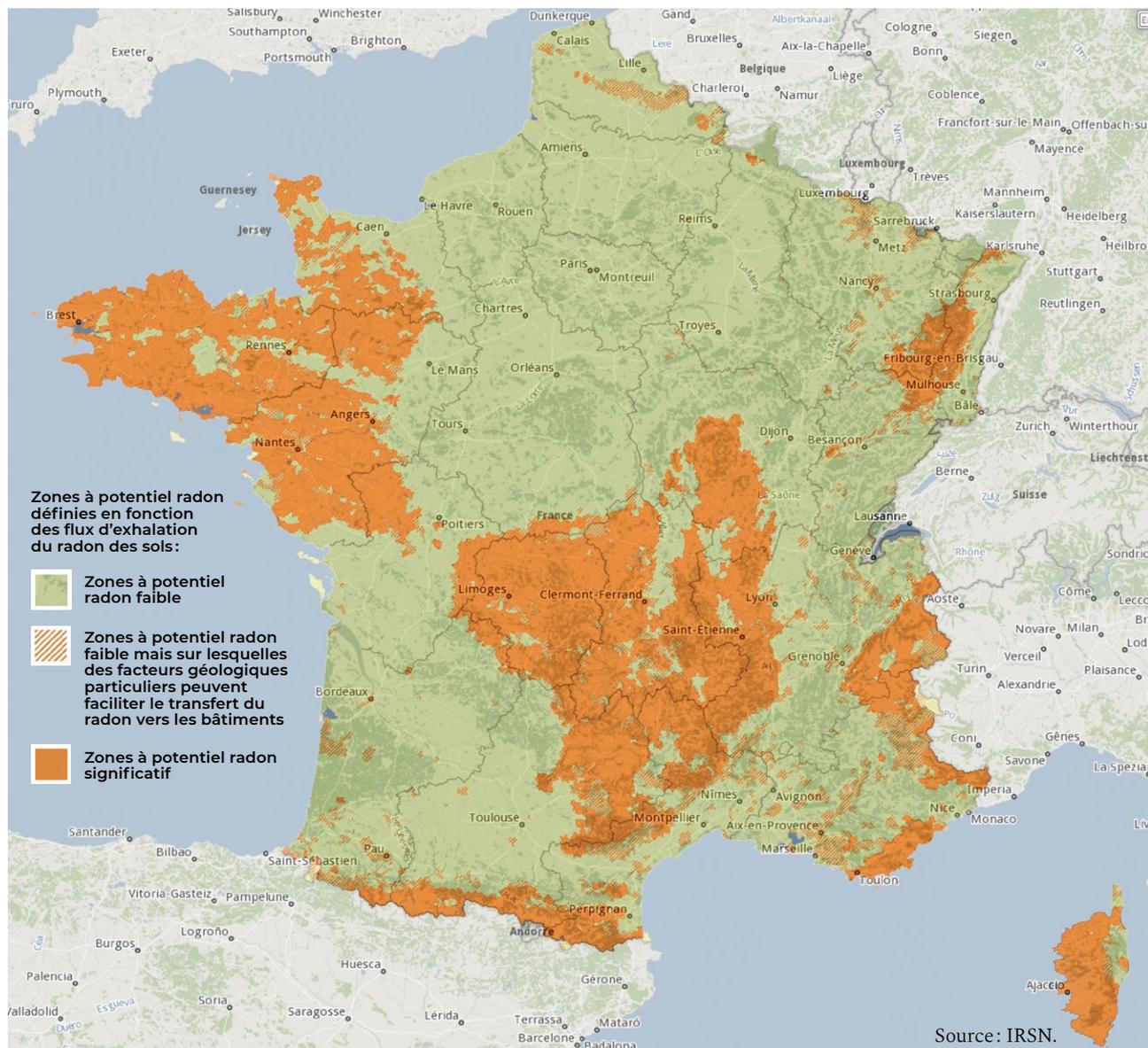
Des campagnes nationales de mesurages avaient permis de classer les départements en fonction du potentiel d'exhalation de radon des terrains. En 2011, l'IRSN a publié une cartographie du territoire national en considérant le potentiel d'exhalation de radon dans le sol, à partir des données du Bureau de recherches géologiques et minières (BRGM).

Sur cette base, une classification plus fine, par commune, a été publiée par l'[arrêté interministériel du 27 juin 2018](#) (voir moteur de recherche par commune et cartographie disponibles sur [asn.fr](#) et [irsn.fr](#)).

À partir des résultats de mesures disponibles et de la cartographie du potentiel radon géogénique du territoire, du temps moyen passé à l'intérieur des habitations et d'hypothèses sur les habitats concernés (collectifs ou individuels), l'IRSN a estimé la concentration moyenne en radon pour chaque commune : la concentration moyenne en radon-222 à l'intérieur de l'habitat en France métropolitaine, pondérée par la population et le type d'habitat, est de 60,8 Bq/m³. Avec le facteur de dose en vigueur depuis le 1^{er} janvier 2024, la dose efficace moyenne par habitant est estimée à 3,5 mSv/an. En fonction des communes, cette dose efficace varie de 0,75 mSv/an à 47 mSv/an (voir encadré page 102).

La nouvelle obligation faite aux laboratoires d'analyse des détecteurs radon de transmettre à l'IRSN les résultats des mesurages et les résultats attendus de l'action 7 du 4^e plan national d'action de gestion du risque lié au radon (voir point 3.2), relative à la définition des modalités d'organisation pour la collecte des données de mesure du radon, doit permettre d'améliorer la connaissance des expositions au radon en France.

Zones à potentiel radon en France métropolitaine définies par l'arrêté du 27 juin 2018



02

03

04

05

06

07

08

09

10

11

2.2 LES RAYONNEMENTS IONISANTS LIÉS AUX ACTIVITÉS HUMAINES

Les activités humaines impliquant des risques d'exposition aux rayonnements ionisants, appelées activités nucléaires, peuvent être regroupées selon la nomenclature suivante :

- l'exploitation des INB ;
- les activités nucléaires de proximité ;
- l'élimination des déchets radioactifs ;
- la gestion des sites contaminés ;
- le transport de substances radioactives ;
- les activités générant un renforcement des rayonnements ionisants d'origine naturelle.

2.2.1 Les installations nucléaires de base

Les activités nucléaires sont de nature très diverse et couvrent toute activité touchant à la mise en œuvre ou à l'utilisation de substances radioactives ou de rayonnements ionisants. Ces activités sont soumises à des dispositions générales du code de la santé publique et, selon leur nature et les risques qu'elles présentent,

à un régime juridique spécifique. Les INB sont définies à l'[article L. 593-2 du code de l'environnement](#) :

- 1° Les réacteurs nucléaires ;
- 2° Les installations répondant à des caractéristiques définies par décret en Conseil d'État, de préparation, d'enrichissement, de fabrication, de traitement ou d'entreposage de combustibles nucléaires ou de traitement, d'entreposage ou de stockage de déchets radioactifs ;
- 3° Les installations contenant des substances radioactives ou fissiles et répondant à des caractéristiques définies par décret en Conseil d'État ;
- 4° Les accélérateurs de particules répondant à des caractéristiques définies par décret en Conseil d'État ;
- 5° Les centres de stockage en couche géologique profonde de déchets radioactifs mentionnés à l'[article L. 542-10-1 du code de l'environnement](#).

12

13

14

15

AN

Les installations relèvent du [régime des INB](#), régi par les chapitres III et VI du titre IX du livre V du [code de l'environnement](#) et les textes pris pour leur application.

La liste des INB au 31 décembre 2023 figure en annexe de ce rapport.

La prévention des risques accidentels et la sûreté nucléaire

Le principe fondamental adopté internationalement sur lequel repose le système d'organisation et de réglementation spécifique de la [sûreté nucléaire](#) est celui de la responsabilité de l'exploitant (voir chapitre 2). Les pouvoirs publics veillent à ce que cette responsabilité soit pleinement assumée dans le respect des prescriptions réglementaires. Pour ce qui concerne la prévention des risques pour les travailleurs, l'exploitant d'une INB est tenu de mettre en œuvre tous les moyens nécessaires pour assurer la protection des travailleurs contre les dangers des rayonnements ionisants. Il doit en particulier s'assurer du respect des règles générales applicables à l'ensemble des travailleurs exposés aux rayonnements ionisants (organisation du travail, prévention des accidents, suivi médical des travailleurs, y compris ceux des entreprises extérieures, etc.).

Pour les questions relevant de la protection de la population et de l'environnement, l'exploitant de l'INB doit également mettre en œuvre les moyens nécessaires pour atteindre et maintenir un niveau optimal de protection. Plus particulièrement, les rejets d'effluents liquides et gazeux, radioactifs ou non radioactifs, sont strictement limités (voir chapitre 3).

2.2.2 Le transport de substances radioactives

Lors du [transport de substances radioactives](#), les risques essentiels sont ceux d'exposition interne ou externe, de criticité ainsi que ceux de nature chimique. La sûreté du transport de substances radioactives s'appuie sur une logique de défense en profondeur :

- la robustesse et l'emballage est la première ligne de défense. L'emballage joue un rôle essentiel et doit résister aux conditions de transport envisageables, ainsi qu'aux effets des accidents susceptibles de se produire ;
- la fiabilité des opérations de transport constitue la deuxième ligne de défense ;
- enfin, la troisième ligne de défense est constituée par les moyens d'intervention mis en œuvre en cas d'incident ou d'accident.

2.2.3 Les activités nucléaires de proximité

Les rayonnements ionisants, qu'ils soient émis par des radionucléides ou générés par des appareils électriques, sont utilisés dans de très nombreux domaines dont la [médecine](#) (radiologie, radiothérapie, médecine nucléaire et pratiques interventionnelles radioguidées – PIR), la biologie, [la recherche](#), [l'industrie](#), mais aussi les applications vétérinaires, la stérilisation de nombreux produits, ou la conservation des denrées alimentaires.

L'employeur est tenu de mettre en œuvre tous les moyens nécessaires pour assurer la protection des travailleurs contre les dangers des rayonnements ionisants. L'exploitant de l'installation doit également mettre en place les dispositions prévues par le code de la santé publique pour assurer la gestion des sources de rayonnements ionisants qu'il détient (notamment les sources radioactives), assurer, le cas échéant, la gestion des déchets produits et limiter les rejets des effluents liquides et gazeux. Dans le cas d'utilisation à des fins médicales, les questions concernant la protection des patients sont également prises en compte.

2.2.4 La gestion des déchets radioactifs

Comme toutes les activités industrielles, les activités nucléaires peuvent créer des [déchets](#) dont certains sont radioactifs. Les

trois principes fondamentaux sur lesquels s'appuie une gestion rigoureuse des déchets radioactifs sont la responsabilité du producteur de déchets, la traçabilité des déchets et l'information du public.

Les dispositions techniques de gestion à mettre en œuvre doivent être adaptées au risque présenté par les déchets radioactifs. Ce risque peut être estimé principalement au travers de deux paramètres : l'activité, qui contribue à la toxicité du déchet, et la période, durée au bout de laquelle l'activité est divisée par deux.

Enfin, la gestion des déchets radioactifs doit être déterminée préalablement à toute création d'activité nouvelle ou modification d'activité existante afin de :

- s'assurer de la disponibilité de filières de traitement des différentes catégories de déchets susceptibles d'être produits, depuis la phase amont (production de déchets et conditionnement sous forme de colis) jusqu'à la phase aval (entreposage, transport, stockage) ;
- optimiser les filières de gestion de déchets.

2.2.5 La gestion des sites contaminés

La gestion des [sites contaminés](#) du fait d'une radioactivité résiduelle résultant d'une activité nucléaire passée ou d'une activité ayant produit des dépôts de radionucléides naturels justifie des actions spécifiques de radioprotection, notamment dans le cas où une réhabilitation est envisagée.

Compte tenu des usages actuels ou futurs du site, des objectifs de décontamination doivent être établis. L'élimination des déchets produits lors de l'assainissement des locaux ainsi que des terres contaminées doit être maîtrisée, depuis le site jusqu'à l'entreposage ou le stockage. La gestion des objets contaminés obéit également à ces principes.

2.2.6 Les activités utilisant des substances radioactives d'origine naturelle

Les expositions aux rayonnements ionisants d'origine naturelle, lorsqu'elles sont renforcées du fait des activités humaines, justifient des actions de contrôle, si elles sont susceptibles de générer un risque pour les travailleurs exposés et, le cas échéant, pour la population.

Ainsi, certaines activités incluses dans la définition des « activités nucléaires » peuvent avoir recours à l'utilisation de matériaux contenant des substances radioactives d'origine naturelle à des niveaux de concentration susceptibles d'accroître, de manière significative, l'exposition aux rayonnements ionisants des travailleurs et, dans une moindre mesure, des populations proches des lieux où sont exercées ces activités.

Les familles naturelles de l'uranium et du thorium sont les principaux radionucléides rencontrés dans ces industries ; on peut citer :

- la production pétrolière et gazière d'énergie géothermique, de dioxyde de titane, d'engrais phosphatés et de ciment ;
- l'extraction de terres rares et de granits ;
- les activités de fonderie d'étain, de plomb ou de cuivre.

Les actions de radioprotection à mener dans ce domaine visent les travailleurs (risque d'irradiation externe et de contamination interne, radon) mais aussi la population, par exemple, dans le cas de rejets d'effluents dans l'environnement ou de production de résidus susceptibles d'être réutilisés, notamment, dans les matériaux de construction. Depuis 2018, ces activités sont soumises au régime des installations classées pour la protection de l'environnement.

3 La surveillance des expositions aux rayonnements ionisants

Du fait de la difficulté d'attribuer un cancer au seul facteur de risque rayonnements ionisants, pour prévenir les cancers dans la population, une « surveillance du risque » est réalisée par la mesure d'indicateurs de la radioactivité ambiante (mesure des débits de dose par exemple), de la contamination interne ou, à défaut, par la mesure de grandeurs (activités dans les rejets d'effluents radioactifs) qui peuvent permettre ensuite de procéder, par la modélisation et le calcul, à une estimation des doses reçues par les populations exposées.

La totalité de la population française est exposée à des rayonnements ionisants d'origine naturelle ou ayant pour origine des activités humaines, mais de façon inégale sur le territoire. L'exposition moyenne de la population française est estimée à 6,5 mSv par personne et par an, mais cette exposition présente une grande variabilité individuelle (facteur de 1 à 20), notamment selon le lieu d'habitation (potentiel radon de la commune, niveau de rayonnements telluriques), le nombre d'exams radiologiques réalisés, les habitudes de consommation (tabac, denrées alimentaires) et de vie (voyages en avion). Le diagramme 1 représente une estimation des contributions respectives à la dose moyenne totale des différentes sources d'exposition aux rayonnements ionisants pour la population française, d'une part avec la prise en compte du coefficient de dose du radon prévu par la réglementation actuelle; d'autre part, avec le coefficient de dose du radon qui était en vigueur jusqu'au 31 décembre 2023.

3.1 LES DOSES REÇUES PAR LES TRAVAILLEURS

3.1.1 La surveillance des expositions professionnelles aux rayonnements ionisants

Le système de surveillance des expositions des personnes susceptibles d'être exposées aux rayonnements ionisants, travaillant notamment dans les INB ou dans les installations relevant du nucléaire de proximité, est en place depuis plusieurs décennies.

Fondé principalement sur le port obligatoire du [dosimètre à lecture différée](#) pour les travailleurs susceptibles d'être exposés, il permet de vérifier le respect des limites réglementaires applicables aux travailleurs. Ces limites visent l'exposition totale (depuis 2003, la limite annuelle, exprimée en matière de dose efficace, est de 20 mSv sur douze mois consécutifs), obtenue en ajoutant la dose due à l'exposition externe et celle résultant d'une éventuelle contamination interne; d'autres limites, appelées « limites de dose équivalente », sont définies pour l'exposition externe de certaines parties du corps telles que les mains, la peau et le cristallin (voir rubrique « [Réglementer](#) » sur [asn.fr](#)).

Les données enregistrées permettent de connaître, pour chaque travailleur, y compris ceux des entreprises extérieures, la dose d'exposition cumulée sur une période déterminée ne pouvant dépasser trois mois. Elles sont rassemblées dans le système d'information de la surveillance de l'exposition aux rayonnements ionisants ([Siseri](#)) géré par l'IRSN et font l'objet d'une publication annuelle.

Les résultats de l'exposition des travailleurs aux rayonnements ionisants présentés ci-après sont issus du [bilan IRSN 2022](#), *La radioprotection des travailleurs – exposition professionnelle aux rayonnements ionisants en France*. Sur le plan méthodologique, comme pour les cinq années précédentes, le bilan IRSN 2022 de l'exposition externe a été exclusivement réalisé à partir des données de la surveillance individuelle de l'exposition externe des travailleurs

enregistrées dans la base Siseri. Jusqu'en 2016, les bilans étaient exclusivement élaborés par agrégation des synthèses annuelles demandées aux organismes de dosimétrie. En conséquence, les résultats de 2022 pour l'exposition externe ne sont directement comparables qu'à ceux établis à partir de l'année 2017. Afin de pouvoir néanmoins établir des tendances, les résultats des années 2015 et 2016 ont été réévalués avec la nouvelle approche méthodologique (voir tableau 3).

Les tableaux 1 et 2 présentent, par domaine d'activité et pour l'année 2022, la répartition des effectifs surveillés, de la dose collective (la dose collective est la somme des doses individuelles reçues par un groupe de personnes donné) et du nombre de dépassements de la limite annuelle de 20 mSv. Ils témoignent d'une grande disparité de la répartition des doses selon les secteurs.

Par exemple, le secteur des activités médicales (dont le secteur dentaire) et vétérinaires, qui regroupe une part importante des effectifs surveillés (59,5 %), ne représente que 11,4 % de la dose collective; par contre, le secteur de l'industrie du nucléaire civil qui ne représente que 20,7 % des effectifs, comptabilise 48,7 % de la dose collective. En outre, le secteur concerné par une exposition à la radioactivité naturelle (hors personnel navigant militaire), qui ne représente que 5,7 % de l'effectif total, comptabilise 33,2 % de la dose collective. Enfin, les secteurs de l'industrie non nucléaire et de la recherche représentent respectivement 4,1 et 2,7 % des effectifs et comptabilisent respectivement 3,2 et 0,4 % de la dose collective.

Le tableau 3 montre que, pour l'exposition externe, le nombre total de travailleurs⁷ suivis en 2022 est de 386 080, en diminution de 1,5 % par rapport à 2021. La dose collective est de 88,4 homme.Sv, valeur en hausse de 7 % par rapport à celle de 2021, elle-même en hausse de 14 % par rapport à celle de 2020, sans néanmoins retrouver la valeur de 2019 (112,3 homme.Sv). Cette augmentation concerne tous les domaines d'activité mais s'explique principalement par la reprise du trafic aérien avec l'amélioration des conditions sanitaires en lien avec la pandémie de Covid-19.

Concernant la dosimétrie des extrémités (doigts et poignets), le nombre de travailleurs suivis en 2022 est de 27 598, en baisse de 2,6 % par rapport en 2021 (soit 7,1 % de l'effectif suivi).

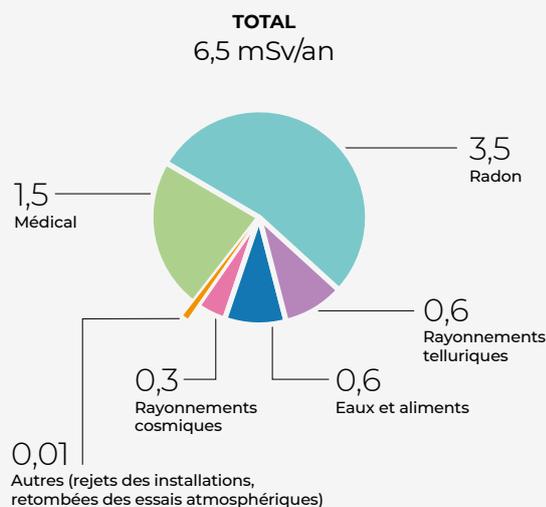
Pour ce qui concerne la surveillance dosimétrique au cristallin, qui était en progression depuis 2015, elle se stabilise depuis 2021. Elle a concerné 5 906 travailleurs en 2022.

En 2022, six dépassements de la limite réglementaire de 20 mSv pour la dose efficace corps entier ont été enregistrés dont deux ont été confirmés par le médecin du travail. Quatre dépassements de cette limite ont été enregistrés dans le domaine médical (trois en radiodiagnostic et un dans le secteur de la radiothérapie), dont l'un, confirmé par le médecin du travail, correspond au cumul de plusieurs doses en 2022 (exposition externe de 20 mSv sur douze mois glissants); les trois autres cas ont été retenus par défaut, en l'absence de retour du médecin du travail sur les conclusions d'enquête. Le cinquième dépassement a été enregistré dans le secteur de la recherche pour des cumuls de plusieurs doses en 2022 et confirmé par le médecin du travail. En revanche, le sixième dépassement enregistré dans le domaine de l'industrie non nucléaire n'a pas été confirmé par le médecin du travail.

Par ailleurs, deux dépassements de la limite réglementaire de la dose équivalente à la peau de 500 mSv ont été enregistrés, le premier dans le domaine médical, en médecine nucléaire, avec

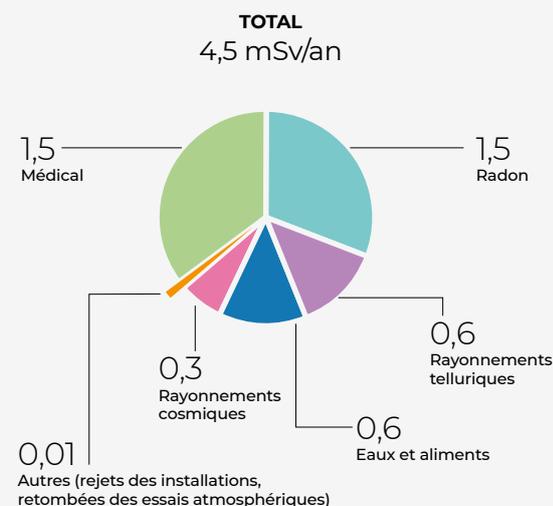
7. Le nombre total de travailleurs suivis comprend l'ensemble des travailleurs, y compris ceux issus des activités militaires et de défense.

DIAGRAMME 1A Exposition moyenne en tenant compte du coefficient de dose en vigueur



Source : IRSN, 2021.

DIAGRAMME 1B Exposition moyenne en tenant compte du coefficient de dose en vigueur antérieurement au 1^{er} janvier 2024



Source : IRSN, 2021.

une dose évaluée à 2,1 sieverts (Sv) et le second dans le secteur de la recherche (dose cumulée de 500 mSv).

Enfin, un dépassement de la limite réglementaire de la dose équivalente aux extrémités, confirmé par le médecin du travail, a été enregistré dans le [domaine médical](#) (PIR) avec un cumul de doses de 502,9 mSv.

En conclusion, comme les années précédentes, le bilan de la surveillance des travailleurs exposés aux rayonnements ionisants en France en 2022, publié par l'IRSN en juin 2022, montre globalement l'efficacité du système de prévention mis en place dans les établissements où sont utilisées les sources de rayonnements ionisants puisque, pour presque 92,7% des effectifs surveillés, la dose annuelle est restée inférieure à 1 mSv (limite de dose efficace annuelle pour le public du fait des activités nucléaires). On notera également la diminution régulière depuis dix ans du

nombre de travailleurs les plus fortement exposés. Les dépassements des valeurs limites réglementaires restent exceptionnels.

La surveillance de l'exposition du cristallin avec, pour ce tissu, le respect de la nouvelle limite, constitue le principal objectif de la radioprotection dans les toutes prochaines années et notamment dans le domaine de la radiologie interventionnelle.

3.1.2 Cas de l'exposition des travailleurs à la radioactivité naturelle

Exposition aux substances radioactives d'origine naturelle et au radon d'origine géologique

L'exposition des travailleurs aux substances radioactives d'origine naturelle résulte de l'ingestion de poussières de matières riches en radionucléides (phosphates, minerais métallifères), de l'inhalation de radon, formé par la désintégration de l'uranium (entrepôts mal ventilés, thermes), ou encore de l'exposition externe due aux dépôts dans des procédés industriels (tartre se formant dans les tuyauteries par exemple).

En 2022, la surveillance individuelle de l'exposition des travailleurs dans les activités industrielles conduisant à une exposition aux substances radioactives d'origine naturelle ou au radon d'origine géologique (exposition aux radionucléides naturels des chaînes de l'uranium et du thorium) a concerné 667 travailleurs suivis en exposition externe (dont 39 travailleurs exposés à plus de 1 mSv) et 311 travailleurs suivis en exposition interne (dont 18 ont été exposés à plus de 1 mSv).

Exposition des personnels navigants aux rayonnements cosmiques

Les personnels navigants de compagnies aériennes, ainsi que certains grands voyageurs, sont exposés à des doses significatives du fait de l'altitude et de l'intensité des rayonnements cosmiques à haute altitude. Ces doses peuvent dépasser 1 mSv/an.

Depuis le 1^{er} juillet 2014, l'IRSN réalise le calcul des doses individuelles pour les personnels navigants civils avec l'application *SievertPN*, à partir des données de vol et de présence des personnels fournies par les compagnies aériennes. Ces données sont ensuite transmises dans le registre national de dosimétrie des travailleurs Siseri.

Au 31 décembre 2022, *SievertPN* avait transmis la totalité des doses des personnels navigants à Siseri pour 14 compagnies aériennes civiles ayant adhéré au dispositif, conduisant à un total de 21 162 personnels navigants suivis par ce dispositif. En 2022, environ 33% des doses individuelles annuelles sont inférieures à 1 mSv et 66% des doses individuelles annuelles sont comprises entre 1 mSv et 5 mSv. La dose individuelle maximale annuelle est de 3,68 mSv.

En 2022, la dose collective a augmenté de 29,5% par rapport à 2021. Cette augmentation s'explique par une reprise du trafic aérien en 2022 après une amélioration de la situation sanitaire liée à la pandémie de Covid-19.

3.2 LES DOSES REÇUES PAR LA POPULATION

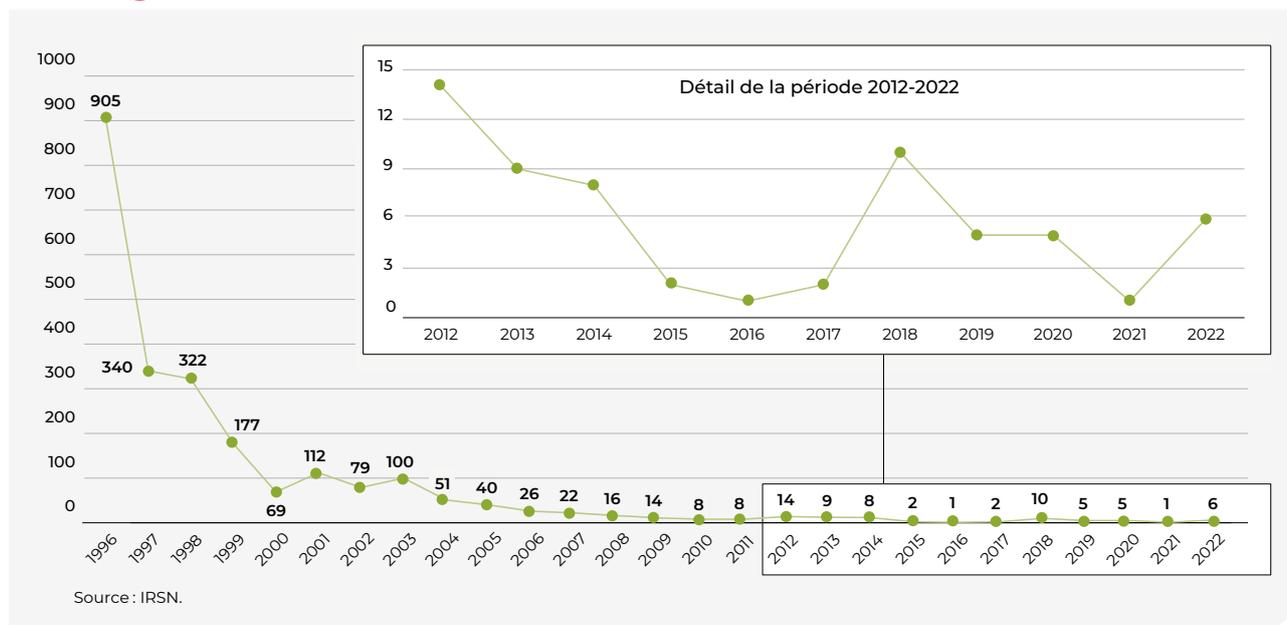
3.2.1 L'exposition de la population du fait des activités nucléaires

Les réseaux de surveillance automatisés gérés par l'IRSN sur l'ensemble du territoire (réseaux [Téléray](#), [HydroTéléray](#) et [Téléhydro](#)) permettent de surveiller en temps réel la radioactivité dans l'environnement et de mettre en évidence toute variation anormale. Ces réseaux de mesure joueraient un rôle prépondérant en cas d'incident ou d'accident conduisant à des rejets de substances radioactives, pour éclairer les décisions à prendre par les autorités et pour informer la population. En situation normale, ils participent à l'évaluation de l'impact des INB (voir chapitre 3).

En revanche, il n'existe pas de méthode globale de surveillance permettant de reconstituer de façon exhaustive les doses reçues par la population du fait des activités nucléaires. De ce fait, le respect de la limite d'exposition de la population (dose efficace fixée à 1 mSv par an) n'est pas directement contrôlable. Cependant, pour les INB, les rejets d'effluents radioactifs font l'objet d'une comptabilité précise, et une surveillance radiologique de l'environnement est mise en place autour des installations. À partir des données recueillies, l'impact dosimétrique de ces rejets sur

les populations vivant au voisinage immédiat des installations est ensuite calculé en utilisant des modèles permettant de simuler les transferts vers l'environnement. Les impacts dosimétriques varient selon le type d'installation et les habitudes de vie des personnes représentatives retenues, de quelques microsieverts à quelques dizaines de microsieverts par an ($\mu\text{Sv}/\text{an}$). L'évaluation des doses dues aux INB est présentée dans le tableau 4 dans lequel figurent, pour chaque site et par année, les doses efficaces estimées pour les personnes représentatives les plus exposées.

DIAGRAMME 2 Évolution du nombre de travailleurs surveillés dont la dose annuelle est supérieure à 20 mSv de 1996 à 2022



BILAN DE LA SURVEILLANCE DOSIMÉTRIQUE DE L'EXPOSITION EXTERNE DES TRAVAILLEURS AUX RAYONNEMENTS IONISANTS (EXPOSITION À LA RADIOACTIVITÉ NATURELLE INCLUSE) EN 2022

(Source : La radioprotection des travailleurs : exposition professionnelle aux rayonnements ionisants en France, bilan 2022 – IRSN, juin 2023)

- Effectif total surveillé : **386 080 travailleurs**
- Effectif surveillé pour lequel la dose efficace annuelle est restée inférieure au seuil d'enregistrement : **287 517 travailleurs, soit 74,5%**
- Effectif surveillé pour lequel la dose efficace annuelle est restée comprise entre le seuil d'enregistrement et 1 mSv : **70 293 travailleurs, soit environ 18,2%**
- Effectif surveillé pour lequel la dose efficace annuelle est restée comprise entre 1 mSv et 20 mSv : **28 264 travailleurs, soit plus de 7,3% de l'effectif total suivi**
- Effectif surveillé pour lequel la dose efficace annuelle a dépassé 20 mSv : **6 travailleurs^(*)**
- Effectif surveillé pour lequel la dose équivalente aux extrémités a dépassé 500 mSv : **1 travailleur**
- Effectif surveillé pour lequel la dose équivalente à la peau a dépassé 500 mSv : **2 travailleurs**
- Effectif surveillé pour lequel la dose équivalente au cristallin a dépassé 100 mSv sur 5 ans : **aucun** (1 dépassement a été déclaré, mais la dose qui a conduit à ce dépassement a été annulée par le médecin du travail)
- Dose collective (somme des doses efficaces annuelles individuelles) : **88,43 homme.Sv**
- Dose efficace individuelle annuelle moyenne sur l'effectif ayant enregistré une dose supérieure au seuil d'enregistrement : **0,9 mSv**
- Effectif ayant fait l'objet d'une estimation dosimétrique : **522 travailleurs**
- Nombre d'exams de surveillance spéciale : **9 649** (dont 18% sont supérieurs au seuil d'enregistrement)
- Effectif ayant enregistré une dose efficace engagée supérieure à 1 mSv : **4 travailleurs**

Bilan de la surveillance de l'exposition interne aux radionucléides naturels des chaînes de l'uranium et du thorium en 2022

- Exposition interne :
 - dose collective pour 311 travailleurs : **73,89 homme.mSv**
 - dose individuelle annuelle moyenne sur l'effectif ayant enregistré une dose supérieure au seuil d'enregistrement : **0,42 mSv**

Bilan de la surveillance de l'exposition interne en 2022 (hors radioactivité naturelle)

- Nombre d'exams de routine réalisés : **231 030** (dont 0,5% considéré positif)

* Quatre de ces cas ont été retenus par défaut en l'absence de retour du médecin du travail sur les conclusions de l'enquête.

Ces estimations ne sont pas connues pour les activités nucléaires autres que les INB, du fait des difficultés méthodologiques pour mieux connaître l'impact de ces installations et, notamment, l'impact des rejets contenant des faibles quantités de radionucléides artificiels provenant de l'utilisation des sources radioactives non scellées dans les laboratoires de recherche ou de biologie, ou dans les services de médecine nucléaire. À titre d'exemple, l'impact des rejets hospitaliers pourrait conduire à des doses de quelques dizaines de microsieverts par an pour les personnes les plus exposées, notamment pour certains postes de travail dans les réseaux d'assainissement et stations d'épuration (études IRSN 2005 et 2015).

Des situations héritées du passé telles que les essais nucléaires aériens et l'accident de Tchernobyl (Ukraine) peuvent contribuer, de manière très faible, à l'exposition de la population. Ainsi, l'exposition due aux retombées des essais nucléaires est estimée actuellement en France métropolitaine à 2,3 µSv/an (1,3 µSv/an pour le strontium-90 et 1 µSv/an pour le carbone-14; l'exposition liée au césium-137 ne peut être distinguée de celle des retombées de l'accident de Tchernobyl).

L'exposition globale due aux retombées des essais nucléaires et de l'accident de Tchernobyl est de 46 µSv/an pour les personnes résidant sur des zones de rémanence élevée de ces retombées et de 9,3 µSv/an pour celles résidant sur le reste du territoire, soit une dose moyenne par habitant de 12 µSv/an à l'échelle de l'ensemble du territoire (IRSN 2021).

TABEAU 1 Surveillance de l'exposition externe des travailleurs dans le domaine nucléaire civil (année 2022)

	NOMBRE DE PERSONNES SURVEILLÉES	DOSE COLLECTIVE (homme.Sv ⁽¹⁾)	DOSE INDIVIDUELLE > 20 mSv
Réacteurs et production d'énergie (EDF)	24 387	6,59	0
« Cycle du combustible » ; démantèlement	12 640	4,01	0
Transport	583	0,062	0
Logistique et maintenance (prestataires)	33 577	30,84	0
Effluents, déchets	738	0,11	0
Autres	7 995	1,44	0
Total nucléaire civil	79 920	43 055	0

* Homme.Sv: unité de grandeur de dose collective. Pour mémoire, la dose collective est la somme des doses individuelles reçues par un groupe de personnes donné.

(Source: *La radioprotection des travailleurs: exposition professionnelle aux rayonnements ionisants en France*, bilan 2022 – IRSN)

TABEAU 2 Surveillance de l'exposition externe des travailleurs dans les activités nucléaires de proximité (année 2022)

	NOMBRE DE PERSONNES SURVEILLÉES	DOSE COLLECTIVE (homme.Sv ⁽¹⁾)	DOSE INDIVIDUELLE > 20 mSv
Médecine	159 799	8,18	4 ⁽¹⁾
Dentaire	44 815	1,42	0
Vétérinaire	24 946	0,49	0
Industrie	15 887	2,84	1 ⁽²⁾
Recherche et enseignement	10 261	0,38	1
Naturel ^(**)	21 829	29,32	0
Total nucléaire de proximité	277 537	42,63	6

(1) Trois de ces cas ont été retenus par défaut en l'absence de retour du médecin du travail sur les conclusions de l'enquête.

(2) Ce cas a été retenu par défaut en l'absence du retour du médecin du travail.

* Homme.Sv: unité de grandeur de dose collective.

** Le naturel recouvre le personnel navigant civil, ainsi que les travailleurs exposés aux radionucléides naturels des chaînes de l'uranium et du thorium.

(Source: *La radioprotection des travailleurs: exposition professionnelle aux rayonnements ionisants en France*, bilan 2022 – IRSN)

TABEAU 3 Évolution des effectifs suivis et de la dose collective et individuelle moyenne sur l'effectif exposé de 2015 à 2022^(*) tous domaines confondus (A) ou sans le domaine « naturel » (B)

ANNÉE	EFFECTIF SUIVI		DOSE COLLECTIVE (homme.Sv)		DOSE INDIVIDUELLE MOYENNE (mSv)	
	(A)	(B)	(A)	(B)	(A)	(B)
2015 ^(*)	372 881	352 641	104,41	65,61	0,98	0,76
2016 ^(*)	378 304	357 527	107,53	66,71	0,96	0,73
2017	384 198	360 694	100,58	53,52	1,03	0,72
2018	390 363	365 980	104,14	55,24	1,12	0,80
2019	395 040	369 712	112,31	58,73	1,20	0,85
2020	387 452	364 614	72,43	49,97	0,78	0,71
2021	392 180	370 756	82,71	60,09	0,85	0,78
2022	386 080	363 595	88,43	59,01	0,9	0,77

* À des fins de comparaison, les résultats des années 2015 et 2016 ont été réévalués rétroactivement avec la nouvelle approche méthodologique.

(Source: *La radioprotection des travailleurs: exposition professionnelle aux rayonnements ionisants en France*, bilan 2022 – IRSN, juin 2023)

TABEAU 4 Impact radiologique des INB depuis 2017, calculé par les exploitants à partir des rejets réels des installations et pour une « personne représentative » des personnes les plus exposées au sein de la population (données fournies par les exploitants nucléaires)

EXPLOITANT/SITE	PERSONNES REPRÉSENTATIVES EN 2022	DISTANCE AU SITE en km	ESTIMATION DES DOSES REÇUES, en mSv ^(a) (les valeurs, calculées par l'exploitant, sont arrondies à l'unité supérieure)					
			2017	2018	2019	2020	2021	2022
Andra / CSA	Groupe multi-activité Ville-aux-Bois	1,7	2.10 ⁻⁶	3.10 ⁻⁷	3.10 ⁻⁷	4.10 ⁻⁷	3.10 ⁻⁷	2.10 ⁻⁷
Andra / Centre de stockage de la Manche	Hameau de La Fosse	2,5	2.10 ⁻⁴	2.10 ⁻⁴	2.10 ⁻⁴	2.10 ⁻⁴	1.10 ⁻⁴	1.10 ⁻⁴
CEA / Cadarache ^(b)	Saint-Paul-lez-Durance	5	<2.10 ⁻³	<3.10 ⁻³	<2.10 ⁻³	<6.10 ⁻⁴	<5.10 ⁻⁴	<6.10 ⁻⁴
CEA / Fontenay-aux-Roses ^(b)	Achères	30	<2.10 ⁻⁴	<2.10 ⁻⁴	<2.10 ⁻⁴	<2.10 ⁻⁴	<2.10 ⁻⁴	<2.10 ⁻⁴
CEA / Grenoble ^(c)	–	–	(c)	(c)	(c)	(c)	(c)	(c)
CEA / Marcoule ^(b) (Atalante, Centraco, Phénix, Melox, CIS bio)	Codolet	2	<2.10 ⁻³	<2.10 ⁻³	<2.10 ⁻³	<2.10 ⁻³	<2.10 ⁻⁴	<2.10 ⁻³
CEA / Saclay ^(b)	Le Christ de Saclay	1	<2.10 ⁻³	<2.10 ⁻³	<4.10 ⁻³	<2.10 ⁻³	<2.10 ⁻³	<8.10 ⁻⁴
EDF / Belleville-sur-Loire	Beaulieu-sur-Loire	1,8	3.10 ⁻⁴	4.10 ⁻⁴	4.10 ⁻⁴	3.10 ⁻⁴	4.10 ⁻⁴	3.10 ⁻⁴
EDF / Blayais	Braud et Saint-Louis	2,5	4.10 ⁻⁴	5.10 ⁻⁴	4.10 ⁻⁴	5.10 ⁻⁴	2.10 ⁻⁴	5.10 ⁻⁴
EDF / Bugey	Vernas	1,8	2.10 ⁻⁴	2.10 ⁻⁴	2.10 ⁻⁴	9.10 ⁻⁵	2.10 ⁻⁴	1.10 ⁻⁴
EDF / Cattenom	Kœnigsmacker	4,8	8.10 ⁻³	9.10 ⁻³	1.10 ⁻²	7.10 ⁻³	7.10 ⁻³	5.10 ⁻³
EDF / Chinon	La Chapelle-sur-Loire	1,6	2.10 ⁻⁴	2.10 ⁻⁴	2.10 ⁻⁴	2.10 ⁻⁴	2.10 ⁻⁴	2.10 ⁻⁴
EDF / Chooz	Chooz	1,5	4.10 ⁻⁴	5.10 ⁻⁴	5.10 ⁻⁴	3.10 ⁻⁴	4.10 ⁻⁴	1.10 ⁻⁴
EDF / Civaux	Valdivienne	1,9	8.10 ⁻⁴	8.10 ⁻⁴	2.10 ⁻³	1.10 ⁻³	1.10 ⁻³	1.10 ⁻⁴
EDF / Creys-Malville	Creys-Mépieu	0,95	1.10 ⁻⁴	2.10 ⁻⁵	2.10 ⁻⁵	8.10 ⁻⁶	2.10 ⁻⁵	4.10 ⁻⁶
EDF / Cruas-Meyssse	Savasse	2,4	4.10 ⁻⁴	3.10 ⁻³	3.10 ⁻⁴	2.10 ⁻⁴	2.10 ⁻⁴	2.10 ⁻⁴
EDF / Dampierre-en-Burly	Lion-en-Sulias	1,6	5.10 ⁻⁴	5.10 ⁻⁴	5.10 ⁻⁴	3.10 ⁻⁴	5.10 ⁻⁴	4.10 ⁻⁴
EDF / Fessenheim	Fessenheim	1,3	2.10 ⁻⁵	5.10 ⁻⁵	4.10 ⁻⁵	3.10 ⁻⁵	7.10 ⁻⁶	5.10 ⁻⁶
EDF / Flamanville	Flamanville	0,8	2.10 ⁻⁴	2.10 ⁻⁴	7.10 ⁻⁵	2.10 ⁻⁵	6.10 ⁻⁵	2.10 ⁻⁴
EDF / Golfech	Valence	3,4	2.10 ⁻⁴	2.10 ⁻⁴	2.10 ⁻⁴	1.10 ⁻⁴	1.10 ⁻⁴	1.10 ⁻⁴
EDF / Gravelines	Grand-Fort-Philippe	2,5	5.10 ⁻⁴	8.10 ⁻⁴	1.10 ⁻³	8.10 ⁻⁴	7.10 ⁻⁴	1.10 ⁻³
EDF / Nogent-sur-Seine	Saint-Nicolas-la-Chapelle	2,3	5.10 ⁻⁴	5.10 ⁻⁴	4.10 ⁻⁴	4.10 ⁻⁴	5.10 ⁻⁴	6.10 ⁻⁴
EDF / Paluel	Paluel	1,1	3.10 ⁻⁴	4.10 ⁻⁴	3.10 ⁻⁴	3.10 ⁻⁴	2.10 ⁻⁴	9.10 ⁻⁴
EDF / Penly	Berneval-le-Grand	3,1	5.10 ⁻⁴	5.10 ⁻⁴	4.10 ⁻⁴	3.10 ⁻⁴	3.10 ⁻⁴	9.10 ⁻⁴
EDF / Saint-Alban / Saint-Maurice	Saint-Maurice-l'Exil	1,7	2.10 ⁻⁴	2.10 ⁻⁴	3.10 ⁻⁴	2.10 ⁻⁴	2.10 ⁻⁴	2.10 ⁻⁴
EDF / Saint-Laurent-des-Eaux	Lestiou	1,7	1.10 ⁻⁴	1.10 ⁻⁴	1.10 ⁻⁴	1.10 ⁻⁴	9.10 ⁻⁵	1.10 ⁻⁴
EDF / Tricastin	Bollène	1,3	2.10 ⁻⁴	2.10 ⁻⁴	2.10 ⁻⁴	1.10 ⁻⁴	1.10 ⁻⁴	2.10 ⁻⁴
Framatome Romans	Ferme Riffard	0,2	2.10 ⁻⁵	2.10 ⁻⁵	3.10 ⁻⁵	1.10 ⁻⁵	1.10 ⁻⁵	1.10 ⁻⁵
Ganil / Caen	IUT	0,6	8.10 ⁻³	8.10 ⁻³	7.10 ⁻³	7.10 ⁻³	7.10 ⁻³	7.10 ⁻³
ILL / Grenoble	Fontaine (rejets gazeux) et Saint-Égrève (rejets liquides)	1 et 1,4	5.10 ⁻⁵	2.10 ⁻⁵	3.10 ⁻⁵	5.10 ⁻⁵	2.10 ⁻⁴	3.10 ⁻⁵
Orano Cycle / La Hague	Digulleville	2,8	2.10 ⁻²	2.10 ⁻²	2.10 ⁻²	1.10 ⁻²	1.10 ⁻²	1.10 ⁻²
Orano / Tricastin (Comurhex, Eurodif, Socatri, SET)	Les Girardes	1,2	2.10 ⁻⁴	9.10 ⁻⁵	8.10 ⁻⁵	4.10 ⁻⁵	6.10 ⁻⁵	1.10 ⁻⁴

a Pour les installations exploitées par EDF, jusqu'en 2008, seules les valeurs « adultes » étaient calculées. De 2010 à 2012, la dose de la personne représentative la plus exposée de chaque site parmi deux classes d'âge (adulte ou nourrisson) est mentionnée. À partir de 2013, la dose du groupe de référence est réalisée sur trois classes d'âge (adulte, enfant, nourrisson) pour toutes les INB. La valeur de dose indiquée est la valeur la plus contraignante des classes d'âge.

b Pour les sites de Cadarache, Saclay, Fontenay-aux-Roses et Marcoule, les estimations de dose renseignées dans le tableau résultent d'une somme des estimations de dose transmises par le CEA. Ces estimations comportant au moins un terme inférieur à 0,01 µSv, les valeurs indiquées sont précédées du signe « inférieur à (<) ».

c Le site n'ayant plus de rejets radioactifs depuis 2014, l'impact radiologique induit par les rejets radioactifs est donc nul depuis 2014.

En ce qui concerne les retombées en France de l'accident de la centrale nucléaire de Fukushima (Japon), les résultats publiés en France par l'IRSN en 2011 avaient montré la présence d'iode radioactif à des niveaux très faibles, conduisant pour les populations à des doses efficaces estimées inférieures à 2 $\mu\text{Sv}/\text{an}$ en 2011.

3.2.2 L'exposition de la population aux rayonnements naturels

L'exposition due à la radioactivité naturelle des eaux de consommation

Les résultats de la surveillance de la qualité radiologique des eaux distribuées au robinet, exercée par les agences régionales de santé en 2008 et 2009 ([rapport DGS/ASN/IRSN](#) publié en 2011) ont montré que 99,83% de la population bénéficie d'une eau dont la qualité respecte en permanence la dose indicative de 0,1 mSv/an, fixée par la réglementation. Cette appréciation globalement satisfaisante s'applique également à la qualité radiologique des eaux conditionnées produites en France ([rapport DGS/ASN/IRSN](#) publié en 2013).

Depuis 2019, la mesure du radon contenue dans les eaux du robinet et dans les eaux embouteillées est obligatoire. Pour accompagner cette nouvelle disposition, une instruction a été établie en concertation avec l'ASN et diffusée en 2018 aux agences régionales de santé par la Direction générale de la santé (DGS) ([avis n°2018-AV-0302 de l'ASN du 6 mars 2018](#) sur les modalités de gestion du radon dans le cadre du contrôle sanitaire des eaux destinées à la consommation humaine).

L'exposition due au radon

En France, la réglementation relative à la gestion du risque lié au radon, mise en place à partir du début des années 2000 pour certains établissements recevant du public (ERP), a été étendue en 2008 à certains lieux de travail. En 2016, le radon a été introduit dans la politique de la qualité de l'air intérieur.

La transposition de la [directive n°2013/59/Euratom du Conseil du 5 décembre 2013](#) fixant les normes de base relatives à la protection sanitaire contre les dangers résultant de l'exposition aux rayonnements ionisants a conduit à modifier les dispositions applicables au radon depuis le 1^{er} juillet 2018. Un niveau de référence à 300 Bq/m³ a été introduit. Il est applicable à toutes les situations, ce qui permet de gérer le risque sanitaire lié au radon par une approche globale. La réglementation s'est étoffée avec des dispositions concernant les trois secteurs principaux :

- pour le grand public, une avancée significative a été introduite : le radon est désormais intégré dans l'information des acquéreurs et locataires de biens immobiliers situés dans les zones où le potentiel radon est susceptible d'être le plus important (zone 3) ;
- dans les lieux de travail, la réglementation a été étendue aux activités professionnelles exercées au rez-de-chaussée (seules les activités exercées en sous-sols étaient jusqu'à présent concernées) ainsi que dans certains lieux spécifiques de travail. Quelle que soit la zone à potentiel radon où se situe le lieu de travail, l'évaluation des risques doit prendre en compte le radon. Au besoin, un mesurage peut être réalisé dans ce cadre, s'il y a un risque d'atteinte ou de dépassement du niveau de référence de 300 Bq/m³. Si le niveau de référence est dépassé, l'employeur doit agir pour réduire l'activité volumique en radon. Si les actions se révèlent inefficaces, il doit identifier d'éventuelles « zones radon », dès lors que la dose reçue par les travailleurs excède 6 mSv/an en supposant une présence permanente des travailleurs, puis mettre en œuvre des mesures de radioprotection, si nécessaire en fonction de l'exposition des travailleurs ;

- dans certains ERP, des ajustements ont été apportés aux modalités de gestion du radon avec notamment l'ajout des établissements d'accueil d'enfants de moins de 6 ans dans le dispositif et une obligation d'informer le public par affichage des résultats de mesurage⁽⁸⁾. La nature des actions à mettre en œuvre en cas de dépassement du niveau de référence de 300 Bq/m³ est graduée en fonction des résultats des mesurages : actions correctives simples en cas de concentration de radon comprise entre 300 et 1000 Bq/m³, expertise et travaux si les actions correctives ne permettent pas d'abaisser la concentration de radon en deçà du niveau de référence ou si les résultats de mesurage sont supérieurs ou égaux à 1000 Bq/m³.

L'ASN délivre des agréments aux organismes qui mesurent le radon dans certains ERP. En 2023, 42 agréments ont été délivrés, dont 34 de niveau 1 et 8 de niveau 2, portant leur nombre total à 77, dont 15 agréés de niveau 2 au 13 octobre 2023. La liste est disponible au *Bulletin officiel* de l'ASN sur [asn.fr](#). Les organismes de niveau 1 réalisent les mesurages pour évaluer la concentration moyenne annuelle dans les bâtiments. En cas de dépassement du niveau de référence, des mesurages supplémentaires, correspondant au niveau 2 des agréments, peuvent être effectués. Ils permettent de rechercher les sources, les voies d'entrée et de transfert du radon dans les bâtiments. Ils sont mis en œuvre en appui de l'expertise, notamment pour les bâtiments de grande surface au sol avec des soubassements complexes. Sur les quatre dernières années, entre 40 et 100 mesurages supplémentaires ont été effectués chaque année.

Les données transmises chaque année à l'ASN par ces organismes dans leur rapport annuel portent sur les mesurages réalisés dans les ERP soumis à la surveillance de l'exposition du public, définis à l'[article D. 1333-32 du code de la santé publique](#) (agrément de niveau 1). L'analyse des données sur les sept dernières campagnes de mesurages montre une tendance à l'amélioration de la situation avec une diminution progressive du nombre d'établissements présentant un dépassement du niveau de référence de 300 Bq/m³ et du niveau de 1000 Bq/m³ dans le cadre des mesurages initiaux et décennaux (voir diagramme 3). Lors de la dernière campagne 2022-2023, la concentration volumique en radon était inférieure au niveau de référence de 300 Bq/m³ dans 77% des établissements d'enseignement mesurés, 86% des établissements d'accueil des enfants de moins de 6 ans, 86% des établissements sanitaires, sociaux et médico-sociaux et dans 60% des établissements thermaux (aucun établissement pénitentiaire n'a fait l'objet de mesurage).

En cas de dépassement du niveau de référence, l'établissement est tenu de réaliser des actions correctives ou des travaux, puis d'en vérifier l'efficacité par un nouveau mesurage. L'analyse des résultats sur les sept dernières années montre une amélioration tendancielle de la situation avec une augmentation progressive du nombre d'établissements qui parviennent à revenir au-dessous du niveau de référence de 300 Bq/m³. Cette amélioration peut être attribuée à une meilleure efficacité des travaux conduits, à la baisse des niveaux initiaux de concentration en radon, ou à une combinaison de ces deux facteurs (voir diagramme 4).

Pour les sept dernières campagnes de mesurages, les catégories d'établissements ayant fait l'objet de mesurages initiaux ou décennaux se répartissent de la façon suivante : 60% d'établissements d'enseignement (de la maternelle au lycée), 11% d'établissements d'accueil d'enfants de moins de 6 ans, 28% d'établissements sanitaires, sociaux et médico-sociaux et moins de 1% d'établissements thermaux et pénitentiaires (voir diagramme 5).

8. Arrêté du 26 février 2019 relatif aux modalités de gestion du radon dans certains établissements recevant du public et de diffusion de l'information auprès des personnes qui fréquentent ces établissements.

Plus globalement, la stratégie de gestion du risque lié au radon est déclinée dans un plan national d'action. Sa mise en œuvre doit permettre d'améliorer l'information du grand public et des acteurs concernés, de progresser dans la connaissance de l'exposition au radon dans l'habitat et son évolution.

Le [4^e plan national d'action pour la période 2020-2024](#) a été publié début 2021. Il s'inscrit dans le cadre du 4^e plan national santé environnement qui coordonne désormais tous les plans sectoriels portant sur la santé ou l'environnement, lui-même porté par la stratégie nationale de santé publique 2018-2022, dont l'une des actions vise à réduire l'exposition aux pollutions intérieures.

Cette action vise explicitement les effets du radon dans l'habitat : « *Au-delà de l'insalubrité, il s'agit de promouvoir les conditions d'un habitat favorable à la santé et de réduire les effets des expositions dans l'habitat (pollution chimique, radon, etc.)*. »

Ce plan s'inscrit dans la continuité des plans précédents (le bilan du 3^e plan est disponible sur [asn.fr](#)). Il se décline en 13 actions regroupées autour de trois axes :

L'**axe 1** vise à mettre en place une stratégie d'information et de sensibilisation. L'enjeu sanitaire que représente le radon nécessite de poursuivre les actions de sensibilisation et d'information en direction de l'ensemble des acteurs (collectivités territoriales, employeurs, professionnels du bâtiment, professionnels de santé, enseignants, etc.) et du grand public, tant au niveau national que local, avec la promotion et l'accompagnement des actions territoriales de gestion intégrée du risque lié au radon dans l'habitat.

Les fumeurs feront l'objet d'une communication spécifique, car ils constituent la population la plus à risque de développer un cancer du poumon lié à une exposition cumulée au radon et au tabac. La mise en œuvre opérationnelle du système d'information regroupant l'ensemble des résultats de mesures de radon, ainsi que la consolidation et la centralisation des mesures existantes, apparaissent par ailleurs essentielles pour l'information de la population.

L'**axe 2** vise à poursuivre l'amélioration des connaissances. La publication en 2018 d'une nouvelle cartographie à l'échelle communale, fondée sur trois zones à potentiel radon, a permis la mise en œuvre d'une approche graduée de la gestion du risque radon. Cette cartographie doit toutefois être améliorée de manière à mieux prendre en compte certains facteurs géologiques particuliers pouvant faciliter le transfert du radon vers les bâtiments (zones karstiques en particulier). De plus, le 4^e plan radon prévoit d'actualiser à terme la connaissance de l'exposition de la population en France en organisant la collecte des données de mesures réalisées, notamment dans le cadre des opérations locales de sensibilisation organisées par les agences régionales de santé (ARS) et les collectivités territoriales pour couvrir les zones où les données sont insuffisantes. Ces opérations consistent à proposer des kits de dépistage aux habitants d'un territoire donné pour les sensibiliser au risque radon.

Enfin l'**axe 3** doit permettre de mieux prendre en compte la gestion du risque radon dans les bâtiments. Afin d'accompagner la montée en compétence des adhérents des organisations de professionnels du bâtiment, ces dernières ont récemment développé des formations abordant les méthodes de prévention et de réduction de la concentration et divers supports pour répondre aux besoins. Les différents outils francophones ont été recensés. Pour compléter l'offre, un [guide](#) destiné aux professionnels et aux particuliers a été publié en 2023. Il propose des recommandations en matière de prévention dans les constructions neuves et de remédiation dans les bâtiments existants (voir encadré page suivante). Les avancées dans la connaissance de l'efficacité des normes de construction sur la réduction de la concentration en radon dans l'air intérieur seront consolidées.

DIAGRAMME 3 Évolution de la répartition des mesurages initiaux et décennaux par tranche de résultats depuis 2016

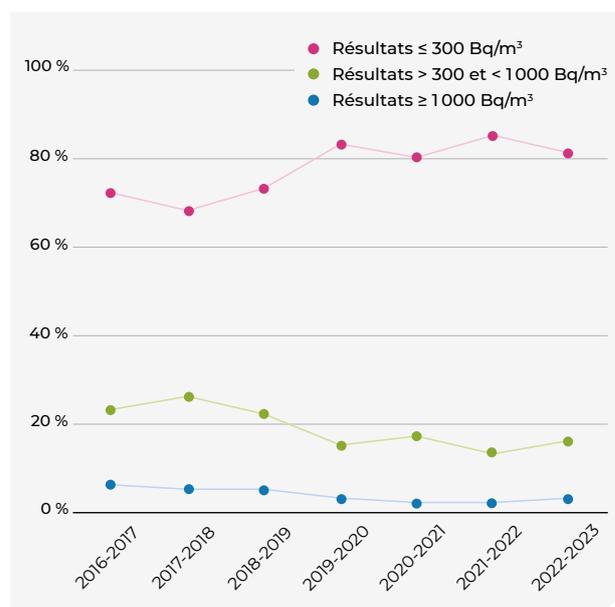
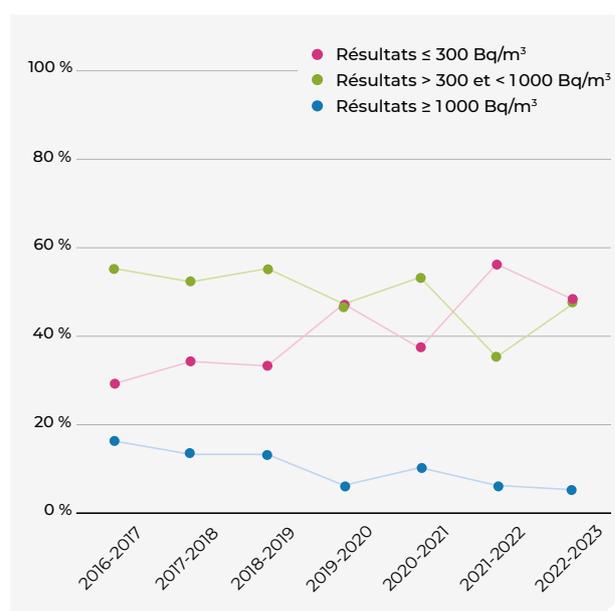


DIAGRAMME 4 Évolution de la répartition des mesurages après actions correctives et travaux par tranche de résultats depuis 2016



Un système d'indicateurs spécifiques, choisis en fonction de leur pertinence et des données disponibles permettant leur suivi a été mis en place. Leur évolution sur plusieurs années permettra de suivre l'efficacité de la stratégie nationale mise en œuvre dans le cadre du plan national d'action.

3.3 LES DOSES REÇUES PAR LES PATIENTS

En France, l'exposition à des fins médicales représente la part la plus importante des expositions artificielles de la population aux rayonnements ionisants. Elle fait l'objet depuis 2002 d'un bilan régulier par l'IRSN. Si l'exposition progresse depuis 30 ans, elle tend à se stabiliser depuis 2012 alors que, dans le même temps, le nombre d'actes a fortement augmenté. La médecine nucléaire, troisième contributeur à la dose efficace collective, est la modalité

LA PROTECTION DES BÂTIMENTS VIS-A-VIS DU RADON : UN GUIDE ACCESSIBLE À TOUS



Afin de sensibiliser les professionnels du bâtiment (maîtres d'ouvrage, maîtres d'œuvre, architectes, entreprises, distributeurs, etc.), l'ASN met à leur disposition un

guide présentant de façon synthétique les moyens de protection des bâtiments vis-à-vis du radon. Ce guide s'adresse également aux particuliers qui veulent se renseigner sur les travaux à réaliser. La partie technique de ce document a été élaborée par le Centre scientifique et technique du bâtiment (CSTB). Le guide est composé de deux parties concernant, d'une part, les bâtiments existants et, d'autre part, les projets de construction :

- **pour les bâtiments existants**, la mise en place d'actions correctives efficaces

consiste en général en une adaptation et une combinaison judicieuse de trois types de solutions génériques : étanchéité à l'air du soubassement et des réseaux, ventilation du bâtiment et traitement du soubassement par ventilation ou mise en dépression. Un logigramme est proposé pour aider au choix des actions correctives appropriées en fonction de la concentration en radon dans l'air intérieur mesurée dans les locaux ;

- **pour les bâtiments à construire**, notamment en zone à potentiel radon significatif, l'utilisation de moyens de prévention est pertinente. Il est important d'intégrer ces moyens dès la conception du bâtiment, afin d'assurer une bonne efficacité pour un coût marginal. Ainsi, le projet de construction peut parfois être amélioré en évitant certaines conceptions favorables à l'entrée du radon (éviter les niveaux

enterrés, éviter la communication entre sous-sol et volumes occupés par exemple). Des actions préventives complémentaires possibles consistent par exemple en une ventilation du vide sanitaire ou du sous-sol, voire en la mise en place d'un système de dépressurisation du sol. Dans tous les cas, l'étanchement des soubassements doit être soigné.

À l'issue des travaux, qu'il s'agisse de travaux de réduction dans un bâtiment existant ou de la construction du nouveau bâtiment, l'efficacité des actions entreprises doit être vérifiée par un mesurage de la concentration en radon dans les locaux, en utilisant un détecteur qui doit rester en place pendant au moins deux mois, de préférence entre le 15 septembre et le 30 avril.

ayant connu l'augmentation la plus importante entre 2012 et 2017, à la fois en fréquence et en contribution à la dose efficace collective.

La dose efficace moyenne par habitant du fait des examens radiologiques à visée diagnostique a été évaluée à 1,53 mSv pour l'année 2017 (Étude ExPRI - IRSN 2020) pour un volume d'actes diagnostiques de l'ordre de 85 millions en 2017 (81,6 millions en 2012), soit 1 187 actes pour 1 000 bénéficiaires et par an. Il faut noter que l'exposition individuelle en 2017 comme auparavant est très hétérogène. Ainsi, si environ 32,7 % de la population française a bénéficié d'au moins un acte (hors actes dentaires), la moitié des patients reçoit une dose inférieure ou égale à 0,1 mSv, 75 % reçoit 1,5 mSv ou moins, tandis que les 5 % des patients les plus exposés reçoivent une dose supérieure à 18,1 mSv.

La radiologie conventionnelle (55,1%), la scanographie (12,8%) et la radiologie dentaire (29,6%) regroupent le plus grand nombre d'actes. C'est la contribution de la scanographie à la dose efficace collective qui reste prépondérante et plus significative

en 2017 (75%) qu'en 2012 (71%), alors que celle de la radiologie dentaire reste très faible (0,3%).

Chez les adolescents, les actes de radiologie conventionnelle et dentaire sont les plus nombreux (environ 1 000 actes pour 1 000 individus en 2017). Malgré leur fréquence, ces actes dans cette population ne représentent que 0,5% de la dose collective.

On notera enfin :

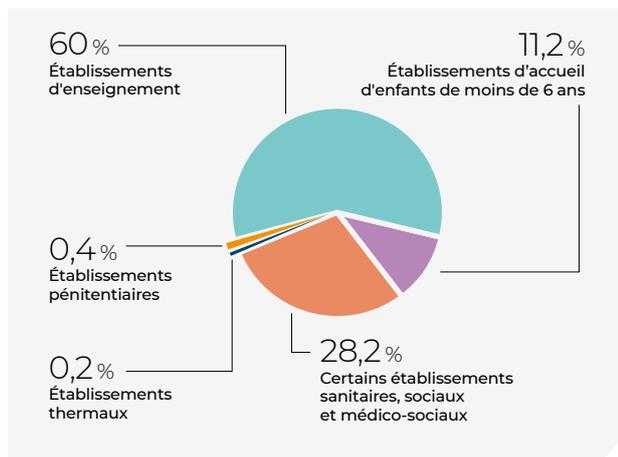
- un effectif national estimé à plus de 30 000 patients a été exposé à une dose efficace cumulée de plus de 100 mSv en 2017 en raison d'examens scanners multiples. Ce chiffre atteint 500 000 si une durée de cumul de six ans est considérée. Cette population fortement exposée semble être en augmentation régulière et relativement rapide depuis 2012. L'essentiel de cette population est âgée, cependant un quart a moins de 55 ans. La question des éventuels effets radio-induits à long terme se pose donc pour cette population spécifique. Il est utile de rappeler que ces patients sont souvent suivis pour des pathologies lourdes et que les examens scanner sont importants pour leur prise en charge ;
- à partir d'un échantillon de 120 000 enfants nés entre 2000 et 2015, l'IRSN rapporte qu'en 2015, 31,3% des enfants de l'échantillon ont été exposés aux rayonnements ionisants à des fins diagnostiques (en hausse de 2% par rapport à l'année 2010). La dose efficace moyenne est estimée à 0,43 mSv et la médiane à 0,02 mSv (en baisse pour la moyenne, mais équivalente pour la valeur médiane). Selon la catégorie d'âge, cette valeur médiane varie fortement. Pour les moins d'un an, elle est de 0,55 mSv (valeur la plus haute) et entre 6-10 ans elle est égale à 0,012 mSv.

Il faut cependant tenir compte dans ces études des incertitudes importantes sur les valeurs de dose efficace moyenne par type d'acte, ce qui justifie de progresser dans les estimations de doses lors de la prochaine étude d'exposition de la population générale.

Une attention particulière doit être exercée pour contrôler et réduire les doses liées à l'imagerie médicale diagnostique, notamment lorsque des techniques alternatives peuvent être utilisées pour une même indication.

La maîtrise des doses de rayonnements ionisants délivrées aux personnes lors d'un examen médical reste une priorité pour l'ASN.

DIAGRAMME 5 Répartition des mesurages initiaux et décennaux par catégorie d'ERP de 2016-2017 à 2022-2023



3.4 L'EXPOSITION DES ESPÈCES NON HUMAINES (ANIMALES ET VÉGÉTALES)

Le système international de radioprotection a été construit en vue d'assurer la protection de l'homme vis-à-vis des effets des rayonnements ionisants. La prise en compte de la radioactivité dans l'environnement est jusqu'à présent évaluée par rapport à son impact sur les êtres humains et, en l'absence d'élément contraire, il est aujourd'hui considéré que les normes actuelles garantissent la protection des autres espèces. La protection de l'environnement vis-à-vis du risque radiologique, et notamment la protection des espèces non humaines, doit toutefois pouvoir être garantie indépendamment des effets sur l'homme. Rappelant que cet objectif est déjà intégré dans la législation nationale, l'ASN veille à ce que l'impact des rayonnements ionisants sur les espèces non humaines soit effectivement pris en compte dans les études d'impact des installations

et activités nucléaires. À partir du rapport d'expertise de l'IRSN, le Groupe permanent d'experts pour la radioprotection des travailleurs et du public (GPRADE, désormais appelé GPRP) a adopté un avis en septembre 2015. Suivant les recommandations de cet avis, l'ASN a mis en place à la fin de l'année 2017 un groupe de travail pluraliste et pluridisciplinaire piloté par l'IRSN pour élaborer un guide méthodologique de l'évaluation de l'impact des rayonnements ionisants sur la faune et la flore, fondé sur une approche graduée. Le projet de *Guide méthodologique pour l'évaluation du risque radiologique pour la faune et la flore sauvages – Concepts, éléments de base et mise en œuvre au sein de l'étude d'impact* a été remis à l'ASN à la fin de l'année 2020 et présenté au GPRADE en juin 2021. La version finale du *guide* a été publiée en janvier 2022 sur le site de l'ASN, prenant en compte les recommandations de l'*avis du GPRADE* sur le caractère opérationnel de la méthodologie présentée.

TABLEAU 5 Nombre d'actes et dose efficace collective associée pour chaque modalité d'imagerie (valeurs arrondies) en France en 2017

MODALITÉ D'IMAGERIE	ACTES		DOSE EFFICACE COLLECTIVE TOTALE : 102198 Sv
	Nombre	%	%
Radiologie conventionnelle (hors dentaire)	46 681 000	55,1	11,8
Radiologie dentaire	25 023 000	29,6	0,3
Scanographie	10 866 000	12,8	74,2
Radiologie interventionnelle diagnostique	435 000	0,5	2,4
Médecine nucléaire	1 662 000	2	11,3
Total	84 667 000	100,0	100,0

Source: IRSN 2020.

ACTIONS DE L'ASN POUR LA PRÉVENTION DU RISQUE LIÉ AU RADON DANS LES TERRITOIRES



Les divisions territoriales de l'ASN les plus concernées par le risque radon (avec un nombre important de communes situées en zone à potentiel radon significatif sur le territoire), ont continué à mener, en 2023, des actions de sensibilisation sur le risque lié au radon à destination des élus, des professionnels du bâtiment, des employeurs, des responsables d'ERP et du grand public avec l'appui d'autres administrations concernées (Dreal, ARS, Dcrets) et d'organisations partenaires (Cerema, associations professionnelles, collectivités locales, etc.).

En parallèle, les actions de contrôle ciblant les lieux de travail spécifiques et les grands gestionnaires de parcs d'ERP engagées depuis plusieurs années se sont poursuivies.

* Division de Lille (Hauts-de-France) : à l'exception de quelques communes du Nord et du Pas-de-Calais, la région est en zone radon à potentiel faible.

** Division de Paris (Île-de-France) : l'ensemble de la région est en zone radon à potentiel faible.

*** Division d'Orléans (Centre-Val de Loire) : à l'exception de quelques communes du sud des départements du Cher et de l'Indre, la région est en zone radon à potentiel faible.

ACTIONS DE SENSIBILISATION

AUVERGNE-RHÔNE-ALPES

DIVISION DE LYON

- Participation à une action de sensibilisation des services de prévention et de santé au travail (SPST) dans le cadre du plan régional de santé au travail (PRST) 4.

BOURGOGNE-FRANCHE-COMTÉ

DIVISION DE DIJON

- Participation à la montée en puissance du réseau régional santé/environnement « Éclaireurs QAI-radon » (mise en place et lancement d'une feuille de route). Créé en 2022, ce réseau vise à structurer et dynamiser les actions conduites en Bourgogne-Franche-Comté concernant l'amélioration de la qualité de l'air intérieur (radon y compris).

BRETAGNE / PAYS DE LA LOIRE

DIVISION DE NANTES

- Cofinancement, en Pays de la Loire, de plusieurs actions d'accompagnement des particuliers à la réalisation de campagnes de mesure volontaires du radon dans l'habitat et participation aux réunions publiques de lancement.

- Contribution aux groupes de travail des plans régionaux santé environnement (PRSE) et des PRST des deux régions. Dans ce cadre, en Pays de la Loire, réalisation d'une interview pour le film-bilan

du PRSE3, participation à l'élaboration d'un film d'animation sur le radon en milieu professionnel et à la rédaction d'une foire aux questions destinés aux employeurs de la région.

- Cofinancement et participation à une matinale d'information sur le radon à destination des propriétaires et/ou gestionnaires d'ERP et employeurs à Pontivy (56) lors de la Journée européenne du radon le 7 novembre.

- Visite conjointe avec l'ARS en juillet au sein d'un foyer en Maine et Loire ayant enregistré un fort dépassement lors de la campagne hivernale 2022-2023.

GRAND EST

DIVISIONS DE STRASBOURG ET DE CHÂLONS-EN-CHAMPAGNE

- Participation aux actions du PRST de la région portant sur le radon.

NOUVELLE-AQUITAINE / OCCITANIE

DIVISION DE BORDEAUX

- Participation à une action d'information des préventeurs de la région Nouvelle-Aquitaine lors d'un webinar sur la réglementation relative à l'exposition au radon organisé dans le cadre du PRST4.

- Participation aux réunions de préparation des PRSE4 Nouvelle-Aquitaine et Occitanie.

- Présentation de la réglementation relative à l'exposition au radon des travailleurs lors des journées scientifiques du « Réseau Sud-Ouest des Personnes Compétentes en Radioprotection & Acteurs de la Radioprotection ».

NORMANDIE

DIVISION DE CAEN

- Participation avec la Dreets, l'ARS et les services de santé au travail de l'Ouest de la Normandie à la construction d'une formation dédiée aux services de santé au travail sur la prise en compte dans les entreprises du risque radon qui sera lancée en 2024.

- Implication dans les travaux de lancement du PRSE4 Normandie.

PROVENCE-ALPES-CÔTE D'AZUR / OCCITANIE

DIVISION DE MARSEILLE

- Participation à l'élaboration du PRSE4 d'Occitanie conjointement avec la division de Bordeaux.

- Participation à la mise à jour du dossier départemental sur les risques majeurs des Pyrénées-Orientales (DDRM 66 – édition 2023).

ACTIONS DE CONTRÔLE

AUVERGNE-RHÔNE-ALPES

DIVISION DE LYON

- Réalisation de deux inspections de collectivités (Saint-Étienne et Aurillac) responsables d'établissements d'enseignement. Le suivi de la gestion du risque radon dans les crèches et les écoles publiques concernés est globalement satisfaisant, toutefois, pour Saint-Étienne, un ERP est concerné par une persistance de dépassement du niveau de référence depuis plus de dix ans malgré la réalisation d'actions correctives. De nouvelles actions sont d'ores et déjà planifiées pour y remédier. Pour Aurillac, des retards dans le calendrier de réalisation des dépistages pour deux ERP ont été relevés et ont conduit la division à effectuer un rappel des obligations réglementaires en matière de gestion du risque radon dans les ERP.

- Carrière Vicat à Saint-Laurent-du-Pont: le risque d'exposition des travailleurs au radon y est pris en compte ; toutefois, les récentes évolutions du site rendent nécessaires la réalisation d'une nouvelle campagne de mesures.

- Mines d'Orbagnoux à Corbonod et carrières Samin à Châtillon-en-Michaille: le risque d'exposition radon y est pris en compte et les derniers résultats de mesure disponibles démontrent l'efficacité des mesures de prévention ; une mise à jour de l'évaluation du risque devra toutefois être effectuée pour tenir compte notamment des évolutions de l'activité (mines d'Orbagnoux) et des bâtiments de surface (carrières Samin).

- Barrage EDF du Mont-Cenis : la démarche de prévention du risque radon a été appréhendée de manière très satisfaisante.

BOURGOGNE-FRANCHE-COMTÉ

DIVISION DE DIJON

- Réalisation de quatre inspections de communautés de communes (« Mille Étangs », « Morvan Sommets et Grands Lacs », « Avallon Vézelay Morvan », « Arroux, Loire et Somme »). Ces collectivités n'ont pas initié la déclinaison des obligations réglementaires relevant tant du code de la santé publique (mesurages initiaux de l'activité volumique en radon dans

les ERP) que du code du travail (évaluation du risque) à l'exception « d'Avallon Vézelay Morvan » qui assure une gestion très satisfaisante du risque lié au radon. Ce constat a conduit l'ASN à demander la réalisation des dépistages réglementaires conjointement à l'évaluation du risque d'exposition des travailleurs.

- Réalisation d'une inspection d'un établissement thermal (société thermale de Bourbon Lancy) qui avait procédé à des mesurages du radon au titre des codes de la santé publique et du travail montrant plusieurs dépassements du niveau de référence, sans toutefois conduire les actions correctives nécessaires. La division a exigé de la part de l'établissement la mise en place d'un plan d'actions pour réduire le risque (voir encadré sur les thermes en page 119).

- Réalisation d'une inspection de lieu de travail spécifique, le barrage hydro-électrique de Vouglans, exploité par EDF Hydro Alpes. L'organisation et les dispositions mises en œuvre pour assurer la radioprotection des travailleurs vis-à-vis du risque d'exposition au radon y sont très satisfaisantes et parfaitement formalisées.

...

...

BRETAGNE / PAYS DE LA LOIRE**DIVISION DE NANTES**

- Réalisation de trois inspections de gestionnaires d'ERP (Saint-Herblain, Saint-Malo et le groupe VYV3 Pays de la Loire, gestionnaire de crèches dans le 44 et le 49). Les inspections conduites témoignent d'une bonne prise en compte du risque radon même si des progrès sont attendus sur l'affichage réglementaire des résultats, sur la démarche d'évaluation du risque radon pour les travailleurs et enfin sur la prise en compte en amont du risque radon dans les bâtiments en cas de travaux.
- Réalisation de deux inspections de lieux de travail spécifiques: Keolis (métro) de Rennes et Effia Stationnement. Ces inspections ont montré l'absence ou la récente mise en œuvre de la démarche d'évaluation du risque radon pour les travailleurs de ces organisations.

GRAND EST**DIVISIONS DE STRASBOURG ET DE CHÂLONS-EN-CHAMPAGNE**

- Réalisation de trois inspections de gestionnaires d'ERP (conseil régional, collectivité européenne d'Alsace, association d'accueil de personnes handicapées – ADAPEI Papillons Blancs). Ces gestionnaires ont bien pris en compte le risque radon même si les ERP concernés ne sont pas toujours identifiés de manière exhaustive. En outre, quelques écarts ont également été relevés concernant la périodicité du mesurage et la mise en œuvre des actions correctives, des expertises et des travaux en cas de dépassement du niveau de référence. Enfin, deux points de vigilance ont été relevés: le premier concerne la conservation de l'historique des actions réalisées par le passé et le second les modalités d'évaluation du risque relatif au radon pour les travailleurs qui diffèrent de celles pour le public.
- Réalisation d'une inspection d'un lieu de travail spécifique (parc minier de Tellure) au sein duquel la gestion du risque d'exposition au radon a tout juste été initiée.
- Réalisation de deux inspections d'établissements thermaux: Vittel et Contrexéville (voir encadré sur les thermes page suivante).

NOUVELLE-AQUITAINE / OCCITANIE**DIVISION DE BORDEAUX**

- En Occitanie, inspections des conseils départementaux de l'Ariège et des Hautes-Pyrénées avec la participation de l'ARS Occitanie. L'ASN note une bonne prise en compte de la réglementation dans le département de l'Ariège et un bilan plus mitigé dans le département des Hautes-Pyrénées où des expertises de bâtiments devront être engagées.

- En Nouvelle-Aquitaine, réalisation d'inspections de trois conseils départementaux: les Deux-Sèvres, la Creuse et la Haute-Vienne. Le risque radon est un risque bien identifié et pris en compte (campagnes de mesurages, actions de remédiation engagées, etc.); des actions complémentaires sont toutefois attendues pour les cas où des dépassements au niveau de référence subsistent (Deux-Sèvres, Haute-Vienne) ou pour vérifier l'efficacité d'actions correctives (Creuse).

- Réalisation d'une inspection d'un établissement thermal à Jonzac. Cet établissement a mené des études montrant dans les locaux mesurés des concentrations inférieures au niveau de référence et des concentrations en radon dans l'eau thermique relativement faibles. Une campagne de mesurages dans les lieux de travail est programmée en 2024; l'évaluation du risque d'exposition au radon des travailleurs devra être formalisée en conséquence.

NORMANDIE**DIVISION DE CAEN**

- Inspections de gestionnaires d'ERP (la région Normandie et le conseil départemental de l'Orne) avec un bilan très positif puisque le risque radon y est très bien pris en compte au sein des ERP concernés.

- Réalisation d'une inspection de lieu de travail spécifique au dernier trimestre (le barrage de Rabodanges exploité par EDF dont l'usine abrite un puits et une galerie souterraine): la démarche d'évaluation des risques a été initiée, mais des campagnes de mesurages n'ont pas encore été effectuées.

PROVENCE-ALPES-CÔTE D'AZUR / OCCITANIE**DIVISION DE MARSEILLE**

- Réalisation d'une inspection de lieux de travail spécifiques, la société ESCOTA, filiale de Vinci Autoroutes, gérant des tunnels autoroutiers. La démarche d'évaluation du risque radon n'a pas encore été mise en œuvre dans cet établissement qui ne connaissait pas la réglementation applicable dans ce domaine. La division a demandé que soit mis en place, sous trois mois, un plan d'action pour réduire le risque avec un point d'avancement début 2025.

- Réalisation d'une inspection de la ville de Cannes en tant que gestionnaire d'ERP avec l'ARS compétente. La ville a bien pris en compte la réglementation (formation d'un référent interne, mesurage de la quasi-totalité des établissements scolaires avec affichage des résultats).

En 2023, 12 organismes agréés pour le mesurage du radon ont été inspectés avec l'appui des divisions. Le champ du contrôle de l'ASN a porté sur la vérification du respect des exigences applicables issues du code de la santé publique, notamment ses articles L. 1333-29 à 31 et R. 1333-166, de l'arrêté du 26 février 2019 relatif aux modalités de gestion du radon dans certains ERP, et de trois décisions de l'ASN dont deux sont entrées en application au 1^{er} janvier 2023 : n° 2015-DC-0506 du 9 avril 2015, n°2022-DC-0743 et n° 2022-DC-0745 du 13 octobre 2022.

Le bilan est globalement satisfaisant. Les exigences de la nouvelle décision n°2022-DC-0743 de l'ASN du 13 octobre 2022 en matière de contenu des rapports d'intervention ont pour la plupart été bien prises en compte dans les modèles de rapport instruits même s'il subsiste parfois encore quelques oublis. Ces inspections ont mis par ailleurs en évidence plusieurs points positifs parmi lesquels la mise en place de procédures et une organisation permettant le cadrage des interventions, l'utilisation de détecteurs toujours conformes aux exigences réglementaires, la mise en place de conditions de stockage qui garantissent le maintien des performances de ces derniers et le respect de la période et de la durée du mesurage.

Des efforts restent néanmoins à fournir au sein de certains organismes pour améliorer la veille réglementaire et normative et garantir la qualité des prestations de mesurage.

Des progrès sont également attendus sur les points suivants : la connaissance du champ d'application de la réglementation (notamment dans le cas des ERP situés en zones 1 et 2), la méthodologie de détermination et de sélection des zones homogènes (absence de prise en compte du niveau de température et méconnaissance des règles de progression dans les niveaux), la méthodologie de calcul des valeurs d'activité volumique à attribuer à une zone homogène en cas de résultat inférieur à la limite de détection, la sécurisation et la fiabilité des outils d'aide à la rédaction des rapports, le traitement des écarts et leurs conséquences sur les conclusions, les suites à donner lorsqu'il y a plusieurs bâtiments et en cas de persistance d'un dépassement du niveau de référence, le respect des délais d'envoi des détecteurs aux laboratoires comme des rapports aux commanditaires et enfin, la complétude des données de mesurage transmises *via* la plateforme [démarches-simplifiées.fr](https://demosim.simplifiees.fr).

BILAN DES INSPECTIONS DES ÉTABLISSEMENTS THERMAUX

DANS LES ÉTABLISSEMENTS THERMAUX, IL EXISTE DEUX TYPES DE RAYONNEMENTS IONISANTS EXPOSANT LES CURISTES ET LES TRAVAILLEURS :

- le radon, qui est la source principale d'exposition. Outre les sources habituelles rencontrées dans les bâtiments que sont le sol sous-jacent et les matériaux de construction, le radon peut également provenir de l'eau thermale qui s'est chargée en radon au cours de son cheminement en sous-sol et qui est libérée au moment de l'utilisation de l'eau pendant les soins;
- le rayonnement ambiant généré par les autres radionucléides présents dans l'eau thermale (surtout l'uranium-238, le radium-226, le radium-228, le plomb-210 et le polonium-210). Des dépôts de matière marquée par ces radionucléides peuvent se former et créer des « points chauds », notamment dans les filtres à sable des piscines et dans le système de traitement de l'eau. Les cataplasmes appliqués sur la peau des patients analysés à ce jour ne présentent aucun caractère radioactif.

En juin 2022, 111 établissements thermaux conventionnés par l'Assurance Maladie étaient répartis dans 90 villes^(*). Depuis 2018, l'ASN a réalisé 14 inspections sur 13 sites.

Ces établissements présentent la particularité d'être soumis à trois réglementations relatives aux rayonnements ionisants: le code de la santé publique en tant qu'ERP, le code du travail en tant que lieu de travail spécifique pouvant exposer les travailleurs au radon et, éventuellement, en tant qu'activité mettant en œuvre des substances radioactives d'origine naturelle.

LES CONSTATS D'INSPECTION RÉVÈLENT QUE :

- la prise en compte du risque lié au radon dans l'analyse des risques professionnels n'a été effectuée que dans un seul établissement montrant que les établissements n'ont pas identifié les nouvelles exigences de la réglementation du code du travail applicables depuis 2018;
- tous les établissements ont réalisé au moins une campagne de mesurage de la concentration en radon dans l'air intérieur des locaux fréquentés par les curistes et les travailleurs. La démarche prévue dans le code de la santé publique est donc initiée. Les résultats montrent que les concentrations mesurées sont globalement supérieures à celles mesurées dans l'ensemble des ERP. Ceci s'explique par l'utilisation d'eau thermale qui peut constituer une source supplémentaire de radon.

Sur la base de ces constats, l'ASN poursuivra le contrôle de ce secteur, notamment par des réinspections, et mènera en 2024 une campagne de sensibilisation auprès de l'ensemble des établissements thermaux. Dans ce cadre, un bilan des inspections et des points d'attention sur l'application de la réglementation seront diffusés ainsi qu'une information sur les nouveaux coefficients de dose du radon, rendus applicables en 2024, qui auront un impact important dans la gestion du risque radon dans les locaux où les travailleurs ont une activité majoritairement non sédentaire.

^{*} Information du site ameli.fr.



La concentration en radon dans les locaux est par ailleurs fortement influencée par deux facteurs: le stockage intermédiaire de l'eau thermale qui permet le dégazage du radon et la ventilation des locaux;

- l'exposition des curistes est très limitée dans le temps (classiquement trois semaines pour une cure remboursée). Les travailleurs sont plus exposés que les curistes, car ils rentrent dans certains locaux où la concentration est plus élevée et leur durée d'exposition est plus longue;
- dans les établissements en situation de dépassement du niveau de référence de 300 Bq/m³ (5 établissements au niveau des locaux fréquentés par les curistes et 6 établissements au niveau des locaux fréquentés par les travailleurs sur 13 sites inspectés), les travaux visant à réduire la concentration en radon, qui sont prévus dans la réglementation, n'ont été menés que dans la moitié des cas (2 établissements sur 5 pour les locaux fréquentés par les curistes et 3 établissements sur 6 pour les locaux fréquentés par les travailleurs). Peu d'établissements avaient vérifié leur efficacité. Comme dans les ERP en général, le fait de revenir en dessous du niveau de référence de 300 Bq/m³ n'est pas toujours atteint. Cette difficulté est connue et il est parfois nécessaire de procéder de façon itérative. Les actions les plus simples mises en œuvre d'abord peuvent s'avérer insuffisantes et doivent être complétées ensuite par des travaux plus lourds;
- concernant le rayonnement généré par les autres radionucléides d'origine naturelle, aucune substance caractérisée ne présentait un niveau de radioactivité nécessitant la mise en place de mesure de radioprotection.

SOMMAIRE

1

p.122

Les principes de la sûreté nucléaire et de la radioprotection

1.1 Les principes fondamentaux

- 1.1.1 Le principe de responsabilité de l'exploitant
- 1.1.2 Le principe du « pollueur-payeur »
- 1.1.3 Le principe de précaution
- 1.1.4 Le principe de participation
- 1.1.5 Le principe de justification
- 1.1.6 Le principe d'optimisation
- 1.1.7 Le principe de limitation
- 1.1.8 Le principe de prévention

1.2 Quelques aspects de la démarche de sûreté

- 1.2.1 La culture de sûreté
- 1.2.2 Le concept de défense en profondeur
- 1.2.3 L'interposition de barrières
- 1.2.4 La démarche déterministe et la démarche probabiliste
- 1.2.5 Le retour d'expérience
- 1.2.6 Les facteurs sociaux, organisationnels et humains

2

p.127

Les acteurs

2.1 Le Parlement

2.2 Le Gouvernement

- 2.2.1 Les ministres chargés de la sûreté nucléaire et de la radioprotection
- 2.2.2 Les services déconcentrés de l'État

2.3 L'Autorité de sûreté nucléaire

- 2.3.1 Les missions
- 2.3.2 L'organisation
- 2.3.3 Le fonctionnement

2.4 Les instances consultatives et de concertation

- 2.4.1 Le Haut Comité pour la transparence et l'information sur la sécurité nucléaire
- 2.4.2 Le Haut Conseil de la santé publique
- 2.4.3 Le Conseil supérieur de la prévention des risques technologiques
- 2.4.4 Les commissions locales d'information et l'Association nationale des comités et commissions locales d'information (Anccli)

2.5 Les appuis techniques de l'ASN

- 2.5.1 L'Institut de radioprotection et de sûreté nucléaire

2.5.2 Les groupes permanents d'experts

2.5.3 Le comité scientifique

2.5.4 Les autres appuis techniques de l'ASN

2.6 Les groupes de travail pluralistes

- 2.6.1 Le groupe de travail sur le Plan national de gestion des matières et des déchets radioactifs
- 2.6.2 Le Comité directeur pour la gestion de la phase post-accidentelle d'un accident nucléaire
- 2.6.3 Le Comité d'analyse des nouvelles techniques et pratiques utilisant des rayonnements ionisants
- 2.6.4 Les autres groupes de travail pluralistes

2.7 Les autres acteurs

- 2.7.1 L'Agence nationale de sécurité du médicament et des produits de santé
- 2.7.2 La Haute Autorité de santé
- 2.7.3 L'Institut national du cancer

2.8 Les autorités de sûreté : une comparaison internationale

3

p.142

Le financement du contrôle de la sûreté nucléaire et de la radioprotection

4

p.142

Perspectives



Les principes de la sûreté nucléaire et de la radioprotection et les acteurs du contrôle



02

La sûreté nucléaire est définie dans le [code de l'environnement](#) comme comprenant « *la sûreté nucléaire, la radioprotection, la prévention et la lutte contre les actes de malveillance ainsi que les actions de sécurité civile en cas d'accident* ». La sûreté nucléaire est « *l'ensemble des dispositions techniques et des mesures d'organisation relatives à la conception, à la construction, au fonctionnement, à l'arrêt et au démantèlement des installations nucléaires de base ainsi qu'au transport de substances radioactives, prises en vue de prévenir les accidents ou d'en limiter les effets* ». La radioprotection est, quant à elle, définie comme « *la protection contre les rayonnements ionisants, c'est-à-dire l'ensemble des règles, des procédures et des moyens de prévention et de surveillance visant à empêcher ou à réduire les effets nocifs des rayonnements ionisants produits sur les personnes, directement ou indirectement, y compris par les atteintes portées à l'environnement* ».

La sûreté nucléaire et la radioprotection obéissent à des principes et démarches mis en place progressivement et enrichis continuellement du retour d'expérience. Les principes fondamentaux qui les guident sont promus au plan international par l'Agence

internationale de l'énergie atomique ([AIEA](#)). Ils ont été inscrits en France dans la Constitution ou dans la loi et figurent désormais dans des directives européennes.

En France, le contrôle de la sûreté nucléaire et de la radioprotection des activités nucléaires civiles est assuré par l'Autorité de sûreté nucléaire (ASN), autorité administrative indépendante, en relation avec le Parlement et d'autres acteurs de l'État, au sein du Gouvernement et des préfectures. Ce contrôle, qui s'étend à des domaines connexes comme les pollutions chroniques de toute nature émises par certaines activités nucléaires, s'appuie sur des expertises techniques, fournies notamment par l'Institut de radioprotection et de sûreté nucléaire ([IRSN](#)).

La prévention et la lutte contre les actes de malveillance pouvant affecter les matières nucléaires, leurs installations et leurs transports relèvent, au sein de l'État, du ministère de la Transition écologique, qui dispose des services du Haut Fonctionnaire de défense et de sécurité ([HFDS](#)) pour l'assurer. Bien que distincts, les deux domaines de la sûreté nucléaire et de la prévention des actes de malveillance sont très liés et les autorités qui en sont chargées coopèrent étroitement.

1 Les principes de la sûreté nucléaire et de la radioprotection

1.1 LES PRINCIPES FONDAMENTAUX

Les activités nucléaires doivent s'exercer dans le respect de principes fondamentaux inscrits dans des textes juridiques ou des normes internationales.

Il s'agit notamment :

- au niveau national, des principes inscrits dans la [Charte de l'environnement](#) – qui a valeur constitutionnelle – et dans différents codes ([code de l'environnement](#), code du travail, [code de la santé publique](#)) ;
- sur le plan européen, des règles définies par les directives établissant un [cadre communautaire](#) pour la sûreté des installations nucléaires et pour la gestion responsable et sûre du combustible usé et des déchets radioactifs ;
- au niveau international, des dix principes fondamentaux de sûreté établis par l'[AIEA](#) (voir encadré page 124 et chapitre 6, point 3.1) mis en application par la [Convention sur la sûreté nucléaire](#) (voir chapitre 6, point 4.1), qui établit le cadre international du contrôle de la sûreté nucléaire et de la radioprotection.

Ces diverses dispositions d'origines différentes se recoupent largement. Elles peuvent être regroupées sous la forme des huit principes présentés ci-après.

1.1.1 Le principe de responsabilité de l'exploitant

Ce principe, défini à l'article 9 de la [Convention de la sûreté nucléaire](#), est le premier des principes fondamentaux de sûreté de l'AIEA. Il prévoit que la responsabilité en matière de sûreté des activités nucléaires à risques incombe à ceux qui les entreprennent ou les exercent.

Il trouve directement son application dans l'ensemble des activités nucléaires.

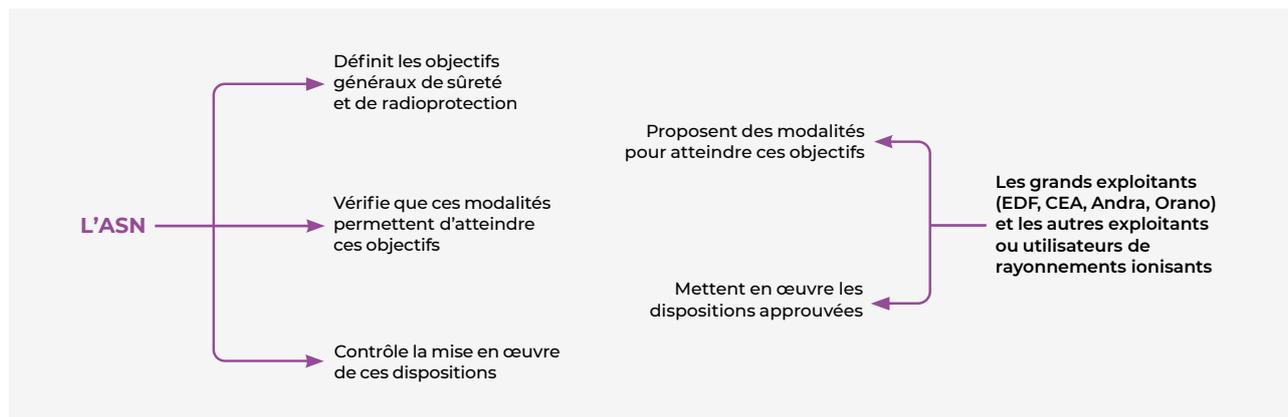
1.1.2 Le principe du « pollueur-payeur »

Le principe du « pollueur-payeur », figurant à l'[article 110-1 du code de l'environnement](#), stipule que les frais résultant des mesures de prévention, de réduction de la pollution et de lutte contre celle-ci doivent être supportés par le pollueur.

1.1.3 Le principe de précaution

Le principe de précaution, défini à l'article 5 de la Charte de l'environnement, énonce que « *l'absence de certitudes, compte tenu des connaissances scientifiques et techniques du moment, ne doit pas retarder l'adoption de mesures effectives et proportionnées visant à prévenir un risque de dommages graves et irréversibles à l'environnement* ».

Responsabilité des exploitants et responsabilité de l'ASN



Ce principe se traduit, par exemple, en ce qui concerne les effets biologiques des rayonnements ionisants à faibles doses, par l'adoption d'une relation linéaire et sans seuil entre la dose et l'effet. Le chapitre 1 de ce rapport précise ce point.

1.1.4 Le principe de participation

Le principe de participation prévoit la participation des populations à l'élaboration des décisions des pouvoirs publics. S'inscrivant dans la ligne de la [Convention d'Aarhus](#), l'article 7 de la Charte de l'environnement le définit en ces termes : « Toute personne a le droit, dans les conditions et les limites définies par la loi, d'accéder aux informations relatives à l'environnement détenues par les autorités publiques et de participer à l'élaboration des décisions publiques ayant une incidence sur l'environnement. »

Dans le domaine nucléaire, ce principe se traduit notamment par l'organisation de débats publics nationaux, obligatoires avant la construction d'une centrale nucléaire, par exemple, ou bien désormais de certains plans et programmes soumis à une évaluation environnementale stratégique comme le Plan national de gestion des matières et déchets radioactifs ([PNGMDR](#)). Il faut aussi citer les enquêtes publiques, notamment au cours de l'instruction des dossiers relatifs à la création ou au démantèlement d'installations nucléaires, la [consultation du public](#) sur les projets de décision ayant une incidence sur l'environnement ou encore la mise à disposition, par un exploitant d'installation nucléaire de base (INB), de son dossier portant sur une modification de son installation susceptible de provoquer un accroissement significatif des prélèvements d'eau ou des rejets dans l'environnement de l'installation.

1.1.5 Le principe de justification

Le principe de justification, défini par l'[article L. 1333-2 du code de la santé publique](#), dispose que : « Une activité nucléaire ne peut être entreprise ou exercée que si elle est justifiée par les avantages qu'elle procure sur le plan individuel ou collectif, notamment en matière sanitaire, sociale, économique ou scientifique, rapportés aux risques inhérents à l'exposition aux rayonnements ionisants auxquels elle est susceptible de soumettre les personnes. »

L'évaluation du bénéfice attendu d'une activité nucléaire et des inconvénients associés peut conduire à interdire une activité pour laquelle le bénéfice apparaît insuffisant au regard du risque sanitaire. Pour les activités existantes, une réévaluation de la justification peut être réalisée si l'état des connaissances et des techniques le justifie.

1.1.6 Le principe d'optimisation

Le principe d'optimisation, défini par l'article L. 1333-2 du code de la santé publique, dispose que : « Le niveau de l'exposition des personnes aux rayonnements ionisants [...], la probabilité de la survenue de cette exposition et le nombre de personnes exposées doivent être maintenus au niveau le plus faible qu'il est raisonnablement possible d'atteindre, compte tenu de l'état des connaissances techniques, des facteurs économiques et sociétaux et, le cas échéant, de l'objectif médical recherché. »

Ce principe, connu sous le nom de principe ALARA¹⁾, conduit par exemple à réduire, dans les autorisations de rejets, les quantités de radionucléides présents dans les effluents radioactifs issus des installations nucléaires, à imposer une surveillance des expositions au niveau des postes de travail dans le but de réduire ces expositions au strict nécessaire ou encore à veiller à ce que les expositions médicales résultant d'actes diagnostiques restent proches de niveaux de référence préalablement établis.

1.1.7 Le principe de limitation

Le principe de limitation, défini par l'article L. 1333-2 du code de la santé publique dispose que « [...] l'exposition d'une personne aux rayonnements ionisants [...] ne peut porter la somme des doses reçues au-delà des limites fixées par voie réglementaire, sauf lorsque cette personne est l'objet d'une exposition à des fins médicales ou dans le cadre d'une recherche mentionnée au 1° de l'article L. 1121-1 ».

Les expositions induites par les activités nucléaires pour la population générale ou les travailleurs font l'objet de limites strictes. Celles-ci comportent des marges de sécurité importantes pour prévenir l'apparition des [effets déterministes](#) ; elles ont également pour but de réduire, au niveau le plus bas possible, l'apparition des effets probabilistes à long terme.

Le dépassement de ces limites traduit une situation anormale, qui peut d'ailleurs donner lieu à des sanctions administratives ou pénales.

Dans le cas des expositions médicales des patients, aucune limite de dose n'est fixée dans la mesure où cette exposition doit être justifiée par le bénéfice attendu pour la personne exposée.

1. Le principe ALARA (As Low As Reasonably Achievable - au plus faible niveau que l'on peut raisonnablement atteindre) est apparu pour la première fois dans la publication 26 de 1977 de la Commission internationale de protection radiologique. Il était l'aboutissement d'une réflexion autour du principe d'optimisation de la radioprotection. Au cours des trente dernières années, l'acceptation et la mise en œuvre du principe ALARA ont évolué de manière significative en Europe avec une implication forte de la Commission européenne qui a abouti, en 1991, à la création d'un réseau ALARA européen.

LES PRINCIPES FONDAMENTAUX DE SÛRETÉ

L'AIEA définit les dix principes suivants dans sa publication *Principes fondamentaux de sûreté*, collection Normes de sûreté de l'AIEA – n° SF-1 :

1. La responsabilité en matière de sûreté doit incomber à la personne ou à l'organisme responsable des installations et activités entraînant des risques radiologiques;
2. Un cadre juridique et gouvernemental efficace pour la sûreté, y compris un organisme de réglementation indépendant, doit être établi et maintenu;
3. Une capacité de direction et de gestion efficace de la sûreté doit être mise en place et maintenue dans les organismes qui s'occupent des risques radiologiques et dans les installations et activités qui entraînent de tels risques;
4. Les installations et activités qui entraînent des risques radiologiques doivent être globalement utiles;
5. La protection doit être optimisée de façon à apporter le plus haut niveau de sûreté que l'on puisse raisonnablement atteindre;
6. Les mesures de contrôle des risques radiologiques doivent protéger contre tout risque de dommage inacceptable;
7. Les générations et l'environnement actuels et futurs doivent être protégés contre les risques radiologiques;
8. Tout doit être concrètement mis en œuvre pour prévenir les accidents nucléaires ou radiologiques et en atténuer les conséquences;
9. Des dispositions doivent être prises pour la préparation et la conduite des interventions d'urgence en cas d'incidents nucléaires ou radiologiques;
10. Les actions protectrices visant à réduire les risques radiologiques existants ou non réglementés doivent être justifiées et optimisées.

1.1.8 Le principe de prévention

Pour anticiper toute atteinte à l'environnement, le principe de prévention, défini à l'[article 3 de la Charte de l'environnement](#), prévoit la mise en œuvre de règles et d'actions qui doivent tenir compte des « *meilleures techniques disponibles à un coût économiquement acceptable* ».

Dans le domaine nucléaire, ce principe se décline par le concept de défense en profondeur présenté ci-après.

1.2 QUELQUES ASPECTS DE LA DÉMARCHE DE SÛRETÉ

Les principes et démarches de la sûreté présentés ci-après ont été mis en place progressivement et intègrent le REX des accidents. La sûreté n'est jamais définitivement acquise. Malgré les précautions prises pour la conception, la construction et le fonctionnement des installations nucléaires, un accident ne peut jamais être exclu. Il faut donc avoir la volonté de progresser et de mettre en place une démarche d'amélioration continue pour réduire les risques.

1.2.1 La culture de sûreté

La culture de sûreté est définie par l'[INSAG](#) (*International Nuclear Safety Advisory Group*), groupe consultatif international pour la sûreté nucléaire placé auprès du directeur général de l'AIEA, comme l'ensemble des caractéristiques et des attitudes qui, dans les organismes et chez les individus, font que les questions relatives à la sûreté des installations nucléaires bénéficient, en priorité, de l'attention qu'elles méritent en raison de leur importance.

La culture de sûreté traduit donc la façon dont l'organisation et les individus remplissent leurs rôles et assument leurs responsabilités vis-à-vis de la sûreté. Elle constitue un des fondements indispensables au maintien et à l'amélioration de la sûreté. Elle engage les organismes et chaque individu à prêter une attention particulière et appropriée à la sûreté. Elle doit s'exprimer au niveau individuel par une approche rigoureuse et prudente et une attitude interrogative qui permet le partage du respect des règles et l'initiative. Elle trouve une déclinaison opérationnelle dans les décisions et les actions quotidiennes liées aux activités.

Une action de recherche sur la culture de sûreté au sein de l'ASN a démarré en septembre 2023. Cette étude, en partenariat avec le Laboratoire d'Économie et de Management de Nantes-Atlantique de l'Université de Nantes, durera une année. Elle couvrira les trois composantes du contrôle de l'ASN (instruction, inspection et sanction), appréhendées selon trois niveaux d'analyse : stratégique (discours politiques et managériaux portés auprès des agents), système organisationnel (structure, cadre formel encadrant les pratiques de contrôle) et opérationnel (réalité des pratiques, leurs effets sur les agents de l'ASN et l'exploitant).

1.2.2 Le concept de défense en profondeur

Le concept de défense en profondeur consiste en la mise en place d'une série de niveaux de défense reposant sur les caractéristiques intrinsèques de l'installation, des dispositions matérielles, organisationnelles et humaines ainsi que des procédures destinées à prévenir les accidents puis, en cas d'échec de la prévention, à en limiter les conséquences. La défense en profondeur est un concept qui s'applique à tous les stades de la vie d'une installation, de la conception au démantèlement.

Ces niveaux de défense sont consécutifs et indépendants afin de s'opposer au développement d'un accident.

Un élément important pour l'indépendance des niveaux de défense est la mise en œuvre de technologies de natures différentes (systèmes « diversifiés »).

La conception d'une installation nucléaire est fondée sur une démarche de défense en profondeur. Par exemple, pour les réacteurs nucléaires, on définit les cinq niveaux suivants :

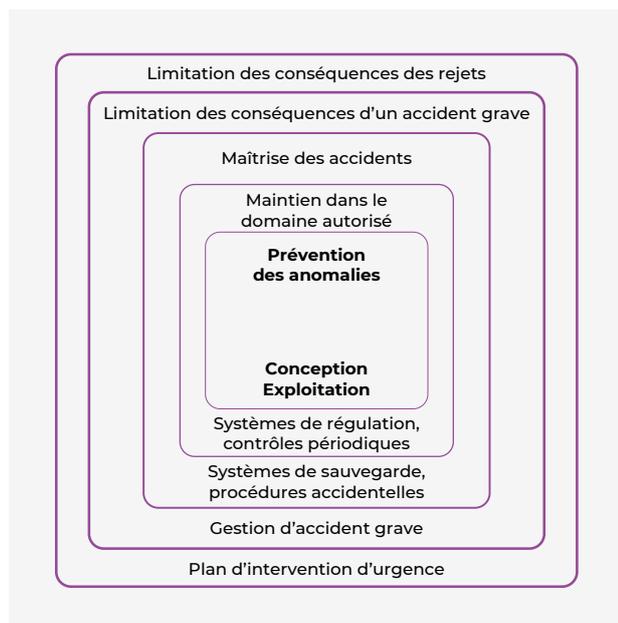
Premier niveau : prévention des anomalies de fonctionnement et des défaillances des systèmes

Il s'agit en premier lieu de concevoir et de réaliser l'installation de manière robuste et prudente, en intégrant des marges de sûreté et en prévoyant une résistance à l'égard de ses propres défaillances ou des agressions. Cela implique de mener une étude aussi complète que possible des conditions de fonctionnement normal, pour déterminer les contraintes les plus sévères auxquelles les systèmes seront soumis. Un premier dimensionnement de l'installation intégrant des marges de sûreté peut alors être établi. L'installation doit ensuite être maintenue dans un état au moins équivalent à celui prévu à sa conception par une maintenance adéquate. L'installation doit être exploitée de manière éclairée et prudente.

Deuxième niveau : maintien de l'installation dans le domaine autorisé

Il s'agit de concevoir, d'installer et de faire fonctionner des systèmes de régulation et de limitation qui maintiennent l'installation dans un domaine très éloigné des limites de sûreté. Par exemple, si la température d'un circuit augmente, un système de refroidissement se met en route avant que la température n'atteigne la limite autorisée. La surveillance du bon état des matériels et du bon fonctionnement des systèmes fait partie de ce niveau de défense.

Les cinq niveaux de la défense en profondeur



Troisième niveau : maîtrise des accidents sans fusion du cœur

Il s'agit ici de postuler que certains accidents, choisis pour leur caractère « enveloppe », c'est-à-dire les plus pénalisants d'une même famille, peuvent se produire et de dimensionner des systèmes de sauvegarde permettant d'y faire face.

Ces accidents sont, en général, étudiés avec des hypothèses pessimistes, c'est-à-dire en supposant que les différents paramètres gouvernant l'accident sont les plus défavorables possible. En outre, on applique le critère de défaillance unique, c'est-à-dire que, dans la situation accidentelle, on postule en plus de l'accident la défaillance la plus défavorable de l'un des composants qui servent à gérer cette situation. Cela conduit à ce que les systèmes intervenant en cas d'accident (systèmes dits « de sauvegarde », assurant l'arrêt d'urgence, l'injection d'eau de refroidissement dans le réacteur, etc.) soient constitués d'au moins deux voies redondantes et indépendantes.

Quatrième niveau : maîtrise des accidents avec fusion du cœur

Ces accidents ont été étudiés à la suite de l'accident de Three Mile Island aux États-Unis (1979) et sont désormais pris en compte dès la conception des nouveaux réacteurs tels que le réacteur européen à eau pressurisée (*Evolutionary Power Reactor* – EPR). Il s'agit soit d'exclure ces accidents, soit de concevoir des systèmes permettant d'y faire face.

Cinquième niveau : limitation des conséquences radiologiques en cas de rejets importants

Il s'agit là de la mise en œuvre de mesures prévues dans les [plans d'urgence](#) incluant des mesures de protection des populations : mise à l'abri, ingestion de comprimés d'iode stable pour saturer la thyroïde avant qu'elle puisse fixer l'iode radioactif rejeté, évacuation, restrictions de consommation d'eau ou de produits agricoles, etc.

1.2.3 L'interposition de barrières

Pour limiter le risque de rejets, plusieurs barrières sont interposées entre les substances radioactives et l'environnement. Ces barrières doivent être conçues avec un haut degré de fiabilité et bénéficier d'une surveillance permettant d'en détecter les éventuelles faiblesses avant une défaillance. Pour les réacteurs à eau sous pression (REP), ces barrières sont au nombre de trois : la gaine du combustible, l'enveloppe du circuit primaire et l'enceinte de confinement (voir chapitre 10).

1.2.4 La démarche déterministe et la démarche probabiliste

Le fait de postuler la survenue de certains accidents et de vérifier que, grâce au fonctionnement prévu des matériels, les conséquences de ces accidents resteront limitées est une démarche dite « déterministe ». Cette démarche est simple à mettre en œuvre dans son principe et permet de concevoir une installation (en particulier de dimensionner ses systèmes) avec de bonnes marges de sûreté, en utilisant des cas dits « enveloppes ». La démarche déterministe ne permet cependant pas d'identifier quels sont les scénarios les plus probables car elle focalise l'attention sur des accidents étudiés avec des hypothèses pessimistes.

Il convient donc de compléter l'approche déterministe par une approche reflétant mieux les divers scénarios possibles d'accidents en fonction de leur probabilité d'occurrence, à savoir une approche probabiliste, utilisée dans les « analyses probabilistes de sûreté ».

Ainsi, pour les centrales nucléaires, les études probabilistes de sûreté de niveau 1 consistent à construire, pour chaque événement (dit « déclencheur ») conduisant à l'activation d'un système de sauvegarde (troisième niveau de la défense en profondeur), des arbres d'événements, définis par les défaillances – ou le succès – des actions prévues par les procédures de conduite du réacteur et les défaillances – ou le bon fonctionnement – des matériels du réacteur. Grâce à des statistiques sur la fiabilité des systèmes et sur le taux de succès des actions (ce qui inclut donc des données de « fiabilité humaine »), la probabilité de chaque séquence est calculée. Les séquences similaires correspondant à un même événement déclencheur sont regroupées en familles, ce qui permet de déterminer la contribution de chaque famille à la probabilité de fusion du cœur du réacteur.

Les études probabilistes de sûreté, bien que limitées par les incertitudes sur les données de fiabilité et les approximations de modélisation de l'installation, prennent en compte un ensemble d'accidents plus large que les études déterministes et permettent de vérifier et éventuellement de compléter la conception résultant de l'approche déterministe. Elles doivent donc être un complément aux études déterministes, sans toutefois s'y substituer.

Les études déterministes et les analyses probabilistes constituent un élément essentiel de la démonstration de sûreté nucléaire, qui traite des défaillances internes d'équipements, des agressions internes et externes, ainsi que des cumuls plausibles entre ces événements.

Plus précisément, les défaillances internes correspondent à des dysfonctionnements, pannes ou endommagements d'équipements de l'installation, y compris résultant d'actions humaines inappropriées. Les agressions internes et externes correspondent quant à elles à des événements trouvant leur origine respectivement à l'intérieur ou à l'extérieur de l'installation et pouvant remettre en cause la sûreté de l'installation.

Les défaillances internes incluent par exemple :

- la perte des alimentations électriques ou des moyens de refroidissement;
- l'éjection d'une grappe de commande;
- la rupture d'une tuyauterie du circuit primaire ou secondaire d'un réacteur nucléaire;
- la défaillance de l'arrêt d'urgence du réacteur.

S'agissant des agressions internes, il est notamment nécessaire de prendre en considération :

- les émissions de projectiles, notamment celles induites par la défaillance de matériels tournants;
- les défaillances d'équipements sous pression;
- les collisions et chutes de charges;
- les explosions;
- les incendies;

- les émissions de substances dangereuses ;
- les inondations trouvant leur origine dans le périmètre de l'installation ;
- les interférences électromagnétiques ;
- les actes de malveillance.

Enfin, les agressions externes comprennent notamment :

- les risques induits par les activités industrielles et les voies de communication, dont les explosions, les émissions de substances dangereuses et les chutes d'aéronefs ;
- les séismes ;
- la foudre et les interférences électromagnétiques ;
- les conditions météorologiques ou climatiques extrêmes ;
- les incendies ;
- les inondations trouvant leur origine à l'extérieur du périmètre de l'installation ;
- les actes de malveillance.

1.2.5 Le retour d'expérience

Le retour d'expérience (REX), qui participe à la défense en profondeur, est l'un des outils essentiels du management de la sûreté. Il repose sur une démarche organisée et systématique de recueil et d'exploitation des signaux que donne un système. Il doit permettre de partager l'expérience acquise pour un apprentissage organisationnel (soit la mise en œuvre, dans une structure apprenante, de dispositifs de prévention s'appuyant sur l'expérience passée). Le premier objectif du REX est de comprendre et ainsi progresser sur la connaissance technologique et celle des pratiques réelles d'exploitation pour, lorsque cela est pertinent, réinterroger la conception (technique et documentaire). L'enjeu du REX étant collectif, le deuxième objectif est de partager la connaissance qui en est issue à travers la date de détection et l'enregistrement de l'écart, de ses enseignements et de son traitement. Le troisième objectif du REX est d'agir sur les organisations et les processus de travail, les pratiques de travail (individuelles et collectives) et la performance du système technique.

Le REX englobe donc les événements, incidents et accidents qui se produisent en France et à l'étranger dès lors qu'il est pertinent de les prendre en compte pour renforcer la sûreté nucléaire ou la radioprotection.

1.2.6 Les facteurs sociaux, organisationnels et humains

L'importance des facteurs sociaux, organisationnels et humains pour la sûreté nucléaire, la radioprotection et la protection de l'environnement

La contribution de l'homme et des organisations à la sûreté, la radioprotection et la protection de l'environnement sont déterminantes lors de la conception, de la construction, de la mise en service, du fonctionnement et du démantèlement des installations ainsi que lors du transport de substances radioactives. De même, la façon dont les hommes et les organisations gèrent les écarts à la réglementation, aux référentiels et aux règles de l'art, ainsi que les enseignements qu'ils en tirent, est déterminante. Par conséquent, tous les intervenants, quels que soient leur positionnement hiérarchique et leur fonction, contribuent à la sûreté, la radioprotection et la protection de l'environnement, du fait de leurs capacités à s'adapter, à détecter et à corriger des défauts, à redresser des situations dégradées et à pallier certaines difficultés d'application des procédures.

L'ASN définit les facteurs sociaux, organisationnels et humains (FSOH) comme l'ensemble des éléments des situations de travail et de l'organisation qui ont une influence sur l'activité de travail

des intervenants. Les éléments considérés relèvent de l'individu (acquis de formation, fatigue ou stress, etc.) et de l'organisation du travail dans laquelle il s'inscrit (liens fonctionnels et hiérarchiques, coactivités, etc.), des dispositifs techniques (outils, logiciels, etc.) et, plus largement, de l'environnement de travail, avec lesquels l'individu interagit.

L'environnement de travail concerne, par exemple, l'ambiance thermique, sonore ou lumineuse du poste de travail ainsi que l'accessibilité des locaux.

La variabilité des caractéristiques des intervenants (la vigilance qui diffère en fonction du moment de la journée, le niveau d'expertise qui varie selon l'ancienneté au poste) et des situations rencontrées (une panne imprévue, des tensions sociales) explique que ces intervenants aient perpétuellement à adapter leurs modes opératoires pour réaliser leur travail de manière performante. Cet objectif doit être atteint à un coût acceptable pour les intervenants (en matière de fatigue, de stress) et leur apporter des bénéfices (le sentiment du travail bien fait, la reconnaissance par les pairs et la hiérarchie, le développement de nouvelles compétences). Ainsi, une situation d'exploitation ou une tâche obtenue au prix d'un coût très élevé pour les intervenants est une source de risques : une petite variation du contexte de travail, de l'environnement humain ou de l'organisation du travail peut empêcher les intervenants d'accomplir leurs tâches conformément à ce qui est attendu.

L'intégration des FSOH

L'ASN considère que les FSOH doivent être pris en compte de manière adaptée aux enjeux de sûreté des installations et de radioprotection des travailleurs lors :

- de la conception d'une nouvelle installation, d'un matériel, d'un logiciel, d'un colis de transport ou de la modification d'une installation existante. En particulier, l'ASN attend que la conception soit centrée sur l'opérateur humain, à travers un processus itératif comprenant une phase d'analyse, une phase de conception et une phase d'évaluation. Ainsi, la [décision n° 2014-DC-0420 de l'ASN du 13 février 2014](#) relative aux modifications matérielles des INB prévoit que « la conception de la modification matérielle envisagée tienne compte des interactions, lors de sa mise en œuvre et son exploitation entre, d'une part, le matériel modifié ou nouvellement installé ; d'autre part, l'utilisateur et ses besoins » ;
- des opérations ou des activités effectuées par des intervenants lors de la mise en service, du fonctionnement et du démantèlement des installations nucléaires ainsi qu'au moment des transports de substances radioactives.

En outre, l'ASN considère que les exploitants doivent analyser les causes profondes (souvent organisationnelles) des événements significatifs et identifier, mettre en œuvre et évaluer l'efficacité des actions correctives associées, cela dans la durée.

Les exigences de l'ASN sur les FSOH

L'[arrêté du 7 février 2012](#) fixant les règles générales relatives aux INB prévoit que l'exploitant définit et met en œuvre un système de gestion intégré (SGI) permettant d'assurer que les exigences relatives à la sûreté, la radioprotection et la protection de l'environnement sont systématiquement prises en compte dans toute décision concernant l'installation. Le SGI précise les dispositions prises en matière d'organisation et de ressources de tout ordre, en particulier celles retenues pour maîtriser les activités importantes. C'est pourquoi l'ASN demande à l'exploitant de mettre en place un SGI qui permet le maintien et l'amélioration continue de la sûreté à travers, notamment, le développement d'une culture de sûreté.

2 Les acteurs

L'organisation du contrôle de la sûreté nucléaire en France répond aux exigences de la [Convention sur la sûreté nucléaire](#), dont l'article 7 impose que « chaque partie contractante établit et maintient en vigueur un cadre législatif et réglementaire pour régir la sûreté des installations nucléaires » et dont l'article 8 demande à chaque État membre qu'il « crée ou désigne un organisme de réglementation chargé de mettre en œuvre les dispositions législatives et réglementaires visées à l'article 7 et doté des pouvoirs, de la compétence et des ressources financières et humaines adéquats pour assumer les responsabilités qui lui sont assignées » et « [...] prend les mesures appropriées pour assurer une séparation effective des fonctions de l'organisme de réglementation et de celles de tout autre organisme ou organisation chargé de la promotion ou de l'utilisation de l'énergie nucléaire ». Ces dispositions ont été confirmées par la [directive européenne 2009/71/Euratom du Conseil du 25 juin 2009](#) relative à la sûreté nucléaire, dont les dispositions ont elles-mêmes été renforcées par la [directive modificative du 8 juillet 2014](#).

En France, le contrôle de la sûreté nucléaire et de la radioprotection relève essentiellement de trois acteurs : le Parlement, le Gouvernement et l'ASN.

2.1 LE PARLEMENT

Le Parlement intervient dans le domaine de la sûreté nucléaire et de la radioprotection, notamment par le vote de la loi. Ainsi deux lois majeures ont été votées en 2006 : la [loi n° 2006-686 du 13 juin 2006](#) relative à la transparence et à la sécurité en matière nucléaire (dite « loi TSN ») et la [loi n° 2006-739 du 28 juin 2006](#) de programme relative à la gestion durable des matières et déchets radioactifs.

En 2015, le Parlement a adopté la [loi n° 2015-992 du 17 août 2015](#) relative à la transition énergétique pour la croissance verte (dite « loi TECV ») qui comporte un titre entier consacré au nucléaire (titre VI intitulé « Renforcer la sûreté nucléaire et l'information des citoyens »). Cette loi permet de renforcer le cadre qui avait été mis en place en 2006.

En application des dispositions du code de l'environnement, l'ASN rend compte régulièrement de son activité au Parlement, plus particulièrement à l'Office parlementaire d'évaluation des choix scientifiques et technologiques ([OPECST](#)) et aux commissions parlementaires concernées.

L'OPECST a pour mission d'informer le Parlement des conséquences des choix à caractère scientifique ou technologique afin d'éclairer ses décisions ; à cette fin, il recueille des informations, met en œuvre des programmes d'études et procède à des évaluations. L'ASN rend compte régulièrement à l'OPECST de ses activités, notamment en lui présentant chaque année son [Rapport sur l'état de la sûreté nucléaire et de la radioprotection en France](#).

L'ASN rend également compte de son activité aux commissions parlementaires de l'Assemblée nationale et du Sénat, notamment à l'occasion d'auditions par les commissions chargées de l'environnement ou des affaires économiques.

Les échanges entre l'ASN et les élus sont présentés de façon plus détaillée dans le chapitre 5.

2.2 LE GOUVERNEMENT

Le Gouvernement exerce le pouvoir réglementaire. Il est donc chargé d'édicter la réglementation générale relative à la sûreté nucléaire et la radioprotection. Le [code de l'environnement](#) le charge également de prendre les décisions majeures relatives aux INB, pour lesquelles il s'appuie sur des propositions ou des avis de

l'ASN. Il dispose également d'instances consultatives comme le Haut Comité pour la transparence et l'information sur la sécurité nucléaire ([HCTISN](#)).

Le Gouvernement est par ailleurs responsable de la protection civile en cas de situation d'urgence.

2.2.1 Les ministres chargés de la sûreté nucléaire et de la radioprotection

Le ministre chargé de la sûreté nucléaire définit, après avis et, le cas échéant, sur proposition de l'ASN, la réglementation générale applicable aux INB et celle relative à la fabrication et à l'exploitation des équipements sous pression (ESP) spécialement conçus pour ces installations.

Ce même ministre prend, également après avis et, le cas échéant, sur proposition de l'ASN, les décisions individuelles majeures concernant :

- la conception, la construction, le fonctionnement et le démantèlement des INB ;
- la conception, la construction, le fonctionnement, la fermeture et le démantèlement ainsi que la surveillance des installations de stockage de déchets radioactifs.

Si une installation présente des risques graves, le ministre précité peut, après avis de l'ASN, suspendre son fonctionnement.

Par ailleurs, le ministre chargé de la radioprotection définit, le cas échéant sur proposition de l'ASN, la réglementation générale concernant la radioprotection.

La réglementation de la radioprotection des travailleurs relève du ministère chargé du travail. Celle concernant la radioprotection des patients relève du ministère chargé de la santé. Ces missions sont actuellement assurées par le ministère du Travail, de la Santé et des Solidarités.

Les ministres chargés de la sûreté nucléaire et de la radioprotection homologuent par un arrêté interministériel le règlement intérieur de l'ASN. Chacun dans leur domaine, ils homologuent par ailleurs les décisions réglementaires à caractère technique de l'ASN et certaines décisions individuelles (à titre d'exemple : fixant les limites de rejets des INB en fonctionnement, portant déclassement des INB, etc.).

La Mission de la sûreté nucléaire et de la radioprotection

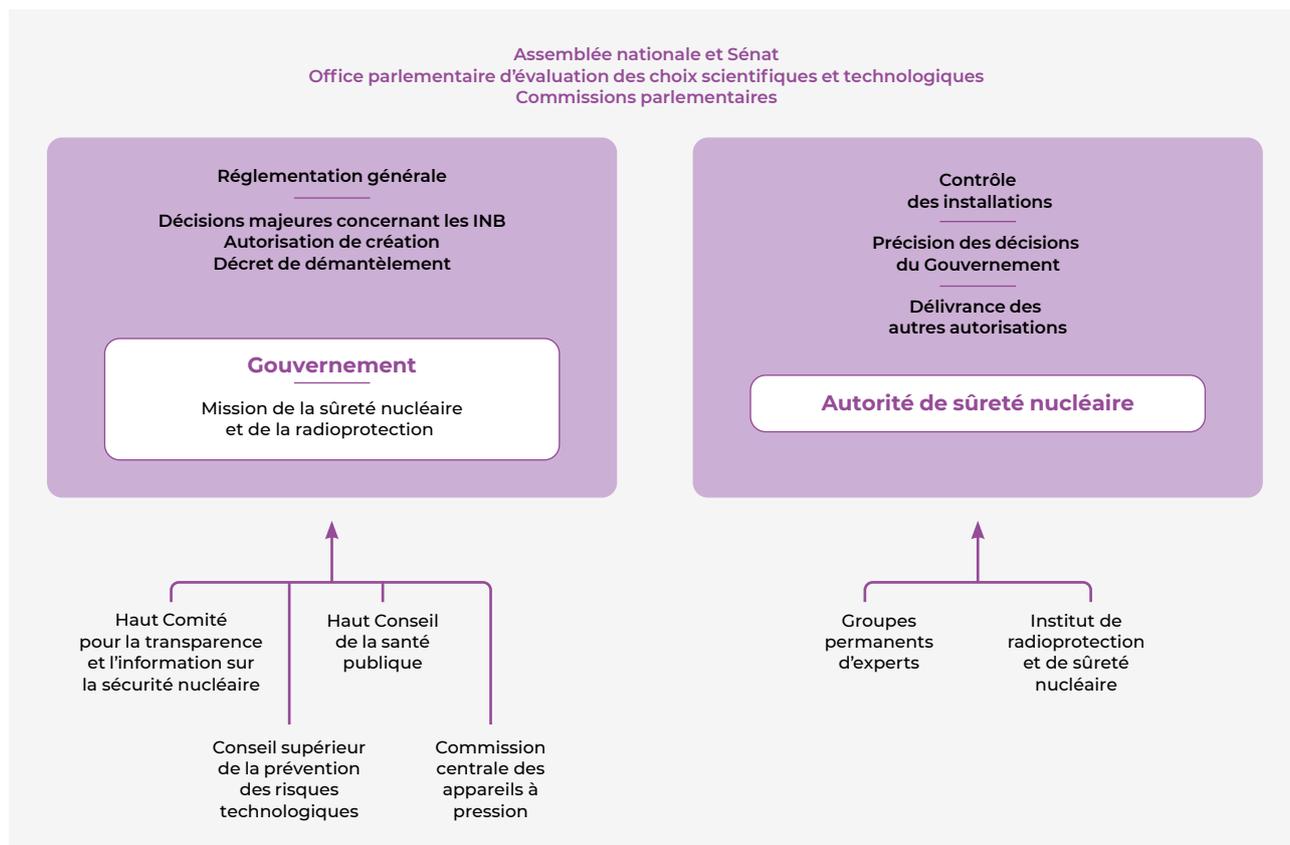
La Mission de la sûreté nucléaire et de la radioprotection ([MSNR](#)), placée au sein de la Direction générale de la prévention des risques du ministère de la Transition écologique, est notamment chargée de proposer, en liaison avec l'ASN, la politique du Gouvernement en matière de sûreté nucléaire et de radioprotection, à l'exclusion des activités et installations intéressant la défense, et de protection des travailleurs contre les rayonnements ionisants.

Le Haut Fonctionnaire de défense et de sécurité

La sécurité nucléaire au sens le plus strict (définition de l'AIEA, moins étendue que celle de l'[article L. 591-1 du code de l'environnement](#)) a pour objet la protection et le contrôle des matières nucléaires, de leurs installations et de leurs transports. Elle vise à assurer la protection des populations et de l'environnement contre les conséquences des actes de malveillance, selon les dispositions prévues par le [code de la défense](#).

Cette responsabilité incombe au ministre de la Transition écologique, qui dispose des services du HFDS et, plus particulièrement, de son département de la sûreté nucléaire. Le HFDS assure ainsi le rôle d'autorité de la sûreté nucléaire en

Le contrôle de la sûreté nucléaire et de la radioprotection en France



élaborant la réglementation, en donnant les autorisations et en réalisant les inspections dans ce domaine, avec l'appui de l'IRSN.

Bien que les deux réglementations et les approches soient bien distinctes, les deux domaines, du fait de la spécificité du domaine nucléaire, sont étroitement liés. L'ASN et le HFDS entretiennent à cet effet des échanges réguliers.

2.2.2 Les services déconcentrés de l'État

Les services déconcentrés de l'État français sont les services qui assurent le relais, sur le plan local, des décisions prises par l'administration centrale et qui gèrent les services de l'État au niveau local. Ces services sont placés sous l'autorité des préfets.

L'ASN entretient des relations étroites avec les directions régionales de l'environnement, de l'aménagement et du logement (Dreal) et la Direction régionale et interdépartementale de l'équipement, de l'aménagement et des transports d'Île-de-France (Drieat), les directions régionales de l'économie, de l'emploi, du travail et des solidarités (Dreets) et les agences régionales de santé (ARS) qui, bien que n'étant pas à proprement parler des services déconcentrés mais des établissements publics, possèdent des pouvoirs équivalents.

Les préfets sont les représentants de l'État sur le territoire. Ils sont les garants de l'ordre public et jouent en particulier un rôle majeur en cas de crise, en étant responsables des mesures de protection des populations.

Le préfet intervient au cours de différentes procédures, notamment, il transmet au ministre son avis sur le rapport et les conclusions du commissaire enquêteur à la suite de l'enquête publique sur les demandes d'autorisation.

À la demande de l'ASN, il saisit le conseil départemental de l'environnement et des risques sanitaires et technologiques pour avis sur les prélèvements d'eau, les rejets et les autres nuisances des INB.

2.3 L'AUTORITÉ DE SÛRETÉ NUCLÉAIRE

L'ASN, créée par la loi TSN, est une autorité administrative indépendante qui participe au contrôle de la sûreté nucléaire, de la radioprotection et des activités nucléaires mentionnées à l'[article L. 1333-1 du code de la santé publique](#). Ses missions consistent à [réglementer](#), autoriser, [contrôler](#), appuyer les pouvoirs publics dans la [gestion des situations d'urgence](#) et contribuer à l'[information des publics](#) et à la transparence dans ses domaines de compétence.

L'ASN est dirigée par un [collège](#) composé de cinq commissaires, dont le président de l'ASN. Ils sont nommés pour six ans. Trois le sont par le Président de la République et un par le président de chaque assemblée parlementaire. L'ASN dispose de [services](#) placés sous l'autorité de son président.

L'ASN comprend une commission des sanctions (voir ci-après). Sur le plan de l'expertise technique, elle s'appuie notamment sur les services de l'[IRSN](#) et les groupes permanents d'experts ([GPE](#)).

2.3.1 Les missions

Réglementation

L'ASN est consultée sur les projets de décrets et d'arrêtés ministériels de nature réglementaire relatifs à la sécurité nucléaire au sens de l'[article L. 591-1 du code de l'environnement](#).

Elle peut prendre des [décisions réglementaires](#) à caractère technique pour compléter les modalités d'application des décrets et arrêtés pris en matière de sûreté nucléaire ou de radioprotection, à l'exception de ceux ayant trait à la médecine du travail. Ces décisions sont soumises à l'homologation du ministre chargé de

la sûreté nucléaire ou du ministre chargé de la radioprotection. Les arrêtés d'homologation et les décisions homologuées sont publiés au *Journal Officiel*.

Autorisation

L'ASN instruit les demandes d'autorisation de création ou de démantèlement des INB, rend des avis et fait des propositions au Gouvernement sur les décrets à prendre dans ces domaines. Elle autorise les modifications notables d'une INB. Elle définit les prescriptions applicables à ces installations en matière de prévention des risques, de pollutions et de nuisances. Elle autorise la mise en service de ces installations et en prononce le déclassement après l'achèvement de leur démantèlement.

Certaines de ces décisions sont soumises à homologation du ministre chargé de la sûreté nucléaire.

L'ASN délivre les autorisations, procède aux enregistrements et reçoit les déclarations prévues par le code de la santé publique pour le nucléaire de proximité et accorde les autorisations ou agréments relatifs au transport de substances radioactives. Les décisions et avis de l'ASN délibérés par son collège sont publiés dans son *Bulletin officiel* sur asn.fr.

Contrôle

L'ASN assure le [contrôle](#) du respect des règles générales et des prescriptions particulières en matière de sûreté nucléaire et de radioprotection auxquelles sont soumis les INB, les ESP spécialement conçus pour ces installations et les transports de substances radioactives. Elle contrôle également les activités mentionnées à l'[article L. 1333-1 du code de la santé publique](#), ainsi que les situations d'exposition aux rayonnements ionisants définies à l'[article L. 1333-3](#) du même code. L'ASN organise une veille permanente en matière de radioprotection sur le territoire national.

Elle désigne parmi ses agents les inspecteurs de la sûreté nucléaire, les inspecteurs de la radioprotection et les inspecteurs assurant des missions d'inspection du travail.

Elle délivre les [agréments](#) et les habilitations requis aux organismes qui participent aux contrôles et à la veille en matière de sûreté nucléaire ou de radioprotection, ainsi qu'en matière d'équipements sous pression nucléaires (ESPN).

L'[ordonnance n° 2016-128 du 10 février 2016](#), prise en application de la loi TECV, procède à un renforcement des moyens de contrôle et des pouvoirs de sanction de l'ASN et à un élargissement de ses compétences.

Les pouvoirs de contrôle, de police et de sanction de l'ASN ainsi renforcés auront pour effet d'améliorer l'efficacité du contrôle en matière de sûreté nucléaire et de radioprotection. Ces pouvoirs de police et de sanction sont étendus aux activités mises en œuvre hors du périmètre des INB et participant aux dispositions techniques et d'organisation mentionnées au deuxième alinéa de l'[article L. 595-2 du code de l'environnement](#), par l'exploitant, ses fournisseurs, prestataires ou sous-traitants, et ce, dans les mêmes conditions qu'au sein des installations elles-mêmes.

Les amendes administratives seront prononcées par la commission des sanctions afin de respecter le principe de séparation des fonctions d'instruction, d'accusation et de jugement prévu par le droit français comme par les conventions internationales dans le cadre du droit à un procès équitable. Le chapitre 3 du présent rapport décrit l'ensemble des actions de contrôle de l'ASN, sanctions incluses.

Situations d'urgence

L'ASN participe à la gestion des [situations d'urgence radiologique](#). Elle apporte son concours technique aux autorités compétentes pour l'élaboration des plans d'organisation des secours en tenant compte des risques résultant d'activités nucléaires.

Lorsque survient une telle situation d'urgence, l'ASN contrôle les opérations de mise en sûreté de l'installation conduites par l'exploitant. Elle assiste le Gouvernement pour toutes les questions de sa compétence et adresse ses recommandations sur les mesures à prendre sur le plan médical et sanitaire ou au titre de la sécurité civile. Elle informe le public de la situation, des éventuels rejets dans l'environnement et de leurs conséquences. Elle assure la fonction d'autorité compétente dans le cadre des conventions internationales en notifiant l'accident aux organisations internationales et aux pays étrangers.

Le chapitre 4 du présent rapport décrit les actions de l'ASN dans ce domaine.

En cas d'incident ou d'accident concernant une activité nucléaire, et en application des dispositions des articles L. 592-35 et R. 592-23 et suivants du code de l'environnement relatifs aux enquêtes techniques sur les accidents ou incidents concernant une activité nucléaire, l'ASN peut procéder à une enquête technique.

Information

L'ASN participe à l'information du public dans les domaines de sa compétence. Le chapitre 5 du présent rapport décrit les actions de l'ASN dans ce domaine.

Définition des orientations et suivi de la recherche

La qualité des décisions de l'ASN repose notamment sur une expertise technique robuste qui s'appuie elle-même sur les meilleures connaissances du moment. Dans ce domaine, l'[article L. 592-31-1 du code de l'environnement](#) comporte des dispositions donnant compétence à l'ASN pour veiller à l'adaptation de la recherche publique aux besoins de la sûreté nucléaire et de la radioprotection.

Sur la base des travaux de son [comité scientifique](#) (voir point 2.5.3), depuis 2012, l'ASN émet régulièrement des avis sur les besoins de recherche sur des sujets aux enjeux forts en sûreté nucléaire et en radioprotection. En 2023, l'ASN a notamment publié un [avis](#) sur les sujets de recherche à approfondir dans le domaine du vieillissement des matériaux non métalliques pour la poursuite du fonctionnement des réacteurs électronucléaires au-delà de la durée initiale de fonctionnement retenue pour la conception de certains de leurs équipements. Ses avis et ceux de son comité scientifique sont publiés sur asn.fr et sont transmis aux programmeurs de la recherche publique et privée. L'ASN poursuit le renforcement de ses relations avec les organismes de recherche et institutions en charge de la programmation et du financement de la recherche aux niveaux national et européen.

L'ASN participe au comité de pilotage de l'appel à projets « Recherche en matière de sûreté nucléaire et de radioprotection » (RSNR) lancé en 2013 par l'Agence nationale de la recherche dans le cadre des [investissements d'avenir](#), dont le financement s'est achevé en 2023. L'évaluation de cette action menée en 2023 rendra ses conclusions courant 2024.

2.3.2 L'organisation

Le collège de l'ASN

Le collège de l'ASN est composé de cinq commissaires exerçant leurs fonctions à plein temps. Leur mandat est d'une durée de six ans et il n'est pas renouvelable. Les commissaires exercent leurs fonctions en toute impartialité sans recevoir d'instruction ni du Gouvernement ni d'aucune autre personne ou institution. Le Président de la République peut mettre fin aux fonctions d'un membre du collège en cas de manquement grave à ses obligations.

Le collège définit la [stratégie de l'ASN](#). Il intervient plus particulièrement dans la définition des politiques générales, c'est-à-dire des doctrines et principes d'actions de l'ASN dans ses missions essentielles, notamment la réglementation, le contrôle, la transparence, la gestion des situations d'urgence et les relations internationales.

Les membres du comité exécutif



De gauche à droite: J. Collet, P. Bois, O. Gupta, D. Delalande, V. Cloître et C. Quintin (absente sur la photo: S. Cadet-Mercier)

En application du code de l'environnement, le collège rend les avis de l'ASN au Gouvernement et prend les [principales décisions de l'ASN](#). Il prend publiquement position sur des sujets majeurs qui relèvent de la compétence de l'ASN. Il adopte le [règlement intérieur de l'ASN](#), qui fixe les règles relatives à son organisation et à son fonctionnement ainsi que des règles de déontologie (voir page 135). Les décisions et avis du collège sont publiés au [Bulletin officiel](#) de l'ASN.

En 2023, le collège de l'ASN s'est réuni 49 fois. Il a rendu 22 avis et pris 26 décisions.

La commission des sanctions

L'ordonnance « nucléaire » n° 2016-128 du 10 février 2016 a créé la commission des sanctions de l'ASN (articles L. 592-41 à L. 592-44 du code de l'environnement). Celle-ci a été installée le 19 octobre 2021. La mise en place de cette commission complète l'ensemble des mesures de coercition à la disposition de l'ASN. Sur saisine du collège de l'ASN, elle a le pouvoir de prononcer des amendes administratives à l'encontre des exploitants d'INB, des responsables de transport de substances radioactives ou d'exploitants d'ESPN ou bien des responsables d'activités nucléaires réglementées par le code de la santé publique. Son indépendance est garantie par la loi.

La commission est composée de quatre membres titulaires, deux conseillers d'État, désignés par le vice-président du Conseil d'État, et deux conseillers à la Cour de cassation, désignés par le premier président de la Cour de cassation. Elle comprend également des membres suppléants. La durée du mandat des membres est de six ans.

Lors de leur première réunion, le 19 octobre 2021, les membres titulaires ont élu M. Maurice Méda président de la commission pour les trois prochaines années. Ils ont également adopté leur règlement intérieur publié au *Journal Officiel* le 5 novembre 2021 et au *Bulletin officiel* de l'ASN le 8 novembre suivant.

Une réunion annuelle d'échange d'informations entre les membres de la commission des sanctions, le collège et la direction générale de l'ASN, au titre de l'année 2023, s'est tenue le 8 janvier 2024.

Comme le prévoit la loi, la commission se réunira exclusivement sur saisine du collège de l'ASN. Ce dernier peut décider de l'ouverture d'une procédure conduisant au prononcé d'une amende après avoir établi le constat qu'un responsable d'activités nucléaires n'a pas déféré à une mise en demeure, c'est-à-dire n'a pas pris les mesures répondant à cette mise en demeure.

Les amendes seront proportionnées à la gravité des manquements constatés et tiendront compte notamment de l'importance du trouble causé à l'environnement. Le montant maximal des amendes est fixé par la loi à 10 millions d'euros en cas de manquement aux dispositions applicables aux INB, à un million d'euros en cas de manquement aux dispositions applicables aux ESPN, à 30 000 € dans le domaine du transport de substances radioactives et à 15 000 € pour les activités du nucléaire de proximité.

La procédure du prononcé de l'amende administrative prévoit le respect du contradictoire. Aucune sanction ne peut être prononcée sans que l'intéressé ou son représentant n'ait été entendu ou appelé. La décision de la commission peut être rendue publique. Les décisions prononcées par la commission des sanctions peuvent être déferées à la juridiction administrative (Conseil d'État) par la personne concernée, par le président de l'ASN ou par les tiers.

Les services centraux de l'ASN

Les services centraux de l'ASN sont composés d'un comité exécutif, d'un secrétariat général, d'une mission chargée de l'expertise et de l'animation, d'une mission soutien au contrôle, d'une mission chargée des réacteurs innovants et de neuf directions organisées selon une répartition thématique.

Sous l'autorité du directeur général de l'ASN, le comité exécutif organise et dirige les services au quotidien. Il veille à la mise en œuvre des orientations fixées par le collège et à l'efficacité des actions de l'ASN. Il s'assure du pilotage et d'une bonne coordination entre les entités.

Les directions ont pour rôle de gérer les affaires nationales concernant les activités dont elles ont la responsabilité; elles participent à l'établissement de la réglementation générale et coordonnent et animent l'action des divisions territoriales de l'ASN:

- La Direction des centrales nucléaires (DCN) est chargée de contrôler la sûreté des centrales nucléaires en exploitation, ainsi que la sûreté des projets de futurs réacteurs électrogènes. Elle contribue aux réflexions sur les stratégies de contrôle et aux actions de l'ASN sur des sujets tels que le vieillissement des installations, la durée de fonctionnement des réacteurs, l'évaluation des performances de sûreté des centrales ou encore l'harmonisation de la sûreté nucléaire en Europe. La DCN est composée de six bureaux: « agressions et réexamens de sûreté », « suivi des matériels et des systèmes », « exploitation », « cœur et études », « radioprotection, environnement et inspection du travail » et « réglementation et nouvelles installations ».

Les membres du comité de direction



De gauche à droite: F. Simon, A. Clos, F. Feron, R. Catteau, O. Rivière, J. Husse, C. Messier, C. Picart et A. Contesso (absents sur la photo: L. Chaniel, P. Dupuy, J.-P. Goudalle et C. Rousse)

- La Direction des équipements sous pression nucléaires (DEP) est chargée de contrôler la sûreté dans le domaine des ESP installés dans les INB. Elle contrôle la conception, la fabrication et l'exploitation des ESPN et l'application de la réglementation chez les fabricants et leurs sous-traitants et chez les exploitants nucléaires. Elle surveille également les organismes habilités qui réalisent des contrôles réglementaires sur ces équipements. La DEP est composée de trois bureaux: «évaluation de la conformité des ESPN neufs», «suivi en service» et «relations avec les divisions et interventions» et deux cellules: «référentiel, audits qualité» et «organismes inspections irrégularités».
- La Direction du transport et des sources (DTS) est chargée de contrôler les activités relatives aux sources de rayonnements ionisants dans le secteur non médical et au transport de substances radioactives. Elle contribue à élaborer la réglementation technique, à contrôler son application et à conduire les procédures d'autorisation (installations et appareils émettant des rayonnements ionisants du secteur non médical, fournisseurs de sources médicales et non médicales, agréments de colis et d'organismes). Elle a pris en charge le contrôle de la sécurité des sources radioactives. La DTS est composée de deux bureaux: «contrôle des transports» et «radioprotection et sources» et d'une mission «sécurité des sources».
- La Direction des déchets, des installations de recherche et du cycle (DRC) est chargée de contrôler les installations nucléaires du «cycle du combustible», les installations de recherche, les installations nucléaires en démantèlement, les sites pollués et la gestion des déchets radioactifs. Elle participe au contrôle du laboratoire souterrain de recherche (Meuse / Haute-Marne), ainsi que des installations de recherche relevant de conventions internationales, comme le Centre européen pour la recherche nucléaire (CERN) ou le projet de réacteur thermonucléaire expérimental international (*International Thermonuclear Experimental Reactor* – ITER). La DRC est composée de cinq bureaux: «gestion des déchets radioactifs», «suivi des laboratoire-usine-déchets-démantèlement et des installations de recherche», «suivi des installations du cycle du combustible», «gestion du démantèlement des réacteurs et de l'amont du cycle» et «gestion du démantèlement de l'aval du cycle et des situations héritées».
- La Direction des rayonnements ionisants et de la santé (DIS) est chargée du contrôle des applications médicales des rayonnements ionisants et organise, en concertation avec l'IRSN et les différentes agences sanitaires, la veille scientifique, sanitaire

et médicale concernant les effets des rayonnements ionisants sur la santé. Elle contribue à l'élaboration de la réglementation dans le domaine de la radioprotection, y compris vis-à-vis des rayonnements ionisants d'origine naturelle, et à la mise à jour des actions de protection de la santé en cas d'événement nucléaire ou radiologique. La DIS est composée de deux bureaux: «expositions en milieu médical» et «expositions des travailleurs et de la population».

- La Direction de l'environnement et des situations d'urgence (DEU) est chargée du contrôle de la protection de l'environnement et de la gestion des situations d'urgence. Elle définit la politique de surveillance radiologique du territoire et d'information du public et contribue à garantir que les rejets des INB sont aussi faibles que raisonnablement possible, notamment par l'établissement des réglementations générales. Elle contribue à définir le cadre de l'organisation des pouvoirs publics et des exploitants nucléaires dans la gestion des situations d'urgence. La DEU est composée de deux bureaux: «sécurité et préparation aux situations d'urgence» et «environnement et prévention des nuisances».
- La Direction des affaires juridiques (DAJ) exerce une fonction de conseil, d'expertise et d'assistance en matière juridique. Elle apporte son appui aux directions métiers et aux divisions territoriales dans l'élaboration de la production normative de l'ASN et analyse les conséquences des nouveaux textes et des nouvelles réformes sur les actions de l'ASN. Elle participe à l'élaboration de la doctrine de l'ASN en matière d'action de coercition et de sanction. Elle assure la défense des intérêts de l'ASN devant les juridictions administratives et judiciaires, en lien avec les entités concernées. Elle participe à la formation juridique des agents et à l'animation des comités de pilotage relatifs à la réglementation.
- La Direction de l'information, de la communication et des usages numériques (DIN) met en œuvre la politique d'information et de communication de l'ASN dans les domaines de la sûreté nucléaire et de la radioprotection. Elle coordonne les actions de communication et d'information de l'ASN à destination de ses différents publics en traitant notamment les demandes d'information et de documentation, en faisant connaître les prises de position de l'ASN et en expliquant la réglementation. Elle a la responsabilité de l'infrastructure informatique, de la conduite de la transformation numérique et du développement des services numériques pour les assujettis et les publics de l'ASN. La DIN est composée de deux bureaux: «communication et information» et «informatique et usages numériques».

Les chefs de division



De gauche à droite: R. Zmyslony, A. Baltzer, M. Rasson, M. Champion, G. Lafforgue-Marmet, E. Jambu, C. Périer et P. de Guibert (absents sur la photo: A. Fontaine, N. Khater et M. Riquart)

- La Direction des relations internationales (DRI) coordonne l'action internationale de l'ASN aux plans bilatéral, européen et multilatéral, que ce soit dans un cadre formel ou informel. Elle développe les échanges avec les homologues étrangères de l'ASN pour faire connaître et expliquer l'approche et les pratiques françaises en matière de sûreté nucléaire et de radioprotection et approfondir sa connaissance de leurs pratiques. Elle fournit aux pays concernés les informations utiles sur la sûreté des installations nucléaires françaises, notamment celles d'entre elles qui se situent à proximité des frontières. La DRI coordonne la représentation de l'ASN dans les structures de coopération établies au titre des accords ou arrangements bilatéraux, mais également au sein des instances internationales formelles comme l'Union européenne (*European Nuclear Safety Regulators Group – ENSREG*, dont elle assure la présidence), l'AIEA ou bien encore l'Agence pour l'énergie nucléaire (AEN). Elle assure une coordination similaire dans les structures informelles établies sous forme d'associations (par exemple: *Western European Nuclear Regulators' Association – WENRA*, *International Nuclear Regulators Association – INRA*, *Heads of European Radiation Control Authorities – HERCA*) ou de groupes de coopération au titre d'initiatives étatiques multilatérales (par exemple: *Nuclear Safety and Security Working Group – NSSG*, au titre du G7).
- Le Secrétariat général (SG) contribue à doter l'ASN des moyens suffisants, adaptés et pérennes, nécessaires à son bon fonctionnement. Il est chargé de la gestion des ressources humaines, y compris en matière de compétences, et du développement du dialogue social. Il est également responsable de la politique immobilière et des moyens logistiques et matériels de l'ASN. Responsable de la mise en œuvre de la politique budgétaire de l'ASN, il veille à optimiser l'utilisation des moyens financiers. Le SG est composé de trois bureaux: «ressources humaines», «budget et finances» et «logistique et immobilier».
- La Mission expertise et animation (MEA) met à disposition de l'ASN des capacités d'expertise de haut niveau et identifie les besoins de connaissances dans le domaine de la recherche. Elle s'assure de la cohérence des actions par la démarche qualité de l'ASN et par l'animation et la coordination des équipes. La MEA est composée de huit personnes en charge de l'expertise, la relation avec l'IRSN, la recherche, la qualité, l'archivage et la transmission des connaissances. La MEA est en charge de l'animation du réseau recherche et du réseau qualité de l'ASN.
- La Mission soutien au contrôle (MSC) s'assure que les contrôles réalisés par l'ASN sont conduits de manière pertinente,

homogène, efficace et conformément aux valeurs de l'ASN. À cette fin, elle anime notamment les processus d'établissement et de suivi du programme d'inspection de l'ASN et de contrôle des organismes agréés des services.

- La Mission réacteurs innovants (MRI) est chargée de contrôler les nouveaux projets de petits réacteurs modulaires (PRM ou *Small Modular Reactors – SMR*), à vocation industrielle ou de prototype expérimental, de technologie autre que celle des REP. Le contrôle porte sur la sûreté nucléaire, dans ses dimensions techniques, mais aussi organisationnelles et humaines, la radioprotection, la protection de l'environnement, les interfaces sûreté-sécurité et la gestion des situations d'urgence.

Les divisions territoriales de l'ASN

L'ASN bénéficie depuis de longues années d'une [organisation régionale](#) fondée sur ses onze divisions territoriales. Ces divisions exercent leurs activités sous l'autorité de délégués territoriaux. Le directeur de la Dreal ou de la Driat compétent sur le lieu d'implantation de la division considérée assure cette responsabilité de délégué. Il est mis à disposition de l'ASN pour l'accomplissement de cette mission. Une délégation du président de l'ASN lui confère la compétence pour signer les décisions du niveau local.

Les divisions réalisent l'essentiel du contrôle direct des INB, des transports de substances radioactives et des activités du nucléaire de proximité et instruisent la majorité des demandes d'autorisation déposées auprès de l'ASN par les responsables d'activités nucléaires implantées sur leur territoire. Elles sont organisées en pôles, au nombre de deux à quatre en fonction des activités à contrôler sur leur territoire.

Dans les situations d'urgence, les divisions assistent le préfet, responsable de la protection des populations, et éventuellement le préfet de zone de défense, et assurent une surveillance des opérations de mise en sûreté de l'installation sur le site. Dans le cadre de la préparation de ces situations, elles participent à l'élaboration des plans d'urgence établis par les préfets et aux exercices périodiques.

Les divisions contribuent à la mission d'information du public de l'ASN. Elles participent par exemple aux réunions des commissions locales d'information ([CLI](#)) et entretiennent des relations suivies avec les médias locaux, les élus, les associations, les exploitants et les administrations locales.

Les délégués territoriaux (au 31 décembre 2023)



De gauche à droite : S. Forest, J.-P. Deneuvy, A. Beauval, H. Brûlé, E. Gay, J. Labit et H. Vanlaer (absents sur la photo : O. David, V. Jechoux et O. Morzelle)

2.3.3 Le fonctionnement

Les ressources humaines

L'effectif global de l'ASN s'élève au 31 décembre 2023 à 521 personnes, réparties entre les services centraux (303 agents) et les divisions territoriales (218 agents).

Cet effectif se décompose de la manière suivante :

- 466 agents fonctionnaires ou agents contractuels ;
- 55 agents mis à disposition par des établissements publics (Agence nationale pour la gestion des déchets radioactifs – Andra, Commissariat à l'énergie atomique et aux énergies alternatives – CEA, IRSN, Service départemental d'incendie et de secours – SDIS).

L'ASN met en œuvre une [politique de recrutement diversifié](#) avec l'objectif de disposer de ressources humaines suffisantes en nombre, qualifiées et complémentaires, nécessaires à ses missions.

La gestion des compétences

La compétence, aux côtés de l'indépendance, de la transparence et de la rigueur, constitue une des valeurs fondamentales de l'ASN. Le compagnonnage, la formation initiale et continue, qu'elle soit générale, liée aux techniques du nucléaire, au domaine de la communication ou juridique, ainsi que la pratique au quotidien sont des éléments essentiels du professionnalisme des agents de l'ASN.

La gestion de la compétence des agents de l'ASN est fondée notamment sur un cursus de formations techniques habilitantes défini pour chaque agent en application d'un référentiel de formation métier intégrant des conditions d'expérience minimales.

En application des dispositions des [articles L. 592-22 et L. 592-23 du code de l'environnement](#) qui disposent notamment que « L'[ASN] désigne parmi ses agents les inspecteurs de la sûreté nucléaire [...] et de la radioprotection » et du [décret n° 2007-831 du 11 mai 2007](#) fixant les modalités de désignation et d'habilitation des inspecteurs de la sûreté nucléaire qui dispose que les « inspecteurs de la sûreté nucléaire et les agents chargés du contrôle des ESP nucléaires [...] sont choisis en fonction de leur expérience professionnelle et de leurs connaissances juridiques et techniques », l'ASN a mis en place un processus formalisé conduisant à habilitier un grand nombre de ses agents pour effectuer ses inspections et, le cas échéant, exercer des missions de police judiciaire. L'ASN exerce également la mission d'inspection du travail dans les centrales nucléaires, en application de l'[article R. 8111-11 du code du travail](#). La décision d'habilitation que prend alors l'ASN

repose, pour chacun des inspecteurs concernés, sur l'adéquation entre les compétences qu'il a acquises, à l'ASN et en dehors, et celles prévues dans le référentiel métier.

Au 31 décembre 2023, l'ASN compte 317 inspecteurs de la sûreté nucléaire ou de la radioprotection ayant au moins une habilitation, soit près de 61% des 521 agents de l'ASN.

Des travaux de réingénierie de la formation pour adapter les modules à la suite de la pandémie de Covid-19 ont conduit à une optimisation du temps de formation. Ainsi en 2023, 2445 jours de formation ont été dispensés aux agents de l'ASN sur une très grande variété de thématiques représentant 111 actions de formation en présentiel ou en visioconférence. À ces chiffres, il convient d'ajouter un important volume d'heures consacré par chaque stagiaire à l'autoformation.

Le comité de formation s'assure de l'adéquation du dispositif de formation avec les besoins et les objectifs stratégiques fixés dans le cadre du Plan stratégique pluriannuel.

Le dialogue social

L'ASN, en tant qu'administration de l'État, dispose de trois instances de dialogue social :

- le comité social d'administration de proximité (CSAP) qui a remplacé le comité technique à compter du 1^{er} janvier 2023 ;
- la commission consultative paritaire (CCP) ;
- la formation spécialisée en matière de santé, de sécurité et de conditions de travail (FSSSCT) instituée au sein du CSAP, à compter du 1^{er} janvier 2023, et qui reprend la plupart des attributions de l'ancien comité (comité d'hygiène, de sécurité et des conditions de travail – CHSCT).

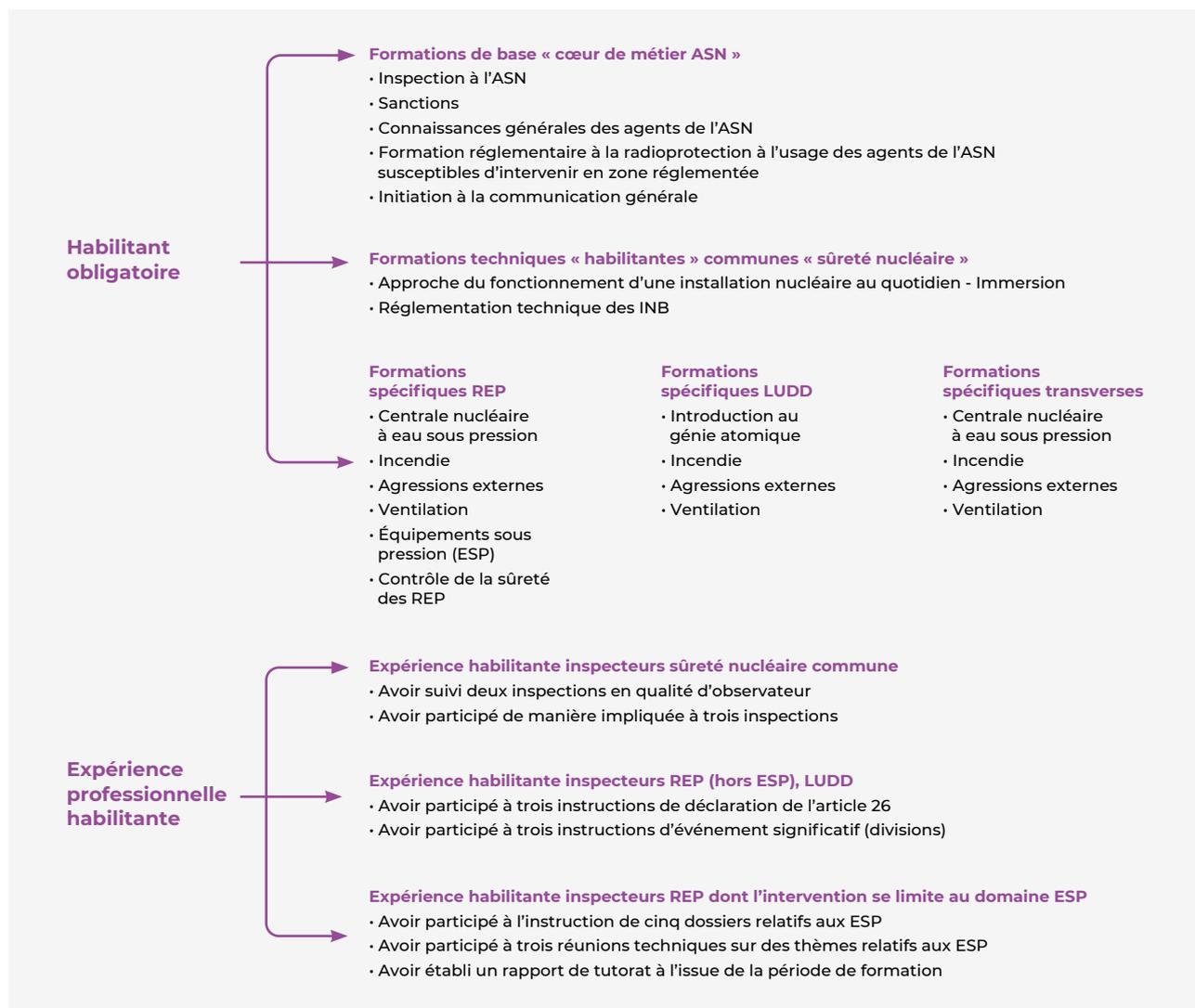
Le CSAP et sa formation spécialisée sont deux instances qui permettent des échanges internes riches et réguliers sur tous les sujets touchant les questions collectives de travail.

Le CSAP traite les questions relatives à l'organisation et au fonctionnement des services, les orientations stratégiques de politique de ressources humaines, l'organisation du travail.

La formation spécialisée est compétente pour les thématiques relatives à la protection de la santé physique et mentale, l'hygiène, la sécurité des agents, l'utilisation des outils numériques, l'amélioration des conditions de travail.

La CCP est une instance compétente pour connaître et être consultée sur certaines décisions relatives à la situation individuelle des agents contractuels.

Cursus de formation d'inspecteur « sûreté nucléaire » qualification réacteur à eau sous pression (REP), laboratoires, usines, démantèlement et déchets (LUDD) et transverse



Au cours de l'année 2023, le CSAP de l'ASN s'est réuni à six reprises pour aborder différents sujets (l'organisation et fonctionnement des services, la protection sociale complémentaire, la politique RH mise en place pour renforcer l'attractivité de l'ASN, le renouvellement de l'équipement informatique et le déploiement de *Rainbow* (logiciel de messagerie instantanée et de visioconférence), la prise en compte des FSOH dans le cadre du rapprochement entre l'ASN et l'IRSN, etc.).

Il a rendu des avis sur des textes présentés par l'administration (le règlement intérieur des instances, la création d'une mission MRI, la procédure interne de recueil et de traitement des signalements pour les lanceurs d'alerte, le bilan du télétravail, le rapport social unique, la charte des déplacements, etc.).

Le CSAP a été saisi spécifiquement pour avis, sur le projet de loi relatif à l'organisation de la gouvernance de la sûreté nucléaire et de la radioprotection pour répondre au défi de la relance de la filière nucléaire.

La FSSSCT s'est, quant à elle, réunie à deux reprises en 2023. Elle s'est attachée à ce que soient pris en compte les aspects santé et sécurité au travail, la prévention des risques professionnels, l'amélioration des conditions de travail dans les projets de modifications d'organisation et de fonctionnement de l'ASN et dans l'accomplissement de ses missions.

Dans le cadre de son rôle de prévention des risques professionnels, la FSSSCT a été informée de la procédure prévue pour la gestion des risques psychosociaux (RPS), ainsi que du dispositif prévu pour l'envoi d'agents sur site en cas de situation d'urgence.

La FSSSCT a également émis des avis portant sur le bilan de la radioprotection en 2023 et sur le projet d'aménagement des locaux du siège.

La CCP, compétente pour les agents contractuels, s'est réunie quant à elle une fois en 2023. Les débats ont essentiellement porté sur les modalités de fonctionnement de la CCP dont les mandats ont été renouvelés lors des élections professionnelles de décembre 2022.

Enfin, dans le cadre de la conduite du dialogue social, des rencontres régulières entre les représentants des personnels se sont tenues tout au long de l'année.

Dans le cadre du rapprochement entre l'IRSN et l'ASN prévu à compter du 1^{er} janvier 2025, les organisations syndicales de l'ASN et de l'IRSN ont signé en décembre 2023 un accord mettant en place une Commission de concertation relative au projet de fusion (dite « CCPF ») qui est complémentaire aux instances représentatives du personnel de chaque entité et ce, en vue de favoriser la concertation entre les directions générales et les représentants des personnels de l'ASN comme de l'IRSN.

La déontologie

Les règles déontologiques concernant les commissaires, les agents et les experts de l'ASN, prévues par plusieurs textes législatifs et réglementaires intervenus depuis 2011, sont rassemblées dans les deux annexes du [règlement intérieur](#) de l'ASN adopté en 2018 : la première contient les dispositions relatives à la déontologie des commissaires et des agents, la seconde contient les dispositions relatives à l'expertise externe réalisée à la demande de l'ASN, par exemple dans le cadre des GPE (voir ci-après).

Parmi les règles en vigueur à l'ASN destinées à prévenir les conflits d'intérêts, il y a lieu de mentionner les obligations déclaratives :

- déclaration publique d'intérêts (DPI) prévue par l'article L. 1451-1 (issu de la loi n° 2011-2012 du 29 décembre 2011 relative au renforcement de la sécurité sanitaire du médicament et des produits de santé) et les articles R. 1451-1 et suivants du code de la santé publique : la [décision CODEP-CLG-2012-033820 du président de l'ASN du 4 juillet 2012](#) soumet à DPI les membres du collège, du comité de direction et du Groupe permanent d'experts en radioprotection pour les applications médicales et médico-légales des rayonnements ionisants (GPMED), désormais intégré dans le Groupe permanent d'experts en radioprotection (GPRP), ainsi que les délégués territoriaux et les chefs de division territoriale. Les DPI ont été, jusqu'à la mi-juillet 2017, publiées sur [asn.fr](#). Désormais, les DPI font l'objet d'une déclaration sur le site unique de [télédéclaration](#). Une soixantaine de personnes sont soumises à DPI ;
- déclarations d'intérêts et de situation patrimoniale auprès de la Haute Autorité pour la transparence de la vie publique ([HATVP](#)) résultant de la loi n° 2013-907 du 11 octobre 2013 relative à la transparence de la vie publique : les membres du collège effectuent leurs déclarations sur le site Internet de la HATVP. Il en va de même pour les membres de la commission des sanctions, le directeur général, les directeurs généraux adjoints et le secrétaire général depuis le 15 février 2017, à la suite de la modification de la loi du 13 octobre 2013 ;
- déclaration d'intérêts « Fonction publique » prévue par l'article L. 122-2 du code général de la fonction publique prévue par l'article L. 122-2 du code général de la fonction publique régie par le décret n° 2016-1967 du 28 décembre 2016 : le référent déontologue et les agents de l'ASN exerçant les missions d'inspection du travail dans les centres nucléaires de production d'électricité sont soumis à cette obligation ;
- gestion par le directeur général de ses instruments financiers dans des conditions excluant tout droit de regard de sa part, en application de l'article L. 122-19 du code général de la fonction publique et du décret n° 2017-547 du 13 avril 2017 : le directeur général de l'ASN a fourni des éléments de justification à la HATVP avant le 2 novembre 2017.

Le président de l'ASN a désigné par [décision en date du 27 janvier 2020](#) Alain Dorison comme référent déontologue.

Il a également été nommé référent laïcité et référent pour les alertes internes par cette même décision.

Il a été renouvelé dans ses fonctions pour une durée de trois ans par une [décision en date du 30 janvier 2023](#).

Une procédure de recueil et de traitement des signalements internes émis par les agents ou anciens agents, les candidats évincés d'un recrutement, les collaborateurs extérieurs et occasionnels ou les cocontractants de l'ASN a été mise en place en application de la loi dite « Sapin 2 » n° 2016-1691 du 9 décembre 2016, modifiée par la loi n° 2022-401 du 21 mars 2022 et du [décret n° 2022-1284 du 3 octobre 2022](#). Elle permet à l'intéressé de procéder à une alerte éthique interne et également de signaler des informations portant sur un délit, une menace ou un préjudice pour l'intérêt général ou une violation d'une règle de droit dont il a une connaissance personnelle ou qui lui ont été rapportées dans le cadre de ses activités professionnelles.

Au-delà de la mise en œuvre des obligations rappelées ci-dessus, l'ASN a défini une procédure de contrôle interne pour les agents qui souhaitent travailler dans le secteur privé ou faire une demande de cumul d'activités pour créer ou reprendre une entreprise, conformément à la loi n° 2019-828 du 6 août 2019 de transformation de la fonction publique et au [décret n° 2020-69 du 30 janvier 2020](#). Des actions de sensibilisation du personnel destinées à accroître la culture déontologique interne et à prévenir les conflits d'intérêts ont également été réalisées telles que la mise en ligne sur l'intranet de documents pratiques (par exemple, sur la prévention des conflits d'intérêts et le rôle du contrôle déontologique des départs vers le secteur privé), l'insertion d'un module relatif aux règles déontologiques applicables aux agents de l'ASN dans le cadre des sessions de formation organisées pour les nouveaux arrivants et un entretien vidéo dans lequel le référent déontologue présente, avec quelques exemples, ce qu'est la déontologie et quels sont les agissements de la vie professionnelle qui appellent une vigilance.

Le référent déontologue a été sollicité, sur l'année 2023, sur 23 cas individuels, se répartissant ainsi :

- 3 avis sur embauche ;
- 10 avis sur la poursuite de carrière ;
- 8 avis sur les activités accessoires ;
- 2 avis sur le comportement professionnel.

M. Alain Dorison a également été sollicité sur un cas en tant que référent laïcité.

Les moyens financiers

Les moyens financiers de l'ASN sont présentés au point 3.

Dans son [avis n°2023-AV-0422 du 22 juin 2023](#) relatif au budget du contrôle de la sûreté nucléaire et de la radioprotection en France pour les années 2023-2027, l'ASN a demandé sur la période 2024-2027, un renforcement de ses effectifs à hauteur de 29 ETP, dont 12 dès l'année 2024. L'ASN a réitéré sa demande de modification de son périmètre budgétaire et de création d'un programme budgétaire unique dédié à la sûreté nucléaire et à la radioprotection dont le responsable serait le président de l'ASN.

Les outils de management de l'ASN

Les outils de management de l'ASN sont notamment évalués lors des missions de revue par les pairs (*Integrated Regulatory Review Service - IRRS*), consacrées à l'analyse du système français de contrôle de la sûreté nucléaire et de la radioprotection (voir encadré page suivante).

Le Plan stratégique pluriannuel

Le Plan stratégique pluriannuel (PSP), élaboré sous l'autorité du collège, développe les axes stratégiques de l'ASN à l'échelle pluriannuelle. Il est décliné chaque année dans un document d'orientation opérationnel fixant les priorités annuelles pour l'ASN, lui-même décliné par chaque entité dans un plan d'action annuel faisant l'objet d'un suivi périodique. Cette démarche à trois niveaux constitue un élément essentiel pour l'organisation et le pilotage de l'ASN.

L'ASN a élaboré un [PSP pour la période 2023-2027](#), disponible sur [asn.fr](#). Ce plan s'inscrit dans un contexte de transition pour le parc d'installations et d'activités nucléaires : le nombre de projets d'installations neuves s'accroît, et la question de la poursuite de fonctionnement se posera pour beaucoup d'installations existantes. La période est aussi marquée par une évolution du contexte international et des attentes de la société, avec des exigences plus fortes en matière de dialogue et d'association au processus de décision. Le PSP 2023-2027 comprend les quatre axes stratégiques suivants :

- dire et faire partager notre vision à court, moyen et long terme des enjeux de sûreté nucléaire, de radioprotection et de protection de l'environnement ;

LES AUDITS INTERNATIONAUX DE L'ASN – LES MISSIONS IRRS

Les [missions IRRS](#) de l'AIEA sont conçues pour améliorer et renforcer l'efficacité du cadre national réglementaire nucléaire, tout en reconnaissant la responsabilité finale de chaque État d'assurer la sûreté dans ce domaine.

Ces missions prennent en compte les aspects réglementaires, techniques et stratégiques, réalisent des comparaisons aux normes de sûreté de l'AIEA et tiennent compte, le cas échéant, des bonnes pratiques constatées dans d'autres pays.

Ces audits s'inscrivent dans le cadre de la directive européenne sur la sûreté nucléaire prévoyant de recevoir une mission de revue par les pairs tous les 10 ans.

L'ASN considère que les missions IRRS, en contribuant à l'appropriation des meilleures pratiques internationales, constituent un outil d'amélioration continue de la sûreté dans le monde.

L'ASN a accueilli la première mission de revue IRRS portant sur l'ensemble des activités d'une autorité de sûreté en 2006. Une mission de suivi a eu lieu en 2009 puis l'ASN a accueilli une nouvelle mission IRRS en 2014, étendue à la gestion des interfaces sûreté/sécurité. Cette mission a fait l'objet d'une mission de suivi en 2017. Les rapports de ces différentes missions sont consultables sur [asn.fr](#).

Une nouvelle mission IRRS avait été programmée pour mars 2024 mais, dans le contexte de la réforme du contrôle de la sûreté nucléaire et de la radioprotection, il a été décidé de reporter cette mission à une date ultérieure, lorsque la nouvelle organisation sera en place.

En outre, chaque année, plusieurs agents de l'ASN participent en tant qu'experts à des missions IRRS à l'étranger.

- renforcer la connaissance des risques et être porteur, avec les autres acteurs concernés, d'une culture de sécurité et de radioprotection ;
- adapter notre contrôle à un contexte nouveau ;
- réussir les transformations internes pour être plus attractif et efficient.

Le management interne de l'ASN

Au sein de l'ASN, les lieux d'échanges, de coordination et de pilotage sont nombreux.

Ces instances, complétées par les nombreuses structures transverses existantes, permettent de renforcer la culture de sûreté de ses agents par le partage d'expériences et la définition de positions communes cohérentes.

Le système de management par la qualité

Pour garantir et améliorer la qualité et l'efficacité de son action, l'ASN définit et met en œuvre un système de management par la qualité inspiré des standards internationaux de l'AIEA et de l'Organisation internationale de normalisation (*International Standard Organisation* – [ISO](#)). Ce système est fondé sur :

- un manuel d'organisation regroupant des notes d'organisation et des procédures qui définissent des règles pour réaliser chacune des missions ;
- des audits internes et externes pour veiller à l'application rigoureuse des exigences du système ;
- l'écoute des parties prenantes ;
- des indicateurs de performance qui permettent de surveiller l'efficacité de l'action ;
- une revue périodique du système dans un effort d'amélioration continue.

La communication interne

Renforcer la culture et réaffirmer la spécificité de l'ASN, mobiliser tous les agents autour des axes stratégiques définis pour la réalisation de leurs missions, développer une dynamique collective forte : la communication interne de l'ASN s'attache, tout comme la gestion des ressources humaines, à favoriser le partage d'informations et d'expériences entre les équipes et les métiers.

2.4 LES INSTANCES CONSULTATIVES ET DE CONCERTATION

2.4.1 Le Haut Comité pour la transparence et l'information sur la sécurité nucléaire

La loi TSN a institué le [HCTISN](#), instance d'information, de concertation et de débat sur les risques liés aux activités nucléaires et l'impact de ces activités sur la santé des personnes, sur l'environnement et sur la sécurité nucléaire.

Le HCTISN peut émettre un avis sur toute question dans ces domaines ainsi que sur les contrôles et l'information qui s'y rapportent. Il peut également se saisir de toute question relative à l'accessibilité de l'information en matière de sécurité nucléaire et proposer toute mesure de nature à garantir ou à améliorer la transparence en matière nucléaire. Il peut être saisi par le Gouvernement, le Parlement, les CLI ou les exploitants d'installations nucléaires de toute question relative à l'information concernant la sécurité nucléaire et son contrôle.

Les activités du HCTISN sont décrites au chapitre 5.

2.4.2 Le Haut Conseil de la santé publique

Le Haut Conseil de la santé publique ([HCSP](#)), créé par la [loi n° 2004-806 du 9 août 2004](#) relative à la politique de santé publique, est une instance consultative à caractère scientifique et technique, placée auprès du ministre chargé de la santé.

Il contribue à la définition des objectifs pluriannuels de santé publique, évalue la réalisation des objectifs nationaux de santé publique et contribue à leur suivi annuel. Il fournit aux pouvoirs publics, en liaison avec les agences sanitaires, l'expertise nécessaire à la gestion des risques sanitaires, ainsi qu'à la conception et à l'évaluation des politiques et stratégies de prévention et de sécurité sanitaire. Il fournit également des réflexions prospectives et des conseils sur les questions de santé publique.

2.4.3 Le Conseil supérieur de la prévention des risques technologiques

La consultation sur les risques technologiques est organisée devant le Conseil supérieur de la prévention des risques technologiques ([CSPRT](#)), créé par l'[ordonnance n° 2010-418 du 27 avril 2010](#). Ce conseil comprend, aux côtés des représentants de l'État, des exploitants, des personnalités qualifiées et des représentants des associations travaillant dans le domaine de l'environnement. Le CSPRT, qui succède au Conseil supérieur des installations classées, a vu ses compétences élargies aux canalisations de transport de gaz, d'hydrocarbures et de produits chimiques, ainsi qu'aux INB.

Le CSPRT est obligatoirement saisi par le Gouvernement pour avis sur les arrêtés ministériels relatifs aux INB. Il peut également être saisi par l'ASN pour les décisions relatives aux INB.

Par [décret du 28 décembre 2016](#), le champ de compétence du CSPRT s'est à nouveau élargi. Une sous-commission permanente chargée de préparer des avis du conseil dans le domaine des ESP se substitue à la Commission centrale des appareils à pression (CCAP). Cette sous-commission a compétence délibérative pour l'examen des décisions non réglementaires entrant dans ce domaine de compétence.

Elle regroupe des membres des diverses administrations concernées, des personnes désignées en raison de leurs compétences, des représentants des fabricants et des utilisateurs d'ESP, et des organismes techniques et professionnels intéressés.

Elle est obligatoirement saisie par le Gouvernement et par l'ASN de toute question touchant aux arrêtés ministériels concernant les ESP. Elle reçoit également communication des dossiers d'accident concernant ces équipements.

2.4.4 Les commissions locales d'information et l'Association nationale des comités et commissions locales d'information (Anccli)

Les [CLI](#) auprès des INB ont une mission générale de suivi, d'information et de concertation en matière de sûreté nucléaire, de radioprotection et d'impact des activités nucléaires sur les personnes et l'environnement pour ce qui concerne les installations du site ou des sites qui les concernent. Elles peuvent faire réaliser des expertises ou faire procéder à des mesures relatives aux rejets de l'installation dans l'environnement.

Les CLI, dont la constitution incombe au président du conseil départemental, comprennent différentes catégories de membres : représentants des conseils départementaux, des conseils municipaux ou des assemblées délibérantes des groupements de communes et des conseils régionaux intéressés ; membres du Parlement élus dans le département ; représentants d'associations de protection de l'environnement, des intérêts économiques et d'organisations syndicales de salariés représentatives et des professions médicales ainsi que des personnalités qualifiées.

Le statut des CLI a été défini par la loi TSN du 13 juin 2006 et par les [articles R. 125-50 et suivants du code de l'environnement](#). Il a été renforcé par la [loi TECV](#) de 2015.

Les missions et les activités des CLI sont décrites au chapitre 5.

L'Association nationale des comités et commissions locales d'information ([Anccli](#)) a pour missions de représenter les CLI auprès des autorités nationales et européennes et d'apporter une assistance aux commissions pour les questions d'intérêt commun.

2.5 LES APPUIS TECHNIQUES DE L'ASN

L'ASN bénéficie de l'expertise d'appuis techniques pour préparer ses décisions. L'IRSN est le principal d'entre eux. L'ASN poursuit, par ailleurs, depuis plusieurs années, un effort de diversification de ses experts.

2.5.1 L'Institut de radioprotection et de sûreté nucléaire

L'[IRSN](#) a été créé par la loi n° 2001-398 du 9 mai 2001 instaurant une agence française de sécurité sanitaire environnementale et par le décret n° 2002-254 du 22 février 2002 dans le cadre de la réorganisation nationale du contrôle de la sûreté nucléaire et de la radioprotection afin de rassembler les moyens publics d'expertise et de recherche dans ces domaines. Ces textes ont été modifiés depuis, notamment par l'article 186 de la [loi TECV](#) et le [décret n° 2016-283 du 10 mars 2016](#) relatif à l'IRSN.

L'IRSN est placé sous la tutelle des ministres chargés respectivement de l'environnement, de la défense, de l'énergie, de la recherche et de la santé.

L'[article L. 592-45 du code de l'environnement](#) précise que l'IRSN est un établissement public de l'État à caractère industriel et commercial qui exerce, à l'exclusion de toute responsabilité d'exploitant nucléaire, des missions d'expertise et de recherche dans le domaine de la sécurité nucléaire. L'IRSN contribue à l'information du public et publie les avis rendus sur saisine d'une autorité publique ou de l'ASN, en concertation avec celles-ci.

Il organise la publicité des données scientifiques résultant des programmes de recherche dont il a l'initiative, à l'exclusion de ceux relevant de la défense.

Pour la réalisation de ses missions, l'ASN a recours à l'appui technique de l'IRSN. Le président de l'ASN étant membre du conseil d'administration de l'IRSN, l'ASN contribue à l'orientation de la programmation stratégique de l'IRSN.

L'IRSN conduit et met en œuvre des programmes de recherche afin d'asseoir sa capacité d'expertise publique sur les connaissances scientifiques les plus avancées dans les domaines des risques nucléaires et radiologiques, tant à l'échelle nationale qu'internationale. Il est chargé d'une mission d'appui technique aux autorités publiques compétentes en sûreté, radioprotection et sécurité, aussi bien dans la sphère civile que dans celle de la défense.

L'IRSN assure également certaines missions de service public, notamment en matière de surveillance de l'environnement et des personnes exposées aux rayonnements ionisants.

L'IRSN assure la gestion de bases de données nationales (comptabilité nationale des matières nucléaires, fichier national d'inventaire des sources de rayonnements ionisants, fichier relatif au suivi de l'exposition des travailleurs soumis aux rayonnements ionisants, etc.) et contribue ainsi à l'information du public sur les risques liés aux rayonnements ionisants.

Les effectifs de l'IRSN

L'effectif global de l'IRSN au 31 décembre 2023 est de 1 783 salariés ; l'appui technique de l'IRSN à l'ASN a mobilisé en 2023 430 personnes équivalent temps plein travaillé.

Le budget de l'IRSN

Le budget de l'IRSN est présenté au point 3.

Une convention quinquennale définit les principes et les modalités de l'appui technique fourni par l'Institut à l'ASN. Elle a été renouvelée fin 2021 pour la période 2022-2026. Cette convention est précisée chaque année par un protocole qui recense les actions à réaliser par l'IRSN en appui à l'ASN.

Loi TECV

Cette [loi du 17 août 2015](#) clarifie l'organisation du dispositif articulé autour de l'ASN et de l'IRSN :

- elle inscrit dans le [code de l'environnement](#) l'existence et les missions de l'IRSN au sein d'une nouvelle section 6 intitulée « L'Institut de radioprotection et de sûreté nucléaire » du chapitre 2 relatif à « L'Autorité de sûreté nucléaire » du titre IX du livre V du code de l'environnement ;
- elle rappelle que l'ASN bénéficie de l'appui technique de l'IRSN en précisant que cet appui comprend des activités d'expertise « soutenues par des activités de recherche » ;
- elle précise les relations entre l'ASN et l'IRSN en indiquant que l'ASN « oriente la programmation stratégique relative à cet appui technique » et que le président de l'ASN est membre du conseil d'administration de l'Institut ;
- elle prévoit enfin le principe de publication des avis de l'IRSN.

2.5.2 Les groupes permanents d'experts

Pour préparer ses décisions, l'ASN s'appuie sur les avis et les recommandations de sept [GPE](#). Une distinction est faite entre l'expertise demandée à l'IRSN (voir point 2.5.1), et celle demandée aux GPE.

Les GPE donnent un avis, à la demande de l'ASN, sur certains dossiers techniques à forts enjeux en amont de la prise de décision. Les GPE sont composés d'experts nommés à titre individuel en raison de leur compétence et sont ouverts à la société civile. Leurs membres sont issus des milieux universitaires et associatifs et d'organismes d'expertise et de recherche. Ils peuvent également être des exploitants d'installations nucléaires ou appartenir à d'autres secteurs (industriel, médical, etc.).

La participation d'experts étrangers permet de diversifier les modes d'approche des problématiques et de bénéficier de l'expérience acquise au plan international.

L'ASN renouvelle tous les quatre ans la composition des GPE. En 2023, ils étaient répartis selon leurs domaines de compétence :

- le Groupe permanent d'experts pour le démantèlement ([GPDEM](#)) ;
- le Groupe permanent d'experts pour les réacteurs ([GPR](#)) ;
- le Groupe permanent d'experts pour les laboratoires et les usines ([GPU](#)) ;
- le Groupe permanent d'experts pour les déchets ([GPD](#)) ;
- le Groupe permanent d'experts pour les transports ([GPT](#)) ;
- le Groupe permanent d'experts pour les équipements sous pression nucléaires ([GPESPN](#)) ;
- le Groupe permanent d'experts pour la radioprotection des travailleurs, du public et de l'environnement pour les applications médicales et médico-légales, vétérinaires, industrielles et de recherche des rayonnements ionisants, ainsi que pour les rayonnements ionisants d'origine naturelle (radon, rayonnements cosmiques ou telluriques), ainsi que pour la radioprotection des patients ([GPRP](#)) créé en janvier 2022.

Pour la majorité des sujets traités, les GPE étudient les rapports établis par l'IRSN, par un groupe de travail d'experts ou par l'une des directions de l'ASN. Les représentants des services de l'ASN ou des structures externes ayant réalisé l'expertise préalable à une réunion de GPE présentent au groupe leurs conclusions. À l'issue de chaque consultation, le GPE consulté peut émettre un avis écrit, pouvant être assorti de recommandations, à destination du directeur général de l'ASN. Les éléments relatifs au dossier sont mis à la disposition des membres des GPE afin qu'ils se forment un avis éclairé et indépendant. Cette prise de recul est utile à la prise de décision.

En plus d'être consultés sur des dossiers soumis par un exploitant, les GPE jouent un rôle de garant de la doctrine en matière de sûreté nucléaire et de radioprotection et contribuent à son évolution. Ils peuvent être associés aux réflexions sur les évolutions de la réglementation, ou sur une thématique générale de sûreté nucléaire ou de radioprotection.

En tant qu'instance d'expertise, les membres des GPE sont tenus de respecter les dispositions de la Charte de l'expertise externe figurant à l'annexe 2 au règlement intérieur de l'ASN. Chaque membre des GPE établit une déclaration d'intérêt. Celles des membres du GPRP et de son groupe de travail dédié à la radioprotection des patients (GTRPP) sont rendues publiques.

Un règlement intérieur commun à l'ensemble des GPE est en vigueur et prévoit notamment un cadre pour l'identification et la gestion des liens et conflits d'intérêts.

Dans sa démarche de transparence en matière de sûreté nucléaire et de radioprotection, l'ASN rend publics depuis 2009 les lettres de saisine des GPE, les avis rendus par les GPE ainsi que les positions prises par l'ASN sur la base de ces avis. L'IRSN publie de son côté les synthèses des rapports d'instruction technique qu'il présente aux GPE.

GPDEM « démantèlement »

Le [GPDEM](#) rassemble des experts nommés en raison de leurs compétences dans le domaine du démantèlement des INB. Composé de 32 membres, il est présidé par Chantal Mommaert.

GPD « déchets »

Présidé par Marie-Pierre Comets, le [GPD](#) rassemble des experts nommés en raison de leurs compétences dans les domaines nucléaire, géologique et minier. Il compte 35 membres.

GPESPN « équipements sous pression nucléaires »

Présidé par Matthieu Schuler depuis le 6 octobre 2018, le [GPESPN](#) rassemble des experts, nommés en raison de leurs compétences dans le domaine des ESP et compte 33 membres.

GPRP « radioprotection »

Présidé par M. Jean-Luc Godet, le [GPRP](#) est composé de 36 experts nommés en raison de leurs compétences dans les domaines de la :

- radioprotection des travailleurs, du public et de l'environnement pour les applications médicales et médico-légales, vétérinaires, industrielles et de recherche des rayonnements ionisants, ainsi que pour les rayonnements ionisants d'origine naturelle (radon, rayonnements cosmiques ou telluriques) ;
- radioprotection des patients.

En raison des spécificités des sujets relatifs à la radioprotection des patients, un groupe de travail dédié à ces questions est rattaché au GPRP (GTRPP). Le GTRPP est présidé par M. Thierry Sarrazin et est composé de 25 experts, dont neuf experts communs avec le GPRP.

GPR « réacteurs nucléaires »

Présidé par Thierry Charles depuis 2020, le [GPR](#) rassemble des experts nommés en raison de leurs compétences dans le domaine des réacteurs nucléaires. Il est composé de 36 membres.

GPT « transports »

Le [GPT](#) rassemble des experts nommés en raison de leurs compétences dans le domaine des transports de matières radioactives. Il est composé de 26 membres et est présidé par Pierre Maleysis.

GPU « laboratoires et usines »

Présidé par Alain Dorison, le [GPU](#) rassemble des experts nommés en raison de leurs compétences dans le domaine des laboratoires et des usines concernés par des substances radioactives. Il est composé de 30 membres.

2.5.3 Le comité scientifique

L'ASN s'appuie sur un [comité scientifique](#) placé auprès du collège pour l'accompagner dans l'identification des sujets de recherche à mener ou à approfondir dans les domaines de la sûreté nucléaire et de la radioprotection. Le collège de l'ASN a nommé les huit membres actuels du comité scientifique, désignés pour leurs compétences notamment dans les domaines de la recherche. Sous la présidence de Michel Schwarz, le comité rassemblait en 2023 Christophe Badie, Benoît De Boeck, Jean-Marc Cavedon, Catherine Luccioni, Philippe Maingon, Jean-Claude Micaelli et Marc Vannerem. Le comité scientifique a tenu deux réunions plénières annuelles en 2023. Il a poursuivi ses rencontres avec les organismes de recherche notamment dans les domaines du vieillissement des matériaux métalliques des réacteurs électronucléaires, de la métrologie de sites nucléaires en situation d'assainissement et des effets combinés issus de mélanges de toxiques chimiques et radiologiques.

Le comité scientifique a rendu son avis sur la métrologie en situation d'assainissement de sites (installations et sols contaminés), il est publié sur [asn.fr](#).

2.5.4 Les autres appuis techniques de l'ASN

Pour diversifier ses expertises ainsi que pour bénéficier d'autres compétences particulières, l'ASN a engagé en 2023 environ 175 000 € de crédits.

L'ASN a ainsi été en mesure de financer les expertises nécessaires à l'instruction des analyses de sûreté soumises par le CEA relatives à l'installation nucléaire Cabri. Elle a également publié un marché-cadre visant à lui fournir une expertise externe portant sur les facteurs organisationnels et humains, ainsi que sur les risques non radiologiques des installations nucléaires. Enfin, elle a financé la mise en place d'un registre de suivi patient sur la technique adaptative.

TABLEAU 1 Réunions des groupes permanents d'experts en 2023

GPE	DATE	THÈME PRINCIPAL
GPESPN	24 janvier 2023	• Avis du GPESPN sur le référentiel des composants, la situation et les charges de l'EPR 2 – avec participation des membres du GPR
GPR	31 janvier 2023	• Participation du GPR et du GPESPN à la réunion de préparation de l'ACRS (<i>Advisory Committee on Reactor Safeguard</i> – groupe consultatif sur les garanties des réacteurs)
GPR	17 février 2023	• Réunion d'installation
GPU	8 mars 2023	• Visite de l'INB 29 – CIS bio international, à Saclay
GPR	14 et 15 mars 2023	• Participation du GPR et du GPESPN, lors de l'ACRS, aux échanges dans le domaine de la sûreté des REP entre entités équivalentes à Washington (pays invités : Canada, Corée du Sud, États-Unis, France, Grande-Bretagne, Japon)
GPU	16 mars 2023	• Réunion d'installation • Avis du GPU sur le réexamen périodique de la sûreté de l'INB 29 – CIS bio international
GPDEM	20 mars 2023	• Visite des INB 165 et 166 – Fontenay-aux-Roses
GPDEM	21 mars 2023	• Visite de l'INB 56 – Le Parc, à Cadarache
GPDEM	23 mars 2023	• Réunion d'installation • Réunion d'information avec EDF – Stratégie de démantèlement des réacteurs « uranium naturel-graphite-gaz » (UNGG)
GPD	28 mars 2023	• Réunion d'installation du GPD • Réunion d'information avec l'Andra – Décret d'autorisation de création (DAC) de Cigéo
GPDEM	4 avril 2023	• Avis du GPDEM sur la demande de modification du décret de démantèlement, dossiers du réexamen périodique de l'installation, de conception de l'équipement de mesure et de conditionnement (EMC), et d'options de sûreté de la STD (INB 166) au Centre CEA de Fontenay-aux-Roses
GTRPP	6 avril 2023	• Présentation de la saisine IRSN – Étude bibliographique des nouveaux radionucléides et perspectives d'utilisation cliniques en France & Radioprotection des patients et de leur entourage • Présentation de l'avis du Comité d'analyse des nouvelles techniques et pratiques utilisant des rayonnements ionisants (Canpri) sur la plateforme gyroscopique de radiochirurgie ZAP-X – L'intelligence artificielle dans le monde médical : quels enjeux ?
GPRP	11 avril 2023	• Projet d'avis portant sur la délimitation des zones applicables aux équipements de travail à champs pulsés (application de l'article R. 4451-23 I 2° du code du travail – approbation GPRP) • Présentation de l'avis du Canpri et de l'expertise IRSN sur la plateforme gyroscopique de radiochirurgie ZAP-X
GPDEM	14 avril 2023	• Avis du GPDEM sur le dossier de démantèlement du Parc d'entreposage du CEA (INB 56) de Cadarache
GPESPN	25 et 26 mai 2023	• Réunion d'installation • Avis du GPESPN sur le maintien en l'état sur plus d'un cycle d'indications détectées dans le cadre de la recherche de fissure de corrosion sous contrainte
GPESPN	1 ^{er} juin 2023	• Avis du GPESPN sur la tenue en service des coudes moulés en acier inoxydable austéno-ferritique du circuit primaire principal des réacteurs de 900 MWe et des piquages de circuits d'injection de sécurité (RIS) des réacteurs 1 et 2 de la centrale nucléaire de Paluel
GPU	2 juin 2023	• Visite de l'usine UP3-A (INB 116) à La Hague par le GPU
GTRPP	6 juin 2023	• Présentation du rapport du groupe de travail portant sur les niveaux de référence diagnostiques (NRD) en mammographie • Présentation des résultats de l'étude menée par le Centre d'étude sur l'évaluation de la protection dans le domaine nucléaire (CEPN) à la demande de l'ASN sur la mise en œuvre des formations à la radioprotection des patients • Présentation de la saisine « consignes à l'entourage » – constitution du groupe de travail
GPU	8 juin 2023	• Avis du GPU sur le réexamen périodique de la sûreté des ateliers TO, des piscines D et E de l'usine UP3-A (INB 116) de La Hague
GPR	13 juin 2023	• Avis du GPR sur les orientations du troisième réexamen périodique des réacteurs de 1 450 MWe
GPESPN	20 et 21 juin 2023	• Réunion d'information – 2 ^e GP de clôture des sujets ESPN, réacteur EPR
GPDEM	22 juin 2023	• Avis du GPDEM sur le dossier de démantèlement de la centrale nucléaire de Fessenheim (INB 75)
GPR	29 juin 2023	• Avis du GPR sur le REX de l'année 2021
GPRP	6 juillet 2023	• Actualités internationales – Présentation du projet de rapport de la Commission internationale de protection radiologique (CIPR) sur les coefficients de dose après exposition interne des personnes du public (Partie 1 – TG95) et coefficients de dose pour les travailleurs (comparaisons entre les nouveaux et les anciens coefficients) • Avis du GTRPP sur la saisine portant sur les « NRD en mammographie » (approbation GPRP)
GPD	27 et 28 septembre 2023	• Visite du centre de Meuse/Haute-Marne de l'Andra (DAC Cigéo)
GPRP	3 octobre 2023	• Actualités – Évolutions de l'organisation du contrôle et de la recherche en radioprotection et sûreté nucléaire • Faibles doses – Étude Inworks 2023 portant sur le lien entre rayonnements ionisants à faible dose et décès par cancers – Point de vue de l'IRSN sur le modèle linéaire sans seuil (<i>Linear No Threshold</i> – LNT) • Présentation du rapport IRSN portant sur l'exposition professionnelle aux rayonnements ionisants en France – bilan 2022 • Projet d'avis du GPRP portant sur les NRD en mammographie (approbation GPRP)
GPESPN	17 octobre 2023	• Avis du GPESPN sur la tenue en service des fonds primaires des générateurs de vapeur de fabrication JCFC et FLC
GPR	20 octobre 2023	• Cinquième réexamen périodique des réacteurs de 900 MWe – Discussion préliminaire sur les orientations
GTRPP	28 novembre 2023	• Présentation du rapport IRSN sur l'utilisation des <i>Cone beam computed tomography</i> (CBCT) dans le domaine dentaire et du projet de saisine par l'ASN (constitution du groupe de travail) • Présentation de l'état d'avancement du rapport du groupe de travail « avis aux promoteurs »
GPRP	5 décembre 2023	• Présentation du rapport IRSN sur l'utilisation des CBCT dans le domaine dentaire et du projet de saisine par l'ASN (constitution du groupe de travail) • Présentation de l'état d'avancement du rapport du groupe de travail « avis aux promoteurs » : identification des rapporteurs
GPDEM	7 décembre 2023	• Saisine de l'ASN sur les situations d'exposition existante • Réunion d'information – Présentation du guide de démantèlement

2.6 LES GROUPES DE TRAVAIL PLURALISTES

Plusieurs groupes de travail pluralistes ont été mis en place par l'ASN ; ils permettent à des parties prenantes de contribuer notamment à l'élaboration de doctrines, à la définition de plans d'action ou au suivi de leur mise en œuvre.

2.6.1 Le groupe de travail sur le Plan national de gestion des matières et des déchets radioactifs

L'article L. 542-1-2 du code de l'environnement prescrit l'élaboration d'un PNGMDR, révisé tous les cinq ans, dont l'objet est de dresser le bilan des modes de gestion existants des matières et des déchets radioactifs, de recenser les besoins prévisibles d'installations d'entreposage ou de stockage, de préciser les capacités nécessaires pour ces installations et les durées d'entreposage et, pour les déchets radioactifs qui ne font pas encore l'objet d'un mode de gestion définitif, de déterminer les objectifs à atteindre.

Le groupe de travail chargé du suivi de la mise en œuvre du PNGMDR comprend notamment des associations de protection de l'environnement, des experts, des industriels, des autorités de contrôle, ainsi que des producteurs et gestionnaires de déchets radioactifs. Il est coprésidé par la Direction générale de l'énergie et du climat du ministère de la Transition énergétique et par l'ASN.

Ce groupe de travail fait partie du nouveau système de gouvernance du PNGMDR, qui comporte également une « Commission orientations » ayant vocation à éclairer le ministère sur les enjeux stratégiques du plan, et à laquelle l'ASN participe, sans voix délibérative toutefois.

Le chapitre 14 présente plus en détail le PNGMDR et son système de gouvernance.

2.6.2 Le Comité directeur pour la gestion de la phase post-accidentelle d'un accident nucléaire

En application d'une directive interministérielle du 7 avril 2005 sur l'action des pouvoirs publics en cas d'événement entraînant une situation d'urgence radiologique, l'ASN est chargée, en relation avec les départements ministériels concernés, de définir, de préparer et de mettre en œuvre les dispositions nécessaires pour gérer une situation post-accidentelle.

Afin d'élaborer une doctrine et après avoir testé la gestion post-accidentelle lors de la réalisation d'exercices nationaux et internationaux, l'ASN a rassemblé tous les acteurs concernés au sein d'un Comité directeur chargé de l'aspect post-accidentel (Codirpa).

Ce comité est composé de l'ASN, qui en assure l'animation, et de représentants des différents départements ministériels intéressés par le sujet, des agences sanitaires, d'associations, de représentants des CLI et de l'IRSN.

Les travaux du Codirpa sont présentés plus en détail au chapitre 4.

2.6.3 Le Comité d'analyse des nouvelles techniques et pratiques utilisant des rayonnements ionisants

Le Comité d'analyse des nouvelles techniques et pratiques utilisant des rayonnements ionisants (Canpri) a été créé le 8 juillet 2019.

Présidé par l'ASN, ce comité est composé de 16 experts issus des sociétés savantes et nommés par l'ASN, ainsi que de représentants des institutions sanitaires françaises (Haute Autorité de santé – HAS, Institut national du Cancer – INCa, ministère en charge de la santé, IRSN). Le Canpri a pour objectif d'identifier, dans le domaine médical, les nouvelles techniques et pratiques, d'analyser leurs enjeux en matière de radioprotection et d'élaborer des recommandations et conclusions en matière de radioprotection des patients et des travailleurs. Il se réunit deux fois par an sauf exception. En 2023, ses travaux l'ont conduit notamment à émettre un avis relatif aux conditions d'installation en France de la plateforme gyroscopique de radiochirurgie ZAP-X. Pour plus de détails sur les autres sujets qu'il a traités, se référer au point 1.3.2 du chapitre 7.

2.6.4 Les autres groupes de travail pluralistes

Considérant qu'il était nécessaire de faire progresser la réflexion et les travaux concernant la contribution de l'homme et des organisations à la sûreté des installations nucléaires, l'ASN a décidé en 2012 de mettre en place un Comité d'orientation sur les facteurs sociaux, organisationnels et humains (Cofsoh). Les finalités du Cofsoh sont, d'une part, de permettre les échanges entre les parties prenantes sur un sujet difficile que sont les FSOH ; d'autre part, de rédiger des documents proposant des positions communes des différents membres sur un sujet donné ainsi que des orientations pour des études à entreprendre afin d'éclairer des sujets manquant de données ou de clarté.



TAXE INB, TAXES ADDITIONNELLES « RECHERCHE », « ACCOMPAGNEMENT » ET « STOCKAGE », CONTRIBUTION SPÉCIALE ANDRA ET CONTRIBUTION AU PROFIT DE L'IRSN

Le président de l'ASN est chargé, en application du code de l'environnement, de liquider la taxe sur les INB instituée par l'article 43 de la loi n° 99-1172 du 30 décembre 1999 de finances pour 2000. Le produit recouvré de cette taxe, dont le montant est fixé tous les ans par le Parlement, s'est élevé à 559,62 M€ en 2023. Il est versé au budget de l'État.

Ladite loi crée également pour certaines INB trois taxes additionnelles dites respectivement « recherche », « accompagnement » et « stockage ». Le produit de ces taxes représente 124,51 M€ en 2023 et est reversé aux groupements d'intérêt public

Objectif Meuse et Haute-Marne (« accompagnement »), des communes et établissements publics de coopération intercommunale (« stockage ») et à l'Andra (« recherche »), en plus du produit de la contribution spéciale).

En outre, depuis 2014, l'ASN est chargée de la liquidation et de l'ordonnancement de la contribution spéciale instituée au profit de l'Andra par l'article 58 de la loi n° 2013-1279 du 29 décembre 2013 de finances rectificative pour 2013 et qui sera exigible jusqu'à la date d'autorisation de création du centre de stockage en couche géologique profonde.

À l'instar des taxes additionnelles, cette contribution est due par les exploitants des INB, à compter de la création de l'installation et jusqu'à la décision de radiation. Le produit de cette contribution représente 79,33 M€ en 2023.

Enfin, l'article 96 de la loi n° 2010-1658 du 29 décembre 2010 institue une contribution annuelle au profit de l'IRSN due par les exploitants d'INB. Cette contribution vise notamment à financer l'instruction des dossiers de sûreté déposés par les exploitants d'INB. Pour 2023, le produit de cette contribution représente 61,14 M€.

TABLEAU 2 Statut et activités des principales autorités de sûreté nucléaire civiles^(*)

PAYS/ AUTORITÉS DE SÛRETÉ	STATUT			ACTIVITÉS						
	ADMINISTRATION	AGENCE GOUVERNE- MENTALE	AGENCE INDÉPEN- DANTE	SÛRETÉ DES INSTAL- LATIONS CIVILES	RADIOPROTECTION			SÉCURITÉ (PROTECTION CONTRE LA MALVEILLANCE)		SÛRETÉ DES TRANSPORTS
					GRANDES INSTAL- LATIONS NUCLÉAIRES	HORS INB	PATIENTS	SOURCES	MATIÈRES NUCLÉAIRES	
Europe										
Allemagne/ Bmub + Länder	■			■	■	■	■	■	■	■
Belgique/AFCN		■		■	■	■	■	■	■	■
Espagne/CSN			■	■	■	■	■	■	■	■
Finlande/STUK		■		■	■	■	■	■	■	■
France/ASN			■	■	■	■	■	■ (**)		■
Royaume-Uni/ ONR		■		■	■				■	■
Suède/SSM		■		■	■	■	■	■	■	■
Suisse/ENSI			■	■	■				■	■
Autres pays										
Canada/CCSN			■	■	■	■	■	■	■	■
Chine/NNSA	■			■	■	■		■	■	■
Corée/NSSC		■		■	■	■		■	■	■
États-Unis/NRC			■	■	■	■	■	■	■	■ (***)
Inde/AERB		■		■	■	■	■	■	■	■
Japon/NRA		■	■	■	■	■	■	■	■	
Russie/ Rostekhnadzor	■	■		■	■			■	■	■
Ukraine/SNRIU	■	■		■	■	■		■	■	■

* Présentation schématique et simplifiée des principaux champs de compétence des entités (administrations, agences indépendantes au sein du Gouvernement ou agences indépendantes du Gouvernement) en charge du contrôle des activités nucléaires dans les pays nucléarisés dans le monde.

** La sécurité des sources a été attribuée à l'ASN par l'ordonnance du 10 février 2016. Cette disposition est entrée en vigueur le 1^{er} juillet 2017.

*** Transport national seulement.

Par ailleurs, l'ASN anime le comité national chargé du suivi du Plan national de gestion des risques liés au radon. Le comité a élaboré en 2019 et 2020 le [4^e plan radon pour la période 2020-2024](#) qui a été publié début 2021 (voir chapitre 1). Le comité s'est réuni six fois à cet effet. Dans le cadre de ce plan, l'ASN pilote depuis 2018 un groupe de travail chargé de coordonner les actions de [communication sur la gestion du risque radon](#).

2.7 LES AUTRES ACTEURS

Dans le contexte de ses missions de protection de la population contre les risques sanitaires des rayonnements ionisants, l'ASN entretient une coopération étroite avec d'autres acteurs institutionnels compétents sur les problématiques de santé.

2.7.1 L'Agence nationale de sécurité du médicament et des produits de santé

L'Agence nationale de sécurité du médicament et des produits de santé (ANSM) a été mise en place le 1^{er} mai 2012. Établissement public placé sous la tutelle du ministère chargé de la santé, l'ANSM a repris les missions exercées par l'Agence française de sécurité sanitaire des produits de santé et de nouvelles responsabilités lui ont été confiées. Ses missions centrales sont d'offrir un accès équitable à l'innovation pour tous les patients et de garantir la sécurité des produits de santé tout au long de leur cycle de vie, depuis les essais initiaux jusqu'à la surveillance après autorisation de mise sur le marché.

Le site [ansm.sante.fr](#) présente l'Agence et son action. Cette convention est en cours de renouvellement.

2.7.2 La Haute Autorité de santé

La Haute Autorité de santé (HAS), autorité administrative indépendante créée en 2004, a pour mission essentielle le maintien d'un système de santé solidaire et le renforcement de la qualité des soins, au bénéfice des patients. Le site [has-sante.fr](#) présente la Haute Autorité et son action. Une convention ASN-HAS existe depuis 2008; elle a été renouvelée le 2 mars 2021 pour six ans. Un plan d'action ASN-HAS est annexé à cette convention et fait l'objet de mises à jour régulières.

2.7.3 L'Institut national du cancer

L'Institut national du cancer (INCa), créé en 2004, a pour mission essentielle la coordination des actions de lutte contre le cancer. Le site [e-cancer.fr](#) présente l'Institut et son action. Des échanges réguliers ont lieu entre l'INCa et l'ASN.

2.8 LES AUTORITÉS DE SÛRETÉ : UNE COMPARAISON INTERNATIONALE

Le tableau 2 décrit le statut et les activités des autorités de sûreté. En matière de statut, la plupart des autorités sont des agences gouvernementales ou des agences indépendantes. Sur le plan des activités, la plupart d'entre elles contrôlent l'ensemble du spectre des activités nucléaires, y compris en matière de protection contre la malveillance (à l'exception de la France pour les actes de malveillance).

TABLEAU 3 Répartition des contributions des exploitants

EXPLOITANT	MONTANT POUR 2023 (en millions d'euros)			
	TAXE INB	TAXES ADDITIONNELLES DÉCHETS ET STOCKAGE	CONTRIBUTION SPÉCIALE ANDRA	CONTRIBUTION AU PROFIT DE L'IRSN
EDF	530,60	96,67	63,00	47,48
Orano-Framatome	18,00	6,20	4,00	5,62
CEA	4,36	16,68	12,33	6,94
Andra	5,41	3,30	–	0,40
Autres	1,25	1,67	–	0,71
Total	559,62	124,51	79,33	61,14

3 Le financement du contrôle de la sûreté nucléaire et de la radioprotection

Depuis 2000, l'ensemble des moyens en personnel et en fonctionnement concourant à l'exercice des missions confiées à l'ASN provient du budget général de l'État.

Dans la loi de finances 2023, le montant du budget de l'ASN (action 9 du programme 181 « Prévention des risques ») était de 71,62 M€ en crédits de paiement. Il comprenait 53,79 M€ au titre des dépenses de personnel et 17,83 M€ en crédits de paiement au titre des crédits de fonctionnement, des services centraux et des 11 divisions territoriales de l'ASN et des crédits d'intervention.

Les moyens budgétaires de l'ASN se répartissent sur cinq programmes de politiques publiques différents :

- l'action 9 « Contrôle de la sûreté nucléaire et de la radioprotection » du programme 181 « Prévention des risques » porte les effectifs et les crédits de personnel de l'ASN ainsi que les dépenses de fonctionnement, d'investissement et d'intervention engagées au titre de la réalisation de ses missions ;
- en outre, un certain nombre de charges relatives au fonctionnement (du siège et des divisions) sont intégrées dans les programmes supports du ministère de l'Économie, des Finances et de la Souveraineté industrielle et numérique (programme 218), du ministère de la Transition écologique et de la Cohésion des territoires (programme 217) et du Secrétariat général du Gouvernement (programme 354). Le patrimoine de l'ASN sur ces différents programmes, tant en matière d'actes réalisés pour l'ASN que de crédits, ne peut être connu avec précision en raison du caractère global et mutualisé de ces programmes ;
- enfin, en application des dispositions de l'article L. 592-14 du code de l'environnement, « *L'Autorité de sûreté nucléaire est consultée par le Gouvernement sur la part de la subvention de l'État à l'IRSN correspondant à la mission d'appui technique apporté par cet Institut à l'Autorité.* » Ces crédits d'appui à l'ASN sont inscrits sur l'action 11 « Recherche dans le domaine des risques »

du programme 190 « Recherche dans les domaines de l'énergie, du développement et de la mobilité durables ».

Le budget global de l'IRSN pour 2023 s'élevait à 298 M€, dont 85,1 M€ consacrés à l'action d'appui technique à l'ASN. Les crédits de l'IRSN pour l'appui technique à l'ASN proviennent pour partie (43,7 M€) du programme 190 (voir ci-après). L'autre partie (41,4 M€) provient d'une contribution due par les exploitants nucléaires. Cette contribution a été mise en place dans le cadre de la loi de finances rectificative du 29 décembre 2010. Par ailleurs, compte tenu d'un accroissement de dépenses lié aux effets d'inflation (portant principalement sur les niveaux de rémunération, ainsi que sur le fonctionnement) affectant l'ensemble des activités de l'IRSN, dont l'appui technique à l'ASN, des moyens de financement complémentaires au travers du recours au fonds de roulement de l'établissement ont été mobilisés.

Au total, en 2022, le budget de l'État consacré à la transparence et au contrôle de la sûreté nucléaire et de la radioprotection en France s'est élevé à 311,87 M€.

À titre de repère, le montant des taxes recouvrées par l'ASN s'est élevé en 2023 à 763,46 M€ :

- 559,62 M€ au titre des taxes sur les INB (versés au budget général de l'État) ;
- 124,51 M€ au titre des taxes additionnelles « accompagnement », « stockage » et « recherche » (affectés à divers établissements dont l'Andra, communes et GIP) ;
- 79,33 M€ au titre de la contribution spéciale pour la gestion des déchets radioactifs (affectés à l'Andra).

Cette structure complexe de financement nuit à la lisibilité globale du coût du contrôle. Elle conduit par ailleurs à des difficultés en matière de préparation, d'arbitrage et d'exécution budgétaires.

4 Perspectives

L'année 2024 sera marquée par le projet de rapprochement de l'ASN et de l'IRSN. Ce projet implique des modifications législatives et réglementaires qui seront examinées au Parlement au cours du premier semestre de l'année. Parallèlement, et afin d'être prêts au 1^{er} janvier 2025, des groupes de travail mis en place conjointement par l'ASN et l'IRSN travailleront à élaborer un schéma d'organisation. Ce schéma doit permettre de mieux tirer parti des moyens et des synergies des deux structures. L'ensemble des personnels à des degrés divers seront associés à la construction de cette future Autorité. Le dialogue social se fera à la fois au travers des instances sociales existantes et de la création à cet effet d'une CCPF.

La MRI, créée en 2023, poursuivra sa montée en charge afin de contrôler les nouveaux projets de PRM, à vocation industrielle ou de prototype expérimental.

En matière de compétences, et dans la continuité de la mise en œuvre du PSP, l'ASN poursuivra ses efforts en matière d'adaptation de celles-ci aux nouveaux enjeux afin de renforcer le contrôle des facteurs organisationnels et humains, de la gestion de projets, ainsi que des capacités industrielles des exploitants et de leurs fournisseurs.

En matière budgétaire et financière, les travaux porteront conjointement avec les autres services de l'État sur la définition d'un programme budgétaire sous-jacent au projet de fusion.

En matière d'expertise, le travail de mobilisation des différents GPE se poursuivra au regard de l'accroissement du volume des instructions à enjeux comme le projet Nuward, le 4^e réexamen périodique des réacteurs de 1 300 MWe, l'EPR 2 ou bien encore le projet Cigéo.

TABEAU 4 Structuration budgétaire des crédits consacrés à la transparence et au contrôle de la sûreté nucléaire et de la radioprotection en France

MISSION	PROGRAMME	ACTION	NATURE	RESSOURCES BUDGÉTAIRES				RECETTES	
				LFI 2022 AE (M€)	LFI 2022 CP (M€)	LFI 2023 AE (M€)	LFI 2023 CP (M€)	TAXE 2023 SUR LES INB (M€)	
Mission ministérielle Écologie, développement et aménagement durables	Programme 181: Prévention des risques	Action 9: Contrôle de la sûreté nucléaire et de la radioprotection	Dépenses de personnel (y compris les salariés mis à disposition)	50,67	50,67	53,79	53,79	559,62	
			Dépenses de fonctionnement et d'intervention	12,93	17,63	13,13	17,83		
			Total	63,60	68,30	66,92	71,62		
		Action 1: Prévention des risques technologiques et des pollutions	Fonctionnement (évaluation) du Haut Comité pour la transparence et l'information sur la sécurité nucléaire	0,15	0,15	0,15	0,15		
			Sous-total	63,75	68,45	67,07	71,77		
Mission ministérielle Direction de l'action du Gouvernement	Programme 217: Conduite et pilotage des politiques de l'écologie, du développement et de la mobilité durables	-	Une partie du fonctionnement mutualisé des 11 divisions territoriales de l'ASN (immobilier, etc.)	Les crédits consacrés à l'ASN sur ces différents programmes ne sont pas identifiables en raison du caractère global et mutualisé de ces programmes					
	Programme 354: Administration territoriale de l'État								
Mission interministérielle Gestion des finances publiques et des ressources humaines	Programme 218: Conduite et pilotage des politiques économique et financière	-	Une partie du fonctionnement mutualisé des services centraux de l'ASN						
Mission interministérielle Recherche et enseignement supérieur	Programme 190: Recherche dans les domaines de l'énergie, du développement et de l'aménagement durables	Sous-action 11-2 (axe 3): Institut de radioprotection et de sûreté nucléaire	Activités d'appui technique de l'IRSN à l'ASN	41,80	41,80	43,70	43,70		
		Sous-action 11-2 (3 autres axes): Institut de radioprotection et de sûreté nucléaire	-	129,00	129,00	135,70	135,70		
Contribution annuelle au profit de l'IRSN instituée par l'article 96 de la loi n° 2010-1658 du 29 décembre 2010 de finances rectificative pour 2010 dédiée aux activités de l'IRSN (hors appui technique à l'ASN)			-	19,36	19,36	19,27	19,27		
Contribution annuelle au profit de l'IRSN instituée par l'article 96 de la loi n° 2010-1658 du 29 décembre 2010 de finances rectificative pour 2010 dédiée aux activités d'appui technique de l'IRSN à l'ASN			-	41,73	41,73	41,43	41,43		
			Sous-total	231,89	231,89	240,10	240,10	559,62	
Total général (hors IRSN et programmes 217, 218 et 354)				147,28	151,98	152,20	156,90	559,62	
Total général ASN et IRSN (hors programmes 217, 218 et 354)				295,64	300,34	307,17	311,87		

Le bail de l'ASN a été renouvelé par anticipation pour une durée ferme de 9 ans en 2021. L'engagement a été réalisé en 2021 pour un montant total de 38,3 M€, montant qui prend en compte le loyer, les charges et les taxes prévisionnelles, ce qui explique le montant exceptionnel d'autorisations d'engagement par rapport aux autres années.

SOMMAIRE

1

p.146

Vérifier que l'exploitant assume ses responsabilités

- 1.1 Les principes de la mission de contrôle de l'ASN
- 1.2 Le champ du contrôle des activités nucléaires

2

p.147

Proportionner le contrôle aux enjeux

- 2.1 Le contrôle réalisé par l'ASN
- 2.2 Le contrôle interne de la radioprotection par les utilisateurs de sources de rayonnements ionisants
- 2.2.1 Le contrôle interne des exploitants d'installations nucléaires de base
- 2.3 L'agrément d'organismes et de laboratoires

3

p.150

Réaliser un contrôle efficace

- 3.1 L'inspection
 - 3.1.1 Les objectifs et les principes de l'inspection
 - 3.1.2 Les moyens mis en œuvre pour l'inspection
 - 3.1.3 L'inspection des installations nucléaires de base et des équipements sous pression
 - 3.1.4 L'inspection du transport de substances radioactives
 - 3.1.5 L'inspection dans le nucléaire de proximité
 - 3.1.6 Le contrôle des organismes et laboratoires agréés par l'ASN
 - 3.1.7 Le contrôle des expositions au radon et aux rayonnements naturels
- 3.2 L'analyse des démonstrations fournies par l'exploitant
 - 3.2.1 L'analyse des dossiers transmis par les exploitants des installations nucléaires de base
 - 3.2.2 L'instruction des demandes prévues par le code de la santé publique
- 3.3 Les enseignements tirés des événements significatifs
 - 3.3.1 La démarche de détection et d'analyse des anomalies
 - 3.3.2 La mise en œuvre de la démarche
 - 3.3.3 L'enquête technique menée en cas d'incident ou d'accident concernant une activité nucléaire
 - 3.3.4 Le bilan statistique des événements
- 3.4 La sensibilisation des professionnels et la coopération avec les autres administrations
- 3.5 L'information sur l'action de contrôle de l'ASN

4

p.158

Contrôler l'impact des activités nucléaires et surveiller la radioactivité de l'environnement

- 4.1 Le contrôle des rejets et de l'impact environnemental et sanitaire des activités nucléaires
 - 4.1.1 Le suivi et le contrôle des rejets
 - 4.1.2 L'évaluation de l'impact radiologique des activités nucléaires
 - 4.1.3 Les contrôles effectués dans le cadre européen
- 4.2 La surveillance de l'environnement
 - 4.2.1 Le réseau national de mesure de la radioactivité de l'environnement
 - 4.2.2 L'objet de la surveillance de l'environnement
 - 4.2.3 Le contenu de la surveillance
 - 4.2.4 La surveillance de l'environnement sur le territoire national par l'IRSN
- 4.3 Des laboratoires agréés par l'ASN pour garantir la qualité des mesures
 - 4.3.1 La procédure d'agrément des laboratoires
 - 4.3.2 La commission d'agrément
 - 4.3.3 Les conditions d'agrément

5

p.164

Les contrôles liés aux contrefaçons, falsifications et suspicions de fraudes, et le traitement des signalements

- 5.1 Le contrôle relatif aux contrefaçons, falsifications et suspicions de fraudes
- 5.2 Le traitement des signalements

6

p.166

Relever et faire corriger les écarts

- 6.1 Les mesures de coercition et les sanctions administratives
- 6.2 Les suites données aux infractions pénales



Le contrôle des activités nucléaires et des expositions aux rayonnements ionisants



03

En France, le responsable d'une activité nucléaire doit en assurer la sûreté et ne peut déléguer cette responsabilité. Il doit assurer une surveillance permanente de son activité et du matériel utilisé. Compte tenu des risques liés aux [rayonnements ionisants](#) pour les personnes et l'environnement, l'État exerce un contrôle des activités nucléaires, qu'il a confié à l'Autorité de sûreté nucléaire (ASN). Dans un souci d'efficacité administrative, l'ASN s'est également vu confier le contrôle de la [réglementation](#) en matière d'environnement et d'équipements sous pression (ESP) dans les installations nucléaires de base (INB).

Le [contrôle des activités nucléaires](#) est une mission fondamentale de l'ASN. Son objectif vise, en premier lieu, à s'assurer que tout responsable

d'activité nucléaire assume effectivement ses obligations. L'ASN développe une vision du contrôle qui porte tant sur les aspects matériels qu'organisationnels et humains. Elle concrétise son action de contrôle, à la suite des évaluations de la sûreté et de la radioprotection dans chaque secteur d'activité, par des décisions, des prescriptions, des documents de suite d'inspection et, le cas échéant, des sanctions.

Les priorités du contrôle sont définies au regard des risques intrinsèques à l'activité, des moyens que ses responsables mettent en œuvre pour les maîtriser et de leur comportement. Dans les domaines prioritaires, l'ASN doit renforcer son contrôle. À l'inverse, pour des enjeux faibles, elle doit savoir réduire son contrôle et le faire explicitement.

1 Vérifier que l'exploitant assume ses responsabilités

1.1 LES PRINCIPES DE LA MISSION DE CONTRÔLE DE L'ASN

Le contrôle de l'ASN vise, en premier lieu, à s'assurer que les responsables d'activité assument effectivement leurs obligations et respectent les exigences de la réglementation relative à la sûreté nucléaire et à la radioprotection pour protéger les personnes et l'environnement des risques liés à la radioactivité et à l'exploitation des installations nucléaires.

Il s'applique à toutes les phases de l'exercice de l'activité, y compris, pour les installations nucléaires, à la phase de démantèlement :

- avant l'exercice par l'exploitant d'une activité soumise à autorisation, par un examen et une analyse des dossiers, documents et informations fournis par l'exploitant pour justifier son projet au regard de la sûreté et de la radioprotection. Ce contrôle vise à s'assurer du caractère pertinent et suffisant des informations et de la démonstration fournies ;
- pendant l'exercice de l'activité, par des visites, des inspections, un contrôle des interventions de l'exploitant présentant des enjeux importants, l'analyse des bilans fournis par l'exploitant et des événements significatifs. Ce contrôle comprend l'analyse des justifications apportées par l'exploitant.

L'ASN applique un principe de proportionnalité pour guider son action afin d'adapter le champ, les modalités et l'intensité de son contrôle aux enjeux en matière de protection des personnes et de l'environnement.

Le contrôle s'exerce le cas échéant avec l'appui de l'Institut de radioprotection et de sûreté nucléaire ([IRSN](#)).

1.2 LE CHAMP DU CONTRÔLE DES ACTIVITÉS NUCLÉAIRES

L'[article L. 592-22 du code de l'environnement](#) dispose que l'ASN assure le contrôle du respect des règles générales et des prescriptions particulières en matière de sûreté et de radioprotection auxquelles sont soumis :

- les exploitants d'INB ;
- les fabricants et exploitants d'équipements sous pression nucléaires (ESPN) utilisés dans les INB ;
- les responsables d'activités de transport de substances radioactives (TSR) ;
- les responsables d'activités comportant un risque d'exposition des personnes et des travailleurs aux rayonnements ionisants, y compris les applications médicales des rayonnements ionisants ;
- les personnes responsables de la mise en œuvre de mesures de surveillance de l'exposition aux rayonnements ionisants, telles que les organismes et laboratoires agréés ;
- les exploitants nucléaires, leurs fournisseurs, prestataires ou sous-traitants lorsqu'ils réalisent des activités importantes pour la protection des personnes et de l'environnement en dehors du périmètre des INB. Le chapitre 10 détaille les actions particulières de l'ASN en 2023 concernant l'inspection de la chaîne d'approvisionnement des centrales nucléaires.

Ces personnes ou entités sont dénommées « exploitants » dans ce chapitre.

Par ailleurs, au sein des INB, les inspecteurs de l'ASN disposent des droits et prérogatives dévolus aux inspecteurs de l'environnement pour le contrôle des dispositions relatives à la protection de l'environnement.

L'ASN contrôle également [les organismes et les laboratoires](#) qu'elle agréée dans le but de participer aux contrôles et à la veille en matière de sûreté et de radioprotection.

Enfin, l'ASN exerce la mission d'[inspection du travail](#) dans les centrales nucléaires (voir chapitre 10).

2 Proportionner le contrôle aux enjeux

L'ASN s'attache à organiser son [action de contrôle](#) de manière proportionnée aux enjeux présentés par les activités. Elle adopte une démarche d'amélioration continue de ses pratiques de contrôle afin de conforter l'efficacité et la qualité de ses actions. Elle exploite le retour d'expérience (REX) de plus de 40 ans de contrôle des activités nucléaires et les échanges de bonnes pratiques avec ses [homologues étrangères](#).

L'exploitant est le principal acteur du contrôle de ses activités.

L'ASN réalise le contrôle des activités nucléaires par ses actions :

- d'inspection, en général sur site ou dans un service contrôlé, ou auprès des transporteurs de substances radioactives. Elle consiste à vérifier, par sondage, la conformité d'une situation donnée à un référentiel réglementaire ou technique mais aussi, éventuellement, à évaluer les pratiques de l'exploitant par rapport aux meilleures pratiques actuelles ;
- d'autorisation, après analyse de la démonstration du demandeur prouvant que ses activités sont maîtrisées sur le plan de la radioprotection et de la sûreté ;
- de REX notamment par l'instruction des événements significatifs ;
- d'agrément d'organismes et de laboratoires participant aux mesures de radioactivité et aux contrôles de la radioprotection ainsi que d'habilitation d'organismes pour le contrôle des appareils à pression ;
- de présence sur le terrain, fréquente également en dehors des inspections ;
- de concertation avec les organisations professionnelles (syndicats, ordres professionnels, sociétés savantes, etc.).

La réalisation de certains contrôles par des organismes et des laboratoires, qui présentent les garanties nécessaires validées par un agrément ou une habilitation de l'ASN, contribue au contrôle exercé sur les activités nucléaires.

2.1 LE CONTRÔLE RÉALISÉ PAR L'ASN

L'exploitant a la charge de fournir à l'ASN l'information nécessaire à son contrôle. Cette information, par son volume et sa qualité, doit permettre à l'ASN d'analyser les démonstrations techniques présentées par l'exploitant et de cibler les inspections. Elle doit, par ailleurs, permettre de connaître et de suivre les événements importants qui marquent l'exploitation d'une activité nucléaire.

Le contrôle des installations nucléaires de base

La sûreté nucléaire recouvre l'ensemble des dispositions techniques et des mesures d'organisation relatives à la conception, à la construction, au fonctionnement, à l'arrêt et au démantèlement des INB, ainsi qu'au TSR, prises en vue de prévenir les accidents ou d'en limiter les effets. Cette notion intègre les mesures prises pour optimiser la gestion des déchets et des effluents.

La [sûreté des installations nucléaires](#) repose sur la mise en œuvre des principes suivants, définis par l'Agence internationale de l'énergie atomique (AIEA) dans ses principes fondamentaux de sûreté des installations nucléaires ([collection Sécurité n° 110](#)) puis repris en grande partie dans la [directive européenne sur la sûreté nucléaire du 8 juillet 2014](#) modifiant celle de 2009 :

- la responsabilité en matière de sûreté incombe en premier lieu à l'exploitant ;
- l'organisme en charge de la réglementation et du contrôle est indépendant de l'organisme chargé de promouvoir ou d'utiliser l'énergie nucléaire. Il doit détenir les responsabilités en matière d'autorisation, d'inspection et de mise en demeure, ainsi que l'autorité, les compétences et les ressources nécessaires pour exercer ses responsabilités. Aucune autre responsabilité ne doit compromettre sa responsabilité en matière de sûreté ou entrer en conflit avec elle.

En France, le [code de l'environnement](#) définit l'ASN comme l'organisme qui répond à ces critères, hormis pour les installations nucléaires et les activités [intéressant la défense](#) qui sont régies par les dispositions du [code de la défense](#).

L'[ordonnance n° 2016-128 du 10 février 2016](#), prise en application de la [loi n° 2015-992 du 17 août 2015](#) relative à la transition énergétique pour la croissance verte (loi TECV), a étendu le champ du contrôle exercé par l'ASN aux fournisseurs, prestataires ou sous-traitants des exploitants, y compris pour les activités mises en œuvre hors des INB.

Dans son action de contrôle, l'ASN s'intéresse aux équipements et matériels qui constituent les installations, aux personnes chargées de les exploiter, aux méthodes de travail et à l'organisation depuis les premières phases de la conception jusqu'au démantèlement. Elle examine les dispositions prises en matière de sûreté nucléaire ou de contrôle et de limitation des doses reçues par les personnes qui interviennent dans les installations, ainsi que les modalités de gestion des déchets, de contrôle des rejets d'effluents ou de protection de l'environnement.

Le contrôle des équipements sous pression

De nombreux circuits des installations nucléaires contiennent ou véhiculent des fluides sous pression. Ils sont soumis à ce titre à la réglementation relative aux ESP dont font partie les ESPN.

Le code de l'environnement dispose que l'ASN est l'autorité administrative compétente pour prendre les décisions individuelles et de [contrôle](#) du suivi en service des ESP implantés dans le périmètre d'une INB.

L'exploitation des ESP fait l'objet d'un contrôle qui porte en particulier sur les programmes de suivi en service, les contrôles non destructifs, les interventions de maintenance, le traitement des anomalies qui affectent ces circuits et les requalifications périodiques.

Par ailleurs, l'ASN évalue la conformité des ESPN neufs les plus importants aux exigences de la réglementation. Elle habilite et surveille les organismes chargés d'évaluer la conformité des autres ESPN.

Le contrôle du transport de substances radioactives

Le [transport](#) comprend toutes les opérations et conditions associées au mouvement des substances radioactives, telles que la conception des emballages, leur fabrication, leur entretien et leur réparation, et la préparation, l'envoi, le chargement, l'acheminement, y compris l'entreposage en transit, le déchargement et la réception au lieu de destination finale des chargements de substances radioactives et de colis.

Le contrôle des activités comportant un risque d'exposition aux rayonnements ionisants

En France, l'ASN remplit la mission d'élaboration et de contrôle de la réglementation technique concernant la [radioprotection](#).

Le champ du contrôle de la radioprotection par l'ASN comprend toutes les activités mettant en œuvre des rayonnements ionisants. L'ASN exerce cette mission le cas échéant conjointement avec d'autres services de l'État tels que l'inspection du travail, l'inspection des installations classées pour la protection de l'environnement (ICPE), les services du ministère chargé de la santé et l'Agence nationale de sécurité du médicament et des produits de santé (ANSM).

Cette action porte soit directement sur les utilisateurs de sources de rayonnements ionisants, soit sur des organismes agréés pour effectuer des contrôles et vérifications techniques de ces utilisateurs.

Les modalités de contrôle des acteurs de la radioprotection sont présentées dans le tableau 1. Elles ont évolué lors de la parution, en juin 2018, des décrets transposant la [directive européenne 2013/59/Euratom du 5 décembre 2013](#) fixant les normes de base relatives à la protection sanitaire contre les dangers résultant de l'exposition aux rayonnements ionisants.

Le contrôle de l'application du droit du travail dans les centrales nucléaires

L'ASN exerce les [missions d'inspection du travail](#) dans les 18 centrales nucléaires, le réacteur EPR en construction à Flamanville et 11 autres installations, pour la plupart des réacteurs en démantèlement. En effet, les actions de contrôle en matière de sûreté, de radioprotection et d'inspection du travail portent très souvent sur des thèmes communs, comme l'organisation des chantiers ou les conditions de recours à la sous-traitance.

Les inspecteurs du travail de l'ASN ont quatre missions essentielles :

- contrôler l'application de la législation du travail dans tous ses aspects (santé, sécurité et conditions de travail, enquêtes sur les accidents du travail, qualité de l'emploi et relations collectives) ;
- conseiller et informer les employeurs, les salariés et les représentants du personnel sur leurs droits et obligations et sur la législation du travail ;
- informer l'administration des évolutions du travail et des carences éventuelles de la législation ;
- faciliter la conciliation entre les parties.

Les inspecteurs du travail de l'ASN disposent des mêmes pouvoirs et mêmes prérogatives que les inspecteurs du travail de droit commun. Ils appartiennent au système d'inspection du travail dont l'autorité centrale est la Direction générale du travail.

Les missions des inspecteurs du travail sont fondées sur des normes internationales ([convention n° 81](#) de l'Organisation internationale du travail - OIT) et sur la réglementation nationale. L'ASN les exerce en relation avec les autres services de l'État, principalement les services du ministère chargé du travail.

L'ASN s'est dotée d'une organisation visant à faire face à ces enjeux. L'action des inspecteurs du travail de l'ASN (20 agents habilités inspecteurs du travail par l'ASN, représentant huit équivalents temps plein - ETP, dont deux ETP pour la mission inspection du travail) s'est renforcée sur le terrain depuis 2009, notamment lors des arrêts de réacteur, avec des visites de contrôle, des conseils lors des réunions des commissions santé, sécurité et conditions de

travail (CSSCT) et des commissions interentreprises sur la sécurité et les conditions de travail, ainsi que des entretiens réguliers avec les partenaires sociaux.

2.2 LES CONTRÔLES INTERNES EFFECTUÉS PAR LES EXPLOITANTS

2.2.1 Le contrôle interne des exploitants d'installations nucléaires de base

L'ASN a adopté en 2017 une décision ([n° 2017-DC-0616 du 30 novembre 2017](#)) qui précise les critères permettant de distinguer les modifications notables devant être soumises à autorisation de l'ASN de celles soumises à déclaration. Elle définit par ailleurs les exigences applicables à la gestion des modifications notables, notamment les modalités de contrôle interne que doivent mettre en œuvre les exploitants.

L'ASN contrôle la bonne application des dispositions prescrites par cette décision.

2.2.2 Le contrôle interne de la radioprotection par les utilisateurs de sources de rayonnements ionisants

Les dispositions des [articles R. 4451-40 à R. 4451-51 du code du travail](#) précisent les vérifications qui doivent être déclinées, durant la vie des équipements de travail, ou des installations, sous la forme de vérifications initiales (faites par un organisme accrédité), le cas échéant renouvelées, et de vérifications périodiques (effectuées par le conseiller en radioprotection - CRP).

2.3 L'AGRÈMENT D'ORGANISMES ET DE LABORATOIRES

L'ASN peut s'appuyer sur les résultats des contrôles réalisés par les organismes et laboratoires indépendants qu'elle agréé et dont elle surveille l'action.

L'[article L. 592-21 du code de l'environnement](#) dispose que l'ASN délivre les agréments requis aux organismes qui participent aux contrôles et à la veille en matière de sûreté ou de radioprotection. La [liste des organismes et laboratoires agréés](#) est disponible sur [asn.fr](#).

À ce titre, l'ASN agréé des organismes pour procéder aux contrôles techniques ou vérifications prévus par la réglementation dans les domaines qui relèvent de sa compétence :

- vérifications en radioprotection ;

TABEAU 1 Modalités de contrôle par l'ASN des différents acteurs de la radioprotection

	INSTRUCTION/AUTORISATION	INSPECTION	COOPÉRATION
Utilisateurs de sources de rayonnements ionisants	<ul style="list-style-type: none"> • Examen des dossiers prévus par le code de la santé publique (articles R. 1333-1 et suivants) • Visite avant mise en service, principalement dans le domaine médical • Réception de la déclaration, enregistrement ou délivrance de l'autorisation (article R. 1333-8) 	<ul style="list-style-type: none"> • Inspection de la radioprotection (article L. 1333-29 du code de la santé publique) 	<ul style="list-style-type: none"> • Élaboration avec les organisations professionnelles de guides de bonnes pratiques pour les utilisateurs de rayonnements ionisants
Organismes agréés pour les vérifications en radioprotection	<ul style="list-style-type: none"> • Examen des dossiers de demande d'agrément pour la réalisation des contrôles prévus à l'article R. 1333-172 du code de la santé publique • Audit de l'organisme • Délivrance de l'agrément 	<ul style="list-style-type: none"> • Contrôle de deuxième niveau : <ul style="list-style-type: none"> - contrôles approfondis au siège et dans les agences des organismes - contrôles de supervision inopinés sur le terrain 	<ul style="list-style-type: none"> • Élaboration avec les organisations professionnelles de règles de bonnes pratiques pour la réalisation des vérifications en radioprotection

01
02
03
04
05
06
07
08
09
10
11
12
13
14
15
AN

- mesures d'activité volumique du radon dans les établissements recevant du public (ERP);
- évaluations de la conformité d'ESPN et actions de contrôle des ESP en service.

Pour agréer les organismes qui en font la demande, l'ASN s'assure que ceux-ci réalisent les contrôles conformément à leurs obligations sur les plans technique, organisationnel et déontologique et dans les règles de l'art. Le respect de ces dispositions doit permettre d'obtenir et de maintenir le niveau de qualité requis.

L'ASN veille à tirer parti de la mise en place d'un agrément, notamment par des échanges réguliers avec les organismes qu'elle agréée et la remise obligatoire d'un rapport annuel. L'examen de ces rapports permet, d'une part, de s'assurer que les vérifications obligatoires ont bien lieu; d'autre part, d'interroger les exploitants sur les actions entreprises pour remédier aux éventuelles non-conformités.

En 2022, les organismes agréés pour les vérifications en radioprotection ont réalisé 28 439 vérifications, dont la répartition par type de source et par domaine figure dans le tableau 2. La raison principale de la baisse du nombre de vérifications est précisée par la suite.

Les rapports des vérifications réalisées dans chaque établissement par les organismes agréés pour les vérifications en radioprotection sont à la disposition et examinés par les agents de l'ASN lors :

- des renouvellements d'autorisations ou modifications soumises à autorisation de l'ASN;
- des inspections.

L'ASN agréée également des laboratoires pour procéder à des analyses lorsque l'utilisation des résultats requiert un haut niveau de qualité de la mesure. Elle procède ainsi à l'agrément de laboratoires pour la surveillance de la radioactivité dans l'environnement (voir point 4.3).

Par ailleurs, l'ASN agréée, après avis de la sous-commission permanente chargée du transport de marchandises dangereuses au sein du Conseil supérieur de la prévention des risques technologiques (CSPRT) :

- les organismes de formation des conducteurs de véhicules effectuant le transport de matières radioactives; deux organismes sont agréés;
- les organismes chargés d'attester la conformité des emballages conçus pour contenir 0,1 kg ou plus d'hexafluorure d'uranium (UF₆);
- les organismes chargés de l'homologation de type conteneurs-citernes et caisses mobiles citernes destinés au transport de marchandises dangereuses de la classe 7;
- les organismes chargés des contrôles initiaux et périodiques des citernes destinées au transport de marchandises dangereuses de la classe 7.

Deux organismes sont agréés pour l'homologation des conteneurs-citernes et l'attestation de conformité des emballages d'UF₆.

Au 31 décembre 2023 sont agréés ou habilités par l'ASN :

- dix organismes chargés des vérifications en radioprotection. Aucun agrément initial ou de renouvellement n'a été délivré au cours de l'année 2023;
- 77 organismes chargés de la mesure de l'activité volumique du radon dans les bâtiments (niveau 1) dont 15 sont également agréés pour identifier les sources et voies d'entrée et de transfert du radon dans les bâtiments (niveau 2). En 2023, 42 nouveaux agréments ou de renouvellement ont été délivrés, dont 34 de niveau 1 et huit de niveau 2;
- quatre organismes habilités pour les contrôles des ESPN dans le cadre de l'évaluation de la conformité des ESPN neufs;
- deux organismes habilités pour les contrôles des ESPN dans le cadre du suivi en service;
- trois organismes habilités pour les ESP et les récipients à pression simple dans le périmètre des INB (suivi en service);
- 18 services d'inspection habilités pour le suivi en service des ESP et des récipients à pression simple dans le périmètre des centrales nucléaires;
- 67 laboratoires pour les mesures de la radioactivité de l'environnement couvrant 966 agréments en cours de validité au 1^{er} janvier 2024, dont 149 agréments ou renouvellements délivrés ou maintenus au cours de l'année 2023.

Depuis 2020, la réglementation a progressivement restreint le champ d'intervention des organismes agréés en radioprotection (OARP) en déléguant les missions de vérification prévues par le code du travail à des organismes de vérification accrédités par le Comité français d'accréditation (Cofrac). La totalité de ces vérifications (codes du travail et de la santé publique) étaient effectuées dans la réglementation antérieure uniquement par les OARP. Par ailleurs, les vérifications du code de la santé publique ne concernent plus les INB. Le nombre d'OARP s'est fortement réduit en conséquence de ces évolutions réglementaires.

En 2023, la réglementation concernant les vérifications et prestations réalisées par les OARP a évolué.

Depuis le 1^{er} janvier 2023, l'[arrêté du 24 octobre 2022](#) relatif aux modalités et aux fréquences des vérifications des règles mises en place par le responsable d'une activité nucléaire a abrogé la décision n° 2010-DC-0175 de l'ASN du 4 février 2010 définissant les modalités de vérification des OARP. Ce texte modifie le champ des vérifications des OARP. L'arrêté s'applique aux activités nucléaires médicales et industrielles soumises aux régimes mentionnés à l'[article L. 1333-8 du code de la santé publique](#) lorsque ces activités génèrent des effluents ou des déchets contaminés par des radionucléides ou susceptibles de l'être, y compris par activation. Il ne s'applique pas aux activités nucléaires dont les seuls déchets générés sont des pièces activées indissociables d'un accélérateur de particules, tel que défini à l'annexe 13-7 au code de la santé publique. La [décision n°2022-DC-747 de l'ASN](#), entrée en vigueur le 5 février 2023, complète cet arrêté.

TABLEAU 2 Vérifications de radioprotection réalisées en 2022 par les organismes agréés pour les vérifications en radioprotection

	MÉDICAL	VÉTÉRINAIRE	RECHERCHE/ ENSEIGNEMENT	INDUSTRIE HORS INB	INB	TOTAL
Sources scellées	128	0	353	13 072	724	14 277
Sources non scellées	133	0	223	12 471	83	12 910
Générateurs électriques de rayonnements ionisants mobiles	228	0	1	60	0	289
Générateurs électriques de rayonnements ionisants fixes	249	4	204	497	7	961
Accélérateurs de particules	0	0	0	2	0	2
Total	738	4	781	26 102	814	28 439

Cette décision définit les règles précisées dans l'arrêté du 24 octobre 2022, que le responsable d'une activité nucléaire est tenu de faire vérifier par un OARP. Cette décision s'appuie sur des règles définies dans la [décision n° 2008-DC-0095 de l'ASN du 29 janvier 2008](#), fixant les règles techniques auxquelles doit satisfaire l'élimination des effluents et des déchets contaminés par les radionucléides, ou susceptibles de l'être du fait d'une activité nucléaire, ainsi que dans la [décision n° 2014-DC-0463 du 23 octobre 2014](#) relative aux règles techniques minimales de

conception, d'exploitation et de maintenance des installations de médecine nucléaire *in vivo*.

Enfin, la décision n° 2010-DC-0191 de l'ASN du 22 juillet 2010 a été remplacée par la [décision n° 2022-DC-0748](#) entrée en vigueur le 5 février 2023. Cette décision fixe les conditions et les modalités d'agrément des organismes chargés des vérifications mentionnées à l'[article R. 1333-172 du code de la santé publique](#).

3 Réaliser un contrôle efficace

3.1 L'INSPECTION

3.1.1 Les objectifs et les principes de l'inspection

L'[inspection](#) conduite par l'ASN s'appuie sur les principes suivants :

- l'inspection vise à vérifier le respect des dispositions dont la réglementation impose l'application. Elle vise aussi à l'évaluation de la situation au regard des enjeux de sûreté nucléaire et de radioprotection ; elle cherche à identifier les bonnes pratiques, les pratiques perfectibles, et à apprécier les évolutions possibles de la situation ;
- l'inspection est modulée dans son étendue et sa profondeur en fonction des risques intrinsèques à l'activité et de leur prise en compte effective par les responsables d'activité ;
- l'inspection n'est ni systématique ni exhaustive, elle procède par échantillonnage et se concentre sur les sujets présentant les enjeux les plus forts.

3.1.2 Les moyens mis en œuvre pour l'inspection

Pour une meilleure efficacité, l'action de l'ASN est organisée sur la base :

- d'inspections, selon une fréquence déterminée, des activités nucléaires et des thèmes qui présentent des enjeux sanitaires et environnementaux forts ;
- d'inspections d'autres activités nucléaires déterminées en fonction des actualités (REX, signalements, contexte montrant des difficultés, etc.) ;
- de contrôles des organismes et laboratoires agréés.

Les inspections peuvent être inopinées ou annoncées à l'exploitant quelques semaines avant. Elles se déroulent principalement sur site ou au cours des activités (chantier, opération de transport, etc.). Elles peuvent également concerner les services centraux ou d'études des grands exploitants nucléaires, les ateliers ou bureaux d'études des sous-traitants, les chantiers de construction, les usines ou les ateliers de fabrication des différents composants importants pour la sûreté.

L'ASN met en œuvre différents types d'inspections :

- les inspections courantes, le plus souvent d'une journée à deux inspecteurs ;
- les inspections renforcées, qui consistent en un examen approfondi d'un thème ciblé par une équipe d'inspecteurs plus nombreuse que pour une inspection courante ;
- les [inspections de revue](#), qui se déroulent sur plusieurs jours et qui portent sur plusieurs thèmes, mobilisent une dizaine d'inspecteurs. Elles ont pour objet de procéder à des examens approfondis et sont pilotées par des inspecteurs expérimentés ;
- les inspections avec prélèvements et mesures. Elles permettent d'assurer, sur les rejets et dans l'environnement des installations, un contrôle par échantillonnage indépendant de celui de l'exploitant ;

- les inspections sur événement, menées à la suite d'événements significatifs particuliers ;
- les inspections de chantier, qui permettent d'assurer une présence importante de l'ASN sur les sites à l'occasion des arrêts de réacteur ou de travaux particuliers, notamment en phase de construction ou de démantèlement ;
- les campagnes d'inspections, regroupant des inspections réalisées sur plusieurs installations similaires, en suivant un canevas déterminé.

L'inspection du travail dans les centrales nucléaires donne lieu à différents types d'interventions¹⁾ qui portent notamment sur :

- le contrôle de l'application du code du travail par EDF et les entreprises extérieures dans les centrales nucléaires (interventions de contrôle qui comprennent les inspections) ;
- la participation à des réunions de CSSCT, de comités sociaux et économiques et de commissions interentreprises sur la sécurité et les conditions de travail (chantier EPR) ;
- la réalisation d'enquêtes sur demande, sur plainte ou sur information à la suite desquelles les inspecteurs peuvent prendre des décisions prévues par la réglementation du travail, telles que l'arrêt de travaux ou l'obligation de vérification d'équipements de travail par un organisme accrédité.

Des contrôles à distance peuvent être réalisés par les inspecteurs, pouvant être couplés à des inspections sur site. Cet outil est adapté à certaines thématiques d'inspections. Toutefois, l'inspection sur site reste le mode de contrôle préférentiel. Seuls quelques pour cent des inspections sont réalisés à distance chaque année.

La mise en place de ces modalités de contrôle à distance en 2020 a conduit l'ASN à modifier les indicateurs relatifs aux inspections. Pour ce type d'inspection, l'examen critique de documents transmis par un responsable d'activité nucléaire, réalisé lors des phases de préparation des inspections sur site, devient prépondérant. Il n'est dès lors plus possible de discerner la préparation de l'inspection, impliquant cet examen documentaire, de l'inspection elle-même.

Par conséquent, les paragraphes suivants présenteront le nombre de jours.inspecteur correspondant aux inspections sur site et le nombre d'inspections à distance. Le nombre de jours.inspecteur dans ces paragraphes n'est donc pas directement comparable à celui des années antérieures à 2020, car il ne reflète que le temps passé sur site sans prendre en compte les inspections à distance.

Par ailleurs, le tableau 5 (voir page 152) présente le nombre total de jours.inspecteur consacrés aux inspections, que celles-ci soient réalisées sur site, à distance, ou selon des modalités mixtes.

L'ASN adresse à l'exploitant une [lettre de suite d'inspection](#), publiée sur [asn.fr](#), qui formalise :

- le constat d'écart entre la situation observée lors de l'inspection et les textes réglementaires ou les documents établis par l'exploitant en application de la réglementation ;

1. L'intervention est l'unité représentative de l'activité habituellement utilisée par l'inspection du travail.

- des anomalies ou des points qui nécessitent des justifications complémentaires;
- les bonnes pratiques ou pratiques perfectibles sans être directement opposables.

Les demandes figurant dans les lettres de suite peuvent concerner aussi bien des demandes d'actions correctives que d'informations complémentaires au regard des écarts constatés lors des inspections.

La lettre de suite priorise les actions demandées par l'ASN afin que les exploitants puissent également mettre en œuvre une approche graduée dans le traitement des écarts relevés et pilotent au mieux les moyens dont ils disposent.

La réalisation effective des actions demandées par l'ASN fait l'objet d'un suivi proportionné aux enjeux. Ainsi, les demandes d'actions à traiter prioritairement font l'objet d'un contrôle exhaustif à l'horizon de l'échéance. Les autres demandes font l'objet d'un suivi par échantillonnage, selon des modalités adaptées (contrôle documentaire, inspection de suivi, etc.).

Les non-conformités relevées lors d'une inspection peuvent faire l'objet de sanctions administratives ou pénales (voir point 6).

Certaines inspections sont réalisées avec l'appui d'un ou plusieurs représentants de l'IRSN spécialistes de l'installation contrôlée ou du thème technique de l'inspection.

Les inspecteurs de l'ASN

L'ASN dispose d'inspecteurs désignés et habilités par son président, en application de l'article L. 596-2 du code de l'environnement pour les inspecteurs de la sûreté nucléaire et de l'article L. 1333-29 du code de la santé publique pour les inspecteurs de la radioprotection, dès lors qu'ils ont acquis les compétences juridiques et techniques nécessaires par leur expérience professionnelle, le compagnonnage ou les formations.

Les inspecteurs prêtent serment et sont astreints au secret professionnel. Ils exercent leur activité de contrôle sous l'autorité du directeur général de l'ASN et disposent d'outils pratiques (guides d'inspection, outils d'aide à la décision) régulièrement mis à jour.

Dans une démarche d'amélioration continue, l'ASN favorise par ailleurs l'échange et l'intégration de bonnes pratiques issues d'autres organismes de contrôle :

- en organisant au plan international des échanges d'inspecteurs entre autorités de sûreté, pour le temps d'une inspection ou pour une durée plus longue qui peut aller jusqu'à une mise à disposition de plusieurs années. Ainsi, après en avoir constaté

l'intérêt, l'ASN a adopté le modèle des inspections de revue décrit précédemment. En revanche, elle n'a pas opté pour le système de l'inspecteur résidant sur un site nucléaire, estimant que ses inspecteurs doivent travailler dans une structure d'une taille suffisante pour permettre le partage d'expérience et participer à des contrôles d'exploitants et d'installations différents afin d'avoir une vue élargie de ce domaine d'activité. Ce choix permet également une plus grande clarté dans l'exercice des responsabilités respectives de l'exploitant et du contrôleur;

- en accueillant des inspecteurs formés à d'autres pratiques de contrôle. L'ASN encourage l'intégration dans ses services d'inspecteurs provenant d'autres autorités de contrôle, telles que les Directions régionales de l'environnement, de l'aménagement et du logement (Dreal), l'ANSM, les agences régionales de santé (ARS), etc. Elle propose également l'organisation d'inspections conjointes avec ces autorités sur les activités qui entrent dans leur champ de compétences communes;
- en organisant la participation de ses agents à des inspections sur des sujets, dans des régions et des domaines différents, pour favoriser notamment l'homogénéité de ses pratiques. Chaque inspecteur de l'ASN en région participe chaque année à au moins une inspection réalisée dans une région différente.

Le tableau 3 présente l'effectif des inspecteurs qui est de 307 au 31 décembre 2023. Certains agents sont inspecteurs dans plusieurs domaines de contrôle et tous les chefs d'entité opérationnelle et leurs adjoints cumulent les fonctions d'encadrement et d'inspection.

Les inspections sont réalisées majoritairement par les inspecteurs en poste dans les divisions territoriales, qui représentent 51 % des inspecteurs de l'ASN. Les 150 inspecteurs en poste dans les directions participent aux inspections de l'ASN dans leur domaine de compétence; ils représentent 49% de l'effectif des inspecteurs et ont réalisé 20% des inspections en 2023, l'essentiel de leur activité se concentrant sur l'instruction de dossiers.

Comme indiqué précédemment, l'ASN améliore continuellement l'efficacité de son contrôle en ciblant et en modulant ses inspections en fonction de l'importance des enjeux pour la protection des personnes et de l'environnement.

En 2023, les inspecteurs de l'ASN ont réalisé 1790 inspections au total, représentant 4 136 hommes.jours d'inspection sur le terrain. Environ 1% des inspections a été réalisé à distance. La répartition par domaine d'activité est précisée dans le tableau 4.

TABLEAU 3 Répartition des inspecteurs par domaine de contrôle au 31 décembre 2023

CATÉGORIES D'INSPECTEURS	DIRECTIONS	DIVISIONS	TOTAL
Inspecteurs de la sûreté nucléaire	130	111	241
<i>dont inspecteurs de la sûreté nucléaire pour le transport</i>	<i>17</i>	<i>39</i>	<i>56</i>
Inspecteurs de la radioprotection	37	98	135
Inspecteurs du travail	3	19	22
Inspecteurs tous domaines confondus	150	157	307

TABLEAU 4 Nombre d'inspections par domaine en 2023

INSTALLATION NUCLEAIRE DE BASE (HORS EQUIPEMENTS SOUS PRESSION)	EQUIPEMENTS SOUS PRESSION	TRANSPORT DE SUBSTANCES RADIOACTIVES	NUCLEAIRE DE PROXIMITE	ORGANISMES ET LABORATOIRES AGREES	TOTAL
718	147	88	771	66	1790

Le programme d'inspection de l'ASN

Pour assurer une répartition des moyens d'inspection de manière proportionnée aux enjeux des différentes installations et activités en matière de sûreté et de radioprotection, l'ASN établit chaque année un programme prévisionnel d'inspections, en tenant compte des enjeux en matière de contrôle (voir point 3.1). Les bilans des actions prioritaires de l'année sont présentés dans les chapitres dédiés aux installations et activités nucléaires. Par exemple, une campagne d'inspection sur la maîtrise de la bonne configuration des circuits de fluides et électriques des réacteurs nucléaires a été menée en 2023. Ses conclusions sont détaillées au chapitre 10.

Ce programme n'est communiqué ni aux exploitants ni aux responsables d'activités nucléaires.

L'ASN assure un suivi de l'exécution du programme et des suites données aux inspections grâce à des bilans périodiques. Ce suivi permet d'évaluer les activités contrôlées et d'alimenter le dispositif d'amélioration continue du processus d'inspection.

L'information relative aux inspections

L'ASN informe le public des suites données aux inspections par la mise en ligne des [lettres de suite d'inspection](#) sur [asn.fr](#).

Par ailleurs, au terme de chaque inspection de revue, l'ASN publie une [note d'information](#) sur [asn.fr](#).

3.1.3 L'inspection des installations nucléaires de base et des équipements sous pression

En 2023, 2458 jours-inspecteur ont été consacrés à l'inspection sur site des INB et des ESP, correspondant à 856 inspections. Parmi celles-ci, 21 % ont été réalisées de façon inopinée. De plus, neuf inspections ont été conduites à distance.

Le travail d'inspection sur le terrain est réparti en 1257 jours-inspecteur dans les centrales nucléaires (401 inspections sur site), 841 jours-inspecteur dans les autres INB (313 inspections sur site), c'est-à-dire principalement les installations du « cycle du combustible », installations de recherche et installations en démantèlement, et 360 pour les ESP (142 inspections sur site).

Les inspections à distance se répartissent ainsi : trois inspections pour les centrales nucléaires, une inspection pour les autres INB et cinq inspections pour les ESP.

Trois inspections de revue ont été réalisées en 2023 sur la [centrale nucléaire de Nogent-sur-Seine](#) et l'[EPR de Flamanville](#), ainsi que sur le site de [Romans-sur-Isère](#) exploité par Framatome, ce qui correspond à 144 jours-inspecteurs sur site.

Par ailleurs, les inspecteurs du travail de l'ASN ont mené 477 interventions lors de 149 journées d'inspection dans les centrales nucléaires.

3.1.4 L'inspection du transport de substances radioactives

En 2023, 148 jours-inspecteur ont été consacrés par l'ASN à l'inspection sur site des activités de transport, correspondant à 87 inspections sur site. Parmi celles-ci, 14 % ont été réalisées de façon inopinée. Par ailleurs, une inspection à distance a été réalisée.

3.1.5 L'inspection dans le nucléaire de proximité

L'ASN organise son action de contrôle de façon proportionnée aux enjeux radiologiques, présentés par l'utilisation des rayonnements ionisants, et cohérente avec l'action des autres services d'inspection.

En 2023, 1429 jours-inspecteur ont été consacrés aux inspections dans les activités du nucléaire de proximité sur site, correspondant à 768 inspections, dont 6 % inopinées, auxquelles s'ajoutent trois inspections à distance. Ce travail d'inspection a été réparti notamment dans les domaines médical, industriel, vétérinaire, de la recherche ou de la radioactivité naturelle.

3.1.6 Le contrôle des organismes et laboratoires agréés par l'ASN

L'ASN exerce sur les organismes et laboratoires agréés un contrôle de second niveau. Il comprend, outre l'instruction du dossier de demande et la délivrance de l'agrément, des actions de surveillance telles que :

- des audits d'agrément (audit initial ou de renouvellement) ;
- des contrôles pour s'assurer que l'organisation et le fonctionnement de l'organisme sont conformes aux exigences applicables ;
- des contrôles de supervision, le plus souvent inopinés, pour s'assurer que les agents de l'organisme interviennent dans des conditions satisfaisantes.

En 2023, 100 jours-inspecteur ont été consacrés au contrôle d'organismes et de laboratoires agréés, correspondant à 57 inspections, dont 21 % étaient inopinées, auxquelles s'ajoutent neuf inspections à distance.

TABLEAU 5 Répartition par thème des jours d'inspection sur site en 2023

PAR DOMAINE	NOMBRE DE JOURS-INSPECTEUR	NOMBRE D'INSPECTIONS RÉALISÉES SUR SITE
Installation nucléaire de base/Réacteur à eau sous pression	1257	401
Installation nucléaire de base/Laboratoires usines déchets et démantèlement	841	313
Installation nucléaire de base/Équipements sous pression	360	142
Nucléaire de proximité/Industrie	467	255
Nucléaire de proximité/Médical	794	400
Nucléaire de proximité/Radioactivité naturelle	39	32
Nucléaire de proximité/Sites et sols pollués	5	4
Nucléaire de proximité/Recherche	91	54
Nucléaire de proximité/Vétérinaire	25	19
Nucléaire de proximité/Autre	6	4
Transport de substances radioactives	148	87
Organismes agréés/Laboratoires agréés	100	57
Total (*)	4136	1768

* L'utilisation d'arrondis sur les différents nombres résulte en un total légèrement différent de la somme de chaque ligne.

3.1.7 Le contrôle des expositions au radon et aux rayonnements naturels

L'ASN exerce également un contrôle de la radioprotection dans des lieux où l'exposition des personnes aux rayonnements naturels peut être renforcée du fait du contexte géologique sous-jacent (radon dans les ERP et dans les lieux de travail).

Contrôler les expositions au radon

L'[article R. 1333-33 du code de la santé publique](#) prévoit que les mesurages de l'activité volumique du radon dans les ERP sont réalisés soit par l'IRSN, soit par des organismes agréés par l'ASN. Ces mesures sont à effectuer entre le 15 septembre d'une année donnée et le 30 avril de l'année suivante.

L'[article R. 4451-44 du code du travail](#) prévoit que les vérifications initiales de la concentration d'activité au radon, dans les zones délimitées au titre du radon, lorsqu'elle est requise, sont réalisées par des organismes accrédités.

Contrôler la radioactivité naturelle des eaux de consommation

Le contrôle de la radioactivité naturelle des eaux de consommation est exercé par les ARS. Les modalités de ces contrôles tiennent compte des recommandations émises par l'ASN et reprises dans la [circulaire de la Direction générale de la santé du 13 juin 2007](#).

Les résultats des contrôles sont conjointement exploités par l'ASN et les services du ministère chargé de la santé.

3.2 L'ANALYSE DES DÉMONSTRATIONS FOURNIES PAR L'EXPLOITANT

Les dossiers fournis par l'exploitant ont pour but de démontrer que les objectifs fixés par la réglementation technique générale, ainsi que ceux qu'il s'est lui-même fixés, sont respectés. L'ASN est amenée à vérifier le caractère suffisamment complet du dossier et la qualité de la démonstration.

L'instruction de ces dossiers peut conduire l'ASN à accepter ou non les propositions de l'exploitant, à exiger des compléments d'information ou des études, voire la réalisation de travaux de mise en conformité.

3.2.1 L'analyse des dossiers transmis par les exploitants des installations nucléaires de base

L'examen des documents justificatifs produits par les exploitants et les réunions techniques organisées avec eux constituent l'une des formes du contrôle exercé par l'ASN.

Chaque fois qu'elle le juge nécessaire, l'ASN recueille l'avis d'[appuis techniques](#), dont le principal est l'IRSN. L'évaluation de sûreté implique en effet la collaboration de nombreux spécialistes, ainsi qu'une coordination efficace afin de dégager les points essentiels relatifs à la sûreté et à la radioprotection.

L'évaluation de l'IRSN s'appuie sur des échanges techniques approfondis avec les équipes des exploitants qui conçoivent et exploitent les installations. Elle est également fondée sur des études et des programmes de recherche et développement consacrés à la prévention des risques et à l'amélioration des connaissances sur les accidents. Pour certains dossiers, l'ASN demande l'avis du groupe permanent d'experts (GPE) compétent; pour les autres dossiers, les analyses de sûreté font l'objet d'avis de l'IRSN transmis directement à l'ASN. La manière dont l'ASN requiert l'avis d'un appui technique et, le cas échéant, d'un GPE est décrite au chapitre 2.

Au stade de la conception et de la construction, l'ASN analyse avec l'aide de son appui technique les rapports de sûreté, qui décrivent et justifient les principes de conception, les calculs de dimensionnement des systèmes et des équipements, leurs règles d'utilisation et d'essais, l'organisation de la qualité mise en place par le maître d'ouvrage et ses fournisseurs. Elle analyse également l'étude d'impact environnemental de l'installation. L'ASN contrôle la construction et la fabrication des ouvrages et des équipements, notamment ceux du circuit primaire principal et des circuits secondaires principaux des réacteurs à eau sous pression (REP). Elle contrôle selon les mêmes principes les colis destinés au TSR.

Une fois l'installation nucléaire mise en service, après autorisation de l'ASN, toutes les modifications de l'installation ou de son mode d'exploitation, apportées par l'exploitant, de nature à affecter la sécurité, la santé et la salubrité publiques ou la protection de l'environnement sont déclarées à l'ASN ou soumises à son autorisation. Par ailleurs, l'exploitant doit procéder à des réexamens périodiques afin d'actualiser l'appréciation de l'installation en tenant compte de l'évolution des techniques et de la réglementation, ainsi que du REX. Les conclusions de ces réexamens sont soumises par l'exploitant à l'ASN qui peut fixer de nouvelles prescriptions pour la poursuite du fonctionnement.

Les autres dossiers transmis par les exploitants d'INB

Un volume important de dossiers concerne des thèmes spécifiques comme la protection contre l'incendie, la gestion du combustible des REP, les relations avec les prestataires, etc.

L'exploitant fournit aussi périodiquement des rapports d'activité, ainsi que des bilans sur les prélèvements d'eau, les rejets liquides et gazeux et sur les déchets produits.

3.2.2 L'instruction des demandes prévues par le code de la santé publique

Il appartient à l'ASN d'instruire les demandes de détention et d'utilisation de sources de rayonnements ionisants dans les domaines médical et industriel. L'ASN traite également les procédures prévues en cas d'acquisition, de distribution, d'importation, d'exportation, de cession, de reprise et d'élimination de sources radioactives. Elle s'appuie notamment sur les rapports de contrôle des organismes agréés et les comptes-rendus d'exécution des mesures prises pour remédier aux non-conformités constatées lors de ces contrôles.

Outre les vérifications conduites sous la responsabilité des établissements et les contrôles périodiques prévus par la réglementation, l'ASN procède à ses propres contrôles lors de l'instruction des demandes.

3.3 LES ENSEIGNEMENTS TIRÉS DES ÉVÉNEMENTS SIGNIFICATIFS

3.3.1 La démarche de détection et d'analyse des anomalies

Historique

Les conventions internationales ratifiées par la France (alinéa VI de l'article 19 de la [Convention sur la sûreté nucléaire du 20 septembre 1994](#); alinéa V de l'article 9 de la [Convention commune sur la sûreté de la gestion du combustible usé et sur la sûreté de la gestion des déchets radioactifs du 5 septembre 1997](#)) imposent aux exploitants d'INB de mettre en œuvre un système fiable de détection précoce et de déclaration des anomalies qui peuvent survenir, telles que des défaillances de matériels ou des erreurs d'application des règles d'exploitation. Dix ans avant, l'[arrêté «qualité» du 10 août 1984](#) imposait déjà un tel système en France.

L'ASN a élaboré trois guides qui définissent les principes et rappellent les obligations des exploitants en matière de déclaration des incidents et accidents :

- le [Guide du 21 octobre 2005](#) regroupe les dispositions applicables aux exploitants d'INB. Il concerne les événements significatifs qui intéressent la sûreté nucléaire (ESS), la radioprotection (ESR) et la protection de l'environnement (ESE) applicables aux INB ;
- le [Guide n° 11](#) du 7 octobre 2009, mis à jour en juillet 2015, regroupe les dispositions applicables aux responsables d'activités nucléaires telles que définies par l'article L. 1333-1 du code de la santé publique et aux chefs d'établissements dans lesquels sont utilisés des rayonnements ionisants (activités médicales, industrielles et de recherche mettant en œuvre des rayonnements ionisants) ;
- le [Guide n° 31](#) décrit les modalités de déclaration des événements liés au transport des substances radioactives (voir chapitre 9). Ce guide est applicable depuis le 1^{er} juillet 2017.

Ces [guides](#) sont consultables sur asn.fr.

Qu'est-ce qu'un événement significatif ?

La détection, par les responsables des activités où sont utilisés des rayonnements ionisants, des événements (écarts, anomalies, incidents, etc.) et la mise en œuvre des mesures correctives décidées après analyse jouent un rôle fondamental en matière de prévention des accidents. Par exemple, EDF détecte et analyse plusieurs centaines d'anomalies chaque année pour chaque réacteur.

La hiérarchisation des anomalies doit permettre un traitement prioritaire des plus importantes d'entre elles. La réglementation a défini une catégorie d'anomalies appelée « événement significatif ». Ces événements sont suffisamment importants en matière de sûreté, d'environnement ou de radioprotection pour justifier que l'ASN en soit rapidement informée et qu'elle reçoive ultérieurement une analyse plus complète. Les événements significatifs doivent obligatoirement lui être déclarés, ainsi que le prévoit l'[arrêté du 7 février 2012](#) (article 2.6.4), le code de la santé publique (articles L. 1333-13, R. 1333-21 et 22), le code du travail (article R. 4451-74) et les textes réglementaires relatifs au TSR (par exemple, l'[accord européen pour le transport de marchandises dangereuses par la route](#)).

Les critères de déclaration aux pouvoirs publics des événements jugés significatifs tiennent compte :

- des conséquences réelles ou potentielles sur les travailleurs, le public, les patients ou l'environnement, des événements pouvant survenir en matière de sûreté ou de radioprotection ;
- des principales causes techniques, humaines ou organisationnelles ayant entraîné la survenue d'un tel événement.

Ce processus de déclaration s'inscrit dans une démarche d'amélioration continue de la sûreté et de la radioprotection. Il nécessite la participation active de tous les acteurs (utilisateurs de rayonnements ionisants, transporteurs, etc.) à la détection et à l'analyse des écarts.

Il permet aux autorités :

- de s'assurer que l'exploitant a procédé à une analyse pertinente de l'événement et a pris les dispositions appropriées pour corriger la situation et éviter son renouvellement ;
- de faire bénéficier d'autres responsables d'activités similaires du [REX](#) de l'événement.

Ce système n'a pas pour objet l'identification ou la sanction d'une personne ou d'un intervenant.

Par ailleurs, le nombre et le classement sur l'échelle internationale des événements nucléaires et radiologiques (*International Nuclear and Radiological Event Scale - INES*) des événements significatifs survenus dans une installation nucléaire ne sont pas, à eux seuls, des indicateurs du niveau de sûreté de l'installation. En effet, d'une part, la classification sur un niveau donné est réductrice et ne suffit pas à rendre compte de la complexité d'un événement ; d'autre part, le nombre d'événements recensés dépend du taux de déclaration. L'évolution du nombre d'événements ne reflète donc pas non plus l'évolution du niveau de sûreté.

3.3.2 La mise en œuvre de la démarche

La déclaration d'un événement

L'exploitant d'une INB ou la personne responsable d'un TSR est tenu de déclarer dans les meilleurs délais à l'ASN et, le cas échéant, à l'autorité administrative, les accidents ou incidents survenus du fait du fonctionnement de cette installation ou de ce transport qui sont de nature à porter une atteinte significative aux intérêts mentionnés à l'[article L. 593-1 du code de l'environnement](#).

De même, le responsable d'une activité nucléaire doit déclarer tout événement pouvant conduire à une exposition accidentelle ou non intentionnelle des personnes aux rayonnements ionisants et susceptible de porter une atteinte significative aux intérêts protégés.

Selon les dispositions du code du travail, l'employeur est tenu de déclarer les événements significatifs affectant ses travailleurs. Lorsque le chef d'une entreprise exerçant une activité nucléaire fait intervenir une entreprise extérieure ou un travailleur non salarié, les événements significatifs concernant les travailleurs sont déclarés conformément aux plans de prévention et aux accords conclus en application des dispositions de l'[article R. 4451-35 du code du travail](#).

Le déclarant apprécie l'urgence de la déclaration au regard de la gravité avérée ou potentielle de l'événement et de la rapidité de réaction nécessaire pour éviter une aggravation de la situation ou limiter les conséquences de l'événement. Le délai de déclaration de deux jours ouvrés (quatre jours pour les événements significatifs pour le TSR), mentionné dans les guides de déclaration de l'ASN, n'a pas lieu d'être lorsque les conséquences de l'événement nécessitent une intervention des pouvoirs publics.

Lorsqu'un même événement concerne potentiellement plusieurs installations, il est qualifié de « générique ». L'exemple le plus courant est un défaut lié à un matériel installé sur plusieurs réacteurs nucléaires (voir chapitre 10). Dans ce cas, l'ASN analyse l'événement comme un événement unique, le traitement étant principalement commun aux installations affectées. Ce processus suit les [recommandations de l'AIEA](#), qui précisent qu'une déclaration unique peut être appropriée en cas d'événement affectant la défense en profondeur et touchant plusieurs installations similaires.

L'exploitation de la déclaration par l'ASN

L'ASN analyse la déclaration initiale pour vérifier la mise en œuvre des dispositions correctives immédiates, décider de la réalisation d'une inspection sur le site afin d'analyser l'événement de manière approfondie et préparer, s'il y a lieu, l'information du public.

La déclaration est complétée dans les deux mois par un rapport faisant part des conclusions que l'exploitant tire de l'analyse de l'événement et des mesures qu'il prend pour améliorer la sûreté ou la radioprotection et éviter le renouvellement de l'événement. Ces informations sont prises en compte par l'ASN et son appui technique, l'IRSN, pour l'élaboration du programme d'inspection et lors des réexamens périodiques de la sûreté des INB.

L'ASN s'assure que l'exploitant a procédé à une analyse pertinente de l'événement, et a pris les dispositions appropriées pour corriger la situation et en éviter le renouvellement et a diffusé le REX.

L'examen de l'ASN porte sur le respect des règles en vigueur en matière de détection et de déclaration des événements significatifs, les dispositions immédiates techniques, organisationnelles ou humaines prises par l'exploitant pour maintenir ou amener l'installation dans un état sûr ainsi que sur la pertinence de l'analyse fournie.

L'ASN et l'IRSN effectuent aussi un examen plus global du REX des événements. Les comptes rendus d'événements significatifs et les bilans périodiques transmis par les exploitants, ainsi que l'évaluation qui en est faite par l'ASN et l'IRSN constituent une base du REX. L'examen du REX peut conduire à des demandes de l'ASN d'amélioration de l'état des installations et de l'organisation adoptée par l'exploitant, mais également à des évolutions de la réglementation.

Le REX comprend les événements qui se produisent en France et à l'étranger, dans les installations nucléaires ou présentant des risques non radiologiques, si leur prise en compte est pertinente pour renforcer la sûreté ou la radioprotection.

3.3.3 L'enquête technique menée en cas d'incident ou d'accident concernant une activité nucléaire

L'ASN a le pouvoir de diligenter une enquête technique en cas d'incident ou d'accident dans une activité nucléaire. Cette enquête consiste à collecter et analyser les informations utiles, sans préjudice de l'enquête judiciaire éventuelle, afin de déterminer les circonstances et les causes certaines ou possibles de l'événement et, si nécessaire, d'établir les recommandations nécessaires. Les [articles L. 592-35](#) et suivants du [code de l'environnement](#) donnent à l'ASN le pouvoir de constituer la mission d'enquête, d'en déterminer la composition (agents ASN et personnes extérieures), de définir l'objet et l'étendue des investigations et d'accéder aux éléments nécessaires en cas d'enquête judiciaire.

Le [décret n° 2007-1572 du 6 novembre 2007](#) relatif aux enquêtes techniques sur les accidents ou incidents concernant une activité nucléaire précise la procédure à mettre en œuvre. Elle s'appuie sur les pratiques établies par les autres bureaux d'enquête et tient compte des spécificités de l'ASN, notamment son indépendance, ses missions propres, sa capacité à imposer des prescriptions ou à prendre des sanctions.

3.3.4 Le bilan statistique des événements

En 2023, 2018 événements significatifs ont été déclarés à l'ASN :

- 1 164 événements significatifs concernant la sûreté nucléaire, la radioprotection, l'environnement et le transport interne de matières dangereuses dans les INB dont 1 098 sont classés sur l'échelle INES (86 événements de niveau 1 et deux événements de niveau 2). Parmi ces événements, 16 événements significatifs ont été classés comme des « événements génériques », c'est-à-dire qu'ils concernent plusieurs réacteurs, dont un au niveau 2 de l'échelle INES;
- 86 événements significatifs concernant le TSR sur la voie publique (deux événements de niveau 1 sur l'échelle INES);
- 768 ESR pour le nucléaire de proximité, dont 201 classés sur l'échelle INES (25 événements de niveau 1).

Les graphiques 1 à 6 (voir pages 156 et 157) détaillent les événements significatifs déclarés à l'ASN en 2023 en les distinguant selon les critères de déclaration pour chaque domaine d'activité.

En 2023, deux événements ont été classés au niveau 2 sur l'échelle INES.

Le premier concerne [la présence d'une fissure de profondeur importante sur le circuit d'injection de sécurité du réacteur 1 de la centrale de Penly](#) détectée dans le cadre du plan d'action défini à la suite de la découverte de fissures de corrosion sous contrainte à la fin de l'année 2021. Il s'inscrit dans le cadre de l'événement générique concernant ce phénomène et qui a fait l'objet de nombreuses publications par l'ASN. L'événement fait l'objet d'un encadré au chapitre 10 (voir page 301).

Le second concerne [la contamination externe d'un intervenant à la centrale nucléaire de Cattenom](#) conduisant au dépassement de la limite annuelle réglementaire pour la dose équivalente reçue par la peau. Cet événement est également abordé plus en détail au chapitre 10 (voir page 317).

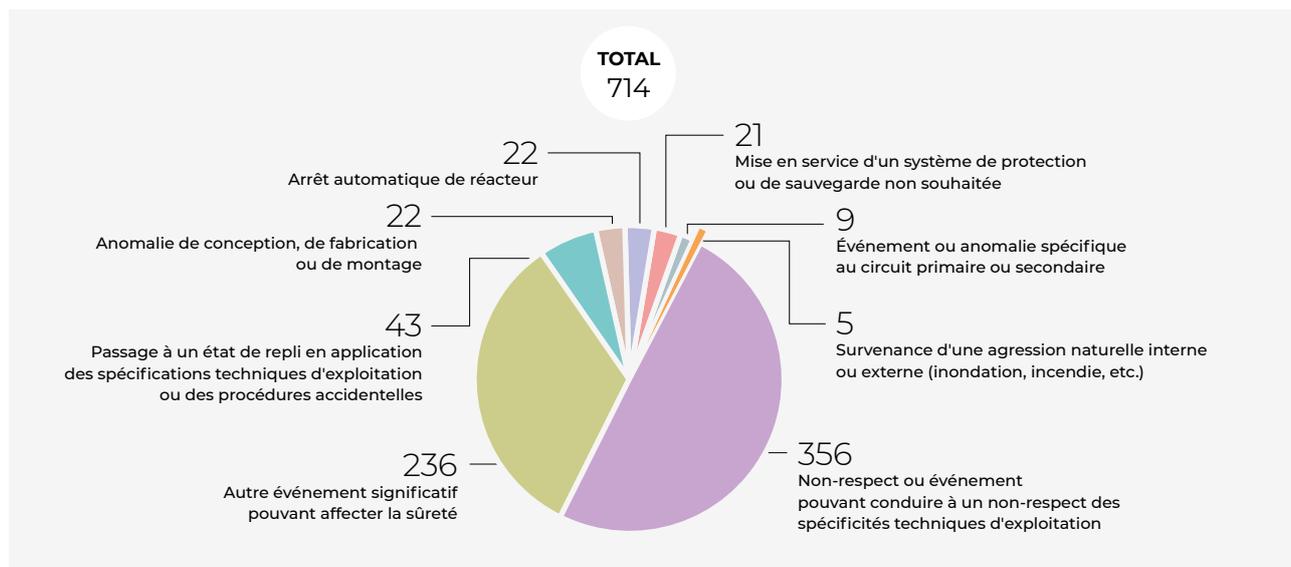
En outre, un événement déclaré en 2022, concernant [la contamination d'un salarié d'un service de médecine nucléaire](#), a été reclassé au niveau 2 de l'échelle INES en 2023 à la suite d'analyses ayant démontré le dépassement en une fois de la limite réglementaire d'exposition à la peau.

TABLEAU 6 Nombre d'événements significatifs classés sur l'échelle INES entre 2018 et 2023

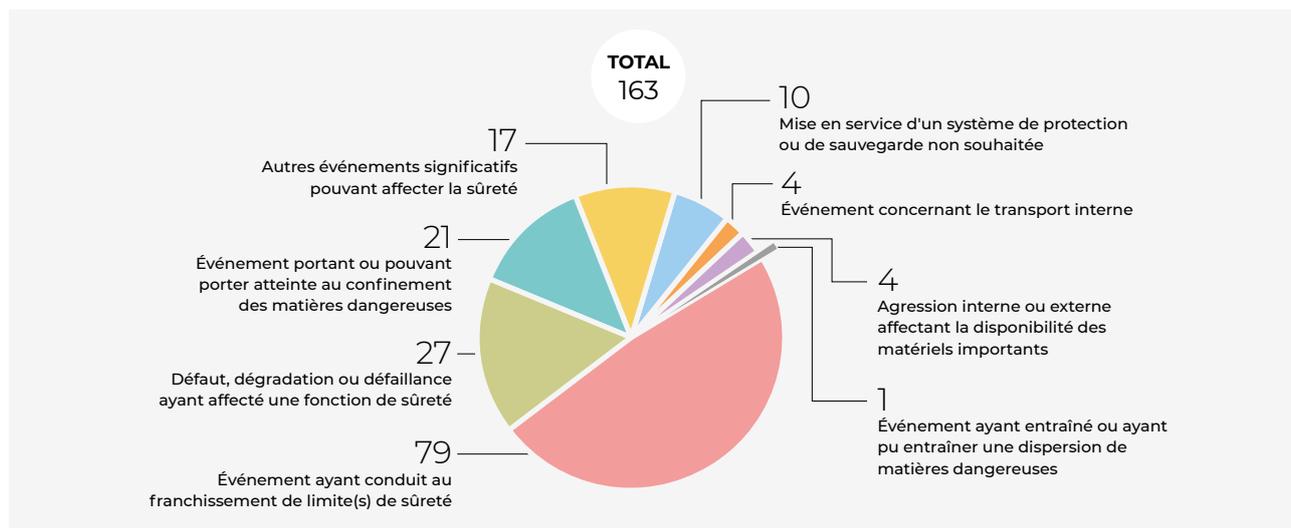
		2018	2019	2020	2021	2022	2023
Installations nucléaires de base	Niveau 0	989	1 057	1 033	1 068	985	1 010
	Niveau 1	103	112	107	103	97	86
	Niveau 2	0	3	2	1	0	2
	Niveau 3 et +	0	0	0	0	0	0
	Total	1 092	1 172	1 142	1 172	1 082	1 098
Nucléaire de proximité (médical et industriel)	Niveau 0	143	142	135	177	163 ^(*)	176
	Niveau 1	22	35	24	33	37 ^(*)	25
	Niveau 2	0	2	1	0	2 ^(*)	0
	Niveau 3 et +	0	0	0	0	0	0
	Total	165	179	160	210	202	201
Transport de substances radioactives	Niveau 0	88	85	71	80	76	84
	Niveau 1	3	4	4	4	12	2
	Niveau 2	0	0	0	0	0	0
	Niveau 3 et +	0	0	0	0	0	0
	Total	91	89	75	84	88	86
Total général		1 348	1 440	1 377	1 466	1 372	1 385

* Seules les données relatives aux événements significatifs classés niveau 1 et plus sur l'échelle INES ont été mises à jour (à la suite des reclassements effectués l'année suivant celle de la déclaration).

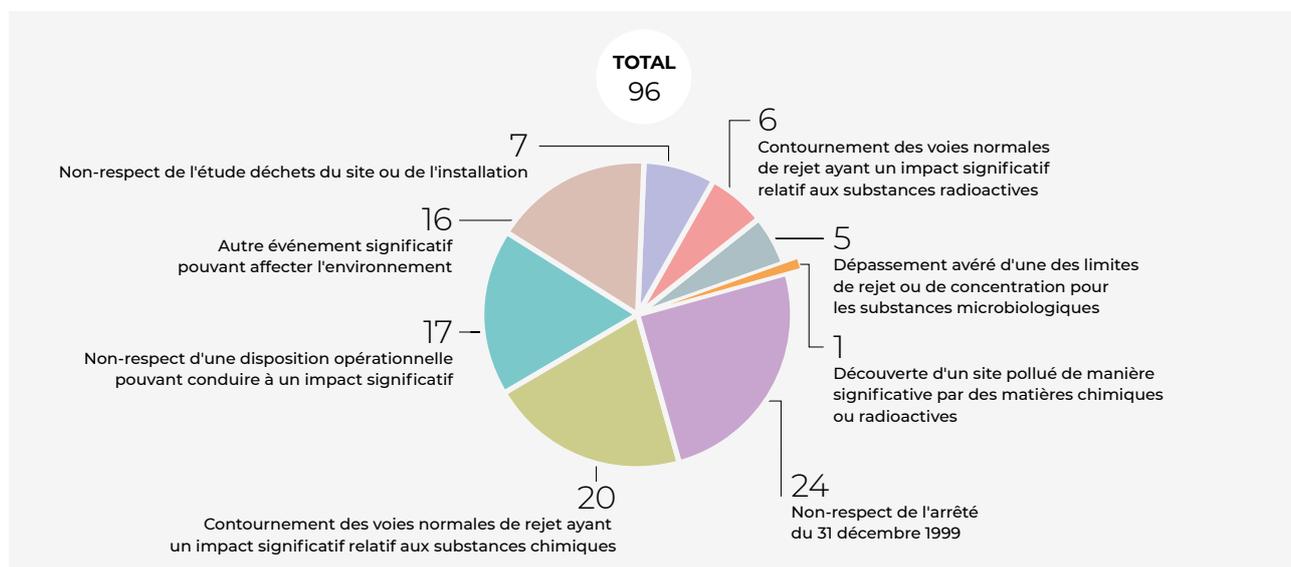
GRAPHIQUE 1 Événements impliquant la sûreté dans les centrales nucléaires déclarés en 2023



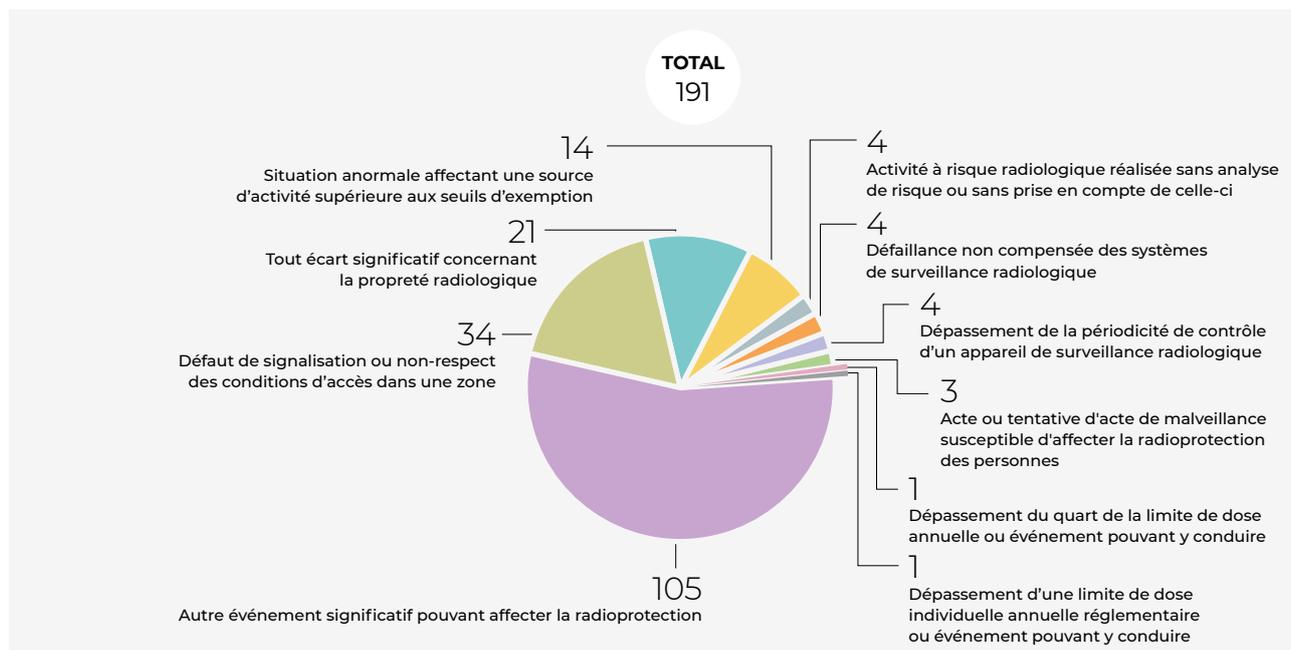
GRAPHIQUE 2 Événements impliquant la sûreté dans les INB autres que les centrales nucléaires déclarés en 2023



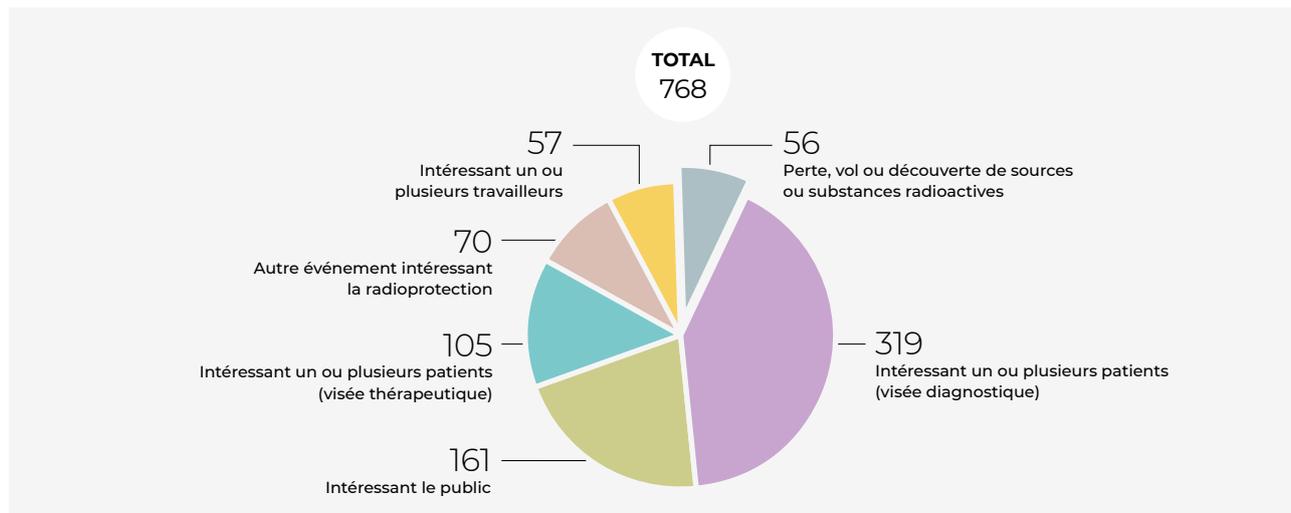
GRAPHIQUE 3 Événements significatifs relatifs à l'environnement dans les INB déclarés en 2023



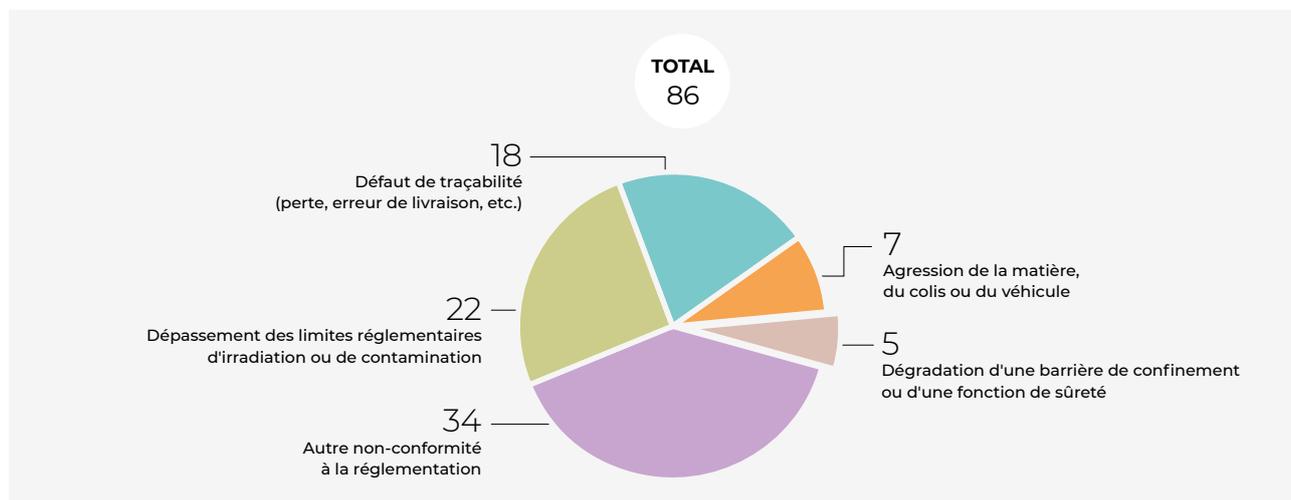
GRAPHIQUE 4 Événements impliquant la radioprotection dans les INB déclarés en 2023



GRAPHIQUE 5 Événements impliquant la radioprotection (hors INB et TSR) déclarés en 2023



GRAPHIQUE 6 Événements impliquant le transport de substances radioactives déclarés en 2023



Comme indiqué précédemment, ces données doivent être utilisées avec précaution : elles ne constituent pas à elles seules un indicateur de sûreté. L'ASN encourage les exploitants à la déclaration des incidents, ce qui contribue à la transparence et au partage d'expérience.

La répartition des événements significatifs classés sur l'échelle INES est précisée dans le tableau 6 (voir page 155). L'échelle INES n'étant pas applicable aux événements significatifs intéressant les patients, le classement sur l'[échelle ASN-SFRO](#)⁽²⁾ des événements significatifs intéressant un ou plusieurs patients en radiothérapie est précisé au chapitre 7.

De même, les événements significatifs relatifs à l'environnement, mais impliquant les substances non radiologiques, ne sont pas couverts par l'échelle INES. Ils sont caractérisés comme étant « hors échelle INES ».

3.4 LA SENSIBILISATION DES PROFESSIONNELS ET LA COOPÉRATION AVEC LES AUTRES ADMINISTRATIONS

L'action de contrôle est complétée par des [actions de sensibilisation](#) qui visent à faire connaître la réglementation et à la décliner dans des termes pratiques adaptés aux différentes professions. L'ASN souhaite encourager et accompagner les initiatives des organisations professionnelles qui entreprennent cette démarche par l'établissement de guides de bonnes pratiques et d'informations professionnelles.

L'ASN édite des fiches « [Éviter l'accident](#) » ayant pour objectif de partager ses analyses du REX.

La sensibilisation passe également par des actions concertées avec d'autres administrations et organismes qui contrôlent les mêmes installations, mais avec des prérogatives distinctes. On peut citer l'inspection du travail, l'inspection des dispositifs médicaux par l'ANSM, l'inspection des activités médicales confiée aux corps techniques du ministère chargé de la santé, ou le contrôle général des armées qui exerce le contrôle des activités relevant du nucléaire de proximité au ministère des Armées.

3.5 L'INFORMATION SUR L'ACTION DE CONTRÔLE DE L'ASN

Attentive à la coordination des services de l'État, l'ASN informe les autres services de l'administration intéressés par son programme de contrôle, des suites de ses contrôles, des sanctions prises à l'encontre des exploitants et des événements significatifs.

Pour assurer la transparence du contrôle qu'elle exerce, l'ASN informe le public par la mise en ligne sur [asn.fr](#) :

- de ses [décisions](#) ;
- des [lettres de suite d'inspection](#) pour toutes les activités qu'elle contrôle ;
- des [agrément et habilitations](#) qu'elle délivre ou refuse ;
- des [avis d'incidents](#) ;
- du bilan des [arrêts de réacteur](#) ;
- de ses [publications thématiques](#).

4 Contrôler l'impact des activités nucléaires et surveiller la radioactivité de l'environnement

4.1 LE CONTRÔLE DES REJETS ET DE L'IMPACT ENVIRONNEMENTAL ET SANITAIRE DES ACTIVITÉS NUCLÉAIRES

4.1.1 Le suivi et le contrôle des rejets

L'[arrêté INB du 7 février 2012](#) et la [décision n° 2013-DC-0360 de l'ASN du 16 juillet 2013](#) modifiée fixent les prescriptions générales applicables à toute INB encadrant leurs prélèvements d'eau et leurs rejets de substances radioactives ou chimiques. En complément de ces dispositions, l'ASN a défini, dans sa [décision n° 2017-DC-0588 du 6 avril 2017](#), les modalités de prélèvement et de consommation d'eau, de rejet d'effluents et de surveillance de l'environnement applicables spécifiquement aux REP. Cette décision a été homologuée par le ministre de la Transition écologique et solidaire par [arrêté du 14 juin 2017](#).

Outre les dispositions générales précitées, des décisions de l'ASN fixent, pour chaque installation, les prescriptions particulières qui lui sont applicables, notamment les limites de prélèvement d'eau et de rejet de substances radioactives ou chimiques.

La surveillance des rejets des INB

La surveillance des rejets d'une installation relève en premier lieu de la responsabilité de l'exploitant. Les prescriptions de l'ASN encadrant les rejets prévoient les contrôles minimaux que l'exploitant doit mettre en œuvre. Cette surveillance s'exerce sur les effluents liquides ou gazeux (suivi de l'activité des rejets ou des concentrations et flux de substances chimiques rejetées, caractérisation de certains effluents avant rejet, etc.) et sur l'environnement à proximité de

l'installation (contrôles au cours du rejet, prélèvements d'air, d'eau, de lait, d'herbe, etc.), sur l'ensemble des paramètres pertinents pour caractériser l'impact de l'installation sur les personnes et l'environnement. Les résultats de cette surveillance sont consignés dans des registres transmis chaque mois à l'ASN.

Par ailleurs, les exploitants d'INB transmettent régulièrement à un laboratoire indépendant, pour analyse contradictoire, un certain nombre de prélèvements réalisés sur les rejets. Les résultats de ces contrôles, dits « contrôles croisés », sont communiqués à l'ASN. Ce programme de contrôles croisés, défini par l'ASN, permet de s'assurer du maintien dans le temps de la justesse des mesures réalisées par les laboratoires des exploitants.

Les inspections menées par l'ASN

L'ASN s'assure, grâce à des inspections dédiées, que les exploitants respectent bien les dispositions réglementaires qui leur incombent en matière de maîtrise des rejets et d'impact environnemental et sanitaire de leurs installations. Chaque année, elle réalise environ 90 inspections de ce type, qui se répartissent entre les thèmes suivants :

- prévention des pollutions, maîtrise des nuisances et maîtrise des risques non radiologiques ;
- prélèvements d'eau et rejets d'effluents, surveillance des rejets et de l'environnement ;
- gestion des déchets.

Chacun de ces thèmes couvre à la fois les domaines radiologique et non radiologique.

2. Cette échelle permet une communication vers le public, en des termes accessibles et explicites, sur les événements de radioprotection conduisant à des effets inattendus ou imprévisibles affectant des patients dans le cadre d'une procédure médicale de radiothérapie.

L'ASN réalise également, chaque année, 10 à 20 inspections avec prélèvements et mesures, généralement inopinées, conduites avec l'appui de laboratoires spécialisés et indépendants mandatés par l'ASN. Des prélèvements d'échantillons dans les effluents et dans l'environnement sont réalisés en vue d'analyses radiologiques et chimiques. Enfin, l'ASN réalise chaque année plusieurs inspections renforcées qui visent à contrôler l'organisation mise en œuvre par l'exploitant pour la protection de l'environnement ; le champ de l'inspection est alors élargi à l'ensemble des thèmes précités. Dans ce cadre, des mises en situation telles que des exercices visant à tester l'organisation relative à la gestion d'une pollution peuvent notamment être effectuées (voir chapitre 10).

La comptabilisation des rejets des INB

Les règles de comptabilisation des rejets, tant radioactifs que chimiques, sont fixées dans la réglementation générale par la [décision n° 2013-DC-0360 de l'ASN du 16 juillet 2013](#) modifiée relative à la maîtrise des nuisances et de l'impact sur la santé et l'environnement des INB. Ces règles ont été fixées de façon à garantir que les valeurs de rejet déclarées par les exploitants, prises notamment en compte dans les calculs d'impact, ne sont en aucun cas sous-estimées.

Pour les rejets de substances radioactives, la comptabilisation ne repose pas sur des mesures globales, mais sur une analyse par radionucléide, en introduisant la notion de « spectre de référence », listant les radionucléides spécifiques au type de rejet considéré.

Les principes sous-tendant les règles de comptabilisation sont les suivants :

- les radionucléides dont l'activité mesurée est supérieure au seuil de décision de la technique de mesure sont tous comptabilisés ;
- les radionucléides du « spectre de référence » dont l'activité mesurée est inférieure au seuil de décision (voir encadré ci-contre) sont comptabilisés au niveau du seuil de décision.

Pour les rejets de substances chimiques faisant l'objet d'une valeur limite d'émission fixée par une prescription de l'ASN, lorsque les valeurs de concentration mesurées sont inférieures à la limite de quantification, l'exploitant est tenu de déclarer par convention une valeur égale à la moitié de la limite de quantification concernée.

Les substances per- et polyfluoroalkylées

Les substances per- et polyfluoroalkylées (PFAS) sont des substances qui se dégradent très lentement et qui sont très persistantes dans l'environnement, ce qui pose de nombreuses questions quant à leur dangerosité, tant sur le plan sanitaire que sur le plan environnemental.

À la suite du plan d'action engagé par le Gouvernement en janvier 2023 pour réduire les risques liés aux PFAS et améliorer la connaissance de l'exposition des citoyens à ces substances, l'ASN a demandé aux exploitants des INB dont les activités sont susceptibles d'être à l'origine d'émissions de PFAS d'établir la liste des PFAS utilisées, produites, traitées ou rejetées par leur établissement, puis de réaliser une campagne de recherche et de quantification de leur présence dans les rejets aqueux de leur établissement.

Les résultats de ces campagnes de mesures sont attendus à la fin de l'année 2024 et pourront conduire l'ASN, en cas de présence avérée de PFAS dans les rejets des INB, à prendre des décisions de prescriptions visant à encadrer réglementairement ces rejets en fixant des valeurs limites d'émission et des modalités de surveillance adaptées.

Le suivi des rejets dans le domaine du nucléaire de proximité

En application de la [décision n° 2008-DC-0095 de l'ASN du 29 janvier 2008](#), des mesures de la radioactivité sont réalisées sur les effluents issus des établissements producteurs.

Dans les centres hospitaliers hébergeant un service de médecine nucléaire, ces mesures portent principalement sur l'iode-131 et le technétium-99m (voir chapitre 7).

Dans le domaine du nucléaire de proximité industriel, peu d'établissements rejettent des effluents radioactifs en dehors des cyclotrons (voir chapitre 8). Les rejets et leur surveillance font l'objet de prescriptions dans les autorisations délivrées et d'une attention particulière lors des inspections.

Pour les services de médecine nucléaire et les laboratoires de recherche, l'IRSN propose une approche graduée de la surveillance des déversements radioactifs dans le réseau public de collecte d'eaux usées. Cette approche pourrait se composer de protocoles de prélèvement et de mesure, ainsi que de niveaux guides à comparer aux résultats de ces mesures pour décider de la nécessité éventuelle d'actions correctives.

4.1.2 L'évaluation de l'impact radiologique des activités nucléaires

L'impact radiologique des effluents produits par les activités médicales et le nucléaire de proximité industriel

L'impact des déversements radioactifs sur les travailleurs des systèmes d'assainissement (égoutiers et travailleurs en station de traitement des eaux usées) et sur les travailleurs chargés de l'évacuation et de l'épandage des boues résultant du traitement des eaux usées peut être évalué, depuis 2019, grâce à l'outil [CIDRRE](#) (Calcul d'impact des déversements radioactifs dans les réseaux), développé par l'IRSN.



POUR PARLER MESURE

- **Le seuil de décision (SD)** est la valeur au-dessus de laquelle on peut conclure avec un degré de confiance élevé qu'un radionucléide est présent dans l'échantillon.
- **La limite de détection (LD)** est la valeur à partir de laquelle la technique de mesure permet de quantifier un radionucléide avec une incertitude raisonnable (l'incertitude est d'environ 50% au niveau de la LD).

De façon simplifiée, $LD \approx 2 \times SD$.

Pour les résultats de mesure sur des substances chimiques, la limite de quantification est équivalente à la limite de détection utilisée pour la mesure de radioactivité.

Spectres de référence

Pour les centrales nucléaires, les spectres de référence des rejets comprennent les radionucléides suivants :

- **rejets liquides** : tritium, carbone-14, iode-131, autres produits de fission et d'activation (manganèse-54, cobalt-58, cobalt-60, nickel-63, argent-110m, tellure-123m, antimoine-124, antimoine-125, césium-134, césium-137) ;
- **rejets gazeux** : tritium, carbone-14, iodes (iode-131, iode-133), autres produits de fission et d'activation (cobalt-58, cobalt-60, césium-134, césium-137), gaz rares : xénon-133 (rejets permanents des réseaux de ventilation, vidange de réservoirs de stockage des effluents « RS » et lors de la décompression des bâtiments réacteurs), xénon-135 (rejets permanents des réseaux de ventilation et lors de la décompression des bâtiments réacteurs), xénon-131m (vidange de réservoirs RS), krypton-85 (vidange de réservoirs RS), argon-41 (lors de la décompression des bâtiments réacteurs).

Le résultat final est une surestimation prudente, qui donne un ordre de grandeur des doses susceptibles d'être reçues par catégorie de travailleurs de l'assainissement, en fonction de l'établissement qui procède au déversement, du système de collecte qui reçoit ces rejets et de la station qui traite les eaux usées. CIDRRE permet de s'assurer que la dose annuelle reçue par les travailleurs de l'assainissement reste inférieure à 1 millisievert (mSv).

Pour la population, l'impact radiologique estimé lié aux déversements radioactifs des services de médecine nucléaire et des laboratoires de recherche dans les systèmes d'assainissement apparaît inférieur à 300 microsievverts par an ($\mu\text{Sv}/\text{an}$) dans toutes les études, même sous des hypothèses majorantes et en considérant l'ensemble des radionucléides détectés dans les systèmes d'assainissement. Cet impact est estimé inférieur à 1 $\mu\text{Sv}/\text{an}$ lorsque ne sont pris en compte que les radionucléides utilisés en médecine nucléaire, avec des hypothèses réalistes (données IRSN).

L'impact radiologique des INB

En application du [principe d'optimisation](#), l'exploitant doit réduire l'impact radiologique de son installation à des valeurs aussi faibles que possible dans des conditions économiquement acceptables.

L'exploitant est tenu d'évaluer l'impact dosimétrique induit par son activité. Cette obligation découle, selon les cas, de l'[article L. 1333-8 du code de la santé publique](#) ou de la réglementation relative aux rejets des INB (article 5.3.2 de la [décision n° 2013-DC-0360 de l'ASN du 16 juillet 2013](#) modifiée relative à la maîtrise des nuisances et de l'impact sur la santé et l'environnement des INB). Le résultat est à apprécier en considérant la limite annuelle de dose admissible pour le public (1 millisievert par an – mSv/an) définie à l'[article R. 1333-11 du code de la santé publique](#), qui correspond à la somme des doses efficaces reçues par le public du fait des activités nucléaires.

En pratique, seules des traces de radioactivité artificielle sont détectables au voisinage des installations nucléaires; en surveillance de routine, les mesures effectuées sont dans la plupart des cas inférieures aux seuils de décision ou reflètent la radioactivité naturelle. Ces mesures ne pouvant servir à l'estimation des doses, il est nécessaire de recourir à des modélisations du transfert de la radioactivité à l'homme sur la base des mesures des rejets de l'installation. Ces modèles sont propres à chaque exploitant et sont détaillés dans l'étude d'impact de l'installation. Lors de son analyse, l'ASN s'attache à vérifier le caractère conservatif de ces modèles afin de s'assurer que les évaluations d'impact ne sont pas sous-estimées.

En complément des estimations d'impact réalisées à partir des rejets des installations, des programmes de surveillance de la radioactivité présente dans l'environnement (milieux aquatiques, air, terre, lait, herbe, productions agricoles, etc.) sont imposés aux exploitants, notamment pour vérifier le respect des hypothèses retenues dans l'étude d'impact et suivre l'évolution du niveau de la radioactivité dans les différents compartiments de l'environnement autour des installations (voir point 4.1.1).

L'estimation des doses dues aux INB pour une année donnée est effectuée à partir des rejets réels de chaque installation, comptabilisés pour l'année considérée. Cette évaluation prend en compte les rejets par les émissaires identifiés (cheminée, conduite de rejet vers le milieu fluvial ou marin), les émissions diffuses non canalisées vers des émissaires (par exemple, évent de réservoir) et les sources d'exposition radiologique aux rayonnements ionisants présentes dans l'installation.

L'estimation est calculée, conformément aux dispositions des [articles R. 1333-23](#) et [R. 1333-24](#) du code de la santé publique, pour une « personne représentative » des personnes les plus exposées au sein de la population, à l'exclusion des personnes ayant des habitudes extrêmes ou rares et selon des scénarios aussi réalistes que possible. Ces scénarios tiennent compte de paramètres spécifiques à chaque site : distance au site, données météorologiques, etc. Les différences observées d'un site à l'autre et d'une année sur l'autre s'expliquent en grande partie par l'utilisation de ces paramètres spécifiques.

Le tableau intitulé « Impact radiologique des INB depuis 2017 » du chapitre 1 présente l'évaluation des doses dues aux INB, calculée par les exploitants.

Pour chacun des sites nucléaires présentés, l'impact radiologique reste très inférieur ou, au plus, de l'ordre du pour cent de la limite pour le public, cette limite étant de 1 mSv/an. Ainsi, en France, les rejets produits par l'industrie nucléaire ont un impact radiologique très faible.

4.1.3 Les contrôles effectués dans le cadre européen

L'[article 35 du traité Euratom](#) impose aux États membres de mettre en place des installations de contrôle permanent de la radioactivité de l'atmosphère, des eaux et du sol afin de garantir le contrôle du respect des normes de base pour la protection sanitaire de la population et des travailleurs contre les dangers résultant des rayonnements ionisants.

Tout État membre, qu'il dispose d'installations nucléaires ou non, doit donc mettre en place un dispositif de surveillance de l'environnement sur l'ensemble de son territoire.

L'article 35 dispose également que la Commission européenne (CE) peut accéder aux installations de contrôle pour en vérifier le fonctionnement et l'efficacité. Lors de ses vérifications, elle fournit un avis sur les moyens de suivi mis en place par les États membres pour les rejets radioactifs dans l'environnement, ainsi que pour les niveaux de radioactivité de l'environnement autour des sites nucléaires et sur le territoire national. Elle donne notamment son appréciation sur les équipements et méthodologies utilisés pour cette surveillance, ainsi que sur l'organisation mise en place.

Depuis 1994, la CE a effectué une dizaine de visites de vérification sur différents types d'installations nucléaires en France (centrales nucléaires, usines du « cycle du combustible », centres de recherche, anciennes mines d'uranium).

4.2 LA SURVEILLANCE DE L'ENVIRONNEMENT

4.2.1 Le réseau national de mesure de la radioactivité de l'environnement

En France, de nombreux acteurs participent à la surveillance de la radioactivité de l'environnement :

- les exploitants d'installations nucléaires qui réalisent une surveillance autour de leurs sites;
- l'ASN, l'IRSN (dont les missions définies par le [décret n° 2016-283 du 10 mars 2016](#) comprennent la participation à la surveillance radiologique de l'environnement), les ministères (Direction générale de la santé, Direction générale de l'alimentation, Direction générale de la concurrence, de la consommation et de la répression des fraudes, etc.), les services de l'État et autres acteurs publics réalisant des missions de surveillance du territoire national ou de secteurs particuliers (denrées alimentaires contrôlées par la [Direction générale de la concurrence, de la consommation et de la répression des fraudes](#), par exemple);
- les associations agréées de surveillance de la qualité de l'air (collectivités locales), les associations de protection de l'environnement et les commissions locales d'information (CLI).

Le Réseau national de mesure de la radioactivité de l'environnement (RNM) fédère l'ensemble de ces acteurs. Il a pour principal objectif de réunir et de mettre à disposition du public sur un site Internet spécifique (mesure-radioactivite.fr) l'intégralité des mesures environnementales effectuées dans un cadre réglementaire sur le territoire national. La qualité de ces mesures est assurée par une procédure d'agrément des laboratoires (voir point 4.3).

Les orientations du RNM (par exemple, les nouveaux types de mesures à intégrer dans le RNM) sont décidées au sein du comité de pilotage du réseau, qui regroupe des représentants de l'ensemble des parties prenantes au réseau : services ministériels, ARS, représentants des laboratoires des exploitants nucléaires ou associatifs, membres de CLI, IRSN, ASN, etc.

Après le lancement du site Internet du RNM en 2009 et une première refonte en 2016, l'ASN et l'IRSN ont engagé en 2022 un travail de modernisation de l'outil afin de mieux répondre aux attentes des internautes, qu'il s'agisse du public ou de visiteurs plus avertis.

Dans cet objectif, un groupe de travail pluraliste composé des principaux exploitants nucléaires, de représentants de la société civile, de ministères, de l'IRSN et de l'ASN s'est réuni entre 2022 et 2023 afin de dégager des axes d'amélioration et proposer plusieurs évolutions du site. Certaines sont d'ores et déjà mises en œuvre, telles que l'amélioration de la fonctionnalité de recherche autour des sites. La modernisation du site Internet se poursuivra en 2024 et 2025.

Parallèlement, une réflexion s'est engagée visant à redynamiser le fonctionnement du comité de pilotage du réseau et à mieux associer les parties prenantes. Ainsi, la [décision CODEP-DEU-2023-053424 du président de l'ASN du 29 novembre 2023](#) a acté l'élargissement de la composition du comité de pilotage du RNM en nommant notamment des représentants de CLI, de l'Association nationale des comités et commissions locales d'information (Anccli), d'associations de protection de l'environnement et de Dreal, en tant que membres du comité.

4.2.2 L'objet de la surveillance de l'environnement

Les exploitants sont responsables de la surveillance de l'environnement autour de leurs installations. Le contenu des programmes de surveillance à mettre en œuvre à ce titre (mesures à réaliser et périodicité) est défini dans la [décision n° 2013-DC-0360 de l'ASN du 16 juillet 2013](#) modifiée ainsi que dans les prescriptions individuelles applicables à chaque installation (arrêtés d'autorisation de rejets ou décisions de l'ASN encadrant les prélèvements d'eau et des rejets), indépendamment des dispositions complémentaires que peuvent prendre les exploitants pour leur propre suivi.

Cette surveillance de l'environnement permet :

- de contribuer à la connaissance de l'état radiologique et radio-écologique de l'environnement de l'installation par la réalisation de mesures relatives aux paramètres et substances réglementés dans les prescriptions, dans les différents compartiments de l'environnement (air, eau, sol), ainsi que dans les biotopes et la chaîne alimentaire (lait, végétaux, etc.) : un état initial, servant de référence, est réalisé avant la création de l'installation ; la surveillance de l'environnement tout au long de la vie de l'installation permet d'en suivre l'évolution ;
- de contribuer à vérifier que l'impact de l'installation sur la santé et l'environnement est conforme à l'étude d'impact ;
- de détecter le plus précocement possible une élévation anormale de la radioactivité ;
- de s'assurer du respect de la réglementation par les exploitants et de l'absence de dysfonctionnement de l'installation, notamment par le contrôle des nappes d'eaux souterraines ;
- de contribuer à la transparence et à l'information du public par la transmission des données de surveillance au RNM.

4.2.3 Le contenu de la surveillance

Tous les sites nucléaires qui émettent des rejets en France font l'objet d'une surveillance systématique de l'environnement. Ce suivi est proportionné aux risques ou inconvénients que peut présenter l'installation pour l'environnement tels qu'ils sont décrits dans le dossier d'autorisation et notamment l'étude d'impact.

La surveillance réglementaire de l'environnement des INB est adaptée à chaque type d'installation selon qu'il s'agit d'un réacteur électronucléaire, d'une usine, d'une installation de recherche, d'un centre de stockage de déchets, etc. Le contenu minimal de cette surveillance est défini par l'[arrêté du 7 février 2012](#) modifié fixant les règles générales relatives aux INB et par la [décision du 16 juillet 2013](#) modifiée précitée. Cette décision impose aux exploitants d'INB de faire effectuer les mesures réglementaires de surveillance de la radioactivité de l'environnement par des laboratoires agréés.

En fonction des spécificités locales, la surveillance peut varier d'un site à l'autre. Le tableau 7 (voir page suivante) présente des exemples de surveillance effectuée par l'exploitant d'une centrale électronucléaire et d'une usine du « cycle du combustible ».

Lorsque plusieurs installations (INB ou non) sont présentes sur un même site, la surveillance peut être commune à l'ensemble de ces installations, comme cela est par exemple le cas sur les sites de [Cadarache](#) et du [Tricastin](#) depuis 2006.

Ces principes de surveillance sont complétés dans les prescriptions individuelles des installations par des dispositions de surveillance spécifiques aux risques présentés par les procédés industriels qu'elles utilisent.

Chaque année, outre la transmission réglementaire des résultats de la surveillance à l'ASN, les exploitants transmettent près de 120 000 mesures au RNM.

4.2.4 La surveillance de l'environnement sur le territoire national par l'IRSN

La surveillance de l'environnement effectuée par l'IRSN sur l'ensemble du territoire national est réalisée au moyen de réseaux de mesure et de prélèvement consacrés à :

- la surveillance de l'air (aérosols, eaux de pluie, activité gamma ambiante) ;
- la surveillance des eaux de surface (cours d'eau) et des eaux souterraines (nappes phréatiques) ;
- la surveillance de la chaîne alimentaire de l'homme (lait, céréales, poissons, etc.) ;
- la surveillance continentale terrestre (stations de référence éloignées de toute installation industrielle).

Cette surveillance repose sur :

- la surveillance en continu *in situ* par des systèmes autonomes (réseaux de télésurveillance) permettant la transmission en temps réel des résultats parmi lesquels on trouve :
 - le réseau [Téléray](#) (radioactivité gamma ambiante de l'air) qui s'appuie sur des balises de mesure en continu et sur l'ensemble du territoire. Ce réseau est en cours de densification autour des sites nucléaires dans la zone de 10 à 30 km autour des INB,
 - le réseau [Hydrotéléray](#) (surveillance des principaux cours d'eau, en aval de toutes les installations nucléaires et avant leur sortie du territoire national) ;
- des réseaux de prélèvement en continu avec mesures en laboratoire, comme le [réseau de mesure de la radioactivité des aérosols atmosphériques](#) ;
- le traitement et la mesure en laboratoire d'échantillons prélevés dans différents compartiments de l'environnement à proximité ou non d'installations susceptibles de rejeter des radionucléides.

TABLEAU 7 Exemples de suivi radiologique de l'environnement autour des INB

MILIEU SURVEILLÉ OU NATURE DU CONTRÔLE	CENTRALE NUCLÉAIRE DE CATTENOM (DÉCISION N° 2014-DC-0415 DE L'ASN DU 16 JANVIER 2014)	ÉTABLISSEMENT ORANO DE LA HAGUE (DÉCISION N° 2015-DC-0535 DE L'ASN DU 22 DÉCEMBRE 2015 MODIFIÉE)
Air au niveau du sol	<ul style="list-style-type: none"> 4 stations de prélèvement en continu des poussières atmosphériques sur filtre fixe avec mesures quotidiennes de l'activité β globale (βG) <ul style="list-style-type: none"> Spectrométrie γ si $\beta G > 2 \text{ mBq/m}^3$ Spectrométrie γ mensuelle sur regroupements des filtres par station 1 station de prélèvement en continu, située sous les vents dominants, avec mesure hebdomadaire du ^3H atmosphérique 	<ul style="list-style-type: none"> 5 stations de prélèvement en continu des poussières atmosphériques sur filtre fixe avec mesures quotidiennes des activités α globale (αG) et β globale (βG) <ul style="list-style-type: none"> Spectrométrie γ si αG ou $\beta G > 1 \text{ mBq/m}^3$ Spectrométrie α (Pu) mensuelle sur le regroupement des filtres par station 5 stations de prélèvement en continu des halogènes sur absorbant spécifique avec spectrométrie γ hebdomadaire pour la mesure des iodes 5 stations de prélèvement en continu avec mesure hebdomadaire du ^3H atmosphérique 5 stations de prélèvement en continu avec mesure bimensuelle du ^{14}C atmosphérique 5 stations de mesure en continu de l'activité du ^{85}Kr dans l'air
Rayonnement γ ambiant	<ul style="list-style-type: none"> Mesure en continu avec enregistrement : <ul style="list-style-type: none"> 4 balises à 1 km 10 balises aux limites du site 4 balises à 5 km 	<ul style="list-style-type: none"> 5 balises avec mesure en continu et enregistrement 11 balises avec mesure en continu à la clôture du site
Pluie	<ul style="list-style-type: none"> 1 station de prélèvement en continu sous les vents dominants avec mesures bimensuelles βG et ^3H 	<ul style="list-style-type: none"> 2 stations de prélèvement en continu dont une sous le vent dominant avec mesure hebdomadaire de αG, βG et du ^3H <ul style="list-style-type: none"> Spectrométrie γ si αG ou βG significatif
Milieu récepteur des rejets liquides	<ul style="list-style-type: none"> Prélèvement dans la rivière en amont du point de rejet et dans la zone de bon mélange à chaque rejet <ul style="list-style-type: none"> Mesure βG, du potassium (K)^(*) et ^3H Prélèvement continu dans la rivière au point de bon mélange <ul style="list-style-type: none"> Mesure ^3H (mélange moyen quotidien) Prélèvements annuels dans les sédiments, la faune et la flore aquatiques en amont et en aval du point de rejet avec spectrométrie γ, mesure ^3H libre, et, sur les poissons, ^{14}C et ^3H organiquement lié Prélèvements périodiques dans un ruisseau et dans la retenue avoisinant le site avec mesures βG, K, ^3H 	<ul style="list-style-type: none"> Prélèvements quotidiens d'eau de mer en deux points à la côte avec mesures quotidiennes (spectrométrie γ, ^3H) en un de ces points et pour chacun des deux points, spectrométries α et γ et mesures βG, K, ^3H et ^{90}Sr Prélèvements trimestriels d'eau de mer en 3 points au large avec spectrométrie γ et mesures βG, K, ^3H Prélèvements trimestriels de sable de plage, d'algues et de patelles en 13 points avec spectrométrie γ + mesure ^{14}C et spectrométrie α pour les algues et patelles en 6 points Prélèvements de poissons, crustacés, coquillages et mollusques dans 3 zones des côtes du Cotentin avec spectrométries α et γ et mesure ^{14}C Prélèvements trimestriels de sédiments marins au large en 8 points avec spectrométries α et γ et mesure ^{90}Sr Prélèvements hebdomadaires à semestriels de l'eau de 19 ruisseaux avoisinant le site, avec mesures αG, βG, K et ^3H Prélèvements trimestriels des sédiments des 4 principaux ruisseaux avoisinant le site, avec spectrométries γ et α Prélèvements trimestriels de végétaux aquatiques dans 3 ruisseaux avoisinant le site avec spectrométrie γ et mesure ^3H
Eaux souterraines	<ul style="list-style-type: none"> Prélèvements mensuels en 4 points, bimensuels en 1 point et trimestriels en 4 points avec mesure βG, K et ^3H 	<ul style="list-style-type: none"> 5 points de prélèvement (contrôle mensuel) avec mesure αG, βG, du K et du ^3H
Eaux de consommation	<ul style="list-style-type: none"> Prélèvement annuel d'une eau destinée à la consommation humaine, avec mesures βG, K et ^3H 	<ul style="list-style-type: none"> Prélèvements périodiques des eaux destinées à la consommation humaine en 15 points, avec mesures αG, βG, K et ^3H
Sol	<ul style="list-style-type: none"> 1 prélèvement annuel de la couche superficielle des terres avec spectrométrie γ 	<ul style="list-style-type: none"> Prélèvements trimestriels en 7 points avec spectrométrie γ et mesure du ^{14}C
Végétaux	<ul style="list-style-type: none"> 2 points de prélèvement d'herbe, dont un sous les vents dominants, avec spectrométrie γ mensuelle et mesures trimestrielles ^{14}C et du C Campagne annuelle sur les principales productions agricoles avec spectrométrie γ, mesure ^3H, et ^{14}C 	<ul style="list-style-type: none"> Prélèvements d'herbes mensuels en 5 points et trimestriels en 5 autres points avec spectrométrie γ et mesure de ^3H et ^{14}C <ul style="list-style-type: none"> Spectrométrie α annuelle en chaque point Campagne annuelle sur les principales productions agricoles avec spectrométries α et γ, mesures du ^3H, du ^{14}C et du ^{90}Sr
Lait	<ul style="list-style-type: none"> 2 points de prélèvement, situés de 0 à 10 km de l'installation, dont un sous les vents dominants, avec spectrométrie γ mensuelle, mesure trimestrielle ^{14}C et mesure annuelle ^{90}Sr et ^3H 	<ul style="list-style-type: none"> 5 points de prélèvement (contrôle mensuel) avec spectrométrie γ, mesure de K, ^3H, ^{14}C et ^{90}Sr

αG = α global ; βG = β global

* Mesures de la concentration totale de potassium par spectrométrie pour ^{40}K .

L'IRSN réalise chaque année plus de 25 000 prélèvements dans l'environnement, tous compartiments confondus (hors réseaux de télémesures).

Les niveaux de radioactivité mesurés en France sont stables et se situent à des niveaux très faibles, généralement à la limite de la sensibilité des instruments de mesure. La radioactivité artificielle détectée dans l'environnement résulte essentiellement des retombées des essais atmosphériques d'armes nucléaires réalisés dans les années 1960 et de l'[accident de Tchernobyl](#) (Ukraine). Des traces de radioactivité artificielle liées aux rejets peuvent parfois être détectées à proximité des installations. À cela peuvent s'ajouter très localement des contaminations sans enjeu sanitaire issues d'incidents ou d'activités industrielles passées.

À partir des résultats de la surveillance de la radioactivité sur l'ensemble du territoire publiés dans le RNM et conformément aux dispositions de la [décision n° 2008-DC-0099 de l'ASN du 29 avril 2008](#) modifiée, l'IRSN publie régulièrement un [bilan de l'état radiologique de l'environnement français](#). La [quatrième édition de ce bilan](#), relative à la période 2018-2020, a été publiée en décembre 2021.

4.3 DES LABORATOIRES AGRÉÉS PAR L'ASN POUR GARANTIR LA QUALITÉ DES MESURES

Les articles [R. 1333-25](#) et [R. 1333-26](#) du code de la santé publique prévoient la création d'un RNM et d'une procédure d'agrément des laboratoires de mesure de la radioactivité par l'ASN. Les modalités de fonctionnement du RNM sont définies par la [décision n° 2008-DC-0099 de l'ASN du 29 avril 2008](#) modifiée précitée.

La mise en place de ce réseau répond à deux objectifs majeurs :

- poursuivre une politique d'assurance de la qualité des mesures de la radioactivité de l'environnement par l'instauration d'un agrément des laboratoires, délivré par décision de l'ASN ;
- assurer la transparence en mettant à disposition du public les résultats de la surveillance de la radioactivité de l'environnement et des informations sur l'impact radiologique du nucléaire en France sur le site Internet du RNM (voir point 4.2.1).

Les agréments couvrent toutes les matrices environnementales pour lesquelles une surveillance réglementaire est imposée aux exploitants : eaux, sols ou sédiments, matrices biologiques (faune, flore, lait), aérosols et gaz atmosphériques. Les mesures concernent les principaux radionucléides artificiels ou naturels, émetteurs gamma, bêta ou alpha ainsi que la dosimétrie gamma ambiante. La liste des types de mesure couverts par un agrément est définie par la décision n° 2008-DC-0099 de l'ASN du 29 avril 2008 modifiée précitée.

Au total, les agréments couvrent une cinquantaine de mesures, auxquelles correspondent autant d'essais d'intercomparaison de laboratoires (EIL). Ces essais sont organisés par l'IRSN sur un cycle de cinq ans, correspondant à la durée maximale de validité des agréments.

4.3.1 La procédure d'agrément des laboratoires

La décision n° 2008-DC-0099 de l'ASN du 29 avril 2008 modifiée précitée précise l'organisation du réseau national et fixe les modalités d'agrément des laboratoires de mesure de la radioactivité de l'environnement.

La procédure d'agrément comprend notamment :

- la présentation d'un dossier de demande par le laboratoire intéressé après participation à un EIL ;
- son instruction par l'ASN ;

- l'examen des dossiers de demande par une commission d'agrément pluraliste qui émet un avis sur des dossiers rendus anonymes.

Les laboratoires sont agréés par décision de l'ASN publiée dans son [Bulletin officiel](#). La liste des laboratoires agréés est actualisée tous les six mois et publiée sur [asn.fr](#).

4.3.2 La commission d'agrément

La commission d'agrément a pour mission de s'assurer que les laboratoires de mesure ont les compétences organisationnelles et techniques pour fournir au RNM des résultats de mesures de qualité.

La commission est compétente pour proposer l'agrément, le refus, le retrait ou la suspension d'agrément à l'ASN. Elle se prononce sur la base d'un dossier de demande présenté par le laboratoire pétitionnaire et sur ses résultats aux EIL organisés par l'IRSN. Elle se réunit tous les six mois.

La commission, présidée par l'ASN, est composée de personnes qualifiées et de représentants des services de l'État, des laboratoires, des instances de normalisation et de l'IRSN.

L'ASN a renouvelé en 2023 la composition de la commission d'agrément, par la [décision CODEP-DEU-2023-052098 du président de l'ASN du 13 octobre 2023](#) portant nomination à la commission d'agrément des laboratoires de mesures de la radioactivité de l'environnement.

4.3.3 Les conditions d'agrément

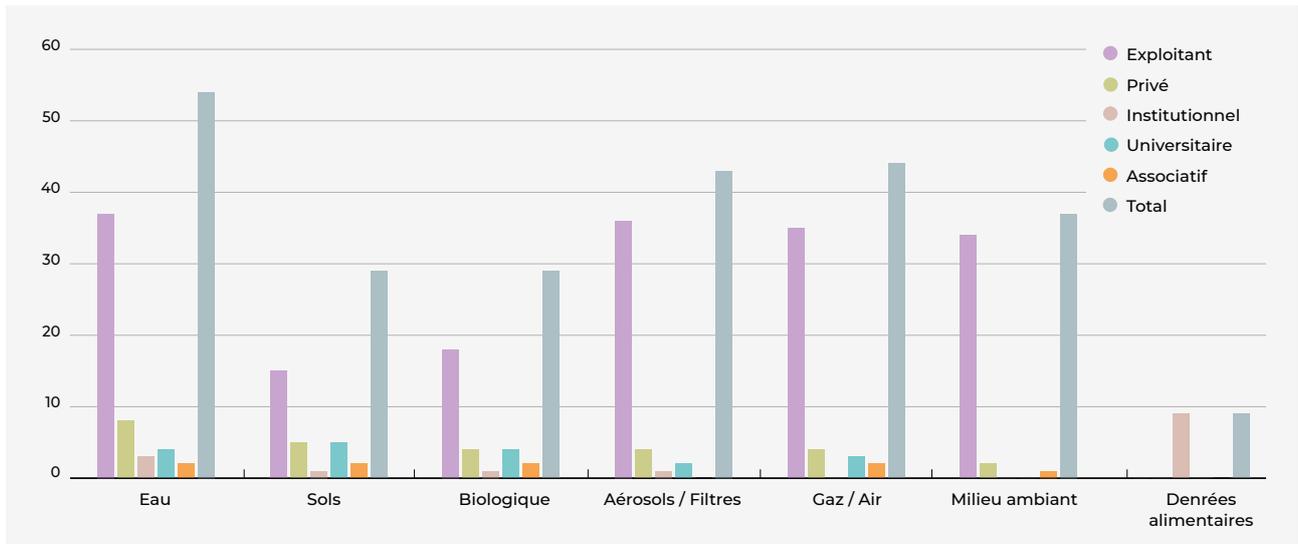
Les laboratoires qui souhaitent être agréés doivent mettre en place une organisation qui répond aux exigences de la norme NF EN ISO/IEC 17025 relative aux exigences générales concernant la compétence des laboratoires d'étalonnages et d'essais.

Afin de démontrer leurs compétences techniques, ils doivent participer aux EIL organisés par l'IRSN. Le programme quinquennal de ces essais est mis à jour annuellement. Il fait l'objet d'un examen par la commission d'agrément et est publié sur le site Internet du RNM. Jusqu'à 70 laboratoires s'inscrivent à un type d'essai, dont quelques laboratoires étrangers.

La commission d'agrément définit les critères d'évaluation utilisés pour l'exploitation des EIL. Lorsque le résultat obtenu par un laboratoire à un EIL n'est pas suffisamment probant, l'ASN peut, sur avis de la commission d'agrément, délivrer un agrément pour une durée probatoire de un ou deux ans, par exemple, ou conditionner la délivrance de l'agrément à la fourniture d'éléments complémentaires, voire la participation à un nouvel essai contradictoire.

En 2023, l'IRSN a organisé sept EIL et trois essais contradictoires. Depuis 2003, 110 EIL ont été menés couvrant 60 types d'agréments. C'est dans le domaine de la surveillance de la radioactivité des eaux que les laboratoires agréés sont les plus nombreux, avec 54 laboratoires. Ils sont entre 29 et 44 laboratoires à disposer d'agréments pour les mesures de matrices biologiques (faune, flore, lait), des poussières atmosphériques, de l'air ou encore de la dosimétrie gamma ambiante. Pour les sols et les sédiments, le nombre de laboratoires agréés s'établit à 29. Si la plupart des laboratoires sont compétents pour la mesure des émetteurs gamma dans toutes les matrices environnementales, entre 10 et 20 d'entre eux sont agréés pour les mesures du carbone-14, des transuraniens ou des radioéléments des chaînes naturelles de l'uranium et du thorium dans l'eau, les sols et sédiments, et les matrices biologiques (herbe, productions agricoles végétales ou animales, lait, faune et flore aquatique, etc.).

GRAPHIQUE 7 Laboratoires agréés par type de matrice au 1^{er} janvier 2024



En 2023, l'ASN a délivré 149 agréments ou renouvellements d'agréments. Au 31 décembre 2023, le nombre total de laboratoires agréés est de 67, ce qui représente 966 agréments, tous types confondus, en cours de validité au 1^{er} janvier 2024.

La liste détaillée des laboratoires agréés et de leur domaine de compétence technique est disponible sur asn.fr.

5 Les contrôles liés aux contrefaçons, falsifications et suspicions de fraudes, et le traitement des signalements

5.1 LE CONTRÔLE RELATIF AUX CONTREFAÇONS, FALSIFICATIONS ET SUSPICIONS DE FRAUDES

Depuis 2015, plusieurs cas d'irrégularités pouvant s'apparenter à des falsifications ont été mis en évidence chez des fabricants, des fournisseurs ou des organismes connus et travaillant depuis de nombreuses années pour l'industrie nucléaire française. Des cas avérés de contrefaçons ou de falsifications ont en outre été rencontrés dans certains pays étrangers ces dernières années. Le terme d'irrégularité a été employé initialement par l'ASN pour toute modification, altération ou omission de certaines informations ou données de manière intentionnelle. L'ASN va adopter progressivement le terme de « contrefaçon, falsification ou suspicion de fraude » (CFS), mieux adapté à la problématique, et se rapprochant du terme usuel employé à l'international : *Counterfeit, Fraudulent and Suspect Items* (CFSI). Une CFS détectée par l'ASN peut être caractérisée par un juge sur le plan pénal en fraude.

Les cas avérés ou suspectés restent peu nombreux mais, malgré le haut niveau de qualité exigé dans l'industrie nucléaire et la robustesse de la chaîne de surveillance et de contrôle au premier rang de laquelle se trouvent les fabricants, fournisseurs et exploitants, ils existent. Les exploitants ont amélioré leur surveillance, et en conséquence la détection de CFS. Ils doivent toutefois maintenir leurs efforts pour s'adapter de manière plus adéquate à la prévention, à la détection, à l'analyse et au traitement de cas de CFS.

L'ASN a engagé en 2016 une réflexion sur l'adaptation des méthodes de contrôle des INB dans un contexte d'irrégularité. Lors de celle-ci, elle a interrogé d'autres administrations de contrôle, ses homologues étrangères, ainsi que des exploitants sur leurs pratiques afin d'en tirer le REX. Ce risque particulier a donné lieu à des évolutions de méthodes de contrôle de l'ASN (points de contrôle

spécifiques, instances de gouvernance dédiées, développement de la sensibilisation des exploitants et fournisseurs, etc.). Il s'inscrit pour son traitement dans le cadre existant.

L'ASN a aussi rappelé aux exploitants d'INB et aux principaux fabricants d'équipements nucléaires en 2018 qu'une CFS est un écart au sens de l'arrêté INB. Les exigences de l'arrêté s'appliquent donc pour la prévention, la détection et le traitement des cas de CFS. De manière plus générale, les exigences réglementaires portant sur la sûreté et la protection des personnes contre les risques liés aux rayonnements ionisants s'appliquent également. Par exemple, certifier par une signature qu'une activité a bien été réalisée alors qu'en réalité elle ne l'a pas été, peut être, selon le cas, un écart aux règles d'organisation, de contrôle technique des activités, de gestion des compétences, etc.

En 2023, les recherches de CFS en inspection se sont poursuivies. Ces recherches s'intègrent depuis quelques années parmi les pratiques habituelles d'inspection et des outils internes spécifiques ont été mis à disposition des inspecteurs.

La prise en compte des CFS en inspection correspond à trois contextes :

- des inspections faisant suite à des sujets connus, issus de CFS constatées sur d'autres installations ou le suivi du traitement d'un cas détecté précédemment ;
- des inspections intégrant un volet de recherche approfondie de preuves dans la réalisation d'activités, avec par exemple la vérification de la présence effective d'une personne ayant certifié avoir réalisé une activité à une date donnée ou l'examen de données sources d'enregistrement de contrôles ;
- des inspections ayant pour objectif de sensibiliser aux risques de CFS, notamment lors des inspections des fournisseurs où le risque de CFS dans la chaîne de sous-traitance est abordé.

Une cinquantaine d'inspections a ainsi été réalisée en 2023. Elles ont principalement eu lieu sur les sites nucléaires et chez les fabricants d'équipements destinés à y être utilisés. Des inspections dédiées à cette thématique ont par ailleurs aussi été menées dans les services centraux de grands exploitants nucléaires. Les inspections des fournisseurs de matériels importants pour la sûreté nucléaire sont détaillées au chapitre 10.

Les cas relevés sont d'abord traités en tant qu'écart aux exigences réglementaires. Ils font de plus l'objet de discussions avec la direction des sites et les services centraux des exploitants, pour la mise en œuvre d'actions préventives. Suivant les enjeux relatifs à l'écart, un procès-verbal (PV) ou un signalement au procureur de la République est effectué.

En 2023, l'ASN a effectué trois de ces signalements. Lorsque le procureur de la République lance des investigations, l'ASN fournit un appui aux enquêteurs mandatés par la justice pour les analyses techniques des documents et pour faciliter les démarches avec les exploitants nucléaires.

De plus, la thématique de l'intégrité des données, c'est-à-dire le fait que des données n'aient pas été modifiées ou détruites de façon non autorisée, liée au risque de CFS dans le sens où des faiblesses sur la traçabilité peuvent faciliter les irrégularités, a continué d'être fréquemment abordée en 2023 et fait l'objet de demandes dans plusieurs lettres de suite d'inspections.

De nouvelles CFS sont encore détectées, tant par les exploitants eux-mêmes dans le cadre de leur surveillance et contrôles internes que par les inspecteurs de l'ASN. Plusieurs cas ont été signalés à l'ASN en 2023 et font l'objet d'un suivi et d'un traitement en lien étroit avec les exploitants et les fabricants.

Les actions de l'ASN pour la prévention, la détection et le traitement des CFS ne se limitent pas aux inspections. Par exemple, l'ASN informe les exploitants et fabricants principaux de cas détectés et analyse leurs réponses. Elle échange avec les autorités de sûreté étrangères, par un canal d'échange au niveau international qu'elle a activement contribué à établir.

5.2 LE TRAITEMENT DES SIGNALEMENTS

Fin novembre 2018, l'ASN a mis en ligne un [portail](#) permettant à une personne souhaitant lui signaler des irrégularités pouvant affecter la protection des personnes et de l'environnement, potentiellement un lanceur d'alerte, de l'en informer.

La [loi n° 2022-401 du 21 mars 2022](#) visant à améliorer la protection des lanceurs d'alerte, qui modifie le dispositif conçu par la loi dite « loi Sapin 2 » du 9 décembre 2016, est entrée en vigueur le 1^{er} septembre 2022. Elle est complétée par la [loi organique n° 2022-400](#) du même jour visant à renforcer le rôle du Défenseur des droits en matière de signalement d'alerte. Ces deux lois viennent renforcer le régime de protection des lanceurs d'alerte. Elles transposent, en dépassant les exigences, la [directive \(UE\) 2019/1937 du 23 octobre 2019](#) définissant un cadre commun pour cette protection.

Une définition plus large du lanceur d'alerte, une simplification des canaux de signalement, le renforcement du régime de protection des lanceurs d'alerte, un nouveau statut pour leur entourage et un élargissement des missions du Défenseur des droits en matière de signalement constituent les principaux apports de ces lois. De plus, le [décret n° 2022-1284 du 3 octobre 2022](#) relatif aux procédures de recueil et de traitement des signalements émis par les lanceurs d'alerte et fixant la liste des autorités externes instituées par la loi n° 2022-401 précitée est venu compléter ces dispositions

en détaillant des mécanismes attendus pour les procédures de traitement des signalements. Ce décret a désigné l'ASN comme compétente pour le traitement des signalements relatifs à la radioprotection et à la sûreté nucléaire. Le dispositif mis en place au départ de manière volontaire par l'ASN a été complété et répond à ces obligations.

Par un traitement de pseudonymisation des signalements reçus, l'ASN assure la confidentialité de toute personne lui envoyant un signalement. Seule une demande d'une autorité judiciaire serait de nature à briser cette confidentialité, ce qui n'est pas arrivé jusqu'à présent.

Il est toutefois préférable que l'auteur du signalement laisse ses coordonnées afin que l'ASN puisse :

- accuser réception de son signalement ;
- le contacter dans le cas où des informations devraient être précisées (besoin fréquent) ;
- l'informer si des suites ont été données à son signalement.

En 2023, 46 signalements ont été envoyés à l'ASN : les trois quarts (33) *via* le portail de signalement, les autres par d'autres moyens de transmission, principalement (neuf signalements) par un contact direct avec la division de l'ASN géographiquement compétente ou la direction technique en charge d'un sujet. Les signalements reçus sont variés de par :

- le domaine concerné : un peu moins d'un tiers concerne les INB, un quart le domaine médical ;
- leur contenu : ils peuvent faire état de dégradations dans l'organisation de l'entité qui pourraient affecter la radioprotection, de travaux mal réalisés, etc.

Plusieurs signalements traités en 2023 concernent la vente en ligne de sources radioactives. Dans ce type de cas, l'ASN rappelle systématiquement à la plateforme concernée les exigences réglementaires en vigueur concernant la détention, la distribution, ou la cession de sources radioactives. Outre la suppression de l'annonce, il est également demandé à la plateforme de contacter l'annonceur pour que, si nécessaire, il fasse procéder à la collecte et à la reprise des sources qu'il détient ou qu'il aurait distribuées.

Une proportion significative des signalements fondés reçus en 2023 concerne le non-respect des règles de radioprotection dans le domaine médical (dysfonctionnements organisationnels, équipements manquants ou inadaptés, etc.). Pour la plupart d'entre eux, les inspections menées par les inspecteurs de l'ASN permettent de rappeler aux professionnels les exigences réglementaires qui leur incombent concernant la radioprotection des travailleurs et des patients. Les constats s'inscrivent dans les évaluations exprimées dans le chapitre 7.

Certains signalements sont retransmis par l'ASN à d'autres administrations lorsque leur traitement n'est pas de sa compétence. Tout signalement est examiné et pris en compte. Il peut faire l'objet d'une inspection, d'une analyse technique, d'une demande d'information à un responsable d'activité nucléaire, etc. Il peut s'agir, par exemple, d'une information relative à la sécurité d'une INB, qu'il revient au Haut Fonctionnaire de défense et de sécurité du ministère chargé de l'énergie de prendre en compte.

Dix signalements ont fait l'objet de vérifications lors d'inspections. Les suites de ces inspections sont traitées dans le même cadre que s'il s'agissait d'inspections courantes.

Peu de signalements reçus en 2023 ont été réalisés de manière anonyme (neuf), ce qui permet de faciliter leur traitement.

6 Relever et faire corriger les écarts

L'ASN met en œuvre des [mesures de coercition](#), permettant de contraindre un exploitant ou un responsable d'activité nucléaire à se remettre en conformité avec la réglementation, et des sanctions.

Dans certaines situations lorsque l'action de l'exploitant ou du responsable d'activité nucléaire n'est pas conforme à la réglementation en vigueur, ou lorsqu'il importe qu'il mette en œuvre des actions appropriées pour remédier sans délai aux risques les plus importants, l'ASN peut recourir à des mesures de coercition et des sanctions prévues par la loi. Les principes de l'action de l'ASN dans ce domaine reposent sur :

- des actions impartiales, justifiées et adaptées au niveau de risque présenté par la situation constatée. Leur importance est proportionnée aux enjeux de sûreté nucléaire, sanitaires et environnementaux associés à l'écart relevé et tient compte également de facteurs relatifs à l'exploitant (historique, comportement, répétitivité), au contexte de l'écart et à la nature du référentiel enfreint (réglementation, normes, « règles de l'art », etc.);
- des mesures administratives engagées sur proposition des inspecteurs et décidées par l'ASN ou la commission des sanctions en matière d'amende administrative, pour faire remédier aux situations de risques et aux non-respects des dispositions législatives et réglementaires constatés lors des inspections.

De plus, en matière pénale, des PV de constat d'infraction (contravention, délit) peuvent être dressés par les inspecteurs de l'ASN et transmis au procureur de la République territorialement compétent qui appréciera l'opportunité d'engager des poursuites.

6.1 LES MESURES DE COERCITION ET LES SANCTIONS ADMINISTRATIVES

L'ASN dispose d'une palette d'outils à l'égard d'un responsable d'activité nucléaire ou d'un exploitant, notamment :

- l'observation de l'inspecteur;
- la lettre officielle des services de l'ASN ([lettre de suite d'inspection](#));
- la mise en demeure par l'ASN de régulariser sa situation administrative ou de satisfaire à la réglementation en vigueur dans un délai qu'elle détermine;
- des mesures de police ou des sanctions administratives, prononcées après mise en demeure qui n'aurait pas été respectée.

Ces mesures, prévues par la loi, sont les suivantes :

- la consignation entre les mains d'un comptable public d'une somme répondant du montant des travaux à réaliser;
- l'exécution d'office de travaux aux frais de l'exploitant ou du responsable d'activité nucléaire (les sommes éventuellement consignées préalablement pouvant être utilisées pour payer ces travaux);
- la suspension du fonctionnement de l'installation, du déroulement de l'opération de transport jusqu'à la mise en conformité ou la suspension de l'activité jusqu'à l'exécution complète des conditions imposées et la prise des mesures conservatoires aux frais de la personne mise en demeure, notamment en cas d'urgence tenant à la sécurité des personnes;
- l'astreinte journalière (un montant fixé par jour dont l'exploitant ou le responsable d'activité doit s'acquitter jusqu'à satisfaction des demandes formulées à son endroit dans la mise en demeure);
- l'amende administrative.

Il convient de signaler que les deux dernières mesures sont proportionnées à la gravité des manquements constatés. Concernant la sanction administrative, la commission des sanctions, saisie par le collège de l'ASN, peut prononcer l'amende administrative prévue par le 4° du II de l'[article L.171-8 du code de l'environnement](#), lorsqu'une décision de mise en demeure, prise préalablement par l'ASN à l'encontre d'un exploitant ou d'un responsable d'activité nucléaire pour exiger la mise en conformité de l'activité à la réglementation en vigueur, n'a pas été respectée par ce dernier.

La [commission des sanctions](#), dont la réunion d'installation s'était tenue le 19 octobre 2021, s'est de nouveau réunie à l'occasion de sa réunion annuelle d'information le 8 janvier 2024. La loi prévoit également des mesures prises à titre conservatoire pour la sauvegarde de la sécurité, de la santé et de la salubrité publiques ou de la protection de l'environnement. Ainsi, l'ASN peut :

- suspendre le fonctionnement d'une INB à titre provisoire, avec information sans délai des ministres chargés de la sûreté nucléaire, en cas de risques graves et imminents;
- prescrire à tout moment les évaluations et la mise en œuvre des dispositions nécessaires en cas de menace pour les intérêts cités ci-dessus;
- prendre des décisions de retrait temporaire ou définitif du titre administratif (autorisation et prochainement enregistrement) délivré au responsable de l'activité nucléaire après avoir informé l'intéressé de la possibilité de présenter ses observations dans un délai déterminé afin de respecter la procédure contradictoire.

En 2023, l'ASN a adressé trois mises en demeure : deux pour les INB et une dans le nucléaire de proximité.

Par ailleurs, l'ASN a décidé de modifier des prescriptions techniques d'une INB à la suite d'inspections.

6.2 LES SUITES DONNÉES AUX INFRACTIONS PÉNALES

Les textes prévoient, par ailleurs, des infractions pénales, délits ou contraventions. Il s'agira, par exemple, du non-respect de dispositions relatives à la protection des travailleurs exposés à des rayonnements ionisants, du non-respect d'une mise en demeure adressée par l'ASN, de l'exercice d'une activité nucléaire sans le titre administratif requis, du non-respect de dispositions de décisions de l'ASN ou de la gestion irrégulière de déchets radioactifs.

Les infractions éventuellement constatées sont relevées par PV dressés par les inspecteurs de la sûreté nucléaire et de la radioprotection et transmis au procureur de la République qui décide de l'opportunité des poursuites.

Le code de l'environnement prévoit des sanctions pénales, une amende voire une peine d'emprisonnement (jusqu'à 150 000 € et trois ans d'emprisonnement), selon la nature de l'infraction. Pour les personnes morales déclarées responsables pénalement, le montant de l'amende peut atteindre 10 millions d'euros, selon l'infraction en cause et selon l'atteinte portée aux intérêts mentionnés à l'article L. 593-1.

Le code de la santé publique prévoit également des sanctions pénales; sont encourues une amende de 3 750 à 15 000 € et une peine d'emprisonnement de six mois à un an.

TABLEAU 8 Nombre de procès-verbaux transmis par les inspecteurs de l'ASN entre 2018 et 2023

	2018	2019	2020	2021	2022	2023
PV hors inspection du travail en centrale nucléaire	14	8	4	2	3	4
PV inspection du travail en centrale nucléaire	2	4	8	0	2	2

Selon la gravité du manquement, des peines complémentaires peuvent être appliquées à l'encontre des personnes morales.

Des contraventions de 5^e classe (amendes) sont prévues, sur le champ de la sûreté nucléaire, pour les infractions citées à l'article R. 596-16 du code de l'environnement, ainsi que sur le champ de la radioprotection, pour les infractions citées aux articles R. 1337-14-2 à 5 du code de la santé publique, par exemple s'agissant du non-respect des dispositions relatives à la déclaration d'événement significatif, au régime administratif (transmission du dossier de demande de titre, respect des prescriptions générales, information portant sur le changement du CRP).

Pour le domaine des ESP, les dispositions du chapitre VII du titre V du livre V du code de l'environnement, qui s'appliquent aux produits et équipements à risques dont font partie les appareils à pression y compris ceux implantés dans les INB, permettent notamment d'ordonner le paiement d'une amende assortie, le cas échéant, d'une astreinte journalière applicable jusqu'à satisfaction de la mise en demeure à l'encontre des exploitants. Ce chapitre comporte également des dispositions à l'égard des fabricants, importateurs et distributeurs de tels équipements, visant à interdire la mise sur le marché, la mise en service ou le maintien en service d'un équipement et à mettre l'exploitant en demeure de prendre toutes les mesures pour le contraindre à se mettre en conformité avec les dispositions législatives et réglementaires qui régissent son activité.

Dans l'exercice de leurs missions dans les centrales nucléaires, les inspecteurs du travail de l'ASN disposent de l'ensemble des moyens de contrôle, de décision et de contrainte des inspecteurs du travail de droit commun (en vertu de l'article R. 8111-11 du code du travail). L'observation, la mise en demeure, la sanction administrative, le PV, le référé (pour faire cesser sans délai les risques) ou encore l'arrêt de travaux constituent pour les inspecteurs du travail de l'ASN une large palette de moyens d'incitation et de contraintes.

Pour finir, les inspecteurs peuvent constater des infractions ne relevant pas de leur domaine de compétence, comme dans un cas d'irrégularité s'apparentant à une fraude (voir point 5.1). Dans ce cas, et nécessairement s'il s'agit d'un délit, un signalement est effectué auprès du procureur de la République.

En 2023, six PV ont été dressés par les inspecteurs de l'ASN. Le tableau 8 indique le nombre de PV dressés par les inspecteurs de l'ASN entre 2018 et 2023.

SOMMAIRE

1

p. 170

Anticiper

1.1 Prévoir et planifier

- 1.1.1 Les plans d'urgence et les plans de secours relatifs aux installations nucléaires de base
- 1.1.2 Les plans de réponse aux accidents de transport de substances radioactives
- 1.1.3 La réponse aux autres situations d'urgence radiologique
- 1.1.4 Maîtriser l'urbanisation autour des sites nucléaires

1.2 Les acteurs de la gestion des situations d'urgence

- 1.2.1 L'organisation locale
- 1.2.2 L'organisation nationale

1.3 Protéger la population

- 1.3.1 Les actions de protection générale
- 1.3.2 La prise en charge des personnes contaminées

1.4 Appréhender les conséquences à long terme

2

p. 174

Le rôle de l'ASN en situation d'urgence et post-accidentelle

2.1 Les quatre missions essentielles de l'ASN

2.2 S'organiser en cas d'accident majeur

3

p. 177

Exploiter les enseignements

3.1 S'exercer

- 3.1.1 Les exercices nationaux d'urgence nucléaire et radiologique

3.2 Évaluer pour s'améliorer

4

p. 179

Perspectives



Les situations d'urgence radiologique et post-accidentelles



04

Les activités nucléaires sont exercées dans un cadre visant à prévenir les accidents, mais également à en limiter les conséquences. Malgré toutes les précautions prises, un accident ne peut jamais être exclu et il convient de prévoir, tester et réviser régulièrement les dispositions nécessaires à la gestion d'une [situation d'urgence radiologique](#).

Les situations d'urgence radiologique, qui résultent d'un incident ou d'un accident risquant d'entraîner une émission de substances radioactives ou un niveau de radioactivité susceptible de porter atteinte à la santé publique, incluent ainsi :

- les situations d'urgence survenant dans une installation nucléaire de base (INB) ;
- les accidents de transport de substances radioactives ;
- les situations d'urgence survenant dans le domaine du nucléaire de proximité.

Les situations d'urgence affectant des activités nucléaires peuvent également présenter des risques non radiologiques, tels que l'incendie, l'explosion ou le rejet de substances toxiques.

Ces situations d'urgence font l'objet de dispositions matérielles et organisationnelles spécifiques, qui incluent les plans de secours et impliquent à la fois l'exploitant ou le responsable d'activité et les pouvoirs publics.

L'Autorité de sûreté nucléaire (ASN) participe à la gestion de ces situations pour les questions

relatives au contrôle de la sûreté nucléaire et de la radioprotection et, en se fondant notamment sur l'expertise de son appui technique l'Institut de radioprotection et de sûreté nucléaire ([IRSN](#)), est chargée des quatre missions suivantes :

- contrôler les dispositions prises par l'exploitant et s'assurer de leur pertinence ;
- conseiller les autorités sur les actions de protection des populations ;
- participer à la diffusion de l'information de la population et des médias ;
- assurer la fonction d'autorité compétente dans le cadre des conventions internationales sur la notification rapide et sur l'assistance.

Par ailleurs, à la demande du Premier ministre, l'ASN a mis en place dès 2005 un Comité directeur pour la gestion de la phase post-accidentelle ([Codirpa](#)) pour préparer, dans la continuité de la gestion d'une situation d'urgence radiologique, la gestion de la phase post-accidentelle.

Ce comité pluraliste regroupe notamment des experts, des représentants des services de l'État, des élus locaux, des commissions locales d'information (CLI), des associations, etc.

En 2022, ce comité a publié ses dernières recommandations au Gouvernement. Celles-ci visent notamment à intégrer les enseignements de l'accident de la centrale nucléaire de Fukushima (Japon) et des exercices de crise nationaux dans la stratégie nationale de gestion post-accidentelle des conséquences d'un accident nucléaire.

1 Anticiper

La protection des populations vis-à-vis des risques occasionnés par les INB s'appuie sur plusieurs piliers :

- la diminution du risque à la source, pour laquelle l'exploitant doit prendre toutes les dispositions pour réduire les risques à un niveau aussi bas que possible dans des conditions économiquement acceptables ;
- les [plans d'urgence](#) et les plans de secours, visant à prévenir et limiter les conséquences d'un accident ;
- la maîtrise de l'urbanisation autour des INB ;
- l'information des populations.

1.1 PRÉVOIR ET PLANIFIER

1.1.1 Les plans d'urgence et les plans de secours relatifs aux installations nucléaires de base

Les plans d'urgence et de secours relatifs aux accidents survenant dans une INB définissent les dispositions nécessaires pour protéger le personnel du site, la population et l'environnement et pour maîtriser l'accident.

a) Le Plan national de réponse à un accident nucléaire ou radiologique majeur

L'ASN a participé à l'élaboration du Plan national de réponse à un accident nucléaire ou radiologique majeur ([PNRANRM](#)), qui a été publié par le Gouvernement en février 2014. Le plan prend en compte les enseignements de l'accident de la centrale nucléaire de Fukushima et la doctrine post-accidentelle établie par le Codirpa en 2012. Il précise l'organisation nationale en cas d'accident nucléaire, la stratégie à appliquer et les principales actions à mettre en place. Il intègre la dimension internationale des crises et les possibilités d'assistance mutuelle en cas d'événement.

Ce plan est en cours de révision par le Secrétariat général de la défense et de la sécurité nationale (SGDSN) et l'ASN est associée à ces travaux de révision.

b) Les plans particuliers d'intervention

Au voisinage de l'installation, le plan particulier d'intervention ([PPI](#)) est établi par le préfet du département concerné en application des [articles L. 741-6, R. 741-18 et suivants du code de la sécurité intérieure](#), « en vue de la protection des populations, des biens

et de l'environnement, pour faire face aux risques particuliers liés à l'existence d'ouvrages et d'installations dont l'emprise est localisée et fixe. Le PPI met en œuvre les orientations de la politique de sécurité civile en matière de mobilisation de moyens, d'information et d'alerte, d'exercice et d'entraînement». Ces articles précisent également quelles sont les caractéristiques des installations ou ouvrages pour lesquels le préfet doit obligatoirement définir un PPI.

Le PPI précise les premières actions de protection de la population à mettre en œuvre, les missions des différents services concernés, les schémas de diffusion de l'alerte et les moyens matériels et humains susceptibles d'être engagés pour la protection des populations.

Le PPI s'inscrit dans le dispositif de l'Organisation de la réponse de sécurité civile (Orsec), qui décrit les actions de protection décidées par les pouvoirs publics lors de crises de grande ampleur. Ainsi, au-delà du périmètre d'application du PPI, le dispositif Orsec départemental ou zonal est actionné. L'ASN apporte son concours au préfet, responsable de l'élaboration et de l'approbation du PPI, en analysant, avec l'aide de son appui technique l'IRSN, différents éléments dont ceux relatifs à la nature et l'ampleur des conséquences radiologiques d'un accident.

Les PPI permettent actuellement de planifier la réponse des pouvoirs publics dans les premières heures de l'accident pour protéger la population résidant jusqu'à une distance de 20 km autour de l'installation affectée. Les PPI comprennent une phase dite « réflexe » prévoyant l'alerte sans délai par l'exploitant des populations situées dans un rayon allant de quelques centaines de mètres jusqu'à 2 km (pour les réacteurs de production d'électricité). Alertées par le déclenchement des sirènes « PPI », les populations situées dans ce rayon doivent se mettre à l'abri et à l'écoute des médias. Les PPI permettent également de préparer une réponse « d'évacuation immédiate » sur une distance allant de quelques centaines de mètres jusqu'à 5 km (pour les réacteurs de production d'électricité). Enfin, dans un rayon pouvant aller jusqu'à 20 km autour des installations, les PPI prévoient la distribution préventive de comprimés d'iode stable pour certaines installations (les réacteurs en particulier), l'intégration de mesures de restrictions de consommation en cas d'accident, ainsi que l'information renforcée des populations aux risques de l'installation et aux bons comportements à adopter.

Les actions supplémentaires qui seraient à mettre en place au-delà de la zone faisant l'objet du PPI sont précisées, le cas échéant, dans le cadre d'une approche concertée qui peut reposer sur le dispositif Orsec, tenant compte des caractéristiques de l'accident et des conditions météorologiques.

c) Les plans d'urgence interne

Dans le cadre des procédures d'autorisation de mise en service des INB, l'ASN instruit et approuve les plans d'urgence interne (PUI), ainsi que leur mise à jour ([article R. 593-31 du code de l'environnement](#)).

Le PUI, établi par l'exploitant, a pour objet de ramener l'installation dans un état maîtrisé et stable et de limiter les conséquences de l'événement. Il précise l'organisation et les moyens à mettre en œuvre sur le site. Il comprend également les dispositions permettant d'informer rapidement les pouvoirs publics. Les obligations de l'exploitant en matière de préparation et de gestion des situations d'urgence sont définies par le titre VII de l'[arrêté du 7 février 2012](#) fixant les règles générales relatives aux INB. Les dispositions associées ont été précisées par la [décision n° 2017-DC-0592 de l'ASN du 13 juin 2017](#) relative aux obligations des exploitants d'INB en matière de préparation et de gestion des situations d'urgence et au contenu du PUI, dite [décision « urgence »](#), homologuée par l'arrêté du 28 août 2017.

1.1.2 Les plans de réponse aux accidents de transport de substances radioactives

Le [transport de substances radioactives](#) représente près d'un million de colis transportés en France chaque année. D'un colis à l'autre, les dimensions, la masse, l'activité radiologique et les enjeux de sûreté associés peuvent fortement varier.

L'ASN instruit et approuve les plans de gestion des événements liés au transport de substances radioactives élaborés par les intervenants dans le transport de telles substances en application du règlement international du transport de matières dangereuses. Ces plans décrivent les dispositions qui doivent être prises selon la nature et l'ampleur des dangers prévisibles, afin d'éviter les dommages et, le cas échéant, d'en minimiser les effets. Le contenu de ces plans est défini dans le [Guide de l'ASN n°17](#).

Pour faire face à l'éventualité d'un accident de transport de substances radioactives, chaque préfet de département doit inclure, dans sa déclinaison du Plan national de réponse à un accident nucléaire ou radiologique majeur, un volet consacré à ce type d'accident, le plan Orsec-TMR (transport de matières radioactives). Au vu de la diversité des transports possibles, ce volet définit des critères et des actions simples permettant aux premiers intervenants (service départemental d'incendie et de secours et forces de l'ordre notamment), à partir des constats faits sur les lieux de l'accident, d'engager de façon réflexe les premières actions de protection des populations et de diffuser l'alerte.

1.1.3 La réponse aux autres situations d'urgence radiologique

En dehors des incidents ou accidents qui affecteraient des installations nucléaires ou un transport de substances radioactives, les situations d'urgence radiologique peuvent aussi survenir :

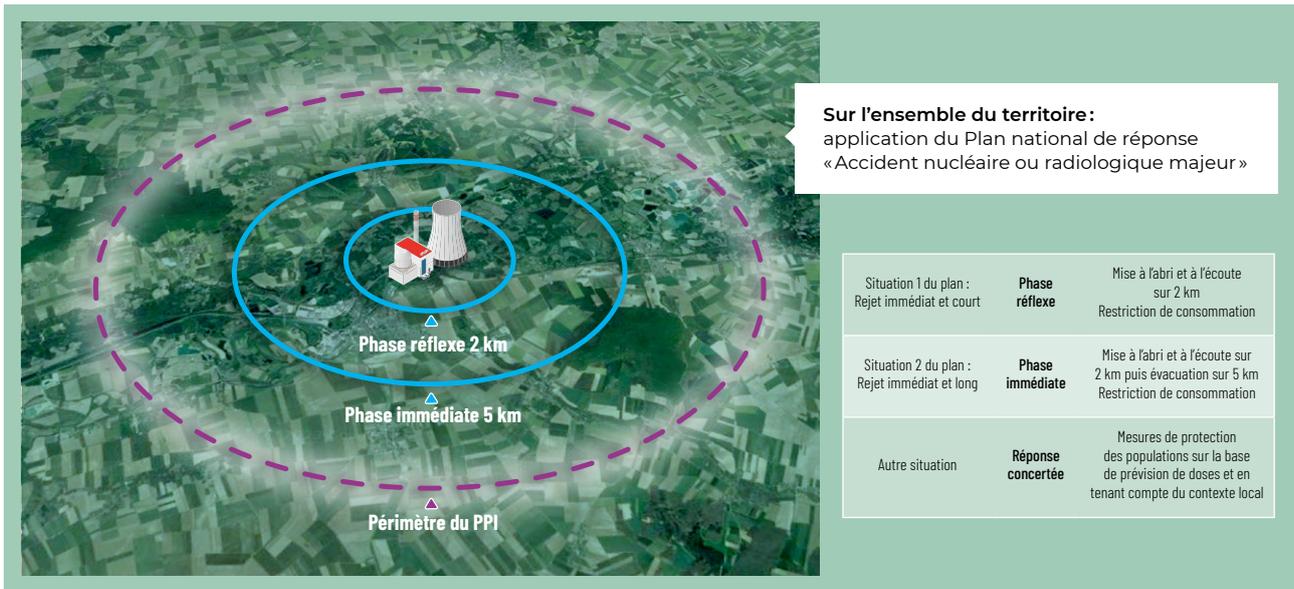
- dans l'exercice d'une activité nucléaire à finalité médicale, de recherche ou industrielle ;
- en cas de dissémination volontaire ou involontaire de substances radioactives dans l'environnement ;
- à l'occasion de la découverte de sources radioactives dans des lieux non prévus à cet effet.

Il est alors nécessaire d'intervenir afin de limiter le [risque d'exposition des personnes aux rayonnements ionisants](#). L'ASN a ainsi élaboré, en liaison avec les ministères et les intervenants concernés, la [circulaire DGSNR/DHOS/DDSC n° 2005/1390 du 23 décembre 2005](#) relative aux principes d'intervention en cas d'événement susceptible d'entraîner une situation d'urgence radiologique hors situations couvertes par un plan de secours ou d'intervention. Celle-ci complète les dispositions de la [directive interministérielle du 7 avril 2005](#) sur l'action des pouvoirs publics en cas d'événement entraînant une situation d'urgence radiologique présentée au point 1.3 et définit les modalités d'organisation des services de l'État pour ces situations.

Devant la multiplicité des émetteurs possibles d'une alerte et des circuits d'alerte associés, un guichet unique centralise toutes les alertes et les transmet à l'ensemble des acteurs : il s'agit du centre de traitement de l'alerte centralisé des sapeurs-pompiers Codis-CTA (Centre opérationnel départemental d'incendie et de secours – Centre de traitement de l'alerte), joignable par le 18 ou le 112.

La gestion des accidents d'origine malveillante qui surviendraient à l'extérieur des INB ne relève pas de cette circulaire, mais du [plan Pirate NRBC](#) (nucléaire, radiologique, biologique ou chimique).

SCHÉMA 1 Plan national de réponse à un accident nucléaire ou radiologique majeur



1.1.4 Maîtriser l'urbanisation autour des sites nucléaires

La maîtrise de l'urbanisation vise à limiter les conséquences d'un accident sur la population et les biens. Une telle démarche est ainsi mise en œuvre, depuis 1987, autour des installations industrielles non nucléaires et a été renforcée depuis l'accident de l'usine AZF survenu à Toulouse en 2001. La [loi n° 2006-686 du 13 juin 2006](#) relative à la transparence et à la sécurité en matière nucléaire (dite « loi TSN », désormais codifiée aux [livres 1^{er} et V du code de l'environnement](#)), permet aux pouvoirs publics de maîtriser l'urbanisation autour des INB, par l'instauration de servitudes d'utilité publique limitant ou interdisant les nouvelles constructions à proximité de ces installations.

La démarche de maîtrise de l'urbanisation relève de responsabilités partagées entre l'exploitant, les maires et l'État :

- l'exploitant est responsable de ses activités et des risques associés ;
- le maire est responsable de l'élaboration des documents d'urbanisme et de la délivrance des permis de construire ;
- le préfet informe les maires des risques existants, exerce le contrôle de légalité sur les actes des communes et peut imposer des restrictions d'usage.

L'ASN fournit les éléments techniques pour caractériser le risque et propose son appui au préfet pour l'accompagner dans la démarche de maîtrise de l'urbanisation.

La démarche actuelle de maîtrise des activités autour des installations nucléaires concerne exclusivement celles faisant l'objet d'un PPI et vise en premier lieu à préserver le caractère opérationnel des plans de secours, notamment pour la mise à l'abri et l'évacuation, en limitant autant que faire se peut l'augmentation de la population concernée. Elle se concentre sur la zone « réflexe » des PPI, établie dans le cadre de la [circulaire du 10 mars 2000](#) portant révision des PPI relatifs aux INB et dont la pertinence a été confirmée par l'[instruction du 3 octobre 2016](#).

Dans cette zone « réflexe », des actions immédiates de protection des populations sont mises en œuvre en cas d'accident à déroulement rapide (voir point 1.1.1 b).

Une [circulaire du ministère chargé de l'environnement du 17 février 2010](#) relative à la maîtrise des activités au voisinage des INB susceptibles de présenter des dangers à l'extérieur du

site a demandé aux préfets d'exercer une vigilance accrue sur le développement de l'urbanisation à proximité des installations nucléaires. Cette circulaire précise qu'il est nécessaire de porter la plus grande attention aux projets sensibles en raison de leur taille, de leur destination ou des difficultés qu'ils occasionneraient en matière de protection des populations dans la zone « réflexe ».

L'ASN est consultée sur des projets de construction ou d'urbanisme situés à l'intérieur de cette zone. Les avis rendus s'appuient sur les principes explicités dans le [Guide de l'ASN n° 15](#) relatif à la maîtrise des activités autour des INB, publié en 2016. Ce guide, élaboré par un groupe de travail pluraliste copiloté par l'ASN et la Direction générale de la prévention des risques ([DGPR](#)), associant des élus et l'Association nationale des comités et commissions locales d'information ([Anccli](#)), se fonde sur les objectifs suivants :

- préserver le caractère opérationnel des plans de secours ;
- privilégier un développement territorial au-delà de la zone « réflexe » ;
- permettre un développement maîtrisé et répondant aux besoins de la population résidente.

1.2 LES ACTEURS DE LA GESTION DES SITUATIONS D'URGENCE

L'organisation des pouvoirs publics en cas d'accident nucléaire ou radiologique majeur est fixée par un ensemble de textes relatifs à la sûreté nucléaire, la radioprotection, l'ordre public, la sécurité civile et les plans d'urgence.

La [loi n° 2004-811 du 13 août 2004](#) relative à la modernisation de la sécurité civile prévoit un recensement actualisé des risques, la rénovation de la planification opérationnelle, la réalisation d'exercices qui impliquent la population, l'information et la formation de la population, la veille opérationnelle et l'alerte. Plusieurs décrets d'application de cette loi, codifiés dans le code de la sécurité intérieure aux [articles L. 741-1 à L. 741-32](#) relatifs notamment aux plans Orsec et aux PPI, sont venus la préciser en 2005.

La prise en compte des situations d'urgence radiologique est précisée dans la [directive interministérielle du 7 avril 2005](#) sur l'action des pouvoirs publics en cas d'événement entraînant une situation d'urgence radiologique (voir schéma 1).

Ainsi, au plan national, l'ASN participe activement aux travaux interministériels relatifs à la gestion d'une crise nucléaire.

L'[accident survenu à la centrale nucléaire de Fukushima](#) a montré qu'il est nécessaire de mieux se préparer à la survenue d'un accident aux facettes multiples (catastrophe naturelle, accident affectant simultanément plusieurs installations). Ainsi, les organisations mises en place doivent être robustes et capables de gérer dans la durée une crise de grande ampleur. Les interventions sous rayonnements ionisants doivent être mieux anticipées et, pour permettre d'apporter un appui efficace au pays affecté, les relations internationales améliorées.

1.2.1 L'organisation locale

Plusieurs acteurs sont habilités à prendre localement des décisions en situation d'urgence :

- l'exploitant de l'installation nucléaire accidentée met en œuvre l'organisation et les moyens définis dans son PUI (voir point 1.1.1);
- l'ASN a un rôle de contrôle des actions de l'exploitant en matière de sûreté nucléaire et de radioprotection. En situation d'urgence, elle s'appuie sur les évaluations de l'IRSN et peut à tout moment prescrire à l'exploitant les évaluations et les actions qu'elle juge nécessaires;
- le préfet du département où se trouve l'installation prend les décisions nécessaires pour assurer la protection de la population, de l'environnement et des biens menacés par l'accident. Il agit dans le cadre du PPI des plans Orsec ou du plan de protection externe en cas d'acte de malveillance. À ce titre, il est responsable de la coordination des moyens engagés dans le PPI, publics et privés, matériels et humains. Il veille à l'information des populations et des maires. L'ASN conseille le préfet pour ce qui concerne les actions de protection des populations;
- le préfet de zone de défense et de sécurité est chargé de coordonner les renforts et les soutiens nécessaires au préfet de département, d'assurer la cohérence interdépartementale des actions et de coordonner la communication territoriale avec la communication nationale;
- le maire de la commune, par sa proximité, joue un rôle important dans l'anticipation et l'accompagnement des actions de protection des populations. À ce titre, le maire d'une commune comprise dans le champ d'application d'un PPI doit établir et mettre en œuvre un plan communal de sauvegarde pour prévoir, organiser et structurer les mesures d'accompagnement des décisions du préfet. Il est également un relais d'information et de sensibilisation auprès des populations, en particulier lors des campagnes de distribution de comprimés d'iode.

1.2.2 L'organisation nationale

En situation d'urgence radiologique, chaque ministère est responsable, en lien avec ses services déconcentrés, de la préparation et de l'exécution des dispositions de niveau national relevant de son champ de compétences.

En cas de crise majeure nécessitant la coordination de nombreux acteurs, une organisation de crise gouvernementale est mise en place, sous la direction du Premier ministre, avec l'activation de la cellule interministérielle de crise (CIC). Cette cellule vise à centraliser et analyser les informations en vue de préparer les décisions stratégiques et de coordonner leur mise en œuvre à l'échelle interministérielle. Elle rassemble :

- tous les ministères concernés;
- l'autorité de sûreté compétente et son appui technique l'IRSN;
- les représentants de l'exploitant;
- des administrations ou établissements publics apportant leur concours, comme Météo-France.

1.3 PROTÉGER LA POPULATION

Les actions de protection des populations durant la phase d'urgence ainsi que les premières actions menées au titre de la phase post-accidentelle visent à protéger les populations de l'exposition aux rayonnements ionisants et aux substances chimiques et toxiques éventuellement présentes dans les rejets. Ces actions sont mentionnées dans les PPI.

1.3.1 Les actions de protection générale

En cas d'accident nucléaire ou radiologique majeur, [plusieurs actions](#) peuvent être envisagées par le préfet pour protéger la population :

- la mise à l'abri et à l'écoute : les personnes concernées, alertées par une sirène, se mettent à l'abri chez elles ou dans un bâtiment, toutes ouvertures closes, et y restent à l'écoute des consignes du préfet transmises par les médias;
- l'ingestion de comprimés d'iode stable (uniquement dans le cas d'accident comportant des rejets d'iode radioactif) : sur ordre du préfet, les personnes susceptibles d'être exposées à des rejets d'iodes radioactifs sont invitées à ingérer la dose prescrite de comprimés d'iode;
- l'évacuation : en cas de menace de rejets radioactifs importants, le préfet peut ordonner l'évacuation. Les populations sont alors invitées à préparer un bagage, mettre en sécurité leur domicile et le quitter pour se rendre au point de rassemblement le plus proche.

L'[ingestion de comprimés d'iode stable](#) permet de saturer la glande thyroïde et de la protéger des effets cancérigènes des iodes radioactifs.

La [circulaire du 27 mai 2009](#) définit les principes régissant les responsabilités respectives de l'exploitant d'une INB et de l'État en matière de distribution de comprimés d'iode.

Cette circulaire prévoit que l'exploitant, en tant que responsable de la sûreté de ses installations, finance les campagnes d'information du public au sein du périmètre PPI et assure une distribution préventive des comprimés d'iode stable de façon permanente et gratuite en s'appuyant sur le réseau des pharmacies.

Une première campagne d'information et de distribution de comprimés d'iode dans un rayon de 0 à 10 km autour des centrales nucléaires a été réalisée en 2016-2017, complétée en 2019-2021 par une campagne dans la zone 10-20 km à la suite de l'extension des PPI.

Au-delà de la zone couverte par le PPI, des stocks de comprimés sont constitués afin de couvrir le reste du territoire national. À cet égard, les ministres chargés de la santé et de l'intérieur ont décidé la constitution de stocks de comprimés d'iode mis en place et gérés par [Santé publique France](#). Chaque préfet définit dans son département les modalités de distribution à la population en s'appuyant en particulier sur les maires.

Ce dispositif est décrit dans une [circulaire du 11 juillet 2011](#) relative au dispositif de stockage et de distribution des comprimés d'iode de potassium hors des zones couvertes par un PPI. En application de cette circulaire, les préfets ont mis en place des plans de distribution des comprimés d'iode stable en situation d'urgence radiologique qui peuvent faire l'objet d'exercices dans le cadre de la déclinaison territoriale du PNRANRM.

Le préfet peut également prendre des mesures d'interdiction de consommation des denrées alimentaires susceptibles d'avoir été contaminées par des substances radioactives dès la phase d'urgence (tant que l'installation n'est pas revenue à un état maîtrisé et stable).

Ces mesures, prises avant la fin des rejets, ont pour objectif de faciliter la gestion de la phase post-accidentelle. En effet, une fois que les rejets sont terminés et que l'installation est revenue dans un état stable, de nouvelles actions de protection des populations sont décidées en fonction des dépôts de matières radioactives dans l'environnement. Selon le niveau de radioactivité ambiante, il pourra s'agir :

- d'un éloignement des populations pour une durée, plus ou moins longue ;
- de restrictions relatives à l'autoconsommation de denrées alimentaires produites localement ;
- de contrôles des denrées produites avant commercialisation, en accord avec les niveaux maximaux admissibles de contamination radioactive définis au niveau européen pour le commerce des denrées alimentaires.

1.3.2 La prise en charge des personnes contaminées

Dans le cas d'une situation d'urgence radiologique, un nombre important de personnes pourraient être contaminées par des radionucléides. La prise en charge de ces personnes devra être réalisée par des équipes de secours dûment formées et équipées pour ce type d'opération.

La [circulaire du 18 février 2011](#) relative à la doctrine nationale d'emploi des moyens de secours et de soins face à une action terroriste utilisant des substances radioactives précise les dispositions qui s'appliquent également à un accident nucléaire ou radiologique, et qui visent à mettre en œuvre, sur l'ensemble du territoire national, une méthodologie unifiée d'emploi des moyens afin d'en optimiser l'efficacité.

Le [Guide national d'intervention médicale en cas d'événement nucléaire ou radiologique](#) dont la première version a été publiée en 2018, et dont la rédaction a été coordonnée par l'ASN, vient accompagner la [circulaire DHOS/HFD/DGSNR n° 2002/277 du 2 mai 2002](#) relative à l'organisation des soins médicaux en cas d'accident nucléaire ou radiologique, en rassemblant toutes les informations utiles pour les intervenants médicaux chargés du rassemblement et du transport des blessés ainsi que pour les personnels hospitaliers. Sous l'égide de l'ASN, une nouvelle version de ce guide, intégrant les évolutions organisationnelles intervenues depuis 2008 et les nouveaux protocoles et moyens de traitements des contaminations, a été publiée en juin 2023.

1.4 APPRÉHENDER LES CONSÉQUENCES À LONG TERME

La phase post-accidentelle concerne le traitement dans le temps des conséquences d'une contamination durable de l'environnement par des substances radioactives après un accident nucléaire.

Elle recouvre le traitement des diverses conséquences (économiques, sanitaires, environnementales et sociales) par nature complexes, qui devraient être traitées sur le court, le moyen, voire le long terme, en vue d'un retour à une situation jugée acceptable.

La démarche suivie par le Codirpa, mis en place par l'ASN en 2005 à la demande du Premier ministre, a abouti à l'élaboration d'éléments constitutifs d'une première doctrine nationale pour la gestion post-accidentelle d'un accident nucléaire d'ampleur moyenne entraînant des rejets de courte durée (moins de 24 heures), publiée en 2012.

À la suite des travaux du Codirpa pour mieux prendre en compte les enseignements de l'accident de la centrale nucléaire de Fukushima, le retour d'expérience (REX) des exercices de crise, les évolutions réglementaires et celles des recommandations internationales, une [nouvelle version des recommandations](#) pour la gestion post-accidentelle d'un accident nucléaire a été publiée en 2022.

Ce document constitue aujourd'hui le socle de la gestion post-accidentelle d'un accident nucléaire en France. Il est destiné aux acteurs locaux et nationaux concernés. Il a vocation à la fois à susciter la réflexion de ces acteurs quant à la préparation d'une telle situation et à les guider pour la gestion d'une crise réelle.

Les travaux du Codirpa se poursuivent pour compléter ces recommandations, notamment pour une meilleure prise en compte des accidents hors réacteurs nucléaires pouvant notamment mettre en œuvre la radioactivité alpha. Les réflexions actuelles du comité visent également à aboutir à la définition de stratégies de réduction de la contamination d'un territoire affecté par un accident radiologique ou nucléaire en lien avec la gestion des déchets associés, tout en tenant compte des enjeux des différentes typologies de milieux affectés (urbains, agricoles, forestiers, etc.). En outre, conformément au mandat du Premier ministre en date du 18 juin 2020, l'examen de la pertinence de la doctrine de gestion post-accidentelle en cas de rejets de substances radioactives dans les milieux aquatiques, qu'ils soient marins, lacustres ou fluviaux, a été lancé début 2023.

Poursuivant sa démarche consistant à inclure la population dans l'élaboration des recommandations du Codirpa, l'ASN a organisé deux rencontres avec des élèves de collège et lycée situés dans le périmètre du PPI de la centrale nucléaire de Nogent-sur-Seine. Enfin, l'ASN organisera en 2024, à l'instar des réunions organisées en 2021 et en 2022, des moments d'échange réunissant des citoyens pour leur présenter les résultats des groupes de travail concernant la prise en compte des accidents avec rejets d'émetteurs alpha et la définition de stratégies de réduction de la contamination d'un territoire affecté par un accident radiologique ou nucléaire, et la gestion des déchets associés.

2 Le rôle de l'ASN en situation d'urgence et post-accidentelle

2.1 LES QUATRE MISSIONS ESSENTIELLES DE L'ASN

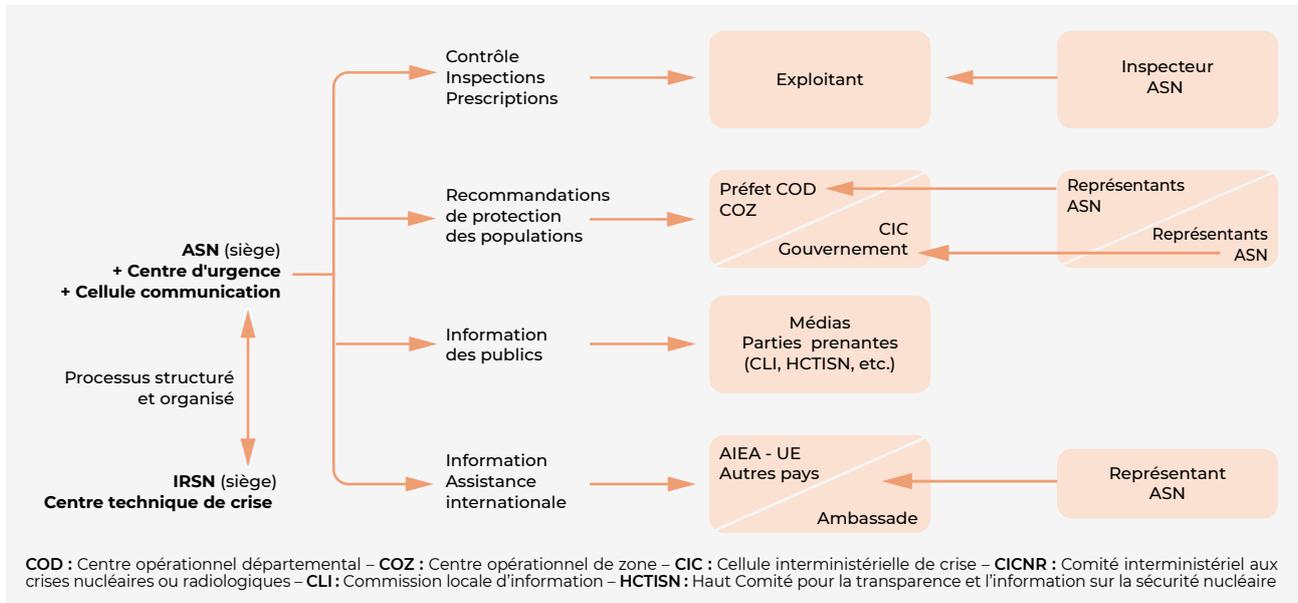
En situation d'urgence, l'ASN, avec l'appui de l'IRSN, a pour missions :

- de contrôler les dispositions prises par l'exploitant et de s'assurer de leur pertinence ;
- de conseiller les autorités quant aux actions de protection des populations ;
- de participer à la diffusion de l'information de la population et des médias ;
- d'assurer la fonction d'autorité compétente dans le cadre des conventions internationales sur la notification rapide et sur l'assistance.

Le contrôle des dispositions prises par l'exploitant

De même qu'en situation normale, l'ASN exerce en situation accidentelle sa mission d'autorité de contrôle. Dans ce contexte particulier, l'ASN s'assure que l'exploitant exerce pleinement ses responsabilités pour maîtriser l'accident, en limiter les conséquences et informer rapidement et régulièrement les pouvoirs publics. Elle s'appuie sur l'expertise de l'IRSN et peut à tout moment prescrire à l'exploitant des évaluations ou des actions rendues nécessaires, sans pour autant se substituer à celui-ci dans la conduite technique.

SCHÉMA 2 Rôle de l'ASN en situation de crise nucléaire



Le conseil aux préfets de département et de zone et au Gouvernement

La décision du préfet sur les dispositions à prendre pour assurer la protection de la population en situations d'urgence radiologique et post-accidentelles dépend des conséquences effectives ou prévisibles de l'accident autour du site. De par la loi, il appartient à l'ASN de faire des recommandations au préfet et au Gouvernement, en intégrant l'analyse de l'IRSN. Cette analyse porte à la fois sur le diagnostic de la situation (compréhension de la situation de l'installation accidentée, analyse des conséquences pour l'homme et l'environnement) et sur le pronostic (évaluation des développements possibles et en particulier des rejets radioactifs). Ces recommandations portent notamment sur les actions à mettre en œuvre pour la protection des populations en phase d'urgence et en phase post-accidentelle.

La diffusion de l'information

L'ASN intervient dans la diffusion de l'information auprès :

- des médias et du public : publication de communiqués et conférences de presse ; il importe que cette action soit coordonnée avec les autres entités amenées à communiquer (préfets, exploitants aux niveaux local et national, etc.) ;
- des acteurs institutionnels et associatifs : collectivités locales, ministères, préfectures, autorités politiques, directions générales des administrations, CLI, etc. ;
- des organismes de sûreté étrangers.

La fonction d'autorité compétente au sens des conventions internationales

Le code de l'environnement prévoit que l'ASN assure la mission d'**autorité compétente** au titre des conventions internationales de 1986 sur la notification rapide et sur l'assistance. À ce titre, elle réalise le recueil et la synthèse d'informations en vue d'assurer ou de recevoir les notifications et transmettre les informations prévues par ces conventions aux organisations internationales (Agence internationale de l'énergie atomique – **AIEA** – et Union européenne) et aux pays concernés par d'éventuelles conséquences sur leur territoire, en lien avec le ministère chargé des affaires étrangères.

2.2 S'ORGANISER EN CAS D'ACCIDENT MAJEUR

L'organisation de crise de l'ASN mise en place en cas d'accident majeur comprend notamment :

- la participation d'agents de l'ASN aux différentes cellules de la CIC ;
- la mise en place au plan national d'un centre d'urgence situé à Montrouge (Île-de-France) organisé autour d'un directeur de crise et de différentes cellules spécialisées :
 - une cellule « gestion de l'information et coordination » chargée d'apporter un appui au directeur de crise ;
 - une cellule logistique ;
 - une cellule « sûreté » chargée de comprendre et d'évaluer l'événement en cours ;
 - une cellule « protection des personnes, de l'environnement et des biens » chargée notamment de proposer les actions de protection des populations ;
 - une cellule « communication interne et externe » ;
 - une cellule « relations internationales » ;
 - une cellule « anticipation ».

Le fonctionnement du centre d'urgence est régulièrement testé lors des **exercices nationaux de crise** et est activé en situation réelle, à l'occasion d'incidents ou d'accidents. Au plan local, des représentants de l'ASN se rendent auprès des préfets de département et de zone pour les appuyer dans leurs décisions et leurs actions de communication. Des inspecteurs de l'ASN peuvent également se rendre sur le site accidenté ; d'autres participent à la gestion de la crise au siège de la division territoriale impliquée.

En 2023, le centre d'urgence de l'ASN a été gréé à 15 reprises pour 11 exercices nationaux, 2 exercices internationaux et 2 situations réelles.

L'organisation de crise de l'ASN a été sollicitée à plusieurs reprises en 2023 à la suite de déclenchements de PUI sur des installations nucléaires.

Le 3 mars 2023 à 21h11, la centrale nucléaire de Cattenom (57) a déclenché son PUI pour un incendie à la suite d'un départ de feu sur un ventilateur en zone contrôlée. Les échanges entre l'ASN et EDF ont amené à lever rapidement l'alerte, le feu ayant été éteint par les pompiers intervenus sur site.

INSPECTION DÉDIÉE À L'ORGANISATION ET AUX MOYENS DE CRISE À LA CENTRALE NUCLÉAIRE DU BLAYAIS



L'ASN a réalisé, en décembre 2023, une inspection à la centrale nucléaire du Blayais sur le thème de l'organisation et des moyens de crise, portant plus particulièrement sur les services de la Force d'action rapide du nucléaire (FARN^(*)). Cette inspection se déroulait dans le cadre d'un exercice de grande ampleur d'intervention de la FARN sur le site de la centrale nucléaire, au cours duquel de nombreux moyens mobiles ont été engagés (hélicoptère, groupes électrogènes de secours, moyens de télécommunication autonomes, etc.). L'inspection s'est poursuivie par des entretiens avec différents acteurs FARN de l'exercice afin de croiser les observations de terrain des inspecteurs avec les remontées des différents acteurs. Cette inspection a permis aux inspecteurs de l'ASN de constater l'opérationnalité des moyens de la FARN et son fonctionnement au plus près de ses équipes.

** La FARN est un dispositif national d'urgence mis en place par EDF rassemblant des équipes spécialisées et des équipements permettant d'intervenir en moins de 24 heures sur un site accidenté.*

Le 30 juillet 2023 à 16h52, la centrale nucléaire du Bugey (01) a déclenché son PUI à la suite d'un départ de feu en salle des machines du réacteur 4, située hors zone contrôlée. L'équipe d'astreinte s'est mobilisée afin de suivre l'évolution de la situation et de se préparer à activer le centre d'urgence si besoin. L'incendie a été rapidement éteint sans entraîner de conséquences sur la sûreté de l'installation et l'ASN a autorisé la levée du PUI quelques heures après son déclenchement.

Le 17 octobre 2023 à 12h27, la centrale nucléaire du Blayais (33) a déclenché son PUI à la suite de l'inflammation d'une bouteille d'acétylène entreposée sur un chantier de soudage dans la salle des machines du réacteur 1, située hors zone nucléaire. L'ASN a activé son centre d'urgence afin de suivre la situation. Après arrosage de la bouteille de gaz par les équipes d'intervention d'EDF puis par les secours extérieurs, celle-ci a été évacuée de la salle des machines vers 15h30, immergée dans un réceptacle rempli d'eau permettant l'arrêt de la combustion et placée sous surveillance. L'ASN a ensuite autorisé la levée du PUI.

Le 19 octobre 2023 à 8h59, l'Institut Laue Langevin (38) a déclenché son PUI à la suite d'une alerte à la bombe. L'ASN a activé son centre d'urgence afin de suivre la situation et anticiper d'éventuelles conséquences sur la sûreté de l'installation. Après vérification détaillée de l'installation, aucun engin explosif n'a été trouvé au sein de cette dernière.

Lors des exercices ou en cas de crise réelle, l'ASN est appuyée par une équipe d'analystes au centre technique de crise de l'IRSN.

Le système d'alerte de l'ASN permet la mobilisation de ses agents, ainsi que de ceux de l'IRSN. Ce système automatique envoie un signal d'alerte aux agents équipés d'un moyen de réception, dès son déclenchement à distance par l'exploitant de l'INB à l'origine de l'alerte. Il diffuse également l'alerte à des agents du SGDSN, de la Direction générale de la sécurité civile et de la gestion des crises (DGSCGC), du Centre opérationnel de gestion interministérielle des crises, de Météo-France et du Centre ministériel de veille opérationnelle et d'alerte (CMVOA) du ministère de la Transition écologique et de la Cohésion des territoires.

Un numéro vert d'urgence radiologique permet également à l'ASN de recevoir les appels signalant des événements impliquant des sources de rayonnements ionisants utilisées hors des INB ou lors du transport de substances radioactives. Il est accessible 24 h/24, 7 j/7. Ce numéro est réservé aux sociétés titulaires d'une autorisation de détention de sources radioactives délivrée par l'ASN au titre du code de la santé publique et aux sociétés effectuant des transports de matières radioactives. En fonction de la gravité de l'événement, l'ASN peut activer son centre d'urgence à Montrouge en déclenchant le système d'alerte. Dans le cas contraire, seul l'[échelon local de l'ASN](#) (division concernée) intervient dans ses missions d'appui au préfet et de communication, en recourant au besoin à l'expertise des directions nationales. Afin de renforcer la gradation de la réponse et de l'organisation de l'ASN en cas de crise, pour des situations ne nécessitant pas le grément du centre d'urgence, l'équipe d'astreinte apporte un appui pour soutenir la division territoriale concernée.

Depuis 2018, un [dispositif d'astreinte](#) permet de renforcer la robustesse et la réactivité de mobilisation et d'intervention des agents de l'ASN.

Le schéma 2 (voir page précédente) présente de façon synthétique le rôle de l'ASN en situation d'urgence radiologique. Ce schéma fonctionnel illustre l'importance du représentant de l'ASN auprès du préfet, qui relaie et présente les recommandations provenant du centre d'urgence de l'ASN.

Le tableau 1 montre le positionnement des pouvoirs publics (le Gouvernement, l'ASN et les experts techniques) et des exploitants en situation d'urgence radiologique. Ces acteurs interviennent dans leurs champs de compétence respectifs relatifs à l'expertise, à la décision, à l'intervention et à la communication, pour lesquels des audioconférences régulières sont organisées. Les échanges entre les acteurs conduisent aux décisions et orientations relatives à la sûreté de l'installation et à la protection de la population. De même, les relations entre les cellules de communication et les porte-parole des centres de crise assurent la cohérence de l'information du public et des médias.

TABEAU 1 Positionnement des différents acteurs en situation d'urgence radiologique

	DÉCISION	EXPERTISE	INTERVENTION	COMMUNICATION
Pouvoirs publics	Gouvernement (CIC) Préfecture (COD, COZ)	-	Préfecture Sécurité civile	Gouvernement (CIC) Préfecture (COD)
	ASN (CU)	IRSN (CTC) Météo-France	IRSN (cellules mobiles)	ASN IRSN
Exploitants	Niveaux national et local	Niveaux national et local	Niveau local	Niveaux national et local

CIC : Cellule interministérielle de crise – COD : Centre opérationnel départemental – COZ : Centre opérationnel zonal – CTC : Centre technique de crise – CU : Centre d'urgence

3 Exploiter les enseignements

3.1 S'EXERCER

L'objectif principal des exercices d'urgence nucléaire et radiologique est de tester le dispositif prévu en cas de situation d'urgence radiologique afin :

- de mesurer le niveau de préparation de toutes les entités impliquées (autorités de sûreté, experts techniques, exploitants) ;
- de s'assurer que les plans sont tenus à jour, connus des responsables et des intervenants à tous les niveaux et que les procédures d'alerte et de coordination qu'ils comportent sont opérantes ;
- d'entraîner les personnes qui seraient impliquées dans une telle situation ;
- de mettre en œuvre les différents aspects de l'organisation et les procédures prévues par les directives interministérielles : les plans d'urgence, les plans de secours, les plans communaux de sauvegarde et les diverses conventions ;
- de contribuer à l'information des médias et de développer une approche pédagogique destinée à la population, afin que chacun puisse concourir par son comportement à la sécurité civile ;
- de capitaliser les connaissances et expériences en matière de gestion des situations d'urgence.

Ces exercices, planifiés dans une instruction interministérielle annuelle, associent l'exploitant, les ministères, les préfetures et les services départementaux, l'ASN, l'Autorité de sûreté nucléaire de défense (ASND), l'IRSN et Météo-France, ce qui peut représenter jusqu'à 300 personnes lorsque des moyens sont déployés sur le terrain. Ils visent à tester l'efficacité des dispositifs d'évaluation de la situation, la capacité à placer l'installation ou le colis dans un état maîtrisé, à prendre les dispositions adéquates pour protéger les populations et à mettre en place une bonne communication vers les médias et les populations intéressées.

3.1.1 Les exercices nationaux d'urgence nucléaire et radiologique

Dans la continuité des années antérieures, l'ASN, en liaison avec le SGDSN, la DGSCGC et l'ASND, a préparé le programme 2023 des exercices nationaux d'urgence nucléaire et radiologique concernant les INB et les transports de substances radioactives.

Ce programme a été annoncé aux préfets par l'instruction interministérielle du 17 janvier 2023.

De façon générale, ces exercices permettent de tester les cercles décisionnels au plus haut niveau et la capacité de communication des principaux acteurs sur lesquels une pression médiatique simulée est parfois exercée.

Le tableau 2 décrit les caractéristiques essentielles des exercices nationaux menés en 2023.

Outre les exercices nationaux, les préfets sont invités à mener des exercices locaux pour les sites implantés dans leur département, afin d'approfondir la préparation aux situations d'urgence radiologique et de tester spécialement les délais de mobilisation des acteurs.

La réalisation d'un exercice national d'urgence nucléaire et radiologique, selon une périodicité maximale de cinq ans sur les sites nucléaires soumis à un PPI et d'au moins un exercice annuel concernant le transport de substances radioactives, apparaît comme un juste compromis entre l'objectif d'entraînement des personnes et le délai nécessaire pour faire évoluer les organisations.

En 2023, outre les objectifs généraux des exercices listés plus haut, des objectifs complémentaires ont été introduits dans la planification en intégrant les enseignements tirés des REX, ainsi que les résultats des exercices et entraînements expérimentaux réalisés en 2022.

TABLEAU 2 Exercices nationaux d'urgence nucléaire et radiologique réalisés en 2023

SITE NUCLÉAIRE	DATES DE L'EXERCICE	CARACTÉRISTIQUES PRINCIPALES
FBFC, Framatome (Romans-sur-Isère – 26)	1 ^{er} et 2 mars	<ul style="list-style-type: none"> • Prise en compte des risques chimiques et radiologiques • Processus de décision, envoi d'inspecteurs de l'ASN sur le site accidenté • Prise en compte du REX de l'incident de 2022
Orano TN (11)	13 avril	<ul style="list-style-type: none"> • Coordination avec les acteurs liés aux transports • Remontée des informations du terrain
Base navale d'Istres (13)	10 et 11 mai	<ul style="list-style-type: none"> • Articulation avec l'ASND et pression médiatique simulée • Recommandations sur la gestion post-accidentelle
Centrale nucléaire EDF de Saint-Laurent-des-Eaux (41)	23 et 24 mai	<ul style="list-style-type: none"> • Processus de décision et pression médiatique simulée • Envoi d'inspecteurs de l'ASN sur le site accidenté
Centrale nucléaire EDF de Golfech (82)	7 et 8 juin	<ul style="list-style-type: none"> • Processus de décision et pression médiatique simulée • Envoi d'inspecteurs de l'ASN sur le site accidenté
Centre CEA de Saclay (91)	22 et 23 juin	<ul style="list-style-type: none"> • Envoi d'inspecteurs de l'ASN sur le site accidenté
Centrale nucléaire EDF de Chooz (08)	12 et 13 septembre	<ul style="list-style-type: none"> • Échanges d'informations avec le pays frontalier • Envoi d'inspecteurs de l'ASN sur le site accidenté
Réacteur de recherche Institut Laue Langevin (38)	9 novembre	<ul style="list-style-type: none"> • Remontée des données de l'installation • Processus de décision et pression médiatique simulée
Base navale de Toulon (13)	22 et 23 novembre	<ul style="list-style-type: none"> • Processus de décision et pression médiatique simulée
Centrale nucléaire EDF de Nogent-sur-Seine (10)	23 et 24 novembre	<ul style="list-style-type: none"> • Processus de décision et pression médiatique simulée • Envoi d'inspecteurs de l'ASN sur le site accidenté
Site Orano Melox (30)	6 et 7 décembre	<ul style="list-style-type: none"> • Prise en compte des rejets de particules alpha • Processus de décision et pression médiatique simulée



PARTICIPATION DES ÉTABLISSEMENTS SCOLAIRES ET SENSIBILISATION DU JEUNE PUBLIC LORS DE L'EXERCICE DE CRISE DE LA CENTRALE NUCLÉAIRE DE NOGENT-SUR-SEINE

Dans le cadre de l'exercice de crise organisé à la centrale nucléaire de Nogent-sur-Seine (10) les 23 et 24 novembre 2023, plusieurs établissements scolaires ont procédé à des exercices de déclenchement de leur plan particulier de mise en sécurité (PPMS). Cet exercice a également été l'occasion d'organiser deux rencontres avec des élèves de troisième et de première. L'objectif était d'échanger sur leur vision de l'accident nucléaire, sur les bons réflexes à avoir en cas d'alerte et sur les modes de communication

à privilégier pour sensibiliser spécifiquement ce public jeune.

À la suite d'une présentation du risque nucléaire et des actions de protection à mettre en œuvre, les élèves ont été force de proposition pour suggérer des actions de sensibilisation ciblées qui pourraient être utilisées au moment des exercices de crise nationaux réalisés par les pouvoirs publics. Sans surprise, ce sont les réseaux sociaux qui sont privilégiés, avec l'inclusion de liens vers des sites de sensibilisation, des créations de contenus originaux,

des associations avec des influenceurs. D'autres propositions, comme la création de jeux vidéo, d'*escape games* ou encore l'utilisation de la réalité virtuelle, ont également émergé.

Ces rencontres ont également utilisé l'[exposition ASN-IRSN](#) comme support pédagogique. Le résultat de ces rencontres sera intégré aux travaux du Codirpa sur la culture de la sécurité et de la radioprotection en vue d'alimenter le rapport final au Gouvernement, prévu pour le courant de l'année 2024.

L'ASN s'investit également dans la préparation et la réalisation d'exercices de crise ayant un volet de sûreté nucléaire et organisés par d'autres acteurs tels que :

- ses homologues pour la sécurité nucléaire (Haut Fonctionnaire de défense et de sécurité, auprès du ministre chargé de l'énergie) ou pour les installations relevant de la défense (ASND);
- les instances internationales (AIEA, Commission européenne, Agence pour l'énergie nucléaire – AEN);
- les ministères de la Santé, de l'Intérieur, etc.

L'expérience acquise au cours de ces exercices doit permettre aux agents de l'ASN de répondre plus efficacement aux situations d'urgence réelles.

3.2 ÉVALUER POUR S'AMÉLIORER

Des réunions d'évaluation sont organisées immédiatement après chaque exercice dans chaque centre de crise et à l'ASN quelques semaines après l'exercice. L'ASN veille, avec les autres acteurs, à identifier les bonnes pratiques et les axes d'amélioration mis en évidence lors de ces exercices.

Ces réunions d'évaluation permettent aux acteurs de partager leur expérience dans le cadre d'une démarche participative. Elles ont notamment mis en évidence :

- l'importance d'avoir des scénarios les plus réalistes possible, en conditions météorologiques réelles, et suffisamment complexes techniquement pour nourrir le REX;
- l'importance de la communication en situation d'urgence, en particulier pour informer au plus tôt le public et les autorités étrangères et éviter la propagation de rumeurs susceptibles d'empêcher une bonne gestion de la crise, en France comme à l'étranger;



LES RECOMMANDATIONS DU CODIRPA POUR LA GESTION DES SITUATIONS POST-ACCIDENTELLES

À la suite de la publication des premières recommandations au Gouvernement en 2012, le Codirpa a poursuivi ses travaux pour tirer les enseignements de l'accident de la centrale nucléaire de Fukushima et des exercices de crise nationaux, en associant l'ensemble des parties



prenantes (experts, services de l'État, CLI, associations, exploitants, etc.). Les nouvelles *Recommandations pour la gestion des situations post-accidentelles d'un accident nucléaire* ont été rassemblées dans un [guide](#) publié en novembre 2022. Ces propositions ont vocation à alimenter les prochaines évolutions de la planification de crise nationale.

- l'importance de fournir aux décideurs une vision claire des conséquences radiologiques sous forme de représentations cartographiques : l'outil dénommé « Criter » développé par l'IRSN permet la représentation des résultats de mesures de radioactivité dans l'environnement.

4 Perspectives

Dans la continuité des efforts engagés en 2023, une attention particulière sera portée lors des exercices à l'information et à la communication de crise. La coordination transfrontalière avec les pays frontaliers continuera à faire également l'objet de travaux réguliers en vue d'apporter une réponse cohérente et harmonisée en cas d'accident à dimension transfrontalière.

L'envoi d'inspecteurs de l'ASN sur un site accidenté, régulièrement testé depuis 2021, sera par ailleurs poursuivi lors des exercices.

En matière d'inspections, l'ASN poursuivra son effort pour tester, au travers de mises en situation, l'opérationnalité de la gestion de crise chez les exploitants.

L'année 2024 constitue la dernière année du mandat actuel du Codirpa. L'intervention de nouveaux panels citoyens intégrant le grand public dans le groupe pluraliste pour l'élaboration des

propositions au Gouvernement permettra de finaliser les travaux sur: la prise en compte des accidents autres que les centrales nucléaires, la gestion des déchets, ainsi que la gestion des milieux aquatiques en phase post-accidentelle. L'exercice INEX 6, proposé par l'AEN en 2024, constituera une opportunité pour confronter la doctrine post-accidentelle française à celles d'autres pays et la consolider si nécessaire.

Enfin, l'ASN et l'IRSN conduiront en 2024 les travaux de préparation nécessaires pour regrouper leur organisation de crise autour d'un unique centre d'urgence. L'objectif est de renforcer l'efficacité et la lisibilité du soutien apporté aux services de l'État en situation d'urgence.

01

02

03

04

05

06

07

08

09

10

11

12

13

14

15

AN

SOMMAIRE

1

p.182

Développer les relations avec les publics

1.1 Le grand public

1.1.1 Le site Internet *asn.fr*

1.1.2 Les réseaux sociaux

1.1.3 L'exposition ASN-IRSN

1.1.4 Le centre d'information de l'ASN

1.2 Les professionnels

1.2.1 Faire connaître la réglementation et faire progresser la culture de radioprotection

1.2.2 Une plateforme pour faciliter les démarches en ligne

1.2.3 Des supports pour partager les bonnes pratiques

1.3 Les médias

1.4 Les élus et les institutionnels

1.5 La coopération internationale

2

p.186

Renforcer le droit à l'information et la participation du public

2.1 L'information donnée par les exploitants

2.2 L'information donnée aux riverains d'installations nucléaires de base

2.3 La consultation du public sur les projets d'avis, de guides, de décisions

2.3.1 Consultation du public sur les projets de décisions réglementaires

2.3.2 Consultation du public sur les projets de décisions individuelles

2.3.3 Consultation d'instances particulières

2.3.4 Consultation : pour une participation toujours plus large et riche des publics

2.4 Les acteurs en matière d'information

2.4.1 Le Haut Comité pour la transparence et l'information sur la sécurité nucléaire

2.4.2 L'Institut de radioprotection et de sûreté nucléaire

2.4.3 Les commissions locales d'information ou de suivi

2.4.4 L'Association nationale des comités et commissions locales d'information



L'information des publics



05

La loi du 13 juin 2006 relative à la transparence et à la sécurité nucléaire a défini non seulement un droit à l'information pour le public, mais également un devoir de transparence pour les acteurs du nucléaire. Pour remplir cette mission d'information, l'Autorité de sûreté nucléaire (ASN) déploie des efforts dans deux directions :

- De manière volontariste, le site asn.fr donne accès aux lettres de suite d'inspection, aux avis d'événements significatifs, aux notes d'information et communiqués de presse, et aux décisions prises par l'ASN.

Son actualité est relayée sur les réseaux sociaux et dans sa *Lettre de l'Autorité de sûreté nucléaire*. Elle développe également des outils pédagogiques : vidéos, infographies, exposition itinérante, etc.

Par ailleurs, l'ASN traduit les notes d'information, communiqués et contenus à fort enjeu.

Ces publications en langue anglaise soutiennent l'action de l'ASN dans les instances internationales.

Enfin, l'ASN mène des actions spécifiques auprès des professionnels (guides, colloques, séminaires) afin de faire connaître la réglementation et de les sensibiliser aux enjeux de sûreté et de radioprotection.

- En réponse à des sollicitations, les porte-parole de l'ASN répondent à de nombreuses sollicitations médiatiques. Chaque année, l'ASN est auditionnée par le Parlement sur son activité et sur des sujets à fort enjeu. L'ASN apporte également son concours aux travaux des commissions locales d'information (CLI).

Enfin, les parties prenantes de l'ASN (ONG, professionnels, collectivités locales, etc.) la sollicitent pour obtenir la transmission de documents ou pour connaître sa position sur des sujets techniques, environnementaux, réglementaires, sur la sûreté nucléaire et la radioprotection.

1 Développer les relations avec les publics

1.1 LE GRAND PUBLIC

L'ASN s'investit pour que les citoyens disposent d'une bonne information sur le risque nucléaire et acquièrent les bons réflexes de [radioprotection](#) en toute circonstance (notamment vis-à-vis des risques d'exposition des personnels soignants et des patients dans le cadre des activités médicales impliquant des rayonnements ionisants, mais aussi des riverains d'installations nucléaires). À cette fin, l'ASN développe des relations avec ses parties prenantes et utilise des vecteurs diversifiés : publications imprimées ou numériques, site Internet, réseaux sociaux, événementiel, etc.

Ainsi, l'ASN participe depuis 2022 à la Journée nationale de la résilience (13 octobre) qui vise à sensibiliser les citoyens aux risques naturels et industriels. Cette journée nationale fédère plusieurs acteurs du nucléaire (Association nationale des comités et commissions locales d'information - Anccli, EDF et Institut de radioprotection et de sûreté nucléaire - IRSN) afin de sensibiliser le public au risque nucléaire et aux bons comportements en cas d'alerte. Pour ce faire, les partenaires ont mis en œuvre une action coordonnée sur les réseaux sociaux pendant le mois d'octobre.

À l'intention de la jeunesse, l'ASN a renouvelé son soutien aux « Rencontres internationales lycéennes de la radioprotection », qui permettent à des lycéens français et étrangers de partager leurs recherches réalisées durant l'année scolaire. Les 23 et 24 mai 2023, une centaine de lycéens et leurs professeurs venus de France, du Japon et de Moldavie ont présenté, sur le site de Marcoule (Gard), leurs travaux sur la protection contre les risques liés à la radioactivité.

La collection des *Cahiers de l'ASN* vise à présenter pédagogiquement des sujets majeurs de sûreté nucléaire. Faisant la part belle aux illustrations (dessins, photos, infographies), aux textes courts



Rencontres internationales lycéennes de la radioprotection – mai 2023

et aérés, elle entend en faciliter la lecture. Les *Cahiers de l'ASN* sont diffusés auprès de 6 000 lecteurs et sont disponibles sur asn.fr. Depuis 2018, quatre *Cahiers* ont été publiés (le [Cahier #01](#) – Centrales nucléaires au-delà de 40 ans : les enjeux du 4^e réexamen périodique des réacteurs nucléaires de 900 MWe ; le [Cahier #02](#) – Centrales nucléaires au-delà de 40 ans : quelles conditions pour la poursuite de fonctionnement des réacteurs de 900 MWe d'EDF ? ; le [Cahier #03](#) – 10 ans après Fukushima : quelles améliorations pour la sûreté des installations nucléaires en France ? ; le [Cahier #04](#) – Les enjeux du démantèlement : comment veiller au bon déroulement de cette ultime phase de la vie d'une installation nucléaire ?). En début d'année 2024, un *Cahier de l'ASN* portant sur les enjeux du 4^e réexamen périodique des réacteurs de 1300 mégawatts électriques (MWe) et un autre sur la gestion des déchets radioactifs seront édités.



Par ailleurs, l'ASN a lancé en 2023 une nouvelle collection : *Les Cahiers Histoire de l'ASN*, dont le premier numéro est consacré au thème des accidents nucléaires et aux évolutions de la sûreté et de la radioprotection.

L'ASN adresse la *Lettre de l'Autorité de sûreté nucléaire*, publication bimestrielle, à plus de 5000 abonnés. Cette publication propose une synthèse des faits d'actualité les plus notables et des informations relatives aux décisions et aux actions de l'ASN. La Lettre d'information de l'ASN est envoyée gracieusement sur simple inscription sur asn.fr.

1.1.1 Le site Internet asn.fr

Avec près de 73000 visites par mois en moyenne, le site asn.fr est au cœur du dispositif d'information de l'ASN. Il propose à la consultation les projets d'avis et de décisions qui représentent le plus d'enjeux.

C'est également une source d'information de référence pour les publics plus avertis : citoyens experts, professionnels, membres d'associations environnementales. Au total, ce sont près de 3,5 millions de pages du site qui ont été vues en 2023.

Le site Internet a pour objectif de faciliter l'accès à ses quelque 25000 pages portant sur le contrôle de la sûreté nucléaire et de la radioprotection, la réglementation et les actions de l'ASN dans les domaines de la santé, de l'industrie ou de la recherche nucléaires. Contenus et fonctionnalités sont disponibles dans les mêmes conditions, quel que soit le support utilisé (ordinateur, téléphone, tablette), conformément aux normes d'accessibilité en vigueur, ainsi qu'aux exigences de la loi pour une République numérique.

Un outil de recherche performant et une carte des installations (électronucléaires, industrielles et médicales) offrent une navigation précise et rapide.

Le site s'attache à faciliter l'accès, selon les publics, aux informations recherchées :

- travailleurs des secteurs contrôlés et réglementés par l'ASN (pour les services en ligne et les formulaires notamment), experts techniques, juristes, riverains d'installations, patients, praticiens, élus et journalistes peuvent accéder à l'actualité des sites ou aux documents du contrôle qui les intéressent : lettres de suite d'inspection, avis d'événements significatifs, etc. ;
- citoyens s'intéressant aux enjeux de sûreté et souhaitant s'impliquer dans le processus de prise de décision. Ainsi, des contenus pédagogiques (vidéos, infographies, dossiers thématiques) sont proposés et le module de « consultation du public » a été amélioré.

Le site asn.fr s'est doté d'un formulaire sécurisé de recueil des signalements de fraude dans le domaine nucléaire. Cette application garantit la [protection des lanceurs d'alerte](#) et le traitement confidentiel des informations recueillies.

L'ASN a renforcé les mesures de prévention et de détection des fraudes à la suite d'irrégularités découvertes à l'usine Creusot Forge en 2016. En 2023, 33 signalements ont été recueillis sur asn.fr.

1.1.2 Les réseaux sociaux

Les contenus du site, consultables sur smartphones ou tablettes, sont également partagés sur les principaux médias sociaux (notamment sur [X](#), [Facebook](#) et [LinkedIn](#)). Les fils d'actualité des comptes sociaux de l'ASN relaient ses principales prises de position. Les temps forts auxquels participe l'ASN (auditions parlementaires, réunions publiques) sont annoncés et peuvent être suivis en temps réel sur les réseaux. Les médias sociaux de l'ASN contribueraient à l'information du public lors d'une situation d'urgence.

L'actualité de l'ASN est suivie et relayée aujourd'hui par plus de 17 200 abonnés sur X, plus de 47 600 sur LinkedIn et 4 900 sur Facebook.

1.1.3 L'exposition ASN-IRSN

Dans le cadre de leur mission d'information du public, l'ASN et l'IRSN ont créé des contenus pédagogiques destinés aux lycéens, étudiants, salariés, personnels hospitaliers, patients, etc., et plus généralement aux citoyens. Composée de plus de 80 panneaux répartis en onze thèmes, l'exposition « [Radioactivité - découvrir et comprendre](#) » a pour vocation d'informer sur la radioactivité – qu'elle soit naturelle ou artificielle – ses usages, ses enjeux et ses effets sur l'homme et l'environnement.

En 2023, elle a été accueillie dans 35 lieux : lycées, CLI, établissements de santé, collectivités territoriales, etc.

Cette exposition est mise à disposition gratuitement sur simple demande. Elle peut s'intégrer dans de nombreux événements et répondre à des situations variées (voir page suivante).

1.1.4 Le centre d'information de l'ASN

Tout citoyen peut adresser à l'ASN des demandes d'information en ligne (info@asn.fr), par courrier et téléphone. En 2023, le centre d'information en ligne a répondu à 656 sollicitations sur des sujets divers (questions techniques, demandes de transmission de documents administratifs, d'informations relatives à l'environnement, de publications, recherches documentaires, etc.).

1.2 LES PROFESSIONNELS

L'ASN élabore des publications spécifiques, organise et participe à de nombreux colloques et séminaires afin de faire connaître la réglementation, de sensibiliser les professionnels à leurs responsabilités et aux enjeux de sûreté nucléaire et de radioprotection et, enfin, d'encourager la déclaration des événements significatifs.

1.2.1 Faire connaître la réglementation et faire progresser la culture de radioprotection

L'ASN considère qu'une réglementation claire s'appuyant sur les meilleurs standards de sûreté est un élément important pour le progrès de la sûreté nucléaire et de la radioprotection. Elle a ainsi entrepris depuis plusieurs années un important travail de refonte de la réglementation technique et générale applicable aux INB, en veillant toujours à la clarté et à la complétude des informations délivrées aux professionnels en matière réglementaire. Il en est de même pour la radioprotection des travailleurs et des patients, dans le domaine médical et dans l'industrie : l'ASN met à la disposition de tous des guides, des fiches pratiques et des recueils de référence.

RADIOACTIVITÉ DÉCOUVRIR & COMPRENDRE



UNE EXPOSITION POUR SENSIBILISER LE PUBLIC

L'exposition ASN-IRSN « *Radioactivité – Découvrir et comprendre* » entend diffuser une information claire et objective, sans tabou ni parti pris, sur la radioactivité, ses usages, ses risques, ses effets sur la santé et l'environnement.

Chaque panneau comporte une infographie accompagnée d'explications précises, une rubrique « débat » faisant état de la diversité des opinions et une vulgarisation du sujet pour le jeune public.

Organisez votre exposition sur mesure

Vous pouvez composer l'exposition qui correspondra le mieux aux besoins de votre public. Elle est consultable [en ligne](#) afin de choisir les panneaux adéquats.

Un déploiement aisé

L'exposition se présente sous la forme de panneaux déroulables (« roll-up »), légers, faciles à monter et à démonter. Elle s'adapte à la surface et à la configuration du lieu d'accueil.



Une seule personne peut la mettre en place.
Pour quinze panneaux, le temps de montage est d'environ 30 min et de 15 min pour le démontage.

Une mise à disposition gratuite

L'ASN et l'IRSN mettent gracieusement l'exposition à la disposition des maires, enseignants, commissions locales d'information, responsables associatifs, chefs d'entreprise, professionnels de santé, etc.

Elle peut s'intégrer dans de nombreux événements et répondre à des situations variées : exercice de crise, Fête de la science, journée portes ouvertes, Journée de la résilience, projets pédagogiques, etc.

Pour emprunter l'exposition :

asn.fr/l-asn-informe/exposition-asn-irsn



11
SÉQUENCES

85
PANNEAUX



La radioactivité, c'est quoi ?



La radioactivité autour de nous



Le radon dans nos maisons



Les effets de la radioactivité sur le corps



Des rayons pour soigner



Usages méconnus des rayonnements



Les centrales sont-elles sûres ?



L'accident nucléaire



Le « cycle du combustible »

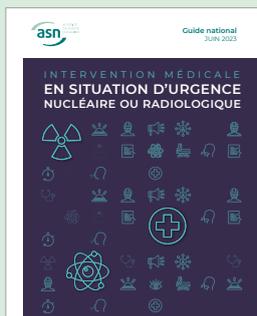


Que faire des déchets radioactifs ?



Les acteurs du nucléaire

GUIDE NATIONAL D'INTERVENTION MÉDICALE EN SITUATION D'URGENCE NUCLÉAIRE OU RADIOLOGIQUE



Coordonnée par l'ASN dans le cadre du Groupe permanent d'experts en radioprotection (GPRP), la refonte du guide national *Intervention médicale en situation d'urgence nucléaire ou radiologique* a été menée par un groupe d'experts réunissant notamment des médecins et des personnels médicaux

– dont les équipes des services d'aide médicale urgente (SAMU) et des structures mobiles d'urgence et de réanimation (SMUR), des sapeurs-pompiers et des experts en radioprotection, en dosimétrie interne et en radiotoxicologie.

Destiné aux acteurs de la santé et de la sécurité civile, cet ouvrage de référence couvre la prise en charge initiale des victimes de situations d'urgence nucléaire ou radiologique, allant de l'exposition accidentelle en milieu professionnel à la situation d'urgence radiologique ou à l'action terroriste.

L'édition 2023 intègre les évolutions organisationnelles intervenues depuis 2008 et les nouveaux protocoles et moyens de traitement des contaminations. Complétée et entièrement actualisée, sa structure a également été repensée pour s'adapter aux besoins des professionnels de terrain à la suite d'une étude d'usages.

Ce guide *Intervention médicale en situation d'urgence nucléaire ou radiologique* se présente sous forme de fiches opérationnelles permettant de trouver l'information utile en toute situation : prise en charge en cas d'irradiation, conduite à tenir en cas de contamination, procédure de déshabillage, moyens de protection, etc. Il comprend également, pour chaque radionucléide, les traitements possibles et leur posologie.

Un espace pour les professionnels sur asn.fr

Les [professionnels](#) retrouvent dans un espace dédié les formulaires, les textes réglementaires ainsi que des publications à visée pédagogique ou d'accompagnement dans la mise en œuvre de la réglementation.

Des outils pratiques pour une application concrète de la réglementation

La radioprotection a fait l'objet d'une importante refonte réglementaire tant dans le code de la santé publique que dans le code du travail.

Les [guides de l'ASN](#) énoncent des recommandations, présentent des moyens que l'ASN estime pertinents pour atteindre les objectifs fixés par la réglementation et partagent les méthodes et les bonnes pratiques issues du retour d'expérience des événements significatifs. En 2023, l'ASN a publié les versions révisées de deux guides de l'ASN sur le transport : le [Guide n°44](#) – *Système de gestion de la qualité dans les transports* et le [Guide n°29](#) – *La radioprotection dans les activités de transport de substances radioactives*.

Le guide [Nouvelles dispositions réglementaires de radioprotection applicables en radiologie médicale et dentaire](#) d'octobre 2021 a fait l'objet d'une mise à jour en octobre 2023.

L'ASN a rencontré les professionnels de la radiologie aux Journées françaises de radiologie (JFR) en octobre à Paris, et les professionnels de la radioprotection au congrès de la Société française de radioprotection (SFRP) en juin à Dijon. Elle y a présenté les évolutions réglementaires, notamment le nouveau

régime d'enregistrement et les vérifications des équipements et des lieux de travail, sous la forme d'un quiz et de fiches pratiques.

Un séminaire en radiothérapie pour construire le contrôle de l'ASN de demain

Le 15 mars 2023, l'ASN a rassemblé les acteurs de la radiothérapie à Montrouge pour dresser un bilan des quinze ans de démarche qualité en radiothérapie. Environ 250 participants ont interrogé la manière dont les démarches qualité contribuent à la performance du système de soins, dans un contexte de plus grande complexité, de moindres ressources et de fortes innovations.

La culture qualité-sécurité s'est notablement améliorée depuis 2008 et les principaux fondamentaux de la sécurité sont en place dans les services de radiothérapie. Toutefois, le séminaire a mis en lumière un risque de « routinisation » et d'essoufflement des démarches d'amélioration continue. Il a établi la nécessité de s'interroger collectivement sur la simplification de ces démarches et sur le choix d'indicateurs orientés sur les résultats plutôt que sur les processus.

L'ASN poursuivra ses réflexions en lien avec l'ensemble des acteurs de la radiothérapie afin de faire évoluer son contrôle.

1.2.2 Une plateforme pour faciliter les démarches en ligne

Les démarches réglementaires font progressivement leur mue numérique sur le portail [Téléservices](#) sur asn.fr. L'ASN tend ainsi à faciliter les démarches des professionnels, ce qui participe de la culture de sûreté. Douze formulaires de déclaration étaient déjà disponibles (dont les déclarations de détention d'appareils et de sources et les déclarations des événements de transport de marchandises dangereuses). Depuis le 1^{er} juillet 2021, l'entrée en vigueur du nouveau régime d'autorisation simplifié – le régime d'enregistrement – s'est accompagnée de la mise en ligne de 15 nouveaux formulaires de demande d'enregistrement proposés aux responsables d'activités nucléaires dans les domaines industriel, médical, vétérinaire et de recherche. L'ASN a ainsi mis en place une démarche dématérialisée dès l'entrée en vigueur des nouvelles réglementations.

1.2.3 Des supports pour partager les bonnes pratiques

Le bulletin [La Sécurité du patient – Pour une dynamique de progrès](#) a été créé en mars 2011 pour restituer les enseignements des événements significatifs en radioprotection aux professionnels.

Il alterne depuis juillet 2019 des sujets consacrés à la radiothérapie, à l'imagerie médicale diagnostique (conventionnelle, scanner ou médecine nucléaire) et aux pratiques interventionnelles radioguidées (PIR). Réalisé dans le cadre de groupes de travail pluriprofessionnels pilotés par l'ASN, le bulletin propose un décryptage thématique, des bonnes pratiques et des recommandations élaborées par les sociétés savantes de la discipline concernée et les institutions de la santé et de la radioprotection.

Deux bulletins sont parus en 2023. Le numéro de mai, sur [la maîtrise des dispositifs médicaux en PIR](#), s'adresse aux professionnels de l'imagerie médicale, celui d'octobre 2023 sur [l'analyse des risques a priori](#), aux professionnels de la radiothérapie.

Dans le secteur industriel, une fiche [Éviter l'accident – Appareils électriques émetteurs de rayons X : sécurités et signalisations en installation](#) a été publiée en mai 2023. Elle vise à rappeler l'importance du respect des dispositifs de sécurité et des signalisations informant du risque pour protéger les personnes d'une exposition accidentelle, lors d'un contrôle non destructif de radiographie industrielle.

Ces publications sont disponibles sur asn.fr.

LES SUJETS AU CŒUR DE L'ATTENTION DES MÉDIAS

En 2023, certains sujets ont plus spécialement suscité l'attention des médias et de l'opinion publique : les fissures de corrosion sous contrainte détectées sur certains réacteurs, le chantier de construction du réacteur EPR de Flamanville et les problèmes des soudures, le 4^e réexamen périodique des réacteurs de 900 MWe, la relance du nucléaire et le développement de projets de petits réacteurs modulaires (PRM ou *Small Modular Reactors* – SMR), les besoins en compétences de la filière nucléaire, la gestion des déchets radioactifs et la prise en compte du changement climatique dans les installations nucléaires.

Des incidents survenus sur certains sites nucléaires (Bugey, Blayais) ont également intéressé les médias locaux.

Concernant l'actualité du secteur médical, la presse s'est intéressée aux événements survenus dans certains services de radiothérapie, à l'optimisation des doses, notamment dans le domaine de la médecine nucléaire, et à l'exposition au radon.

1.3 LES MÉDIAS

L'ASN entretient des relations régulières avec les médias régionaux, nationaux et étrangers tout au long de l'année. Chaque année, les porte-parole de l'ASN répondent à plus de 500 sollicitations presse et donnent une vingtaine de conférences de presse locales et nationales.

En 2023, l'actualité a été largement occupée par les débats concernant la politique énergétique en France avec la construction de plusieurs EPR annoncée par le Gouvernement. Les médias se sont également intéressés à l'état de sûreté du parc nucléaire et à la poursuite d'exploitation des réacteurs au-delà de 50 ans.

Les conférences régionales ont permis d'informer les médias localement sur l'actualité du contrôle des installations, la culture du risque et sa prise en compte par la population. L'ASN entretient également des relations avec la presse médicale sur les sujets de radioprotection des patients et des personnels soignants.

Lors de la publication chaque année de son [Rapport sur l'état de la sûreté nucléaire et de la radioprotection en France](#), l'ASN va à la rencontre des journalistes de la presse régionale. En 2023, neuf conférences régionales ont eu lieu de fin mai à juillet qui ont rassemblé 70 journalistes.

2 Renforcer le droit à l'information et la participation du public

L'ASN applique, avec une grande vigilance, l'ensemble des dispositions législatives et réglementaires relatives à la transparence et l'accès des publics à l'information. Elle veille également à leur application par les exploitants soumis à son contrôle; elle s'attache à faciliter les échanges entre les différentes parties prenantes.

2.1 L'INFORMATION DONNÉE PAR LES EXPLOITANTS

Les principaux exploitants d'activités nucléaires mettent en œuvre des politiques volontaires d'information du public. Ils sont, en outre, soumis à des obligations légales générales, comme le rapport sur l'environnement prévu par le code de commerce pour les sociétés par actions, ou à des obligations spécifiques au domaine nucléaire précisées ci-après.

1. Selon l'article L.592-32 du code de l'environnement.

Lors de ces rencontres, les [divisions territoriales de l'ASN](#) rendent compte de l'appréciation de l'ASN sur la sûreté des installations situées dans les territoires. L'actualité régionale dans le domaine de la radioprotection est abordée, celle-ci pouvant concerner le domaine médical, industriel, les sites pollués par des substances radioactives, l'exposition de la population au radon, les anciens sites miniers, etc.

Enfin, l'ASN a une mission d'information du public en [situation d'urgence](#)⁽¹⁾. Afin de s'y préparer, les agents de l'ASN reçoivent des formations spécifiques et participent à des exercices. Chaque année, des [exercices de crise](#) comportent une pression médiatique simulée, exercée par des journalistes, destinée à tester la réactivité de l'ASN face aux médias, ainsi que la cohérence et la qualité des messages délivrés par les différents acteurs aux plans national et local (voir chapitre 4). Depuis 2011, les réseaux sociaux sont intégrés à ces simulations.

1.4 LES ÉLUS ET LES INSTITUTIONNELS

Chaque année, l'ASN présente à l'Office parlementaire d'évaluation des choix scientifiques et technologiques le présent [Rapport sur l'état de la sûreté nucléaire et de la radioprotection en France](#).

Ce rapport, qui constitue le document de référence sur l'état des activités contrôlées par l'ASN, est également remis au Président de la République, au Gouvernement et au Parlement. Il est envoyé à plus de 2000 destinataires : responsables d'administration, élus locaux, exploitants et responsables d'activités ou d'installations contrôlées, associations, syndicats professionnels, sociétés savantes, etc.

Chaque année, l'ASN est auditionnée une dizaine de fois par le Parlement sur son activité, sur des sujets relatifs à la sûreté nucléaire et la radioprotection et dans le cadre du projet de loi de finances. L'ASN entretient également des relations régulières avec les élus nationaux et locaux, et leur apporte conseil et soutien à leur demande.

1.5 LA COOPÉRATION INTERNATIONALE

L'ASN s'investit au [plan international](#) pour favoriser le partage des meilleures pratiques en matière d'information du public. Elle participe au groupe de travail sur la transparence du Groupement européen des autorités de sûreté nucléaire (*European Nuclear Safety Regulators Group* – [ENSREG](#)); elle prend part aux travaux de l'Agence internationale de l'énergie atomique ([AIEA](#)) et du groupe de travail sur la communication avec le public (*Working Group on Public Communication*) de l'Agence pour l'énergie nucléaire ([AEN](#)).

Le rapport annuel d'information du public établi par les exploitants d'INB

Tout exploitant d'INB doit établir chaque année un rapport portant notamment sur sa situation et les actions qu'il mène en matière de prévention des risques pour la santé publique et l'environnement, conformément à l'article L. 125-15 du code de l'environnement. Ces rapports sont rendus publics et transmis à la CLI auprès de l'installation concernée, ainsi qu'au Haut Comité pour la transparence et l'information sur la sécurité nucléaire (HCTISN – article L. 125-16).

L'accès aux informations détenues par les exploitants

Le domaine nucléaire bénéficie d'un dispositif favorisant l'accès du public aux informations. En application de l'article L. 125-10 du

code de l'environnement, les exploitants doivent communiquer à toute personne qui en fait la demande les informations qu'ils détiennent sur les risques que leur activité présente pour la santé publique et l'environnement et sur les actions menées pour prévenir ou réduire ces risques. Ce droit à l'information sur les risques concerne également les responsables du transport de substances radioactives dès lors que les quantités sont supérieures aux seuils fixés dans la loi.

La Commission d'accès aux documents administratifs

En cas de refus de l'exploitant de communication d'un document, le demandeur peut saisir la Commission d'accès aux documents administratifs (CADA), autorité administrative indépendante. Si l'avis de la CADA n'est pas suivi, le litige peut être porté devant la juridiction administrative, qui statuera sur la communicabilité de l'information en cause. L'ASN est particulièrement attentive à l'application de ce droit à l'information, dans le respect de la protection des intérêts prévue par la loi (la communication de l'information demandée ne doit notamment pas porter atteinte : au secret de la défense nationale, à la sûreté de l'État, à la sécurité publique, à la recherche et à la prévention par les services compétents d'infractions de toute nature ou au secret des affaires qui comprend le secret des procédés, des informations économiques et financières et des stratégies commerciales ou industrielles).

2.2 L'INFORMATION DONNÉE AUX RIVERAINS D'INSTALLATIONS NUCLÉAIRES DE BASE

L'article L. 125-16-1 du code de l'environnement institue une obligation d'information régulière des riverains d'une INB (personnes domiciliées ou établies dans le périmètre d'un plan particulier d'intervention – PPI) sur la nature des risques d'accident liés à cette installation, sur les conséquences envisagées de tels accidents, sur les dispositions de sécurité prévues et sur la conduite à tenir en cas d'accident. Cette information est assurée aux frais de l'exploitant.

2.3 LA CONSULTATION DU PUBLIC SUR LES PROJETS D'AVIS, DE GUIDES, DE DÉCISIONS

L'article 7 de la [Charte de l'environnement](#) consacre le droit, pour toute personne, de [participer à l'élaboration des décisions](#) publiques ayant une incidence sur l'environnement. La loi française prévoit en conséquence un certain nombre de dispositifs de participation du public (enquêtes publiques ou consultations par voie électronique).

À ce titre, un grand nombre de projets de textes (décisions réglementaires ou individuelles) soumis à avis de l'ASN, ou élaborés par elle, font l'objet d'une participation du public. En outre, l'ASN a développé une politique très favorable à la participation du public, et consulte également le public sur certains projets d'avis ou de guides.

2.3.1 Consultation du public sur les projets de décisions réglementaires

L'[article L. 123-19-1 du code de l'environnement](#) prévoit une procédure de consultation par Internet du public sur les projets de décisions autres que les décisions individuelles ayant une incidence sur l'environnement. L'ASN a décidé d'en faire une application large. Ainsi, tous les projets de décisions réglementaires de l'ASN relatives aux INB – y compris celles afférentes aux équipements sous pression nucléaires – sont soumis à la participation du public. La même approche est retenue pour les décisions réglementaires relatives au transport de substances radioactives prises par l'ASN.

Les décisions réglementaires de l'ASN en matière de radioprotection sont également soumises à la participation du public lorsqu'elles portent sur des activités ayant des rejets significatifs dans l'environnement, produisant une quantité significative de déchets, pouvant être à l'origine de nuisances importantes pour le voisinage ou représentant un risque pour les riverains et les milieux environnants en cas d'accident.

Enfin, l'ASN applique cette même procédure à certains projets de guides et certains projets d'avis, bien qu'ils ne constituent pas des « décisions » au sens de l'article L. 123-19-1. Au cours de l'année 2023, 10 consultations ont porté sur des projets de décisions réglementaires.

Pour les décisions réglementaires relatives à la radioprotection, la consultation peut être effectuée sur le fondement de l'article R^o. 132-10 du code des relations entre le public et l'administration quand ces décisions n'entrent pas dans le cadre de l'article L. 123-19-1 du code de l'environnement.

2.3.2 Consultation du public sur les projets de décisions individuelles

Les décisions individuelles⁽²⁾ en matière de sûreté nucléaire et de radioprotection peuvent faire l'objet de plusieurs procédures de consultation du public présentées ci-dessous.

L'enquête publique

En application du code de l'environnement, les demandes d'autorisation de création et les dossiers de démantèlement d'une INB font l'objet d'une enquête publique⁽³⁾. Le dossier soumis à enquête publique comporte notamment l'étude d'impact et l'étude de maîtrise des risques. Celle-ci présente, sous une forme accessible, l'inventaire des risques du projet d'installation et l'analyse des dispositions prises pour les prévenir. Cette étude comprend également un résumé non technique destiné à faciliter la prise de connaissance par le public des informations qu'elle contient.

Depuis 2017, le dossier d'enquête publique est consultable [en ligne](#) pendant toute la durée de l'enquête et mis à disposition sur support papier dans un ou plusieurs lieux déterminés dès l'ouverture de l'enquête. Le rapport préliminaire de sûreté (document plus technique) ne figure pas dans le dossier d'enquête publique, mais peut être consulté pendant toute la durée de cette dernière, selon les modalités fixées par l'arrêté organisant l'enquête.

CONSULTATIONS, MODE D'EMPLOI

La procédure de participation du public consiste, pour les décisions réglementaires, en une mise à disposition du projet de décision sur le site Internet de l'ASN pendant au moins 21 jours afin de recueillir les commentaires.

Une synthèse des observations reçues précisant comment il en a été tenu compte et un document exposant les motifs de la décision sont publiés sur [asn.fr](#) au plus tard à la date de publication de la décision.

La liste indicative des [consultations](#) programmées sur les projets de décisions réglementaires et de guides ayant une incidence sur l'environnement est mise à jour tous les trois mois sur [asn.fr](#).

Pour les décisions individuelles :

- c'est le dossier de demande qui est mis à disposition du public si la décision est prise sur demande,
- le délai minimum de mise à consultation est de quinze jours.

2. Décisions qui s'appliquent à un exploitant pour une installation donnée.

3. En application des dispositions de l'article L. 593-8 ou L. 593-28 du code de l'environnement.

L'article L. 593-19 du code de l'environnement soumet à enquête publique le rapport de réexamen transmis par l'exploitant lors des réexamens au-delà de la 35^e année de fonctionnement d'un réacteur électronucléaire. Ce dispositif est particulier dans la mesure où l'enquête publique ne porte pas, dans ce cas, sur un projet soumis à autorisation de l'administration, mais sur un rapport de réexamen établi par l'exploitant. Les articles R. 593-62-2 à R. 593-62-9 du code de l'environnement fixent les modalités nécessaires à la mise en œuvre de cette enquête publique, notamment pour favoriser l'effectivité de la participation du public en lui permettant d'apprécier les améliorations de sûreté déjà mises en œuvre et prévues par l'exploitant dans le cadre de la poursuite de fonctionnement de son installation. L'ASN doit tenir compte des résultats de cette enquête publique dans la décision qu'elle peut être alors amenée à prendre pour fixer des prescriptions complémentaires.

La mise à disposition des projets sur asn.fr

Les décisions individuelles non soumises à enquête publique et susceptibles d'avoir un effet significatif sur l'environnement (comme les projets de décisions relatifs aux prélèvements d'eau ou de rejets) font l'objet d'une consultation par voie électronique en application de l'article L. 123-19-2 du code de l'environnement. Dans le cas de l'application du III de l'article L. 122-1-1 du code de l'environnement, certaines décisions de mise en service d'INB font l'objet d'une participation du public par voie électronique prévue à l'article L. 123-19 du même code. Au cours de l'année 2023, 67 consultations ont porté sur des projets de décisions individuelles.

2.3.3 Consultation d'instances particulières

Les procédures d'autorisation des INB prévoient également de recueillir l'avis de l'autorité environnementale et des collectivités territoriales et de leurs groupements intéressés par le projet, ainsi que de la CLI (voir point 2.4.3). Les CLI ont en outre la possibilité d'être entendues par le collège de l'ASN, avant que ce dernier ne rende son avis sur des projets de décrets, par exemple le projet de décret d'autorisation qui lui est soumis par le ministre chargé de la sûreté nucléaire.

La CLI est consultée sur les projets de prescriptions de l'ASN relatives aux prélèvements d'eau, aux rejets d'effluents dans le milieu ambiant et à la prévention ou à la limitation des nuisances de l'installation pour le public et l'environnement. Le préfet transmet, pour information, le projet de prescriptions et le rapport de présentation au Conseil départemental de l'environnement et des risques sanitaires et technologiques (Coderst).

Il peut également solliciter l'avis de ce conseil sur le projet de prescriptions.

2.3.4 Consultation : pour une participation toujours plus large et riche des publics

L'ASN veille à ce que ces consultations permettent au public et aux associations intéressées d'apporter leur contribution, notamment en s'assurant de la qualité des dossiers présentés par les exploitants et en cherchant à renforcer les moyens dont disposent les CLI pour émettre un avis sur ces dossiers.

Les technologies numériques et les usages de participation citoyenne amènent l'ASN à faire évoluer le cadre de la consultation du public afin de permettre une participation efficace de celui-ci dans les processus de décision.

2.4 LES ACTEURS EN MATIÈRE D'INFORMATION

2.4.1 Le Haut Comité pour la transparence et l'information sur la sécurité nucléaire

Le [HCTISN](http://hctisn.fr), créé par la loi TSN, est une instance d'information, de concertation et de débat sur les activités nucléaires, leur sûreté et leurs effets sur la santé des personnes et sur l'environnement.

Il peut se saisir de toute question relative à l'accessibilité de l'information en matière de sécurité nucléaire et proposer toute mesure de nature à garantir ou à améliorer la transparence.

Le HCTISN élabore et rend publics des avis. Il organise quatre réunions plénières par an au cours desquelles les sujets majeurs d'actualité sont présentés et discutés : l'ensemble des présentations est accessible sur hctisn.fr. Le président de l'ASN est membre du Haut Comité, l'ASN siège au bureau du HCTISN avec un rôle consultatif, participe à ses différents groupes de travail et apporte régulièrement des éléments d'information sur les sujets à l'ordre du jour des plénières.

En 2023, les deux groupes du HCTISN, l'un consacré à la concertation relative au 4^e réexamen périodique des réacteurs électronucléaires de 900 et 1 300 MWe, le second consacré à la concertation dans le cadre du projet Cigéo, ont poursuivi leurs travaux.

2.4.2 L'Institut de radioprotection et de sûreté nucléaire

L'[IRSN](http://irsn.fr) met en œuvre une politique d'information en cohérence avec le contrat d'objectifs et de performance signé avec l'État.

La loi relative à la transition énergétique pour la croissance verte (dite « loi TECV ») a imposé à l'IRSN de rendre publics les avis qu'il remet aux autorités qui l'ont saisi. Ainsi, depuis mars 2016, l'IRSN publie bimensuellement sur son site Internet tous ses avis émis sur saisine de l'ASN. Ces avis constituent la synthèse de l'expertise réalisée par l'Institut en réponse à la demande de l'ASN.

Sur les sujets suscitant des interrogations du public ou des acteurs publics, l'ASN et l'IRSN veillent à une bonne coordination des prises de parole, afin de garantir une information cohérente, claire et consistante.

2.4.3 Les commissions locales d'information ou de suivi

Les [CLI](http://cli.asn.fr) ont une mission générale de suivi, d'information et de concertation en matière de sûreté nucléaire et de radioprotection. Elles analysent les effets des activités nucléaires sur les personnes et l'environnement des installations autour desquelles elles sont établies⁽⁴⁾.

L'ASN considère que le bon fonctionnement des CLI contribue à la sûreté et entretient avec elles un dialogue de qualité. Elle veille à assurer une information des CLI la plus complète possible, y compris en participant à leurs réunions publiques. En partenariat avec l'[Anccli](http://anccli.fr) (voir point 2.4.4), l'ASN favorise le fonctionnement en réseau des chargés de mission des CLI et dote les CLI des outils et de l'accompagnement nécessaires pour assurer une bonne information des publics « profanes ». À leur demande, les CLI ont été accompagnées par l'ASN : sur les sujets techniques, par des inspecteurs, et sur les problématiques de diffusion de l'information, par des responsables de communication. L'exposition ASN-IRSN est régulièrement mise à la disposition des CLI.

4. Le cadre de fonctionnement des CLI est défini par les articles L. 125-17 à L. 125-33 du code de l'environnement et par le décret n° 2008-251 du 12 mars 2008 relatif aux CLI auprès des INB, et par décret n° 2019-190 du 14 mars 2019 codifiant les dispositions applicables aux INB, au transport de substances radioactives et à la transparence en matière nucléaire.

Les inspecteurs de l'ASN peuvent également proposer aux représentants des CLI de participer à des inspections⁽⁵⁾. Ils incitent les exploitants d'INB à faciliter l'accès des CLI aux dossiers des procédures dans lesquelles l'avis de la CLI sera requis, et favorisent l'association des CLI à la préparation des exercices de crise.

L'ASN considère que le développement d'une offre diversifiée d'expertise dans le domaine nucléaire est indispensable pour que les CLI puissent fonder leurs avis sur des expertises distinctes de celles réalisées pour le compte de l'exploitant ou de l'ASN. Avec son groupe d'experts scientifiques, l'Ancli appuie et soutient les CLI. Le 30 mai 2023, elle a organisé un dialogue technique sur le quatrième réexamen périodique des réacteurs de 1 300 MWe auquel l'ASN a contribué. Certaines CLI s'adjoignent les compétences de prestataires extérieurs qui les conseillent sur les dossiers techniques sur lesquels elles souhaitent prendre position.

Les CLI et l'information des publics

Les CLI organisent des réunions plénières et mettent en place des commissions spécialisées. La loi TECV dispose que chaque CLI tienne au moins une réunion ouverte au public chaque année.

L'ASN favorise les échanges de bonnes pratiques afin de faire de ces réunions publiques des temps d'échanges riches et des occasions de contribuer à la bonne information de la population.

La plupart des CLI disposent d'un site Internet ou de pages sur le site de la collectivité qui les soutient; une vingtaine d'entre elles éditent une lettre d'information (parfois sous la forme d'encarts dans le bulletin d'une collectivité).

La 35^e conférence des CLI

La [35^e conférence des CLI](#) a rassemblé plus de 180 participants, le 28 novembre 2023, à Paris, à l'initiative de l'ASN et en partenariat avec l'Ancli.

La matinée a permis de dresser les perspectives du nucléaire : la concertation sur les 4^e réexamens périodiques des réacteurs nucléaires de 1300 MWe, le changement climatique et les petits réacteurs modulaires.

Après un éclairage sur la sociologie du risque, l'après-midi a été consacrée à deux tables rondes sur la culture du risque.

Le premier panel d'intervenants étrangers a apporté un regard croisé sur le risque nucléaire, sanitaire et naturel, avec les témoignages du Centre d'étude sur l'évaluation de la protection dans le domaine nucléaire, de l'Organisation mondiale de la santé et de la sécurité civile de Terrebonne au Québec.

La seconde table ronde a été introduite par les enseignements du baromètre de l'ASN réalisé par Verian (ex-Kantar Public) sur la préparation à la gestion de crise. Elle a ensuite mis à l'honneur la démarche transfrontalière inspirante de la CLI de Cattenom en matière de préparation au post-accident et l'application mobile « Face aux Risques » développée par le Secrétariat permanent pour la prévention des pollutions et des risques industriels de l'Artois.

La conférence a été illustrée par un facilitateur graphique, afin de favoriser son partage au sein des CLI.

2.4.4 L'Association nationale des comités et commissions locales d'information

L'article L. 125-32 du code de l'environnement prévoit la constitution d'une association des CLI (voir point 2.4.3) et le décret du 12 mars 2008 précise les missions de cette fédération.

L'Ancli regroupe les 35 CLI françaises, ainsi que les 34 comités instaurés auprès des installations intéressant la défense. Elle dispose d'un comité scientifique et a mis en place cinq groupes permanents thématiques (« Matières et déchets radioactifs », « Post-accident – territoires », « Sûreté », « Démantèlement », « Santé »). Elle est également fortement impliquée dans les instances de dialogue et d'échange mises en place par ses partenaires (HCTISN, ASN, IRSN, etc.).

Partenariat avec l'ASN

L'Ancli participe à différents groupes permanents d'experts ou groupes de travail occasionnels mis en place par l'ASN sur des thèmes tels que la surveillance de l'environnement, les déchets, le post-accident, les facteurs sociaux, organisationnels et humains. Cette présence de l'Ancli permet d'y apporter le point de vue de la société civile.

L'Ancli entretient un dialogue technique avec l'ASN et l'IRSN sur les sujets à fort enjeu et participe aux consultations publiques sur les questions nucléaires. En 2023, l'ASN a organisé dans ce cadre deux webinaires techniques pour les membres des CLI « canicule et sécheresse » (7 juin) et « la corrosion sous contrainte » (4 juillet).

Chaque année, l'ASN organise en coopération avec l'Ancli la [Conférence nationale des CLI](#).

Les commissaires de l'ASN rencontrent annuellement les membres du conseil d'administration de l'Ancli et l'ASN est invitée à participer à l'assemblée générale de l'Ancli. Ces divers échanges ont permis, au fil du temps, de nouer des relations de confiance et de partenariat entre l'Ancli et l'ASN, au-delà de la convention pluriannuelle qui lie les deux institutions.

L'activité de l'Ancli

L'Ancli anime le réseau des CLI qu'elle représente. En diffusant une veille régulière, des éléments de compréhension et des informations vulgarisées à destination du grand public, l'Ancli contribue à donner aux CLI les moyens d'assurer leurs missions d'information des publics. À l'écoute des CLI et en relation avec des sources d'expertise diversifiées, l'association conduit des réflexions nationales sur les questions de sûreté nucléaire et répercute largement le fruit de ces travaux (positions de l'Ancli) tant dans les instances nationales ou européennes qu'auprès des élus locaux et publics des CLI.

5. Dans le cadre actuel, seuls les inspecteurs de l'ASN et les experts qui les accompagnent ont un droit d'accès aux installations opposable à l'exploitant. L'accord de ce dernier est donc nécessaire pour la participation d'observateurs des CLI lors des inspections.

SOMMAIRE

1

p. 192

Les objectifs de l'ASN en matière de relations internationales

2

p. 193

Le cadre européen des relations internationales de l'ASN

- 2.1 Le traité Euratom et ses groupes de travail
- 2.2 La directive européenne Euratom sur la sûreté des installations nucléaires
- 2.3 La directive européenne Euratom sur la gestion du combustible usé et des déchets radioactifs
- 2.4 La directive européenne Euratom sur les normes de base en radioprotection
- 2.5 Le groupement européen des autorités de sûreté nucléaire (ENSREG)
- 2.6 Le système européen d'échange d'informations en cas d'urgence radiologique (ECURIE)
- 2.7 L'Association des autorités de sûreté nucléaire des pays d'Europe de l'Ouest (WENRA)
- 2.8 L'Association des responsables des autorités européennes compétentes en radioprotection (HERCA)
- 2.9 Les programmes d'assistance de la Commission européenne

3

p. 197

Le cadre multilatéral des relations internationales de l'ASN

- 3.1 L'Agence internationale de l'énergie atomique (AIEA)
- 3.2 L'Agence de l'OCDE pour l'énergie nucléaire (AEN)
- 3.3 L'Association internationale des autorités de sûreté nucléaire (INRA)

4

p. 199

Les conventions internationales

- 4.1 La Convention sur la sûreté nucléaire
- 4.2 La Convention commune sur la sûreté de la gestion du combustible usé et sur la sûreté de la gestion des déchets radioactifs
- 4.3 La Convention sur la notification rapide d'un accident nucléaire
- 4.4 La Convention sur l'assistance en cas d'accident nucléaire ou de situation d'urgence radiologique

5

p. 200

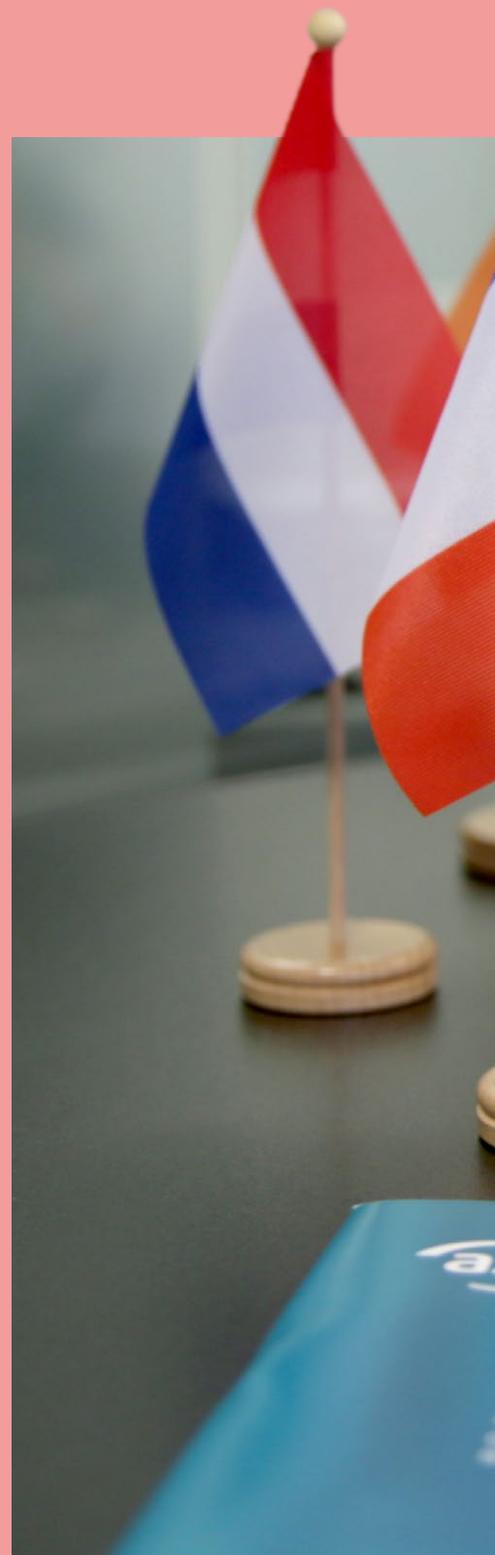
Le cadre bilatéral des relations internationales de l'ASN

- 5.1 La coopération bilatérale entre l'ASN et ses homologues étrangers
- 5.2 Les actions d'assistance de l'ASN dans un cadre bilatéral

6

p. 203

Perspectives



Les relations internationales



L'Autorité de sûreté nucléaire (ASN) s'attache, dans le [cadre de coopérations](#) bilatérales, européennes et multilatérales auxquelles elle participe, à promouvoir l'établissement de référentiels internationaux ambitieux. Par ailleurs, l'ASN veille, dans ce cadre, à faire connaître les positions et doctrines françaises, et à tirer parti des meilleures pratiques internationales pour faire progresser la sûreté nucléaire et la radioprotection en France et dans le monde.

L'ASN propose par ailleurs au Gouvernement les positions françaises dans les négociations internationales relevant de son domaine de compétences, et représente la France dans les instances internationales et communautaires du domaine.

1 Les objectifs de l'ASN en matière de relations internationales

Le domaine international constitue un enjeu stratégique auquel l'ASN consacre une attention et des ressources particulières. L'action de l'ASN dans ce domaine vise à l'amélioration continue de la sûreté, en se fondant sur l'évolution des connaissances et le partage des pratiques, notamment en matière de contrôle. Cette action vise également à une harmonisation ambitieuse des exigences internationales en matière de sûreté nucléaire et de radioprotection.

Dans un contexte international en forte évolution et qui présente, dans le domaine du nucléaire, de nouveaux enjeux, les axes stratégiques de l'ASN sont d'une part d'influer sur l'élaboration des standards et des pratiques à l'international et d'autre part, de tirer le meilleur parti des retours d'expérience et des collaborations internationales. Les objectifs de l'ASN s'articulent ainsi autour de quatre axes :

- promouvoir l'établissement de référentiels internationaux ambitieux ;
- faire connaître les positions et la réglementation française et européenne à ses homologues ;
- susciter des travaux à l'échelle internationale sur les enjeux techniques prioritaires identifiés par l'ASN ;
- bénéficier des meilleures pratiques internationales pour faire progresser la sûreté nucléaire et la radioprotection en France.

Pour atteindre ces objectifs, l'ASN entretient des relations bilatérales suivies avec de nombreux pays. Elle participe également à de nombreux échanges multilatéraux au sein d'instances et d'organisations aux statuts variés, que ce soit au plan européen avec le Groupement européen des autorités de sûreté nucléaire (*European Nuclear Safety Regulators Group* – ENSREG), l'Association des autorités de sûreté nucléaire des pays d'Europe de l'Ouest (*Western European Nuclear Regulators Association* – WENRA) et l'Association des responsables des autorités européennes compétentes en radioprotection (*Heads of the European Radiological Protection Competent Authorities* – HERCA) ou au plan international avec en particulier l'Agence internationale de l'énergie atomique (AIEA) et l'Agence pour l'énergie nucléaire (AEN) de l'Organisation de coopération et de développement économiques (OCDE).

À travers ses relations bilatérales, l'ASN a des échanges réguliers et nourris avec ses homologues sur des sujets d'actualité ou sur des points particuliers de la réglementation ou du contrôle.

Ces échanges sont l'occasion pour l'ASN de partager son expérience et de comparer ses positions et ses pratiques. Ils nourrissent d'un éclairage extérieur les prises de position, les questions techniques ou d'acceptabilité sociétale et permettent d'alimenter les débats nationaux et de consolider les décisions. Ils permettent également à l'ASN d'être directement informée de la situation de la sûreté nucléaire et de la radioprotection dans les autres pays. À ce titre, les relations qu'entretient l'ASN avec ses homologues des pays limitrophes présentent un intérêt particulier. Ces échanges sont en outre essentiels dans la [gestion des situations d'urgence](#).

L'Europe constitue l'un des axes prioritaires de l'action internationale de l'ASN. Son objectif est de contribuer à la mutualisation, l'harmonisation et l'amélioration de la sûreté nucléaire et de la radioprotection. L'ASN partage sa vision des enjeux prioritaires, confronte ses analyses et échange sur les pratiques de ses homologues en matière de contrôle de la sûreté nucléaire et de la radioprotection. Son ambition est de contribuer à établir, au plan européen, un haut niveau d'exigence dans ce domaine, pouvant s'appuyer sur des référentiels et doctrines harmonisés, établis de manière concertée.

L'ASN veille également à développer le partage des bonnes pratiques et de la réglementation française de la sûreté nucléaire et de la radioprotection au-delà de l'Europe. À ce titre, elle s'attache à ce que la doctrine européenne, qui promeut les plus hauts niveaux d'exigence, constitue à l'échelle mondiale une référence, notamment pour les pays porteurs de nouveaux modèles de réacteur et les pays accédant à l'énergie nucléaire. Ces échanges internationaux, qui s'inscrivent dans des cercles variés, permettent également à l'ASN de bénéficier des meilleures pratiques et de l'expérience internationale, contribuant ainsi au progrès de la sûreté nucléaire et de la radioprotection en France.

Ainsi, l'ASN œuvre à trois niveaux de coopération à l'international. Elle veille à maintenir une présence constante et équilibrée au sein de chacun d'entre eux, considérant que chacun est spécifique et que leur complémentarité contribue à l'objectif visé d'harmonisation et d'amélioration continue de la sûreté nucléaire et de la radioprotection.

01
02
03
04
05
06
07
08
09
10
11
12
13
14
15
AN

2 Le cadre européen des relations internationales de l'ASN

L'harmonisation européenne des principes et des normes en matière de sûreté nucléaire et de radioprotection a toujours été une priorité pour l'ASN. Dans ce contexte, l'ASN participe activement aux échanges entre autorités nationales de sûreté et de radioprotection des États membres.

2.1 LE TRAITÉ EURATOM ET SES GROUPES DE TRAVAIL

Signé le 25 mars 1957, le [traité](#) instituant la Communauté européenne de l'énergie atomique (Euratom) constitue la source primaire du droit dans le domaine. Il a permis le développement harmonisé de dispositions permettant un contrôle rigoureux de la sûreté et de la sécurité nucléaires et de la radioprotection. En 2002, la Cour de Justice de l'Union européenne (UE) a reconnu, par sa jurisprudence [C-29/99](#), que la Communauté Euratom partageait des compétences avec les États membres dans le domaine de la sûreté nucléaire, au-delà même des seuls domaines de la radioprotection et de l'information sur les situations d'urgence.

Des experts de l'ASN participent aux travaux des comités et des groupes de travail du traité Euratom dans les domaines suivants :

- normes de base en radioprotection (article 31);
- vérification et suivi de la radioactivité dans l'environnement (article 35);
- renseignements concernant le contrôle de la radioactivité dans l'environnement (article 36);
- notifications relatives aux rejets d'effluents radioactifs (article 37).

Le groupe d'experts de l'article 31 s'est réuni à deux reprises en juin et novembre 2023. Il a été informé et consulté sur les travaux de la Commission européenne portant, notamment, sur :

- la stratégie [SAMIRA](#) (*Strategic Agenda for Medical Ionising Radiation Application*) et en particulier les projets [QuADRANT](#) avec la publication du [RP 198](#) (Guide *Radiation Protection* n° 198 de la CE), [EU-JUST-CT](#) (audit clinique par les pairs dans le domaine de la justification médicale des actes scanographiques) et [SIMPLERAD](#) (étude sur la mise en œuvre des bases juridiques d'Euratom et de l'UE en ce qui concerne les utilisations thérapeutiques des produits radiopharmaceutiques);
- l'évaluation des plans nationaux radon avec la publication du guide [RP 199](#) de la CE « *Review and evaluation of national radon action plans in EU Member States according to the requirements of Council Directive 2013/59/Euratom* » ;

- l'abrogation du règlement 2021/1533 sur les contrôles des produits imposant des conditions particulières à l'importation de denrées alimentaires et d'aliments pour animaux originaires ou expédiés du Japon, à la suite de l'[accident survenu à la centrale nucléaire de Fukushima](#).

Ce groupe a par ailleurs rendu un avis pour la prise en compte des coefficients de dose publiés par la Commission internationale de protection radiologique (CIPR) pour les [estimations des doses efficaces et des équivalents de doses](#).

Par ailleurs, un séminaire scientifique a été organisé en novembre 2023 pour faire le point sur les enjeux de radioprotection des nouvelles techniques de radiothérapie externe. Les actes du séminaire 2022 portant sur les enjeux de radioprotection des réacteurs de fusion « [Safety and radiological protection considerations of nuclear fusion reactors](#) » ont été publiés.

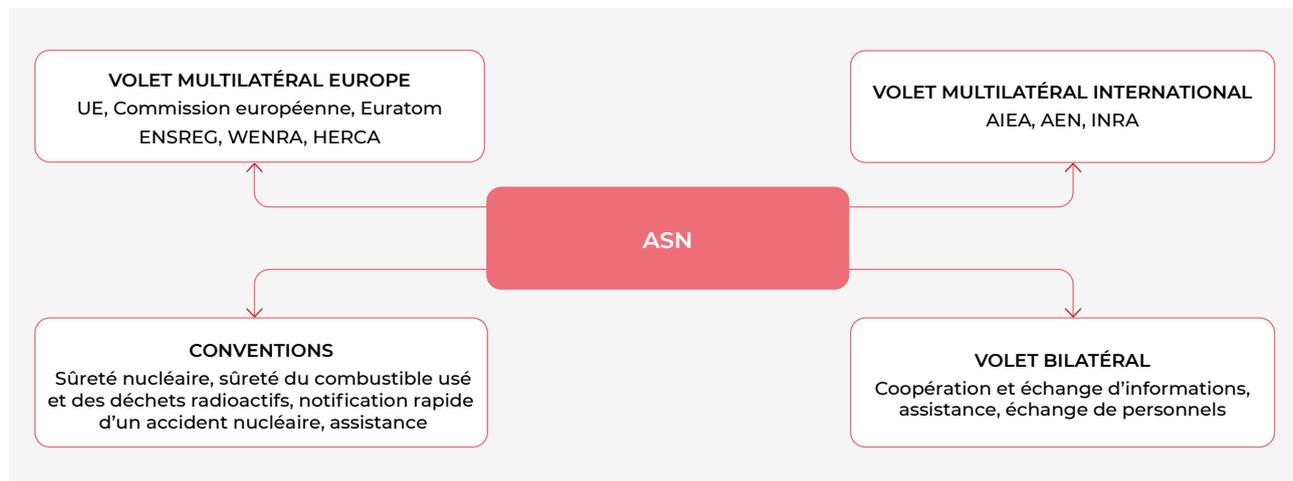
Le groupe d'experts pour l'article 37 du traité Euratom s'est réuni en juillet 2023 pour examiner le projet de stockage géologique de déchets radioactifs à Olkiluoto (Finlande). Dans son avis rendu en décembre 2023, la Commission européenne a estimé que l'exploitation de ce stockage ne serait pas susceptible d'entraîner une contamination radioactive significative des eaux, du sol ou de l'air d'un autre État membre de l'UE. Il s'agissait du premier dossier de ce type évalué par la Commission européenne, qui sera également amenée à statuer dans les prochaines années sur l'incidence du projet de stockage géologique Cigéo.

2.2 LA DIRECTIVE EUROPÉENNE EURATOM SUR LA SÛRETÉ DES INSTALLATIONS NUCLÉAIRES

La [directive 2009/71/Euratom](#) du Conseil du 25 juin 2009, révisée en 2014 à la suite de l'accident de la centrale nucléaire de Fukushima (Japon), établit un cadre communautaire afin d'assurer la sûreté nucléaire au sein de la Communauté européenne de l'énergie atomique et d'encourager les États membres à garantir un niveau élevé de sûreté nucléaire (voir rubrique « [Réglementer](#) » sur [asn.fr](#)).

Elle prévoit notamment des pouvoirs et une autonomie accrues pour les autorités nationales de sûreté, renforce les exigences en matière de transparence, fixe un objectif de sûreté ambitieux pour tous les États membres (issu des référentiels de sûreté produits par WENRA), établit un système européen d'examen par les pairs

L'action de l'ASN sur la scène internationale



sur des thématiques de sûreté et requiert des réévaluations de sûreté tous les dix ans. Elle renforce, en outre, les dispositions concernant l'éducation et la formation.

Cette directive est transposée en droit français.

Il est à noter que la législation européenne n'inscrit pas juridiquement l'indépendance institutionnelle des autorités de sûreté.

2.3 LA DIRECTIVE EUROPÉENNE EURATOM SUR LA GESTION DU COMBUSTIBLE USÉ ET DES DÉCHETS RADIOACTIFS

Le 19 juillet 2011, le Conseil de l'UE a adopté une directive établissant un cadre communautaire pour la gestion responsable et sûre du combustible usé et des déchets radioactifs ([directive 2011/70/Euratom](#)). L'adoption de cette directive contribue au renforcement de la sûreté nucléaire au sein de l'UE, en responsabilisant les États membres à l'égard de la gestion de leurs combustibles usés et de leurs déchets radioactifs.

Cette directive est juridiquement contraignante et couvre tous les aspects de la gestion du combustible usé et des [déchets radioactifs](#), depuis leur production jusqu'à leur stockage à long terme.

Elle rappelle la responsabilité première des producteurs et la responsabilité, en dernier ressort, de chaque État membre, d'assurer la gestion des déchets produits sur son territoire, en veillant à prendre les dispositions nécessaires pour garantir un niveau élevé de sûreté et pour protéger les travailleurs et le public des dangers des rayonnements ionisants.

Elle définit clairement les obligations relatives à la sûreté de la gestion du combustible usé et des déchets radioactifs et impose à chaque État membre de se doter d'un cadre juridique relatif aux questions de sûreté, prévoyant l'instauration :

- d'une autorité de contrôle compétente et bénéficiant d'un statut qui garantisse son indépendance vis-à-vis des producteurs de déchets ;
- de procédures d'autorisation impliquant des demandes d'autorisation instruites sur la base de démonstrations de sûreté des exploitants.

La directive encadre l'élaboration des politiques nationales de gestion du combustible usé et des déchets radioactifs que chaque État membre doit mettre en œuvre. Elle prescrit notamment que chaque État membre doit être doté d'un cadre législatif et réglementaire visant à mettre en place des programmes nationaux de gestion du combustible usé et des déchets radioactifs.

La directive comprend également des dispositions sur la transparence et la participation du public, les ressources financières pour la gestion du combustible usé et des déchets radioactifs, la formation, ainsi que des obligations d'autoévaluation et d'examen régulier par les pairs du cadre national et de l'autorité de réglementation compétente. Ces aspects constituent des avancées majeures pour renforcer le caractère sûr et responsable de la gestion du combustible usé et des déchets radioactifs dans l'UE. La loi relative à la transition énergétique pour la croissance verte de 2015 et l'ordonnance du 10 février 2016 ont permis d'assurer la transposition de la directive en droit français.

2.4 LA DIRECTIVE EUROPÉENNE EURATOM SUR LES NORMES DE BASE EN RADIOPROTECTION

La [directive 2013/59/Euratom](#) du 5 décembre 2013 sur les normes de base en radioprotection s'applique à la justification, l'optimisation et la limitation des doses, au contrôle réglementaire, à la préparation aux situations d'urgence, à la formation

et à d'autres domaines connexes (par exemple, le risque associé au radon, les substances radioactives d'origine naturelle et les matériaux de construction). Les modifications apportées en 2016 et 2018 aux codes de la défense, de l'environnement, de la santé publique et du travail ont permis d'assurer sa transposition en droit français.

2.5 LE GROUPEMENT EUROPÉEN DES AUTORITÉS DE SÛRETÉ NUCLÉAIRE (ENSREG)

Créé en 2008, l'[ENSREG](#) (*European Nuclear Safety Regulators Group*), qui rassemble des experts délégués par les pays membres de l'UE, a pour vocation de soutenir la Commission européenne dans ses initiatives en matière de législation dans le domaine de la sûreté nucléaire et de la radioprotection.

L'ENSREG a ainsi fait émerger un consensus politique dans l'élaboration des directives européennes en matière de sûreté nucléaire et de gestion du combustible usé et des déchets. L'ENSREG a également participé au processus d'élaboration de la révision de la directive sur la sûreté nucléaire dans le prolongement de la réflexion menée après l'accident de la centrale nucléaire de Fukushima.

Trois groupes de travail, consacrés respectivement à la sûreté des installations nucléaires et la coopération internationale (WG1), à la sûreté de la gestion des déchets radioactifs et du combustible usé (WG2) et à la transparence dans le domaine nucléaire (WG3), structurent l'activité de l'ENSREG. L'ASN contribue aux travaux et réflexions de chacun d'entre eux.

L'ENSREG organise, conformément à la directive sûreté de 2014, des examens thématiques par les pairs européens. Le premier de ces exercices, qui a débuté en 2017, a porté sur la maîtrise du vieillissement des réacteurs nucléaires et s'est achevé, pour ce qui concerne la France, avec la publication du rapport de clôture en 2021.

Les travaux relatifs au deuxième examen thématique par les pairs concernant la protection des installations nucléaires contre le risque lié à l'incendie se sont poursuivis en 2023 avec la remise par les États membres, en octobre, de leur rapport national d'autoévaluation. Le [rapport de la France](#), couvrant 11 installations représentatives de l'ensemble des installations françaises, est disponible sur [asn.fr](#) en français et en anglais. Il sera analysé par des experts internationaux durant l'année 2024, tout comme des experts français analyseront le rapport national d'autres États membres.

2.6 LE SYSTÈME EUROPÉEN D'ÉCHANGE D'INFORMATIONS EN CAS D'URGENCE RADIOLOGIQUE (ECURIE)

[ECURIE](#) (*European Community Urgent Radiological Information Exchange*) est l'un des systèmes d'action rapide mis en place par la Commission européenne, qui dispose d'un réseau d'échange d'informations permettant de recevoir et de déclencher une alerte, et de faire ainsi circuler rapidement les informations au sein de l'UE en cas de situation d'urgence radiologique.

Ce système a été mis en place par une [décision du Conseil de l'UE du 14 décembre 1987](#) à la suite, notamment, de l'accident survenu à la centrale nucléaire de Tchernobyl (Ukraine) en 1986. Cette décision a été ratifiée par l'ensemble des États membres de l'UE, ainsi que par certains pays tiers tels que la Suisse et la Turquie. Dans ce cadre, l'ASN participe aux exercices que la Commission européenne organise appelés « ECUREX ». En 2023, l'ASN a participé à deux exercices de ce type.



Réunion plénière de WENRA à Montrouge – novembre 2023

2.7 L'ASSOCIATION DES AUTORITÉS DE SÛRETÉ NUCLÉAIRE DES PAYS D'EUROPE DE L'OUEST (WENRA)

Créée en 1999 à l'initiative de l'ASN, [WENRA](#) (*Western European Nuclear Regulators' Association*) regroupe actuellement, à titre de membres, les 19 chefs des autorités de sûreté nucléaire des pays européens qui ont une expérience en matière de réacteurs de production d'électricité. Elle s'est ouverte à 13 autres pays qui ont le statut de membre associé ou d'observateur.

[WENRA](#) a été présidée de 2019 à novembre 2023 par Olivier Gupta, directeur général de l'ASN.

Considérant que les autorités de sûreté nationales, compte tenu de leur expérience et de leur connaissance pratique des installations, sont mieux à même que la Commission européenne de fixer les règles techniques applicables aux installations nucléaires en Europe, WENRA s'est fixée comme mission principale d'harmoniser de façon volontaire les réglementations nationales de ses membres, en visant le plus haut niveau de sûreté raisonnablement possible. Pour y parvenir, WENRA a défini, par thème technique, des «niveaux de référence de sûreté» reposant sur les normes les plus récentes de l'AIEA en matière de sûreté. Les membres de WENRA examinent ensuite, sous le contrôle de leurs pairs, si ces niveaux de référence sont bien inclus dans la réglementation de leur pays, et la modifient si ce n'est pas le cas. Des travaux ont aussi été engagés pour comparer les modalités de mise en œuvre concrète de ces niveaux de référence sur les installations nucléaires.

WENRA s'appuie pour ce faire sur trois groupes de travail, chacun compétent dans un domaine de la sûreté nucléaire :

- le groupe de travail sur l'harmonisation de la sûreté des réacteurs (*Reactor Harmonisation Working Group – RHWG*);
- le groupe de travail sur les déchets radioactifs et le démantèlement (*Working Group on Radioactive Waste and Decommissioning – WGWD*);
- le groupe de travail sur les réacteurs de recherche (*Working Group on Research Reactors – WGRR*).

CHANGEMENT DE PRÉSIDENTIE À LA TÊTE DE WENRA



Passage de témoin de la présidence de WENRA entre Olivier Gupta (ASN) et Mark Foy (ONR)

Lors de la réunion plénière de novembre 2023, WENRA a approuvé la nomination de Mark Foy, directeur exécutif et inspecteur nucléaire en chef de l'Autorité de sûreté nucléaire du Royaume-Uni (*Office for Nuclear Regulation – ONR*), et actuel vice-président de WENRA, en tant que nouveau président de l'association. Il remplace ainsi Olivier Gupta, directeur général de l'ASN qui occupait cette fonction depuis 2019 et qui devient l'un des deux vice-présidents, le second restant Petteri Tiippana, directeur général de l'Autorité de sûreté nucléaire finlandaise (*Säteilyturvakeskus – STUK*).

Ce changement de présidence a été l'occasion pour les membres de l'association de souligner plusieurs réalisations de la période 2019-2023, en particulier en ce qui concerne les travaux de mise à jour des niveaux de référence (*Safety Reference Levels – SRL*) et d'harmonisation des cadres réglementaires des membres de WENRA, la publication de plusieurs positions communes sur des sujets à enjeux, la clarification des critères d'élargissement de WENRA, l'action de soutien de WENRA à l'Ukraine, l'augmentation de la visibilité de WENRA à l'intérieur et à l'extérieur de l'Europe, ainsi que l'adoption d'une nouvelle stratégie tenant compte du nouveau contexte international dans le domaine du nucléaire.

Les travaux conduits par WENRA en 2023 ont permis plusieurs avancées importantes, en particulier :

- l'approbation de la nouvelle stratégie de l'association, prenant en compte le nouveau contexte international et ses défis en matière de nucléaire. WENRA a ainsi décidé de donner la priorité à (i) l'établissement d'exigences de sûreté communes à appliquer par chaque membre sur les sujets à enjeux, (ii) l'établissement et l'adoption de bonnes pratiques en matière de coopération réglementaire pour l'évaluation des nouvelles technologies et (iii) l'élaboration de positions communes sur les sujets à enjeux ;
- la confirmation de la nécessité de réviser les objectifs de sûreté actuellement applicables aux nouveaux réacteurs, afin de prendre en compte le cas des petits réacteurs modulaires (PRM ou *Small Modular Reactors* – SMR) ;
- la publication de recommandations concernant la surveillance, la détection et le traitement du phénomène de corrosion sous contrainte pouvant affecter les soudures des tuyauteries en acier inoxydable du circuit primaire des réacteurs à eau sous pression ;
- l'adoption d'une déclaration commune sur les défis liés au développement des SMR, en soulignant l'intérêt des membres à mettre en place des processus d'évaluation conjoints de modèles de réacteurs de conception suffisamment mûre, et indiquant leurs attentes vis-à-vis des industriels pour permettre la bonne mise en place de telles évaluations conjointes.

Dans le cadre de la guerre en Ukraine, WENRA a maintenu ses échanges avec l'Autorité de sûreté nucléaire ukrainienne (*State Nuclear Regulatory Inspectorate of Ukraine* – SNRIU) afin, si besoin, de lui apporter le soutien nécessaire. Le groupe d'experts spécifiquement mis en place par WENRA en 2022 pour conduire des activités en lien avec la guerre en Ukraine a, en 2023, rendu publique son analyse de la sûreté de la centrale nucléaire de Zaporijia à la suite de la rupture du barrage de Kakhovka.

Le président de WENRA a par ailleurs participé en 2023 à diverses conférences organisées par les parties prenantes de WENRA, telles que l'AIEA ou l'AEN, au cours desquelles il a pu partager sa vision des enjeux auxquels, dans le nouveau contexte en matière de nucléaire, les autorités de sûreté, les gouvernements et les industriels doivent faire face.

Pour 2024, une priorité de WENRA sera la mise en œuvre de sa nouvelle stratégie.

2.8 L'ASSOCIATION DES RESPONSABLES DES AUTORITÉS EUROPÉENNES COMPÉTENTES EN RADIOPROTECTION (HERCA)

Dans le domaine de la radioprotection, [HERCA](#) (*Heads of the European Radiological protection Competent Authorities*), créée en 2007 sous l'impulsion de l'ASN, est l'association regroupant les chefs des autorités européennes compétentes en radioprotection. Son objectif est de renforcer la coopération européenne et l'harmonisation des pratiques nationales en matière de radioprotection.

HERCA regroupe actuellement 56 autorités de 32 pays européens comprenant les 27 pays membres de l'UE, l'Islande, la Norvège, le Royaume-Uni, la Serbie et la Suisse. Son secrétariat technique a été confié, pendant le premier semestre 2023, à l'Autorité de sûreté nucléaire suédoise (*Strålsäkerhetsmyndigheten* – SSM) qui assurait également la présidence de l'association, avant d'être pris en charge par l'ASN. Depuis juin 2023, Jean-Luc Lachaume, commissaire de l'ASN, préside HERCA avec l'appui de deux vice-présidents, l'un issu des services du ministère de la Santé du Luxembourg et l'autre étant une commissaire de l'Autorité de sûreté nucléaire espagnole (*Consejo de Seguridad Nuclear* – CSN).

Six groupes d'experts travaillent actuellement sur les thèmes suivants :

- les pratiques et les sources dans les domaines industriel et de la recherche ;
- les applications médicales des rayonnements ionisants ;
- la préparation et la gestion des situations d'urgence ;
- les applications vétérinaires ;
- les sources de rayonnements d'origine naturelle ;
- l'éducation et la formation.

HERCA héberge également un réseau d'experts qui collaborent à plusieurs niveaux : collecte, enregistrement et rapports sur les doses professionnelles.

En 2023, l'association s'est réunie à Stockholm en juin, puis à distance en novembre.

Les engagements de la nouvelle présidence portent sur la mise en application concrète de la stratégie d'HERCA, à la définition de laquelle l'ASN a fortement contribué, avec comme axes principaux en 2023 :

- un renforcement de la communication et de la visibilité d'HERCA afin d'améliorer l'accessibilité de sa documentation technique et de ses positions auprès de ses parties prenantes et du public ;
- la poursuite de sa participation active au projet de refonte des recommandations de la [CIPR](#) ;
- la préparation d'un séminaire dédié à la mise en place de la [directive 2013/59/Euratom du Conseil du 5 décembre 2013](#) (voir point 2.4), par ses pays membres et avec la participation de la Commission européenne en mai 2024.

HERCA a également organisé un séminaire consacré à l'[inspection en radiothérapie en juin 2023](#) et a participé à plusieurs événements internationaux dont ceux organisés par [la CIPR et l'OTAN](#) en septembre 2023 dédiés à la gestion des situations d'urgence. Enfin, HERCA a publié les « fiches pays » de ses membres relatives à la mise en place des [experts et officiers en radioprotection](#) requis par la directive 2013/59/Euratom.

2.9 LES PROGRAMMES D'ASSISTANCE DE LA COMMISSION EUROPÉENNE

Au plan européen, la Commission européenne, à travers l'Instrument de coopération en matière de sûreté nucléaire (ICSN) qu'elle a créé en 2007, permet à des autorités de sûreté nucléaire de pays émergents de bénéficier de missions d'assistance pour les aider à mettre en place ou à renforcer leur cadre et leurs pratiques réglementaires dans le domaine de la sûreté nucléaire et de la radioprotection.

En 2021, le Parlement européen a approuvé un nouvel instrument équivalent à l'ICSN, l'Instrument européen en matière de sûreté nucléaire (IESN), doté d'un budget de 300 millions d'euros pour la période 2021-2027. Ce budget permet le financement d'activités conduites par les autorités de sûreté nucléaire des États membres, leurs appuis techniques et, le cas échéant, d'autres organismes, à destination des pays bénéficiaires.

C'est dans ce cadre qu'en 2023 l'ASN a contribué à structurer un projet afin de soutenir le Forum des autorités de sûreté nucléaire en Afrique (FNRBA). La Commission européenne prévoit un budget de 4,8 millions d'euros pour ce projet dont l'objectif est de soutenir le développement de la culture de sûreté nucléaire dans plusieurs pays africains et de les aider à mettre en œuvre un cadre réglementaire fondé sur les normes les plus élevées en matière de sûreté nucléaire et de radioprotection.

S'il est confirmé, ce projet, qui doit débiter en 2024, serait mis en œuvre avec la participation de plusieurs États européens à travers leur autorité de sûreté nucléaire ou appui technique dans le cadre d'un consortium dont l'ASN prendrait la direction technique et Expertise France la direction administrative.

L'instrument IESN est complété par d'autres programmes internationaux d'assistance technique qui répondent à des résolutions prises par le G8 ou par l'AIEA pour améliorer la sûreté nucléaire dans les pays tiers et qui sont financés par les contributions d'états donateurs et de l'UE.

3 Le cadre multilatéral des relations internationales de l'ASN

Sur le plan multilatéral, la coopération se déroule, notamment, dans le cadre de l'AIEA, agence de de l'Organisation des Nations unies (ONU) fondée en 1957, et de l'AEN créée en 1958. Ces deux agences sont les deux plus importantes organisations intergouvernementales dans le domaine de la sûreté nucléaire et de la radioprotection.

3.1 L'AGENCE INTERNATIONALE DE L'ÉNERGIE ATOMIQUE (AIEA)

L'AIEA, organisation des Nations unies basée à Vienne, comprend 177 États membres. L'AIEA organise ses activités autour de deux grands axes : l'un concerne le contrôle des matières nucléaires et de la non-prolifération, l'autre porte sur les activités liées aux utilisations pacifiques de l'énergie nucléaire. Dans ce dernier domaine, deux départements de l'AIEA sont respectivement en charge du développement et de la promotion des applications nucléaires, d'une part, et de la sûreté et la sécurité des installations et activités nucléaires, d'autre part.

Dans la continuité du plan d'action approuvé par le Conseil des gouverneurs de l'AIEA en septembre 2011 visant à renforcer la sûreté à l'échelle mondiale en prenant en compte les enseignements tirés de l'accident de la centrale nucléaire de Fukushima, l'AIEA concentre notamment ses travaux sur deux domaines d'activité : les normes de sûreté et les missions d'examen par les pairs.

Normes de sûreté

Les normes de sûreté de l'AIEA décrivent les principes et pratiques de sûreté que la grande majorité des États membres utilisent comme base de leur réglementation nationale. Cette activité est supervisée par la Commission des normes de sûreté de l'AIEA (*Commission on Safety Standards - CSS*), mise en place en 1996. La CSS est composée de 24 représentants au plus haut niveau des autorités de sûreté nationales, nommés pour quatre ans. Un commissaire de l'ASN siège à cette Commission. Elle coordonne le travail de cinq comités chargés d'élaborer des documents dans leur domaine respectif : le NUSCC (*Nuclear Safety Standards Committee*) pour la sûreté des réacteurs, le RASSC (*Radiation Safety Standards Committee*) pour la radioprotection, le TRANSSC (*Transport Safety*

Standards Committee) pour la sûreté des transports de substances radioactives, le WASSC (*Waste Safety Standards Committee*) pour la sûreté de la gestion des déchets radioactifs et l'EPRReSC (*Emergency Preparedness and Response Standards Committee*) pour la préparation et la coordination en situation d'urgence radiologique. La France, représentée par l'ASN, est présente dans chacun de ces comités, qui se réunissent deux fois par an. Des représentants des divers organismes français concernés participent également aux groupes techniques qui rédigent ces documents.

L'année 2023 a notamment été marquée par la publication d'un nombre important de guides de sûreté. En outre, un groupe de travail auquel participe l'ASN a été formé avec pour objectif d'élaborer un nouveau plan de long terme pour les normes de sûreté. Le précédent plan de long terme remonte à 2008 et ses objectifs ont largement été atteints. Le nouveau plan identifiera les priorités pour l'élaboration de nouvelles normes de sûreté et permettra d'orienter les comités et le secrétariat. Il devrait porter sur une période de 15 à 20 ans et son approbation devrait intervenir en 2026.

Missions d'examen par les pairs

L'AIEA propose aux États membres qui en font la demande plusieurs types de missions d'examen. Ces missions sont conduites par des équipes d'experts sur des thématiques données dans les pays qui en font la demande. Chaque équipe d'auditeurs est constituée d'experts provenant de pays membres et de l'AIEA. Les audits s'établissent à partir du référentiel des normes de sûreté de l'AIEA. Plusieurs types d'audit sont proposés, dont en particulier les missions IRRS (*Integrated Regulatory Review Service*) consacrées au cadre réglementaire national de la sûreté nucléaire et au fonctionnement de l'autorité de sûreté ; les missions OSART (*Operational Safety Review Team*) consacrées à la sûreté des centrales nucléaires en exploitation ; ou encore les missions ARTEMIS (*Integrated Review Service for Radioactive Waste and Spent Fuel Management, Decommissioning and Remediation*), dédiées aux programmes nationaux de gestion des déchets radioactifs et du combustible usé. Les résultats des audits sont formalisés dans un rapport transmis au pays demandeur et peuvent comprendre différents niveaux de recommandations ainsi que de reconnaissance de bonnes pratiques. Il appartient au pays demandeur de tenir compte des recommandations émises par les experts. Une mission de suivi, dont le but est de constater l'état d'avancement de la prise en compte des recommandations, est organisée entre 18 mois et 4 ans après la mission initiale, en fonction du type d'audit. L'actualité de l'ASN concernant ces missions est présentée ci-après.

Missions IRRS

Les [missions IRRS](#) portent sur l'analyse de tous les aspects du cadre régissant la sûreté nucléaire et l'activité d'une autorité de sûreté. L'ASN est favorable à la mise en œuvre de ces évaluations par les pairs à un rythme régulier et intègre leurs résultats dans sa démarche d'amélioration continue. On notera que les pays membres de l'UE sont soumis, en application des dispositions de la directive 2009/71/Euratom modifiée en 2014, à des examens par les pairs périodiques et obligatoires de leur organisation générale en matière de contrôle de la sûreté nucléaire et de la radioprotection. Les missions IRRS permettent de répondre à cette obligation.



Rencontre à Vienne, le 27 septembre 2023, entre Bernard Dorozczuk, président de l'ASN, et Rafael Grossi, directeur général de l'AIEA

En 2023, plusieurs agents de l'ASN ont participé aux missions IRRS en République tchèque, Belgique, Roumanie et Maroc.

Par ailleurs, dans le contexte de la réforme du contrôle de la sûreté nucléaire en France, il a été décidé de reporter la mission IRRS en France, initialement envisagée en 2024, à une date ultérieure.

Missions OSART

En France, la réalisation de missions OSART, dédiées à la sûreté de l'exploitation des centrales nucléaires, est demandée par l'ASN à l'AIEA en coordination avec l'exploitant des centrales nucléaires EDF.

Trois missions OSART se sont déroulées en France en 2023, respectivement dans les centrales nucléaires de Belleville-sur-Loire et Paluel (missions de suivi), ainsi que Penly.

Les formations régionales et les missions d'assistance

L'ASN répond à des sollicitations du secrétariat de l'AIEA, en particulier pour participer à des formations régionales en radioprotection et à des missions d'assistance. Les bénéficiaires sont souvent des pays de culture francophone.

Par ailleurs, toujours sous l'égide de l'AIEA, l'ASN est aussi investie dans le [RCF](#) (*Regulatory Cooperation Forum*). Ce forum, créé en 2010, vise à mettre en contact les autorités de sûreté de pays primo-accédants dans le domaine nucléaire avec les autorités de sûreté de grands pays nucléaires, afin d'identifier leurs besoins et de coordonner le soutien à apporter, en veillant à ce que les principes fondamentaux en matière de sûreté nucléaire (indépendance du régulateur, cadre légal et réglementaire adapté, etc.) soient respectés.

En 2023, outre la préparation d'une assistance aux autorités de sûreté nucléaire du Ghana et de la Pologne, le RCF a continué à renforcer sa coopération avec l'UE (IESN) et avec des forums régionaux d'autorités de sûreté.

La gestion des situations d'urgence nucléaire et radiologique

L'ASN participe aux travaux de l'AIEA visant à améliorer la notification et l'échange d'informations en cas de [situation d'urgence radiologique](#).

Dans ce cadre, l'ASN participe aux exercices que l'AIEA organise pour tester les dispositions opérationnelles de la Convention sur la notification rapide d'un accident nucléaire et de la Convention sur l'assistance en cas d'accident nucléaire ou de situation d'urgence radiologique appelés «exercices au titre des conventions» ou «[exercices ConvEx](#)». Ces exercices, qui sont conçus pour permettre aux participants d'acquérir une expérience pratique et de comprendre les procédures de préparation et de conduite de ces interventions, sont de trois types :

- les exercices ConvEx-1, destinés en particulier à tester les lignes de communication d'urgence établies avec les points de contact dans les États membres ;
- les exercices ConvEx-2, conçus pour tester des éléments particuliers du cadre international de préparation et de conduite des interventions d'urgence ainsi que les dispositions et outils d'évaluation et les pronostics dans les situations d'urgence ;
- les exercices ConvEx-3, visant à évaluer les dispositions d'intervention d'urgence et les moyens d'action en place pour faire face à une situation d'urgence grave pendant plusieurs jours.

En 2023, l'ASN a participé à deux exercices de type « ConvEx » (voir chapitre 4).

En outre, l'ASN collabore à la définition de la stratégie, des besoins et des moyens d'assistance internationale et au développement du réseau de réponse aux demandes d'assistance au sein de l'AIEA, le [réseau RANET](#) (*Response Assistance Network*).

Ce réseau a été mobilisé en 2022 pour répondre aux besoins formulés par l'Ukraine en matière de moyens de protection individuelle et de radioprotection.

3.2 L'AGENCE DE L'OCDE POUR L'ÉNERGIE NUCLÉAIRE (AEN)

Créée en 1958, l'[AEN](#) regroupe aujourd'hui 38 pays membres parmi les pays les plus industrialisés. Son principal objectif est d'aider les pays membres à maintenir et à approfondir les bases scientifiques, technologiques et juridiques indispensables à une utilisation sûre et respectueuse de l'environnement et économique de l'énergie nucléaire. En raison de la guerre en Ukraine, l'adhésion de la Russie à l'AEN a été suspendue le 2 avril 2022.

Au sein de l'AEN, l'ASN est notamment impliquée dans les travaux du Comité sur les activités nucléaires réglementaires (CNRA). Elle participe également au Comité de radioprotection et de santé publique, au Comité de gestion des déchets radioactifs, au Comité sur le démantèlement des installations nucléaires et la gestion des situations historiques, ainsi qu'à plusieurs groupes de travail du Comité sur la sûreté des installations nucléaires, dont celui sur les facteurs humains et organisationnels (*Working Group on Human and Organisational Factors – WGHOFF*).

Les différents comités de l'AEN coordonnent des groupes de travail auxquels prennent part les experts des pays membres. L'année 2023 a été la première année d'exercice pour les groupes créés à la suite de la réorganisation du CNRA. Cinq groupes de travail, deux groupes d'experts et un forum d'échange d'informations ont ainsi démarré leurs activités. L'ASN est impliquée dans chacun d'entre eux et assure en particulier la présidence du groupe de travail sur la chaîne d'approvisionnement nucléaire et du groupe de travail sur la surveillance des réacteurs, ainsi que la vice-présidence du groupe d'experts sur le partage du retour d'expérience.

3.3 L'ASSOCIATION INTERNATIONALE DES AUTORITÉS DE SÛRETÉ NUCLÉAIRE (INRA)

L'association INRA (*International Nuclear Regulators Association*) regroupe les dirigeants des autorités d'Allemagne, du Canada, de Corée du Sud, d'Espagne, des États-Unis, de France, du Japon, du Royaume-Uni et de Suède. Cette association permet des échanges réguliers et informels sur les actualités de ces différents pays et sur les prises de position relatives à des enjeux internationaux communs. Elle se réunit deux fois par an dans le pays qui en assure la présidence, chaque pays l'assurant pendant un an à tour de rôle.

En 2023, deux réunions ont eu lieu. La première, organisée au Canada, a permis d'échanger sur la situation des installations nucléaires en Ukraine, en particulier celle de la centrale de Zaporijia, l'actualité et les enjeux nationaux des membres de l'association, ainsi que les projets de développement de SMR. Les membres d'INRA ont, à ce titre, rappelé, dans une déclaration commune publique, leur volonté de développer des collaborations permettant des évaluations communes de modèles de SMR à un stade suffisamment avancé de leur conception, tout en rappelant la nécessité de préserver la souveraineté nationale en matière de délivrance d'autorisation. Lors de la seconde réunion, organisée en marge de la Conférence générale de l'AIEA, le responsable de SNRIU a présenté l'état de la sûreté des installations nucléaires du pays, ce qui a conduit à un échange sur l'impact des conflits armés sur la sûreté et la sécurité des installations nucléaires. Par ailleurs, les membres d'INRA ont également abordé les enjeux liés au maintien de la culture de sûreté et des compétences dans le cadre des programmes de démantèlement des centrales nucléaires.

4 Les conventions internationales

L'ASN assure le rôle de point de contact national et d'autorité compétente pour les deux conventions de sûreté nucléaire, qui ont trait respectivement aux centrales nucléaires (Convention sur la sûreté nucléaire) et au combustible usé et aux déchets radioactifs (Convention commune sur la sûreté de la gestion du combustible usé et sur la sûreté de la gestion des déchets radioactifs). De plus, l'ASN est l'autorité compétente pour les deux conventions dédiées à la gestion transfrontalière des conséquences d'éventuels accidents (la Convention sur la notification rapide d'un accident nucléaire et la Convention sur l'assistance en cas d'accident nucléaire ou de situation d'urgence radiologique).

4.1 LA CONVENTION SUR LA SÛRETÉ NUCLÉAIRE

La [Convention sur la sûreté nucléaire](#) a été l'un des résultats de discussions internationales engagées en 1992 dans le but de contribuer à maintenir un niveau élevé de sûreté nucléaire dans le monde.

Signée par la France en 1994, la Convention sur la sûreté nucléaire est entrée en vigueur le 24 octobre 1996. Elle compte 94 parties contractantes à la fin 2023.

Les objectifs de la convention sont d'atteindre et de maintenir un haut niveau de sûreté nucléaire dans le monde entier, d'établir et de maintenir, dans les installations nucléaires, des défenses efficaces contre les risques radiologiques potentiels et de prévenir les accidents pouvant avoir des conséquences radiologiques et de limiter leurs conséquences. Les domaines abordés par la convention font partie depuis longtemps de la démarche française de sûreté nucléaire.

En 2015, les parties contractantes à la convention, prenant acte des enseignements de l'accident de la centrale nucléaire de Fukushima, ont adopté la [déclaration de Vienne sur la sûreté nucléaire](#). Cette déclaration, qui reprend largement les principes de la directive européenne sur la sûreté des installations nucléaires, fixe des objectifs de sûreté nucléaire ambitieux visant à prévenir les accidents nucléaires dans le monde et, en cas d'accident, à en limiter les conséquences radiologiques.

La convention prévoit l'organisation triennale de réunions d'examen des parties contractantes destinées à développer la coopération et les échanges d'expérience.

En tant qu'autorité compétente, l'ASN coordonne la participation française à cet exercice triennal d'examen par les pairs, en étroite relation avec les partenaires institutionnels et industriels concernés. Ce travail de coordination concerne l'élaboration du rapport national, l'analyse des rapports des autres parties contractantes et la participation aux réunions d'examen.

En raison de la pandémie de Covid-19, la réunion d'examen n'avait pu se tenir en 2020. Une réunion d'examen commune aux 8^e et 9^e cycles s'est finalement tenue en mars 2023. L'ASN a été présente et active tout au long de cette réunion afin d'assurer une présence et une participation aux discussions dans l'ensemble des groupes de pays.

Au cours de cette réunion d'examen, l'ASN a présenté le rapport de la France, ce qui a donné lieu à l'identification de deux bonnes pratiques pour l'implication du public dans le 4^e réexamen de sûreté des réacteurs de 900 MWe, ainsi que pour la collaboration avec les autorités tchèque et finlandaise sur la revue du réacteur Nuward.

L'ASN participe par ailleurs activement aux réunions visant à améliorer l'efficacité et l'efficience de la Convention sur la sûreté nucléaire en préparation du 10^e cycle d'examen, pour lequel les rapports sont attendus en 2025.

4.2 LA CONVENTION COMMUNE SUR LA SÛRETÉ DE LA GESTION DU COMBUSTIBLE USÉ ET SUR LA SÛRETÉ DE LA GESTION DES DÉCHETS RADIOACTIFS

La [Convention commune](#) est l'analogue de la Convention sur la sûreté nucléaire pour la gestion du combustible usé et des déchets radioactifs issus des activités nucléaires civiles. La France l'a signée le 29 septembre 1997, et elle est entrée en vigueur le 18 juin 2001. Cette convention compte 89 parties contractantes à la fin 2023. Comme la Convention sur la sûreté nucléaire, elle est fondée sur un mécanisme d'examen par les pairs comprenant la remise par chaque partie contractante d'un rapport national triennal, soumis à l'examen des autres parties, ainsi que la tenue d'une réunion d'examen.

La prochaine réunion aura lieu en mars 2025. Le rapport français, dont l'élaboration est coordonnée par l'ASN, sera remis à l'AIEA en août 2024. En 2023, l'ASN a démarré les travaux préparatoires à l'élaboration de ce rapport, en tenant compte notamment des enseignements issus de son analyse du rapport précédent.

4.3 LA CONVENTION SUR LA NOTIFICATION RAPIDE D'UN ACCIDENT NUCLÉAIRE

La [Convention sur la notification rapide d'un accident nucléaire](#) est entrée en vigueur le 27 octobre 1986, six mois après l'accident de Tchernobyl, et compte 133 parties contractantes à fin 2023.

Les parties contractantes s'engagent à informer, dans les délais les plus rapides, la communauté internationale de tout accident ayant entraîné une dispersion de substances radioactives incontrôlée dans l'environnement susceptible d'affecter un État voisin. À cette fin, l'AIEA propose aux États membres un outil permettant la notification et l'assistance en cas d'urgence radiologique.

L'ASN a contribué activement à l'élaboration de cet outil, [USIE](#) (*Unified System for Information Exchange in Incidents and Emergencies*), présent au centre d'urgence de l'ASN et testé à chaque exercice.

La [directive interministérielle du 30 mai 2005](#) précise les modalités d'application en France de ce texte et confie à l'ASN la mission d'autorité nationale compétente. Il appartient ainsi à l'ASN de notifier les événements sans délai aux institutions internationales, de fournir rapidement les informations pertinentes sur la situation, en particulier aux pays frontaliers pour leur permettre de prendre les mesures nécessaires de protection des populations, et enfin de fournir aux ministres concernés une copie des notifications et des informations transmises ou reçues.

4.4 LA CONVENTION SUR L'ASSISTANCE EN CAS D'ACCIDENT NUCLÉAIRE OU DE SITUATION D'URGENCE RADIOLOGIQUE

La [Convention sur l'assistance en cas d'accident nucléaire](#) ou de situation d'urgence radiologique est entrée en vigueur le 26 février 1987 et compte 123 parties contractantes à fin 2023.

Son objectif est de faciliter les coopérations entre les pays dans le cas où l'un d'entre eux serait affecté par un accident ayant des conséquences radiologiques. Cette convention a déjà été mise en œuvre à plusieurs reprises à l'occasion d'accidents d'irradiation dus à des sources radioactives abandonnées. En particulier, la France prend régulièrement en charge le traitement, par des services médicaux spécialisés, de victimes de tels accidents.

5 Le cadre bilatéral des relations internationales de l'ASN

L'ASN collabore avec une vingtaine d'autorités de sûreté nucléaire étrangères dans le cadre d'accords bilatéraux. Ces accords sont, dans la plupart des cas, des arrangements administratifs bilatéraux, mais ils font parfois partie d'accords gouvernementaux plus larges (cas de l'Allemagne, de la Suisse, de la Belgique et du Luxembourg).

Les pays avec lesquels l'ASN entretient des relations privilégiées sont, d'une part, les pays limitrophes, en particulier ceux dont la frontière est située à proximité d'une installation nucléaire française; d'autre part, les grands pays nucléaires et ceux disposant de technologies nucléaires françaises.

Ces relations permettent des échanges d'informations au niveau stratégique. C'est notamment le cas lors de réunions de haut niveau, au cours desquelles les points de doctrine et l'actualité de chaque autorité (évolutions organisationnelles et réglementaires, événements, retours d'expérience, etc.) sont abordés. Elles permettent également des échanges d'informations au niveau technique et opérationnel. En particulier, la comparaison de pratiques peut être approfondie lors d'ateliers thématiques ou d'observations croisées d'inspection afin de mettre en exergue des pratiques dont l'ASN peut s'inspirer.

De nombreux thèmes ont été abordés tout au long de l'année par l'ASN et ses homologues, tels que le nouveau contexte du nucléaire, les quatrième réexamens périodiques de sûreté des réacteurs, la corrosion sous contrainte, le démantèlement, la gestion des déchets radioactifs, la culture de précaution, les réacteurs modulaires, la gestion des situations d'urgence ou la transformation des régulateurs.

5.1 LA COOPÉRATION BILATÉRALE ENTRE L'ASN ET SES HOMOLOGUES ÉTRANGÈRES

AFRIQUE DU SUD

En mars 2023, dans le cadre des échanges techniques entre l'ASN et l'Autorité de sûreté nucléaire sud-africaine (*National Nuclear Regulator - NNR*), deux inspecteurs de la division de Lyon de l'ASN ont été accueillis au sein de la division régionale du Cap de la NNR, située à proximité de centrale de Koeberg. La mission a porté sur les quatrième visites décennales, la poursuite d'exploitation des réacteurs, les pratiques d'inspection et de contrôle des arrêts de réacteur, ainsi que les opérations de remplacement de générateurs de vapeur. Une réunion bilatérale s'est également tenue à distance entre les directions de l'ASN et celles de la NNR, qui a confirmé le principe d'une mission équivalente à la division de Lyon de l'ASN pour des inspecteurs de la NNR courant 2024.

ALLEMAGNE

Établie dans un cadre intergouvernemental, la commission franco-allemande implique plusieurs autorités compétentes tant au niveau national que local. En complément des réunions plénières de cette commission, deux groupes de travail se réunissent régulièrement, l'un dédié à la sûreté des centrales nucléaires situées en zone frontalière, l'autre à la gestion des situations d'urgence.

En 2023, la commission, réunie **les 14 et 15 juin**, a abordé plusieurs sujets d'actualité, dont la situation des centrales nucléaires situées près de la frontière franco-allemande et la mise à jour de la doctrine post-accidentelle en France.

À l'occasion de la 57^e réunion du groupe de travail sur la sûreté des centrales nucléaires, une délégation de l'ASN s'est rendue en Allemagne en septembre et a pu visiter les installations de traitement et d'entreposage des déchets de l'Institut de technologie de Karlsruhe.

Par ailleurs, l'ASN a reçu en novembre des représentants allemands dans le cadre d'un groupe de travail centré sur la préparation aux situations d'urgence, ainsi qu'un inspecteur allemand lors d'une inspection croisée sur la centrale nucléaire de Cattenom.

BELGIQUE

Les échanges entre l'ASN et son homologue belge, l'Agence fédérale de contrôle nucléaire ([AFCN](#)), se traduisent par des actions de coopération tant au niveau national que local, en particulier avec les divisions frontalières de Lille et de Châlons-en-Champagne. Ils sont coordonnés par le comité directeur franco-belge, qui s'est réuni le **16 octobre 2023** au siège de l'ASN à Montrouge. Les deux délégations, composées de représentants des autorités et de leur appui technique respectif, l'Institut de radioprotection et de sûreté nucléaire (IRSN) et Bel V, ont discuté notamment de l'évolution des politiques énergétiques dans les deux pays et de ses conséquences sur l'exploitation des centrales nucléaires. Le phénomène de corrosion sous contrainte observé sur les réacteurs français en 2022 a également été discuté. L'ASN a présenté dans ce cadre l'avancement des contrôles et réparations pour les réacteurs de Chooz et Gravelines, les plus proches de la frontière franco-belge. Enfin, le thème de la poursuite d'exploitation des centrales nucléaires a été largement discuté.

CANADA

Le **5 décembre 2023**, une délégation de l'ASN, conduite par Sylvie Cadet-Mercier, commissaire de l'ASN, a rencontré une délégation de la Commission canadienne de sûreté nucléaire ([CCSN](#)) conduite par Ramzi Jammal, son président par intérim, au siège de la CCSN à Ottawa.



Signature d'accords de coopération entre l'ASN et ses homologues. De gauche à droite : NRA (Japon), ONR (Royaume-Uni) et NNSA (Chine)



Rencontre entre commissaires de l'ASN et de la NRC (États-Unis) – janvier 2023

Cette réunion a porté sur les enjeux associés à la nouvelle politique énergétique française, la prolongation de la durée d'exploitation du parc nucléaire existant, le processus d'instruction et d'expertise mis en œuvre à la CCSN, la culture de sûreté et l'élaboration du programme d'inspection de la CCSN. La réunion a été suivie d'une visite de GE Hitachi, portant sur le projet de réacteur BWRX-300 et d'une visite de la centrale nucléaire de Darlington dans l'Ontario. L'ASN et la CCSN ont réaffirmé leur engagement à poursuivre leur coopération et leurs échanges d'informations.

CHINE

Le 14 novembre 2023 s'est tenue, à Pékin, la réunion bilatérale entre l'ASN et son homologue chinoise (*National Nuclear Safety Administration – NNSA*). Les échanges ont porté notamment sur la corrosion sous contrainte affectant certains réacteurs électro-nucléaires français, la gestion des déchets radioactifs, le recyclage des déchets métalliques très faiblement radioactifs et les processus d'autorisation des SMR.

De plus, plusieurs réunions techniques ont été organisées sur le retour d'expérience de l'exploitation de la centrale nucléaire de Taishan, qui comprend les deux premiers réacteurs de type EPR à avoir été mis en service dans le monde. Ces échanges visaient principalement à examiner dans quelle mesure le retour d'expérience chinois pouvait être pris en compte dans le cadre de l'instruction en cours de la demande de mise en service de l'EPR de Flamanville.

CORÉE DU SUD

Une visite technique articulée autour de présentations en salle et de visites de sites a été organisée du 3 au 5 avril 2023 par la division de Bordeaux de l'ASN pour une délégation de l'Autorité de sûreté nucléaire coréenne (*Nuclear Safety and Security Commission – NSSC*).

Il s'agissait de partager les méthodes de contrôle de l'ASN des installations du nucléaire de proximité industriel mettant en œuvre des rayonnements ionisants. Ces échanges techniques se poursuivront lors d'une prochaine visite de l'ASN en Corée du Sud.

ÉMIRATS ARABES UNIS

Le 14 septembre 2023, l'ASN et son homologue émirati (*Federal Authority for Nuclear Regulation – FANR*) ont signé une prolongation de leur accord de coopération pour une durée de cinq ans.

ESPAGNE

Le 18 octobre 2023 s'est tenue, à Madrid, la réunion bilatérale entre l'ASN et son homologue espagnole (*Consejo de Seguridad Nuclear – CSN*). Les échanges ont porté notamment sur les actualités nationales et réglementaires des deux pays, le démantèlement des installations, la remédiation de sols contaminés par des substances radioactives, l'analyse des risques sismiques dans les centrales nucléaires et le risque radon. Par ailleurs, l'ASN et le CSN ont décidé lors de cette réunion de mettre en place des courts échanges de personnel.

ÉTATS-UNIS

Le collège de l'ASN et la Commission de l'Autorité de sûreté nucléaire américaine (*Nuclear Regulatory Commission – NRC*) se sont rencontrés en janvier 2023 au siège de la NRC pour échanger sur les SMR, la poursuite d'exploitation des centrales nucléaires, l'implication du public et des parties prenantes dans les prises de décision et la culture de sûreté et de radioprotection au sein du public. Cette réunion a été suivie par une visite du site de Vogtle où sont implantés deux réacteurs AP1000 et une visite à l'Institut de recherche sur l'énergie électrique (*Electric Power Research Institute – EPRI*) à Washington sur les sujets de recherche en lien avec la poursuite d'exploitation des réacteurs et le combustible résistant aux accidents.

En juillet 2023, l'ASN a participé à un séminaire international organisé par la NRC sur la prolongation de durée de vie des réacteurs.

En septembre 2023, un commissaire de la NRC a rendu visite à l'ASN et visité, avec la division de Caen de l'ASN, des installations d'Orano à La Hague.

En décembre 2023, la 13^e réunion bilatérale entre l'ASN et la NRC, organisée au siège de l'ASN, a porté sur les SMR et la poursuite d'exploitation des réacteurs. Enfin l'ASN et la NRC ont renouvelé en septembre leur accord de coopération et d'échanges d'informations.

ISRAËL

En septembre 2023, en marge de la conférence générale de l'AIEA, une rencontre s'est tenue entre l'ASN et son homologue israélienne (*Israel Atomic Energy Commission – IAEC*). Celle-ci a été l'occasion de renouveler l'accord de coopération et d'échanges d'informations entre les deux autorités.

JAPON

Une réunion bilatérale s'est tenue le 17 avril 2023 à Tokyo. Elle a permis à l'ASN d'échanger avec son homologue japonaise (*Nuclear Regulation Authority – NRA*) sur des sujets comme la poursuite d'exploitation des centrales nucléaires, les SMR et les programmes d'inspection. La participation du ministère de la santé japonais, autorité responsable de la réglementation de la radioprotection des patients, a également permis un échange sur ce sujet. Une visite du site de Fukushima Daiichi a suivi la réunion.

Par ailleurs, plusieurs réunions et visites ont eu lieu en France dont celle du président de la NRA, qui a donné lieu à la visite du site de Flamanville, ainsi que des réunions techniques sur l'accident de Fukushima Daiichi et les programmes d'inspection. La venue d'une délégation de juristes de la NRA a permis un échange inédit sur les sujets de contentieux suivis par les autorités de sûreté. Elle a été suivie d'une visite du site du Blayais axée sur les agressions externes d'origine naturelle. Des échanges techniques sur la corrosion sous contrainte se sont également tenus à distance.



Visite des installations Orano à La Hague par une délégation américaine – septembre 2023

LUXEMBOURG

La Commission mixte franco-luxembourgeoise de sécurité nucléaire a tenu sa 21^e réunion le **12 juin 2023** à l'ASN à Montrouge. À cette occasion, la Commission a échangé sur les développements récents intervenus dans les deux pays dans les domaines de la sûreté nucléaire et de la radioprotection, dont le bilan de l'année 2022 de la centrale nucléaire de Cattenom, les phénomènes de corrosion sous contrainte, le quatrième réexamen périodique des réacteurs de 1300 MWe, la nouvelle organisation de l'alerte transfrontalière et la préparation et la gestion des situations d'urgence.

NORVÈGE

Le **19 septembre 2023**, une délégation de l'ASN a rencontré à Oslo l'Autorité de sûreté nucléaire norvégienne (*Direktoratet for strålevern og atomsikkerhet* – DSA). À l'occasion de cette réunion, les deux délégations ont abordé plusieurs sujets techniques tels que le démantèlement des installations, la gestion des déchets radioactifs, les enjeux de radioprotection liés aux nouvelles techniques utilisées dans le milieu médical, ou encore la préparation et la réponse aux situations d'urgence. Cette réunion s'est accompagnée d'une visite du site du réacteur de recherche de Kjeller, en cours de démantèlement.

PAYS-BAS

Le **10 novembre 2023** s'est tenue à Montrouge la première réunion bilatérale entre l'autorité de sûreté nucléaire néerlandaise (*Autoriteit Nucleaire Veiligheid en Stralingsbescherming* – ANVS) et l'ASN. La réunion a permis d'échanger sur l'actualité dans les deux pays, les évolutions des politiques et programmes nucléaires français et néerlandais, les projets de construction de nouveaux réacteurs en France et aux Pays-Bas et le retour d'expérience de la division de Caen de l'ASN en matière de contrôle du réacteur EPR de Flamanville.

La volonté de coopération entre les deux autorités s'était traduite par la signature d'un accord le **26 septembre 2023**, en marge de la conférence générale de l'AIEA à Vienne. Une visite du centre de crise de l'ASN a par ailleurs été organisée le **9 novembre 2023**.

RÉPUBLIQUE TCHÈQUE

En marge de la 67^e conférence générale de l'AIEA, le président de l'ASN Bernard Doroszczuk a rencontré son homologue tchèque Dana Drábová de l'Autorité de sûreté nucléaire tchèque (*Státní úřad pro jadernou bezpečnost* – SUJB). Cet entretien a permis d'échanger sur l'actualité dans les deux pays et les enjeux internationaux en matière de sûreté nucléaire et de radioprotection, en particulier dans un contexte de renouveau du nucléaire et d'intérêt croissant pour les SMR. À cette occasion, l'ASN et la SUJB se sont félicitées de l'évaluation tripartite conduite avec l'Autorité de sûreté nucléaire finlandaise (*Säteilyturvakeskus* – STUK) des options de sûreté du projet de SMR Nuward. L'accord de collaboration entre l'ASN et la SUJB a été renouvelé pour une durée de cinq ans, confirmant ainsi leur volonté de renforcer leurs relations bilatérales.

ROYAUME-UNI

Les relations bilatérales avec l'Autorité de sûreté nucléaire britannique (*Office for Nuclear Regulation* – ONR) se sont inscrites dans une nouvelle dynamique en 2023 avec la tenue d'une réunion bilatérale à Londres du **8 au 10 février**. Dans un contexte de relance du nucléaire dans les deux pays, de nombreux sujets ont été abordés, en particulier les projets de nouveaux réacteurs, dont les SMR et les réacteurs avancés, et les conséquences du réchauffement climatique. Cette réunion a également donné lieu à une visite du chantier des réacteurs EPR à Hinkley Point. Les pratiques d'inspection durant la phase de construction d'une installation nucléaire ont été discutées à cette occasion. Le phénomène de corrosion sous contrainte a été également un point d'intérêt commun, qui a donné lieu par la suite à un partage d'informations entre les services spécialisés, comme cela avait été le cas lors de l'arrêt du réacteur de Sizewell en mars 2023.



Visite d'une délégation suédoise dans la centrale nucléaire de Chinon – novembre 2023

L'accord de coopération entre l'ASN et l'ONR a été renouvelé en 2023 pour une durée de cinq ans.

SUÈDE

Du **31 mai au 1^{er} juin 2023** s'est tenue à Stockholm une réunion bilatérale avec l'homologue suédoise (*Strålsäkerhetsmyndigheten* – SSM) de l'ASN. Plusieurs sujets d'intérêt commun ont été abordés comme la valorisation des déchets radioactifs métalliques de très faible activité, les initiatives sur les SMR à l'échelle internationale, le retour d'expérience sur le contrôle du démantèlement des installations nucléaires et la gestion des risques liés à l'exposition au radon.

La délégation de l'ASN s'est rendue sur le site d'Oskarshamn pour échanger sur la gestion des déchets de haute activité et de moyenne activité à vie longue, ainsi que sur la future usine d'encapsulation des combustibles usés.

L'année 2023 a également permis de relancer un cycle d'inspections croisées avec l'autorité suédoise. Au mois de novembre, des inspecteurs de la SSM ont accompagné la division d'Orléans de l'ASN sur la centrale nucléaire de Chinon lors d'une inspection sur le thème de l'incendie.

L'accord de collaboration entre l'ASN et la SSM a été renouvelé en 2023 lors de la 67^e Conférence générale de l'AIEA pour une durée de cinq ans.

SUISSE

Établie dans un cadre intergouvernemental, la Commission franco-suisse (CFS) implique plusieurs autorités nationales compétentes tant au niveau national que local. Cette Commission s'est réunie les **26 et 27 avril 2023** en France à Cadarache. Cette réunion a été l'occasion pour les deux délégations de visiter le chantier du réacteur de fusion ITER.

À l'échelle de l'ASN, la CFS implique à la fois les services centraux et les divisions de Lyon et de Strasbourg de l'ASN.

5.2 LES ACTIONS D'ASSISTANCE DE L'ASN DANS UN CADRE BILATÉRAL

L'ASN peut être conduite à répondre à des demandes d'assistance dans le cadre d'actions bilatérales avec l'autorité de sûreté du pays concerné, en complément des instruments européens (IESN) et internationaux (RCF). L'objectif de cette coopération est l'acquisition, par les pays bénéficiaires, de la culture de sûreté et de la transparence indispensables à un système national de contrôle de la sûreté nucléaire et de la radioprotection. Le contrôle de la sûreté nucléaire doit reposer sur des compétences nationales et, de ce fait, l'ASN n'intervient qu'en soutien à l'établissement d'un cadre national adéquat, sans que l'autorité de sûreté qu'elle conseille ne se décharge de ses responsabilités de contrôle des installations nucléaires. Elle accorde une attention particulière aux pays se dotant de technologies dont elle a l'expérience en France.

6 Perspectives

La dynamique des relations internationales de l'ASN observée en 2022 s'est confirmée en 2023, avec des relations suivies avec de nombreuses autorités de sûreté étrangères et une présence forte de l'ASN dans les instances internationales.

L'environnement international dans le domaine nucléaire est en pleine évolution, avec l'émergence de nouveaux enjeux. Dans la continuité d'actions déjà engagées en 2023, l'ASN contribuera à identifier les sujets prioritaires et stratégiques à aborder de manière régulière avec ses homologues, notamment ceux en lien avec les pratiques réglementaires d'autorisation et de contrôle des nouveaux projets de réacteurs nucléaires, tels les SMR, ou la poursuite de l'exploitation des réacteurs en fonctionnement.

Dans le contexte du renouveau du nucléaire dans un certain nombre de pays, en particuliers européens (Suède, Pays-Bas, etc.), l'ASN poursuivra en 2024 les échanges engagés en 2023 pour répondre aux attentes de ses homologues en matière d'autorisation et de contrôle de nouvelles installations. Les relations pourront par ailleurs se renforcer avec des autorités de certains pays (Pologne, République tchèque, etc.) en fonction des choix politiques que ces derniers feront en matière de développement du nucléaire.

Au plan européen, l'ASN poursuivra son action au sein de WENRA et d'HERCA visant à consolider le rôle des deux associations sur la scène internationale et à renforcer la capacité de leurs membres à faire face aux nouveaux enjeux.

L'année 2024 sera également riche en rendez-vous internationaux avec la publication, à l'été, du rapport national attendu dans le cadre de la préparation de la 8^e réunion d'examen de la Convention commune sur la sûreté de la gestion du combustible usé et des déchets radioactifs prévue en mars 2025. Par ailleurs, dans le cadre de la 2^e évaluation thématique par les pairs conduite au titre de la directive européenne sur la sûreté nucléaire, l'année sera également consacrée aux travaux faisant suite à la publication, en octobre 2023, du rapport national d'autoévaluation sur la prise en compte du risque incendie dans les installations nucléaires.

L'ASN maintiendra par ailleurs son engagement au sein de l'AEN et de l'AIEA, en faisant valoir ses positions, en particulier dans le cadre de l'initiative d'harmonisation et de standardisation nucléaire (*Nuclear Harmonization and Standardization Initiative - NHSI*) de l'AIEA sur les SMR.

Dans un contexte nucléaire porteur de nouveaux enjeux, liés notamment à la crise énergétique, au changement climatique, à la guerre en Ukraine et à l'intérêt croissant pour les nouvelles technologies et l'innovation, l'ASN veillera à favoriser, au plan international, une vigilance collective quant au maintien d'un haut niveau de sûreté nucléaire et à considérer ces enjeux comme une opportunité pour faire émerger de nouveaux progrès en matière de sûreté.

01

02

03

04

05

06

07

08

09

10

11

12

13

14

15

AN

SOMMAIRE

1

p. 206

Radioprotection et utilisations médicales des rayonnements ionisants

- 1.1 Les différentes catégories d'activité
- 1.2 Les situations d'exposition en milieu médical
 - 1.2.1 L'exposition des professionnels
 - 1.2.2 L'exposition des patients
 - 1.2.3 L'exposition de la population
 - 1.2.4 L'impact sur l'environnement
- 1.3 La réglementation
 - 1.3.1 La réglementation générale
 - 1.3.2 Les médicaments radiopharmaceutiques et les dispositifs médicaux
 - 1.3.3 Le régime administratif
 - 1.3.4 Les spécificités de la radioprotection des patients
- 1.4 Les enjeux et les priorités de contrôle
- 1.5 Les événements significatifs de radioprotection

2

p. 212

Les activités nucléaires à finalité médicale

- 2.1 La radiothérapie externe
 - 2.1.1 La présentation des techniques
 - 2.1.2 Les règles techniques applicables aux installations de radiothérapie externe
 - 2.1.3 L'état de la radioprotection en radiothérapie externe
- 2.2 La curiethérapie
 - 2.2.1 La présentation des techniques
 - 2.2.2 Les règles techniques applicables aux installations de curiethérapie
 - 2.2.3 L'état de la radioprotection en curiethérapie
- 2.3 La médecine nucléaire
 - 2.3.1 La présentation des techniques
 - 2.3.2 Les règles techniques applicables aux installations de médecine nucléaire
 - 2.3.3 L'état de la radioprotection en médecine nucléaire
- 2.4 Les pratiques interventionnelles radioguidées
 - 2.4.1 La présentation des techniques
 - 2.4.2 Les règles techniques d'aménagement des locaux
 - 2.4.3 L'état de la radioprotection dans le domaine des pratiques interventionnelles radioguidées
- 2.5 Le radiodiagnostic médical et dentaire
 - 2.5.1 La présentation des équipements
 - 2.5.2 Les règles techniques d'aménagement des installations de radiodiagnostic médical et dentaire
 - 2.5.3 L'état de la radioprotection : focus sur le scanner
 - 2.5.4 Les événements déclarés en radiodiagnostic médical et dentaire
- 2.6 Les irradiateurs de produits issus du corps humain
 - 2.6.1 Description
 - 2.6.2 Les règles techniques applicables aux installations
- 2.7 Les événements significatifs de radioprotection

3

p. 240

Synthèse et perspectives



Les utilisations médicales des rayonnements ionisants



07

Depuis plus d'un siècle, la médecine fait appel, tant pour le diagnostic que pour la thérapie, à des rayonnements ionisants produits par des générateurs électriques ou par des radionucléides en sources scellées ou non scellées. Ces techniques représentent la deuxième [source d'exposition](#) de la population aux rayonnements ionisants (après l'exposition aux rayonnements naturels) et la première source d'origine artificielle (voir chapitre 1).

On distingue l'exposition des patients qui bénéficient d'un acte diagnostique ou thérapeutique utilisant des rayonnements ionisants de celle des travailleurs, du public et de l'environnement, pour lesquels il n'y a pas de bénéfice direct. Le [principe de limitation](#) de dose ne s'applique pas aux patients, du fait de la nécessité d'adapter la dose délivrée à l'objectif diagnostique ou thérapeutique. Les principes de justification et d'optimisation sont fondamentaux, même si les enjeux de radioprotection diffèrent selon les utilisations médicales.

En radiothérapie (externe ou curiethérapie) comme en radiothérapie interne vectorisée (RIV)

qui connaît actuellement un fort développement, l'enjeu majeur est lié à la dose administrée et, le cas échéant, aux hauts débits de dose utilisés. Il existe des enjeux spécifiques liés à l'utilisation de sources de radionucléides scellées (en curiethérapie, avec des sources de haute activité) et non scellées (en médecine nucléaire), associés, pour ces dernières, aux doses délivrées à l'entourage du patient (famille), ainsi qu'à la gestion des déchets et des effluents. Les procédures interventionnelles radioguidées, toujours en plein essor, réalisées à l'aide de dispositifs de plus en plus sophistiqués, peuvent conduire à une exposition significative du patient pour lequel cet acte est bénéfique pour sa santé, mais aussi pour les personnels qui se trouvent à proximité immédiate. Enfin, les examens de scanographie, s'ils ne présentent pas d'enjeu majeur en matière de dose délivrée ou de débit de dose pour un individu, contribuent de façon très importante à l'exposition de la population liée aux actes de diagnostic médical, par la fréquence de leur utilisation, soulignant l'importance de la justification de chaque acte utilisant des rayonnements ionisants.

1 Radioprotection et utilisations médicales des rayonnements ionisants

1.1 LES DIFFÉRENTES CATÉGORIES D'ACTIVITÉ

On distingue les activités nucléaires à finalité diagnostique comme la scanographie, la radiologie conventionnelle, la radiologie dentaire et la médecine nucléaire diagnostique, les pratiques interventionnelles utilisant les rayonnements ionisants (pratiques interventionnelles radioguidées – PIR), qui regroupent différentes techniques utilisées principalement pour des actes médicaux ou chirurgicaux invasifs, à but diagnostique, préventif ou thérapeutique et les activités à finalité thérapeutique, en majorité dédiées au traitement de cancers, comme la radiothérapie externe, la radiochirurgie, la curiethérapie et la radiothérapie interne vectorisée¹.

Ces différentes activités, avec les techniques utilisées, sont présentées aux points 2.1 à 2.6.

1.2 LES SITUATIONS D'EXPOSITION EN MILIEU MÉDICAL

1.2.1 L'exposition des professionnels

Les professionnels du milieu médical sont soumis en particulier au risque d'exposition externe, générée par les dispositifs médicaux – DM (appareils contenant des sources radioactives, générateurs de rayons X ou accélérateurs de particules) ou par des sources scellées ou non scellées. En cas d'utilisation de sources non scellées, le risque de contamination doit également être pris

en compte dans l'évaluation des risques (en médecine nucléaire et en laboratoire de biologie).

Selon les données collectées en 2022 par l'Institut de radioprotection et de sûreté nucléaire (IRSN), les domaines médical et dentaire regroupent la majorité des effectifs suivis : 52,5 %, soit 204 614 personnes, ont fait l'objet d'une surveillance dosimétrique de leur exposition. Ces effectifs ont globalement diminué de près de 3 % par rapport à 2021. La dose individuelle moyenne annuelle reçue est de 0,33 millisievert (mSv) dans le médical et 0,20 mSv dans le domaine dentaire. Cette dose est relativement stable sur la période 2015-2022 à l'exception de l'année 2020 où une baisse de 17 % a été constatée en raison de la pandémie de Covid-19. On notera toutefois une augmentation de la dose individuelle moyenne dans le domaine médical de 7 % en 2022 par rapport à 2021 (0,31 mSv).

Parmi les personnels de santé susceptibles d'être exposés et donc suivis en matière de dosimétrie, ceux travaillant en radiologie (71 % des effectifs suivis du domaine médical tant en radiodiagnostic qu'en radiologie interventionnelle) reçoivent une dose individuelle moyenne annuelle de 0,20 mSv. Le personnel de médecine nucléaire, qui représente 5 % du personnel de santé suivi, est exposé à une dose individuelle moyenne annuelle corps entier quatre fois plus élevée, estimée à 0,83 mSv.

1. La radiothérapie interne vectorisée vise à administrer un médicament radiopharmaceutique ou à implanter un dispositif médical radioactif pour que les rayonnements ionisants délivrent une dose importante au plus près de l'organe qu'il est nécessaire de traiter (dit aussi organe cible) dans un but curatif ou palliatif. La majorité de ces traitements sont dispensés au sein des services de médecine nucléaire.

Le domaine des activités médicales contribue majoritairement aux expositions des extrémités des travailleurs. Ainsi, 16645 personnes ont bénéficié d'un suivi dosimétrique aux extrémités, par bague ou dosimètre poignet. Cela représente 60% des travailleurs ayant ce suivi et contribue pour 68% de la dose totale aux extrémités. Le secteur de la radiologie présente le nombre de travailleurs suivis le plus important, avec environ 68% de l'effectif total des personnels du domaine médical suivis par dosimétrie aux extrémités (47% pour la radiologie interventionnelle et 21% pour le radiodiagnostic), et contribue à 29% de la dose totale des expositions aux extrémités pour le domaine médical. Le secteur de la médecine nucléaire représente 19% de l'effectif suivi, pour une contribution de 68% à la dose totale de ce domaine. Cent trente-huit travailleurs du secteur dentaire sont suivis pour une dosimétrie aux extrémités et représentent moins de 0,1% de la dose totale aux extrémités.

La contribution à la dose totale des activités interventionnelles est vraisemblablement sous-estimée, en particulier en raison de lacunes dans le port des dosimètres aux extrémités au bloc opératoire.

Enfin, près de 87% de l'effectif de travailleurs suivis pour l'exposition au niveau du cristallin exercent dans le domaine des activités médicales, représentant 5906 travailleurs avec une contribution à la dose totale du cristallin de 60%. La dose individuelle moyenne pour les activités médicales est de 1,59 mSv en 2022. Près de deux tiers des effectifs suivis pour la dosimétrie du cristallin appartiennent au secteur des PIR qui contribue à 60% de la dose totale du domaine médical. Au titre des faits notables de 2022, un travailleur du secteur de la médecine nucléaire a reçu une dose au cristallin comprise entre 20 mSv et 50 mSv, avec une dose cumulée sur cinq ans dépassant 100 mSv, ce qui, pour la période transitoire 2018-2023 prévue par la réglementation, constitue un dépassement de la limite réglementaire.

1.2.2 L'exposition des patients

Pour les applications médicales à visée diagnostique, l'optimisation de l'exposition aux rayonnements ionisants a pour objectif de délivrer la dose minimale permettant d'obtenir l'information diagnostique pertinente ou de réaliser l'acte interventionnel prévu. Pour les applications à visée thérapeutique, il faut délivrer une dose beaucoup plus élevée que pour les applications diagnostiques, qui permet d'obtenir la destruction des cellules ciblées, tout en préservant au mieux les tissus sains voisins. Le principe de limitation ne s'appliquant pas aux patients, les principes de justification et d'optimisation (voir point 1.3) doivent être appliqués avec d'autant plus de rigueur.

En imagerie médicale, les principes d'optimisation et de justification (éviter les examens non nécessaires, ou ceux dont le résultat peut être obtenu par des techniques non irradiantes de même niveau diagnostique lorsqu'elles sont disponibles) sont au cœur des plans d'action pour la maîtrise des doses délivrées aux patients. Ces plans d'action ont été élaborés par l'ASN en 2011 et 2018, en concertation avec les services du ministère en charge des solidarités et de la santé, et les professionnels de santé. Une actualisation du [plan d'action 2018](#) sera effectuée après avoir finalisé en 2024 le bilan réalisé avec l'ensemble des parties prenantes.

Le [principe d'optimisation](#), défini par l'[article L. 1333-2 du code de la santé publique](#) (voir chapitre 2), connu sous le nom de principe ALARA⁽²⁾, a conduit, dans le domaine de l'imagerie médicale utilisant des rayonnements ionisants, à introduire le concept de «niveaux de référence diagnostique» (NRD).

Ne devant pas être assimilés à des «limites de dose» ou à des «doses optimales», ces niveaux sont établis pour des examens standards et des patients types. Les NRD sont ainsi des indicateurs dosimétriques de la qualité des pratiques.

La comparaison d'une valeur de NRD à une dose reçue au cours d'un examen individuel n'est pas pertinente pour un individu donné, car dans certaines situations, les conditions de réalisation de l'examen peuvent expliquer une valeur plus élevée (notamment pour tenir compte de la morphologie du patient ou d'autres facteurs qui ne remettent pas en cause le bénéfice/risque de la procédure). Le principe d'optimisation devrait conduire les responsables d'activité nucléaire (RAN) utilisant de l'imagerie par rayonnements ionisants à constituer leurs propres niveaux de référence locaux (NRL) pour poursuivre l'optimisation de leurs pratiques si cela est compatible avec l'obtention d'une image de qualité diagnostique. L'ASN encourage de telles pratiques et souhaite que les professionnels les généralisent dans l'intérêt des patients. La [décision n°2019-DC-0667 de l'ASN du 18 avril 2019](#) fixe les valeurs de NRD et demande aux responsables des services de radiologie et de médecine nucléaire de procéder (ou de faire procéder) à des évaluations dosimétriques périodiques et d'en transmettre les résultats à l'IRSN. Les données recueillies par l'IRSN sont analysées, en vue de la mise à jour des NRD. L'ASN a saisi l'IRSN puis le Groupe permanent d'experts en radioprotection (GPRP) en 2023 (voir chapitre 2) pour l'élaboration de nouvelles valeurs de NRD pour la mammographie dite «DR» (Digital Reconstruction) et la mammographie par tomosynthèse. Sur cette base, l'ASN mettra à jour la décision susmentionnée en 2024.

La dernière étude «ExPRI», qui analyse l'exposition de la population française aux rayonnements ionisants due aux examens d'imagerie médicale diagnostique, a été publiée par l'IRSN fin 2020. Elle présente les données de l'année 2017, qui sont comparées, en matière d'évolution, à celles de 2012. Ces analyses sont réalisées à partir des actes d'imagerie diagnostique extraits d'un échantillon représentatif des bénéficiaires de l'assurance maladie, par modalité d'imagerie (radiologie conventionnelle, interventionnelle et dentaire, scanner et médecine nucléaire), par région anatomique explorée, par âge et par sexe. On y observe en moyenne une stabilité des expositions (voir chapitre 1, point 3.3).

1.2.3 L'exposition de la population

L'impact des applications médicales des rayonnements ionisants est susceptible de concerner :

- les personnes du public qui vivent à proximité des installations qui émettent des rayonnements ionisants, ainsi que les travailleurs de ces installations qui ne sont pas des travailleurs classés en application du code du travail au regard du risque radiologique ;
- les embryons ou fœtus exposés *in utero* lors d'un examen radiologique ou de médecine nucléaire de la femme enceinte ;
- les personnels des réseaux d'assainissement et des stations d'épuration susceptibles d'être exposés à des effluents produits par des services de médecine nucléaire ainsi que, en cas de non-respect des procédures de gestion des déchets, les personnels travaillant dans des installations de traitement de déchets susceptibles d'être exposés à des déchets produits par des services de médecine nucléaire ou générés à domicile par des patients ayant bénéficié d'un acte thérapeutique de médecine nucléaire ;

2. Le principe ALARA (As Low As Reasonably Achievable – au plus faible niveau que l'on peut raisonnablement atteindre) est apparu pour la première fois dans la publication 26 de 1977 de la CIPR. Il était l'aboutissement d'une réflexion autour du principe d'optimisation de la radioprotection. Au cours des trente dernières années, l'acceptation et la mise en œuvre du principe ALARA ont évolué de manière significative en Europe avec une implication forte de la Commission européenne qui a abouti, en 1991, à la création d'un réseau ALARA européen.

- les personnes participant au soutien et au réconfort d'un patient ayant bénéficié d'un acte thérapeutique de médecine nucléaire ainsi que les volontaires sains participant à une recherche biomédicale exposant à des rayonnements ionisants; ces expositions entrant dans le champ des obligations réglementaires applicables aux expositions médicales ne sont pas soumises aux limites de dose du public mais doivent respecter des contraintes de dose (voir point 1.2.3).

Les doses estimées liées à l'impact des rejets des services de médecine nucléaire sur la population (personnes extérieures à l'établissement de santé) sont de quelques dizaines de microsieverts (μSv) par an pour les personnes les plus exposées, notamment les personnels travaillant dans les réseaux d'assainissement et les stations d'épuration (études IRSN, 2005 et 2014). En 2015, l'IRSN a développé l'outil [CIDRRE](#) (Calcul d'impact des déversements radioactifs dans les réseaux), qui permet aux services de médecine nucléaire et aux laboratoires de recherche d'estimer, avec des hypothèses raisonnablement majorantes, des valeurs d'exposition pour les personnels des systèmes d'assainissement, sur la base des activités administrées par les services. Les situations d'exposition des professionnels du traitement de déchets liées à la manipulation de déchets radioactifs en provenance des services de médecine nucléaire ou des services de soins ou générés par des patients à domicile demeurent exceptionnelles et de très faible ampleur, même si des déclenchements de portique se produisent périodiquement à l'entrée des centres de traitement des déchets (voir point 2.3.3.4).

S'agissant de l'exposition *in utero* de l'embryon ou du fœtus, moins d'un quart des événements significatifs de radioprotection (ESR) déclarés annuellement à l'ASN concerne l'exposition de femmes enceintes ignorant leur grossesse (voir point 2.7). Les examens d'imagerie délivrent habituellement des doses à l'utérus inférieures à 100 milligrays (mGy), valeur en deçà de laquelle aucun surcroît de malformation ni de diminution du quotient intellectuel n'a, jusqu'à présent, été décelé en comparaison des risques spontanés (estimés à 3%)³.

En médecine nucléaire, une source de radionucléides est administrée au patient. Cette source de rayonnements ionisants peut alors exposer les personnes de l'entourage du patient. Afin de maîtriser cette exposition, la réglementation a introduit la notion de « contraintes de dose ». Pour s'assurer du respect de ces contraintes de dose, des mesures de débit d'équivalent de dose ambiant peuvent être effectuées avant la sortie d'un patient ayant bénéficié d'un acte de médecine nucléaire. Dans la pratique clinique, les services de médecine nucléaire conditionnent la sortie des patients ayant reçu une forte activité (application thérapeutique) à un débit d'équivalent de dose d'environ 20 microsieverts par heure ($\mu\text{Sv/h}$) à 1 m ([recommandations du GPRP](#) dans les applications médicales – octobre 2017). Dans l'attente de la décroissance de l'activité, une hospitalisation du patient dans une chambre radioprotégée est généralement nécessaire. L'arrivée de nouveaux médicaments radiopharmaceutiques (MRP) conduira à actualiser les consignes à l'entourage. Ce travail est en cours au sein du GPRP (voir chapitre 2).

1.2.4 L'impact sur l'environnement

En médecine nucléaire, les sources radioactives administrées aux patients vont suivre une décroissance physique (période physique issue de leurs propriétés physico-chimiques) mais également une élimination biologique (issue du métabolisme biologique, comme tout médicament). Les patients ayant reçu une injection éliminent, principalement par voie urinaire, une partie de la radioactivité administrée. Les services de médecine nucléaire sont conçus et organisés pour la collecte, l'entreposage

et l'élimination des déchets et effluents radioactifs produits dans l'installation, notamment pour les radionucléides contenus dans les urines des patients (voir point 2.3.2) et sont tenus d'établir un plan de gestion des effluents et des déchets (PGED) détaillant leurs collectes, leurs gestions et leurs éliminations. De plus, une surveillance des rejets doit être mise en place.

L'incidence de l'utilisation des rayonnements ionisants à visée médicale sur l'environnement est mesurée par la [surveillance radiologique de l'environnement](#) assurée par l'IRSN (voir chapitre 3). Les mesures réalisées sont de l'ordre du bruit de fond de la radioactivité naturelle dans l'environnement. La mesure de la radioactivité de l'eau des grands fleuves ou des stations d'épuration des grandes agglomérations fait ponctuellement apparaître la présence de radionucléides utilisés en médecine nucléaire (par exemple, l'iode-131; [bilan de l'état radiologique de l'environnement français de 2018 à 2020](#)). En revanche, aucun de ces radionucléides n'a été détecté dans les eaux destinées à la consommation humaine (voir chapitre 1). Par ailleurs, l'étude bibliographique conduite par l'IRSN⁽³⁾ en 2021 met en évidence un impact radiologique faible des rejets radioactifs des services de médecine nucléaire dans les systèmes d'assainissement sur la population (l'analyse par l'IRSN de deux études françaises lui permet d'estimer que l'exposition des riverains des stations de traitement des eaux usées est inférieure à 1 $\mu\text{Sv/an}$).

1.3 LA RÉGLEMENTATION

1.3.1 La réglementation générale

La protection des personnels qui interviennent dans les installations où sont utilisés des rayonnements ionisants à des fins médicales est [encadrée](#) par des dispositions du code du travail ([articles R. 4451-1 à R. 4451-135](#)).

Afin d'assurer la protection du public et des travailleurs, les installations où sont utilisés les DM émetteurs de rayonnements ionisants doivent, de plus, satisfaire aux règles techniques définies dans des [décisions de l'ASN](#) (voir règles techniques décrites aux points 2.1.2, 2.2.2, 2.3.2, 2.4.2, 2.5.2 et 2.6.2 du présent chapitre).

Le suivi des sources (sources radioactives dont les MRP, dispositifs électriques émetteurs de rayonnements ionisants, accélérateurs de particules) est soumis aux règles spécifiques figurant dans le code de la santé publique ([articles R. 1333-152 à R. 1333-164](#)). Celles-ci portent sur l'acquisition, la distribution, l'importation, l'exportation, la cession, le transfert, la reprise et l'élimination des sources. Les sources, selon leur nature, doivent être déclarées, enregistrées ou autorisées si elles ne sont pas exemptées. Elles sont inventoriées, puis reprises lorsqu'elles sont périmées, et peuvent faire l'objet de garanties financières en vue de leur reprise par le fournisseur.

1.3.2 Les médicaments radiopharmaceutiques et les dispositifs médicaux

Les radionucléides utilisés en médecine nucléaire peuvent être classés en deux catégories :

- les MRP, soumis à l'obtention d'une autorisation de mise sur le marché (AMM) délivrée, soit par l'Agence nationale de sécurité du médicament et des produits de santé ([ANSM](#)), soit par l'Agence européenne des médicaments (*European Medicines Agency* – [EMA](#));
- les DM, nécessitant l'apposition d'un marquage « CE » par leur fabricant pour être mis sur le marché dans les États membres ou partis à l'accord avec la Communauté économique européenne (par exemple, DM implantable, tel que les microsphères marquées à l'yttrium-90).

3. [Rapport IRSN n°2021-00848 sur l'estimation sur la population d'effluents contenant des radionucléides provenant des services de médecine nucléaire et des laboratoires de recherche.](#)

TABLEAU 1 Classification des activités nucléaires à finalité médicale selon les enjeux de radioprotection

ACTIVITÉS	PATIENTS	PROFESSIONNELS	POPULATION ET ENVIRONNEMENT
Radiothérapie externe	3	1	1
Curiethérapie	2	2	2
Radiothérapie interne vectorisée	3	2	3
Pratiques interventionnelles radioguidées	2 à 3 selon les actes	2 à 3 selon les actes	1
Médecine nucléaire diagnostique	1 à 2 selon les actes	2 à 3 selon les actes	2
Scanographie	2	1	1
Actes radioguidés sur table télécommandée en service de radiologie	1	1	1
Radiologie conventionnelle	1	1	1
Radiologie dentaire	1	1	1

1: pas d'enjeu ou enjeu faible – 2: enjeu modéré – 3: enjeu fort

Dans l'attente de l'obtention d'une AMM et pour permettre un accès précoce aux médicaments pour les patients atteints d'une maladie grave ou rare, des processus dérogatoires se sont multipliés en France ces vingt dernières années. Afin de simplifier et d'unifier ces différents processus, une réforme de l'accès dérogatoire aux médicaments a été mise en œuvre à partir du 1^{er} juillet 2021 ([décret n° 2021-869 du 30 juin 2021](#)). Cette réforme, ayant pour objectif de « permettre un accès encore plus rapide à ces médicaments pour des patients en impasse thérapeutique », remplace les six régimes d'autorisation par deux modalités d'accès, l'accès compassionnel et l'accès précoce.

Les DM émetteurs de rayonnements ionisants (générateurs électriques de rayons X et accélérateurs de particules), utilisés dans le cadre d'une activité nucléaire à finalité médicale, doivent satisfaire aux exigences essentielles définies dans le code de la santé publique ([articles R. 5211-12 à R. 5211-24](#)). Le marquage « CE », qui atteste de la conformité à ces exigences essentielles, est obligatoire. À la suite d'évolutions technologiques, l'[arrêté du 15 mars 2010](#) fixant les exigences essentielles applicables aux DM a été modifié pour renforcer les dispositions concernant l'affichage de la dose en imagerie.

Par ailleurs, le [nouveau règlement européen EU 2017/745](#) est entré en application le 26 mai 2021 et sa mise en œuvre progressive produira l'entièreté de ses effets le 27 mai 2027 (date limite à partir de laquelle il ne sera plus possible de mettre sur le marché ou de mettre en service des DM qui ne sont que conformes aux directives du Conseil 90/385/CEE et 93/42/CEE). Ce nouveau règlement européen renforce, d'une part, la sécurité des patients par une meilleure évaluation clinique des DM; d'autre part, la transparence, grâce à la base de données européenne sur les DM (*European database on medical devices* – [EUDAMED](#)). Cette dernière est accessible tant aux fabricants qu'aux autorités compétentes et en partie au grand public. Les objectifs de la mise à disposition des données de cette base sont :

- de contribuer à l'amélioration de la collaboration entre :
 - les fabricants ou leur mandataire et l'autorité compétente du pays dans lequel les DM sont fabriqués/vendus/installés,
 - les autorités compétentes européennes;
- d'assurer une plus grande transparence vis-à-vis du public notamment en mettant à sa disposition le résumé des caractéristiques de sécurité et des performances cliniques de chaque DM.

Pour faciliter l'accès précoce à des technologies innovantes et utiles pour le patient, qui ne bénéficient pas encore d'un marquage « CE », la Haute Autorité de santé (HAS) a mis en place un « [forfait innovation](#) ». Ce forfait innovation est un dispositif de prise en charge dérogatoire et temporaire mis en place pour faciliter l'accès précoce des patients à des technologies innovantes (DM) en phase précoce de développement clinique. L'étude clinique est menée dans le but de confirmer le bénéfice pour la santé humaine de la nouvelle technologie.

Les évaluations cliniques conduites dans le cadre de la mise sur le marché des DM, des MRP ou des processus dérogatoires permettant aux patients de bénéficier d'un traitement innovant sont des éléments déterminants dans la mise en œuvre du principe de justification (voir point 1.3.4).

Afin d'anticiper les enjeux de radioprotection liés à l'introduction de nouvelles techniques et pratiques émergentes, le Comité d'analyse des nouvelles techniques et pratiques utilisant des rayonnements ionisants ([Canpri](#) – voir chapitre 2) travaille sur la plateforme gyroscopique de radiochirurgie intracrânienne et de radiothérapie en condition stéréotaxique ZAP-X®, sur les nouveaux radionucléides en médecine nucléaire et sur la thérapie flash. En 2023, il s'est intéressé en particulier à deux sujets :

- la plateforme gyroscopique ZAP-X®, de la société ZAP Surgical;
- la thérapie flash.

Concernant la plateforme ZAP-X®, le Canpri a rendu en 2023 son avis sur la radioprotection des patients, des travailleurs, l'aménagement des locaux, ainsi que sur la gestion des déchets après usage. Son avis comporte des recommandations en lien avec les sujets précédents à destination des futurs utilisateurs, du constructeur et des institutions (ministère de la Santé, HAS, ANSM, ASN, sociétés savantes, etc.). Sur cette base, l'ASN prendra position en 2024.

Concernant la thérapie flash, l'avis du Canpri est attendu en 2024.

1.3.3 Le régime administratif

Dans le cadre de la refonte du classement des différentes activités nucléaires introduit par le [décret n° 2018-434 du 4 juin 2018](#) portant diverses dispositions en matière nucléaire susvisé, l'ASN a souhaité mettre en œuvre une approche plus graduée et proportionnée aux enjeux.

Trois régimes sont désormais en place, l'autorisation, la déclaration et, depuis le 1^{er} juillet 2021, une autorisation simplifiée, appelée « [enregistrement](#) ». La déclaration est une procédure simple, qui ne nécessite aucune transmission de documents justificatifs. Elle est particulièrement adaptée aux activités nucléaires présentant les risques les plus faibles pour les personnes (travailleurs et population), les patients et l'environnement. L'autorisation permet d'encadrer les activités présentant les enjeux les plus importants, pour lesquels l'ASN vérifie, lors de l'instruction du dossier accompagnant la demande, que les risques ont bien été identifiés par le demandeur et que les barrières destinées à limiter leurs effets sont appropriées. Ce régime est applicable à la radiothérapie dont la radiochirurgie, la curiethérapie et la médecine nucléaire à finalités diagnostique et thérapeutique. L'enregistrement, qui fait également l'objet d'une instruction, se caractérise par un nombre plus limité de pièces à transmettre.

Ainsi, depuis le 1^{er} juillet 2021, le [portail de Téléservices de l'ASN](#) permet aux RAN d'enregistrer leurs activités. La liste des activités médicales soumises à enregistrement a été définie, sur la base des enjeux de radioprotection (voir tableau 1) par la [décision n° 2021-DC-0704 de l'ASN du 4 février 2021](#). Ce régime est applicable à la scanographie et aux PIR, activités à enjeux en ce qui concerne la radioprotection. La radiologie conventionnelle et la radiologie dentaire continuent à bénéficier du régime de déclaration.

En 2023 est entré en vigueur le [régime des autorisations sanitaires](#). Les établissements de santé, les médecins et les personnes morales intervenant dans le champ de la santé devront déposer auprès des Agences régionales de santé (ARS) une demande d'autorisation pour développer une nouvelle activité de soins ou pour acquérir ou changer un équipement matériel lourd selon un calendrier défini par les schémas régionaux de santé qui devrait s'étaler sur les deux prochaines années. L'autorisation d'activités de soins est une pièce constitutive du dossier de demande d'autorisation de détenir et d'utiliser une source radioactive ou un appareil émetteur de rayonnements ionisants. Parmi les changements induits par la réforme figure l'instauration de nouvelles activités de soins parmi lesquelles la radiologie interventionnelle et la médecine nucléaire et le renforcement de la démarche qualité et sécurité avec l'extension de l'opposabilité des conditions techniques de fonctionnement de la radiothérapie aux services de neurochirurgie. Les activités de soins et les équipements médicaux lourds devront se conformer aux conditions d'implantation (CI – elles détaillent notamment les niveaux d'actes) et conditions techniques de fonctionnement (CTF – elles comprennent par exemple des exigences relatives à la composition des équipes, la qualification des personnels, l'aménagement des locaux, les modalités de suivi des patients, le recours à certaines modalités de prise en charge, etc.). L'entrée en vigueur de cette réforme va modifier les organisations en place en encourageant, notamment, la coopération entre structures de soins avec possiblement la nécessité de devoir modifier les autorisations d'activités nucléaires délivrées par l'ASN (changement de RAN, élaboration ou modification des conventions, etc.). À titre d'exemples, en médecine nucléaire, certains équipements pourront être mutualisés entre établissements et l'activité de radiochirurgie pourra être portée par un service de neurochirurgie. L'ASN sera attentive à l'impact de cette réforme sur les autorisations d'activités nucléaires, ainsi que sur les conditions de radioprotection du fait de ces changements organisationnels.

1.3.4 Les spécificités de la radioprotection des patients

La justification et l'optimisation – La protection des patients bénéficiant d'exams d'imagerie médicale ou d'actes thérapeutiques utilisant les rayonnements ionisants est encadrée par des dispositions spécifiques du code de la santé publique ([articles R. 1333-45 à R.1333-80](#)). Le principe de justification des actes et le principe d'optimisation des doses délivrées constituent le socle de cette réglementation. Le principe de limitation de la dose ne s'applique pas aux patients, du fait de la nécessité d'adapter, pour chaque patient, la dose délivrée à l'objectif diagnostique ou thérapeutique. L'ASN veille à la mise à jour de ce cadre réglementaire par des dispositions spécifiques en matière d'optimisation, d'assurance de la qualité, de formation et de qualification comme décrit ci-après.

Les qualifications requises – L'emploi des rayonnements ionisants sur le corps humain est réservé aux médecins et chirurgiens-dentistes justifiant des compétences requises pour réaliser ces actes ([article R. 1333-68 du code de la santé publique](#)). En octobre 2020, l'ASN a actualisé et précisé les qualifications nécessaires. Cette mise à jour vise à adapter les dispositions réglementaires aux évolutions des techniques et des conditions d'exercice.

La [décision n° 2020-DC-0694 de l'ASN du 8 octobre 2020](#), homologuée par [arrêté du 5 juillet 2021](#), est entrée en vigueur en juillet 2021. Elle abroge celle du 23 août 2011 (n° 2011-DC-0238) et met à jour les qualifications requises pour les médecins ou chirurgiens-dentistes qui réalisent des actes utilisant des rayonnements ionisants à des fins médicales ou de recherche impliquant la personne humaine. Elle fixe aussi les exigences requises pour la désignation des médecins coordonnateurs d'une activité nucléaire à des fins médicales et pour demander une autorisation ou un enregistrement en tant que personne physique.

Les obligations d'assurance de la qualité – afin de maîtriser les doses délivrées aux patients et contribuer ainsi à une meilleure sécurité des soins, deux décisions de l'ASN encadrent les obligations des RAN en matière d'assurance de la qualité pour l'ensemble des activités médicales mettant en œuvre des rayonnements ionisants :

- la [décision n° 2019-DC-0660 du 15 janvier 2019](#) en imagerie médicale, c'est-à-dire en médecine nucléaire à des fins diagnostiques, en radiologie dentaire et conventionnelle, en scanographie et pour les PIR;
- la [décision n° 2021-DC-0708 du 6 avril 2021 de l'ASN](#) pour les actes thérapeutiques, c'est-à-dire la radiothérapie externe, dont la contacthérapie et la radiothérapie peropératoire, la curiethérapie, la médecine nucléaire à finalité thérapeutique (RIV) et la radiochirurgie.

Ces décisions obligent le RAN, avec des exigences proportionnées aux enjeux de radioprotection, à formaliser les instructions de travail associées à la mise en œuvre opérationnelle des deux principes généraux de la radioprotection (la justification des actes et l'optimisation des doses), ainsi que celles portant sur le retour d'expérience (REX) des événements, la formation et l'habilitation des professionnels et, pour les actes thérapeutiques, l'analyse des risques *a priori*. La décision n° 2021-DC-0708 du 6 avril 2021 précitée actualise et renforce les exigences d'assurance de la qualité, en particulier lors d'un changement organisationnel ou technique, ainsi qu'en cas d'externalisation de processus de travail.

Parmi les obligations d'assurance de la qualité, figure l'[audit clinique par les pairs](#).

Le principe de l'audit clinique par les pairs a été inscrit dans la [directive 2013/59/Euratom](#) du Conseil du 5 décembre 2013 fixant les normes de base relatives à la protection sanitaire contre les dangers résultant de l'exposition aux rayonnements ionisants. Transposé en droit français dans l'[article R. 1333-70 du code de la santé publique](#), l'audit clinique réalisé par les pairs, qui est inclus dans le système d'assurance de la qualité prévu à l'[article L. 1333-19](#), est «*la méthode d'évaluation qui permet, au regard de critères déterminés par le référentiel d'assurance de la qualité, de garantir au patient la compétence de l'équipe médicale et soignante, la qualité des soins et la sécurité des actes qui comprend la radioprotection des patients*».

Les audits cliniques par les pairs se mettent en place progressivement en 2023 sous l'impulsion de la Direction générale de la santé (DGS) dans un premier temps dans les domaines de l'imagerie et de la radiothérapie avec l'appui des sociétés savantes et conseils nationaux concernés. L'ASN participe aux comités de pilotage mis en place par la DGS pour assurer le suivi de la mise en œuvre de ces audits cliniques. Les grilles d'audit sont finalisées et une phase pilote visant à tester l'ensemble du processus d'audit (organisation, documentation, etc.), ainsi que la pertinence desdites grilles a été organisée pour les deux domaines. Après une période de recrutement et de formation des auditeurs (médecins, physiciens médicaux et manipulateurs en électroradiologie médicale) et l'identification de centres volontaires pour tester le processus, les premiers audits cliniques ont pu être réalisés en fin d'année 2023. Ces phases pilotes se poursuivront sur le premier semestre 2024.

TABLEAU 2 Fréquence des inspections par domaine d'activité nucléaire

DOMAINE D'ACTIVITÉ NUCLÉAIRE	FRÉQUENCE EN ROUTINE
Radiothérapie externe	Tous les 4 ans
Curiethérapie	Tous les 4 ans
Médecine nucléaire à visée diagnostique	Tous les 5 ans
Médecine nucléaire à visée thérapeutique en ambulatoire (par exemple, iode < 800 mégabecquerels – MBq, synoviorthèses, etc.)	Tous les 4 ans
Médecine nucléaire à visée thérapeutique avec des thérapies complexes utilisant de l'iode > 800 MBq, du lutétium-177, de l'yttrium-90 et en hospitalisation	Tous les 3 ans
Pratiques interventionnelles radioguidées	Tous les 5 ans
Scanographie (urgences ou pédiatrie à enjeux en matière de radioprotection)	Échantillonnage : environ une vingtaine d'installations par an

À l'issue de celles-ci, un REX sera réalisé afin d'étendre ces audits cliniques à l'échelle nationale. L'ASN encourage le déploiement de ces audits dans les secteurs à forts enjeux de radioprotection actuellement non couverts, à savoir la radiochirurgie et la médecine nucléaire à visée thérapeutique.

La formation à la radioprotection des patients – Les obligations de formation continue à la radioprotection des patients sont fixées dans les articles [L. 1333-19](#), [R. 1333-68](#) et [R. 1333-69 du code de la santé publique](#). L'ensemble du dispositif a été révisé dans la [décision n° 2019-DC-0669 de l'ASN du 11 juin 2019](#) modifiant celle du 8 janvier 2015 (décision n° 2017-DC-0585), à la suite des échanges avec l'ensemble des conseils nationaux professionnels (CNP) concernés. Cette décision vise à clarifier et renforcer les objectifs pédagogiques concernant la justification, à intégrer de nouveaux acteurs et à favoriser l'articulation avec les autres dispositifs de formation continue. En application de cette décision, 18 guides professionnels ont été élaborés par les sociétés savantes puis validés par l'ASN et mis en ligne sur asn.fr⁽⁴⁾. Afin de suivre la mise en œuvre sur le terrain de ce nouveau cadre réglementaire, une évaluation qualitative et quantitative a été menée en 2022, en impliquant l'ensemble des professions. Un état des lieux des offres de formation a été réalisé afin d'identifier les principaux acteurs (établissements de santé, sociétés savantes, organismes de formation continue). Pour le guide des professionnels de la radiothérapie et celui des manipulateurs en électroradiologie médicale (MERM) exerçant en imagerie, une évaluation spécifique a été conduite par le Centre d'étude sur l'évaluation de la protection dans le domaine nucléaire (CEPN) à la demande de l'ASN sur le nombre et le contenu de ces deux formations. Cette évaluation a porté sur le respect de la réglementation, l'organisation des formations, leurs modalités pédagogiques, ainsi que sur la satisfaction des professionnels qui les ont suivies. Les premiers résultats montrent que les guides de formation sont globalement suivis par les organismes offreurs de formations (publics ou privés). Ces travaux ont été présentés en 2023 au comité de suivi du plan national de maîtrise des doses en imagerie, ainsi qu'au GPRP (voir chapitre 2) et se poursuivront en 2024 avec, en particulier, une présentation des résultats auprès des organismes dispensant la formation à la radioprotection des patients.

1.4 LES ENJEUX ET LES PRIORITÉS DE CONTRÔLE

Afin d'établir ses priorités en matière de contrôle, l'ASN a procédé à une classification des activités nucléaires en fonction des enjeux pour les patients, le personnel, la population et l'environnement. Cette classification tient compte plus particulièrement des doses délivrées ou administrées aux patients, sur le plan individuel ou collectif,

des conditions d'aménagement des locaux et d'utilisation des sources de rayonnements ionisants par les professionnels, de la production de déchets et d'effluents contaminés par des radionucléides, des enjeux en matière de sécurité des sources (sources scellées de haute activité), du REX des événements significatifs déclarés à l'ASN et de l'état de la radioprotection dans les établissements où ces activités sont exercées.

Sur la base de cette classification (voir point 1.3.3, tableau 1), l'ASN considère que les priorités d'inspections doivent porter sur la radiothérapie externe dont la radiochirurgie, la curiethérapie, la médecine nucléaire et les PIR. Les fréquences d'inspection, fondées sur une approche graduée aux enjeux de radioprotection (voir tableau 2), permettent de contrôler l'ensemble des activités à enjeux sur une période de trois à cinq ans, selon les secteurs. Ces fréquences sont augmentées lorsque sont identifiées certaines fragilités susceptibles d'avoir une incidence sur la radioprotection (difficultés liées aux ressources humaines, changement technique ou organisationnel, gestion de la qualité ou des risques insuffisamment maîtrisée – retard dans la formalisation des pratiques, absence d'études de risque, défaut de culture du risque –, enjeux particuliers associés à certaines techniques, etc.). Cela peut conduire l'ASN à mettre certains centres sous surveillance renforcée, lorsque des dysfonctionnements importants persistants ont été constatés, et d'y réaliser des inspections *a minima* annuelles (voir chapitre 3). Pour les PIR, la fréquence d'inspection peut être réduite en fonction de la connaissance de l'état de la radioprotection des installations par l'ASN, sur la base notamment des contrôles opérés lors de la délivrance d'un enregistrement.

À partir de 2018, l'ASN a défini une liste de points de contrôle systématiques portant sur la radioprotection des travailleurs, des patients et du public, la gestion des sources, des déchets et des effluents, ainsi que la sécurité des sources. Ces contrôles, assortis d'indicateurs, permettent de réaliser des évaluations aux niveaux régional et national et d'en mesurer, dans le temps, les évolutions. Certains indicateurs sont communs à l'ensemble des activités contrôlées, tels que, par exemple, l'organisation de la radioprotection des travailleurs, l'organisation de la physique médicale, la formation à la radioprotection des travailleurs ou des patients. D'autres sont spécifiques à une activité donnée, par exemple, la gestion des déchets et effluents en médecine nucléaire ou la sécurité des sources en curiethérapie. C'est sur la base de ces indicateurs qu'est, en particulier, évalué l'état de la radioprotection en milieu médical (voir point 2). En complément de ces vérifications systématiques, des investigations sont menées sur des thèmes spécifiques, définis dans un cadre annuel ou pluriannuel et adaptés aux situations particulières rencontrées en inspection.

4. <https://www.asn.fr/espace-professionnels/activites-medicales/guides-professionnels-de-formation-continue-a-la-radioprotection>

En 2023, les principaux thèmes retenus étaient :

- pour la radiothérapie dont la radiochirurgie et la curiethérapie : la gestion des risques, la gestion des compétences et des formations, la maîtrise des équipements et la sécurité des sources scellées de haute activité ;
- pour la médecine nucléaire : la démarche d'assurance qualité, la gestion des événements indésirables et les processus de formation et d'habilitation au poste de travail ;
- pour les PIR : la mise en œuvre de la démarche d'optimisation.

Si les inspections courantes (voir chapitre 3) sont majoritairement annoncées aux RAN, des inspections inopinées peuvent être diligentées. Deux inspections inopinées ont été réalisées en 2023 en radiothérapie (voir point 2.1.3). Par ailleurs, des inspections peuvent être réalisées dans le cadre de la mise en service lors de l'installation de nouveaux DM ou pour de nouvelles installations, ainsi que dans le cadre de l'instruction d'un ESR.

1.5 LES ÉVÉNEMENTS SIGNIFICATIFS DE RADIOPROTECTION

Les ESR doivent obligatoirement être déclarés à l'ASN en application du code de la santé publique (articles [L. 1333-13](#), [R. 1333-21](#) et [22](#)) et du code du travail ([article R. 4451-74](#) – voir chapitre 3, point 3.3). Dans le domaine médical, les ESR sont déclarés à l'ASN depuis 2007. Ces déclarations permettent, après analyse, un REX vers les professionnels, dans une perspective d'amélioration continue de la radioprotection.

Un portail de téléservice a été mis à disposition pour permettre à l'ensemble des professionnels du domaine médical de télétransmettre leur déclaration sur le site [teleservices.asn.fr](#). Celui-ci est intégré au [portail de signalement](#) des événements sanitaires indésirables géré par le ministère des Solidarités et de la Santé. En fonction du type d'événement déclaré, la déclaration est automatiquement transmise à l'ASN (division territoriale et

Direction des rayonnements ionisants et de la santé – DIS), à l'ARS pour tous les événements concernant le patient et à l'ANSM pour les événements relevant de la matériovigilance ou de la pharmacovigilance.

Un projet de décision de l'ASN relatif aux « Modalités de déclaration et de codification des critères de déclaration des événements significatifs » a été soumis à la [consultation du public](#) en 2022, accompagné du [Guide n° 11 de l'ASN](#) mis à jour qui précisera les modalités de déclaration. La décision et le guide devraient être publiés dans le courant de l'année 2024. Le classement des événements concernant les patients lors d'un traitement de radiothérapie ou de curiethérapie sur l'[échelle ASN-SFRO](#) demeure inchangé. L'objectif de cette échelle, élaborée en collaboration avec la Société française de radiothérapie oncologique ([SFRO](#)), est d'informer le public sur les événements de radioprotection affectant des patients dans le cadre d'un traitement de radiothérapie ou de curiethérapie, en prenant en compte, en plus des conséquences avérées, les effets potentiels de l'événement et le nombre de patients exposés (voir chapitre 3).

Par ailleurs, les [avis d'incidents](#) sont publiés sur [asn.fr](#).

Afin d'encourager le partage des enseignements issus du REX des professionnels, l'ASN publie des bulletins « [La sécurité du patient – pour une dynamique de progrès](#) » depuis mars 2011, des fiches « [Retour d'expérience](#) » à la suite d'un ESR, ainsi que des lettres circulaires à l'attention des RAN. Réalisé dans le cadre de groupes de travail pluriprofessionnels pilotés par l'ASN, le bulletin « La sécurité du patient » propose un décryptage thématique des bonnes pratiques des services et des recommandations élaborées par les sociétés savantes de la discipline concernée et les institutions de la santé et de la radioprotection. La fiche « Retour d'expérience » a pour but d'alerter les professionnels de santé sur un incident en particulier, déclaré à l'ASN dans le cadre des ESR, afin d'éviter qu'il ne se reproduise dans un autre établissement.

2 Les activités nucléaires à finalité médicale

2.1 LA RADIOTHÉRAPIE EXTERNE

La [radiothérapie](#) est, avec la chirurgie et la chimiothérapie, l'une des techniques majeures employées pour le traitement des tumeurs cancéreuses. La radiothérapie utilise les rayonnements ionisants pour la destruction des cellules malignes mais également non malignes, dysfonctionnelles. Les rayonnements ionisants nécessaires pour la réalisation des traitements sont produits par un générateur électrique ou émis par des radionucléides sous forme de sources scellées. On distingue la radiothérapie externe, où la source de rayonnement est extérieure au patient (accélérateur de particules ou source radioactive, par exemple le Gamma Knife®), de la [curiethérapie](#), où la source est positionnée au plus près de la lésion cancéreuse soit par les cavités naturelles soit par des cathéters (voir point 2.2).

Les séances d'irradiation sont toujours précédées par l'élaboration du plan de traitement, qui a pour but de fixer les conditions permettant d'atteindre une dose élevée dans le volume cible tout en préservant les tissus sains environnants. Ce plan de traitement définit la dose à délivrer, le(s) volume(s) cible(s) à traiter, les volumes à risque à protéger, la balistique des faisceaux d'irradiation et la répartition prévisionnelle des doses (dosimétrie). Son élaboration nécessite une coopération étroite entre l'oncologue-radiothérapeute, le physicien médical et, le cas échéant, les dosimétristes.

Le principal enjeu de radioprotection est lié à la dose délivrée au patient ; l'évolution des techniques de traitement avec le développement de l'hypofractionnement (voir point 2.1.1), consistant à délivrer des doses plus importantes lors d'une même séance rend d'autant plus cruciale la maîtrise de la délivrance de cette dose.

C'est pourquoi le contrôle de l'ASN porte à la fois sur la capacité des centres à maîtriser la délivrance de la dose au patient et à tirer les enseignements des dysfonctionnements observés ou susceptibles de se produire. La mise en œuvre du système de management de la qualité et de la sécurité des soins, la gestion des compétences, la maîtrise des équipements, l'enregistrement et le suivi des ESR sont ainsi au cœur des contrôles de l'ASN. Les changements techniques, organisationnels et humains ayant été identifiés comme des situations susceptibles de générer des risques, la conduite du changement fait également l'objet d'une attention particulière lors des inspections.

2.1.1 La présentation des techniques

Plusieurs techniques de radiothérapie externe sont actuellement utilisées en France :

La **radiothérapie conformationnelle tridimensionnelle** est considérée par la SFRO comme la technique de base dans son [Guide de recommandations pour la pratique de la radiothérapie externe et de la curiethérapie](#) (Recorad) actualisé en février 2022. Cette technique utilise des images tridimensionnelles des volumes cibles et des organes avoisinants, obtenues à l'aide d'un tomodensitomètre (scanner), parfois en association avec d'autres examens d'imagerie (tomographie par émission de positons – TEP, imagerie par résonance magnétique nucléaire – IRM, etc.). Depuis plusieurs années toutefois, la proportion de traitements réalisés avec cette technique diminue, au profit de la **radiothérapie conformationnelle avec modulation d'intensité dite «RCMI»** (*Intensity-modulated radiotherapy – IMRT*), qui a vu le jour en France au début des années 2000 et qui permet une meilleure adaptation à des volumes tumoraux complexes et une meilleure protection des organes à risque voisins, grâce à la modulation d'intensité des faisceaux en cours d'irradiation.

Dans le prolongement de la RCMI, l'**arthérapie volumétrique avec modulation d'intensité (AVMI)** est désormais de plus en plus fréquemment mise en œuvre en France et est la technique de référence pour les cancers de la prostate et de la sphère ORL. Cette technique consiste à réaliser l'irradiation d'un volume cible par une irradiation continue, modulée, en rotation autour du volume cible et donc du patient.

La **radiothérapie hélicoïdale ou tomothérapie** permet de réaliser des irradiations en combinant la rotation continue d'un accélérateur d'électrons au déplacement longitudinal du patient en cours d'irradiation. La modulation possible de l'intensité du rayonnement permet de réaliser des irradiations aussi bien de grands volumes de forme complexe que de lésions très localisées, éventuellement dans des régions anatomiques indépendantes les unes des autres. Le système requiert l'acquisition d'images dans les conditions du traitement à chaque séance, à des fins de comparaison avec les images scanographiques de référence pour repositionner le patient.

La **radiothérapie en conditions stéréotaxiques** est une méthode de traitement qui vise à irradier à forte dose des lésions (cancéreuses ou non) intra ou extracrâniennes, avec une précision submillimétrique, par de multiples mini-faisceaux convergeant au centre de la cible. La dose totale est délivrée lors d'une séance unique ou de façon hypofractionnée, selon la maladie à traiter. Le terme de radiochirurgie est employé pour désigner les traitements réalisés en une séance unique. Cette technique exige une grande précision dans la définition du volume cible à irradier et fait appel à des techniques de repérage spécifiques afin de permettre une localisation millimétrique des lésions.

Cette technique thérapeutique utilise principalement trois types d'équipements spécifiques, tels que :

- le Gamma Knife® qui utilise plus de 190 sources de cobalt-60. Il agit comme un véritable scalpel, sur une zone extrêmement précise et délimitée ;
- la radiothérapie en conditions stéréotaxiques robotisée ; le CyberKnife®, constitué d'un accélérateur linéaire miniaturisé monté sur un bras robotisé ;
- des accélérateurs linéaires polyvalents équipés de moyens de collimation additionnels (mini-collimateurs, localisateurs) permettant la réalisation de mini-faisceaux.

Un nouvel accélérateur mono énergie de radiothérapie, plateforme gyroscopique autobloquée appelée « ZAP-X® » (ZAP Surgical, 3 MV, mode FFF) a été autorisé en France en mars 2023 pour les traitements de radiothérapie et de radiochirurgie en conditions stéréotaxiques intracrâniennes (voir avis du Canpri au point 1.3.2 et encadré ci-contre).

PLATEFORME GYROSCOPIQUE ZAP-X® DE RADIOTHÉRAPIE INTRACRÂNIENNE ET DE RADIOCHIRURGIE EN CONDITIONS STÉRÉOTAXIQUES



Une première demande d'autorisation de détention et d'utilisation a été déposée en France pour ce dispositif^(*) en avril 2022 auprès de la division de Paris de l'ASN par le Centre de cancérologie de la Porte de Saint-Cloud (Boulogne-Billancourt, Hauts-de-Seine). Après instruction des pièces du dossier et avec l'appui de l'IRSN pour la radioprotection des travailleurs, l'ASN a délivré l'autorisation le 27 mars 2023. Des prescriptions particulières ont été fixées dans l'autorisation délivrée par l'ASN afin de mieux caractériser les niveaux d'exposition des travailleurs, compte tenu d'un nombre de données limitées fournies par le fabricant. Le premier patient a été pris en charge en avril 2023 et plus de 115 séances de traitement ont été réalisées. Les premiers résultats sur les expositions des travailleurs sont attendus pour le 1^{er} trimestre 2024.

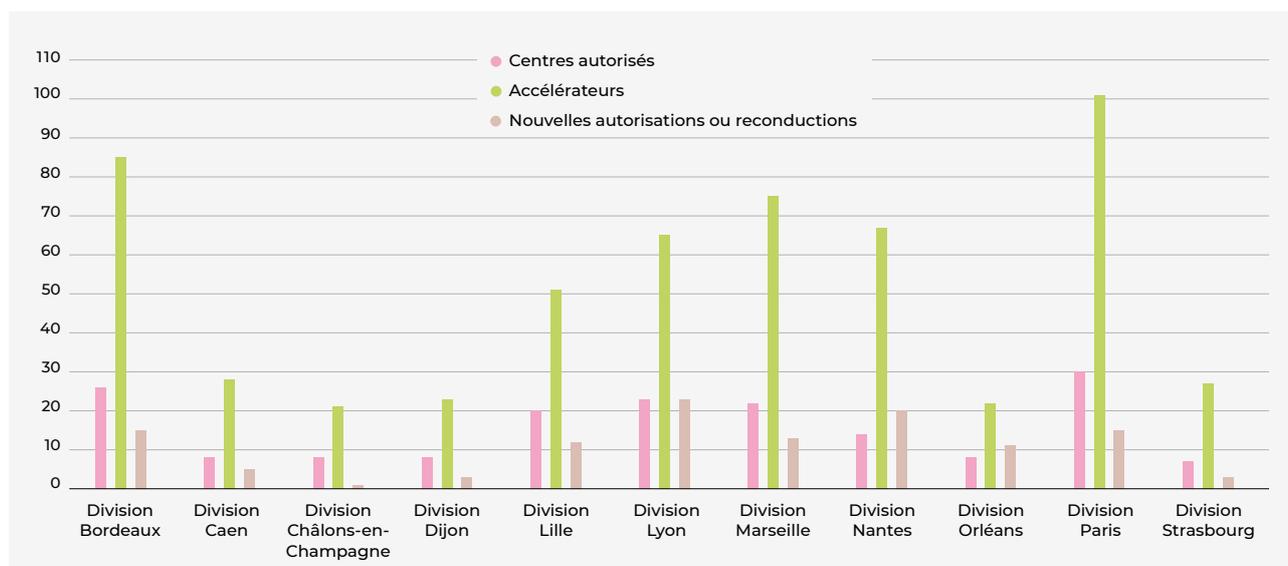
* Constructeur ZAP Surgical, USA, marqué « CE » en février 2021.

Depuis 2018, l'association d'un **accélérateur linéaire pour la radiothérapie couplé à une IRM** se développe.

La **contactothérapie ou radiothérapie de contact** est une technique de radiothérapie externe. Les traitements sont délivrés par un appareil générateur de rayons X mettant en jeu des faisceaux de basse énergie, particulièrement adaptés pour le traitement des cancers cutanés, car la dose qu'ils délivrent décroît rapidement en profondeur.

La **radiothérapie peropératoire** associe la chirurgie et la radiothérapie, la dose de rayonnement étant délivrée au bloc opératoire sur le lit tumoral après l'exérèse de la tumeur. Elle constitue principalement une technique de traitement des petits cancers du sein, certains cancers colorectaux et certains cancers de l'étage abdominal (pancréas, foie). En avril 2016, la HAS a publié les [résultats](#) de l'évaluation de cette pratique pour les cancers du sein et a conclu que les éléments ne sont pas, à ce stade, réunis pour en proposer la prise en charge par l'assurance maladie. Elle considère qu'il convient de poursuivre les études cliniques et médico-économiques pour disposer de données cliniques, notamment à plus long terme. Toutefois, certains dispositifs de **radiothérapie peropératoire par électrons**, disposant du marquage « CE », ont été mis sur le marché. Ils permettent une irradiation optimale de la tumeur en préservant au maximum les tissus sains environnants.

GRAPHIQUE 1 Répartition, par division territoriale de l'ASN, du nombre de centres et d'accélérateurs de radiothérapie externe contrôlés et du nombre de nouvelles autorisations ou de reconductions d'autorisation par l'ASN en 2023



L'**hadronthérapie** est une technique de traitement fondée sur l'utilisation de faisceaux de particules chargées (hadrons dont les protons et les ions carbone), qui permettent d'assurer la délivrance de la dose de façon très localisée lors des traitements et ainsi une réduction du volume de tissus sains irradiés. Selon ses promoteurs, l'hadronthérapie avec des noyaux de carbone serait plus adaptée au traitement des tumeurs les plus radio-résistantes et pourrait permettre plusieurs centaines de guérisons supplémentaires chaque année.

La **radiothérapie adaptative** est une technique de radiothérapie qui prend en compte les mouvements et les déformations des organes et de la tumeur pendant la durée du traitement. Le système de planification de traitement recalcule la distribution de la dose avant chaque délivrance de la fraction de traitement du jour, cette nouvelle distribution de dose est acceptée ou non par l'oncologue-radiothérapeute. Il est possible d'associer en plus un suivi en temps réel (*gating*) du volume cible pendant la délivrance du traitement. Si le volume cible sort de la fenêtre de tir alors le traitement s'arrête et est repris dès le retour du volume cible à l'intérieur des limites de mouvement tolérées (souvent fixée à ≤ 1 mm). La mise en œuvre de cette technique est encore récente et réservée à quelques centres déjà équipés pour pouvoir réaliser cette technique, même si la tendance est à la hausse. Dans ce contexte, l'ASN a souhaité encourager une démarche d'évaluation de cette nouvelle technique. À cette fin, elle a lancé fin 2023 avec la SFRO et le Conseil national des professionnels oncologues-radiothérapeutes (CNPO) une étude visant à recueillir les données nécessaires à une évaluation à grande échelle avant généralisation de la technique en France. Un comité de pilotage, auquel participent la HAS, la DGS, la Direction générale de l'offre de soins (DGOS), l'Institut national du cancer (INCa) et l'IRSN, ainsi que la SFRO et le CNPO a été mis en place par l'ASN afin d'assurer la réalisation et le suivi de cette étude dans les règles de l'art de l'évaluation.

2.1.2 Les règles techniques applicables aux installations de radiothérapie externe

En raison du débit de dose important lors de la délivrance de la dose au patient, les appareils doivent être implantés dans des salles spécifiquement conçues pour assurer la radioprotection des personnels ; ce sont en fait de véritables casemates (bunker), dont l'épaisseur des parois en béton ordinaire peut varier de 1 à 2,5 mètres.

Une installation de radiothérapie se compose d'une salle de traitement incluant une zone technique où se trouve l'appareillage, d'un poste de commande extérieur à la salle et, pour certains accélérateurs, de locaux techniques annexes.

La protection des locaux, en particulier de la salle de traitement, doit être déterminée de façon à respecter, autour de ceux-ci, les limites annuelles d'exposition des travailleurs et/ou du public. Les conditions actuelles de conception de ces locaux ont été revues en 2019. Une étude spécifique pour chaque installation doit être réalisée par le fournisseur de la machine, en liaison avec le physicien médical et le conseiller en radioprotection (CRP). Elle permet de définir les épaisseurs et la nature des différentes protections à prévoir, qui sont déterminées en tenant compte des conditions d'utilisation de l'appareil, des caractéristiques du faisceau de rayonnements, ainsi que de la destination des locaux adjacents, y compris ceux situés à la verticale (au-dessus ou en dessous de la salle de traitement). Cette étude doit figurer dans le dossier présenté à l'ASN à l'appui de la demande d'autorisation d'utiliser une installation de radiothérapie.

En outre, un ensemble de systèmes de sécurité permet de renseigner l'opérateur sur l'état de fonctionnement de la machine (tir en cours ou non) et d'assurer l'arrêt de l'émission du faisceau en cas d'urgence ou d'ouverture de la porte de la salle d'irradiation.

Le bunker avec chicane reste la référence, dans la mesure où il permet de réduire le blindage requis à l'entrée des conduits de ventilation et des conduits électriques et offre une meilleure sécurité en cas de perte de motorisation de la porte ou d'enfermement accidentel de personnes. Cependant, si l'exploitant dispose d'un emplacement limité, qui compromet l'installation de l'accélérateur, une chicane réduite, voire l'absence de chicane est envisageable sous certaines conditions restrictives. De plus, l'arrivée de DM autobloqués comme le ZAP-X® permet aux centres d'envisager des conditions d'installation et de fonctionnement différentes de celles existantes dans les services de radiothérapie et ceux pratiquant la radiochirurgie, moyennant le respect des mêmes exigences réglementaires dans les deux types d'installations (voir point 2.1.1).



L'ASN MÈNE DEUX INSPECTIONS INOPINÉES DANS DEUX CENTRES DE RADIOTHÉRAPIE DU GROUPE RAMSAY SANTÉ À MARSEILLE

Deux inspections inopinées ont été conduites de façon concomitante le 3 juillet 2023 par l'ASN dans deux centres de radiothérapie du groupe Ramsay Santé situés à Marseille, les centres Iridis Clairval et Beauregard. Ces inspections avaient notamment pour objectif de vérifier l'adéquation des ressources humaines présentes sur les sites aux critères exigibles permettant d'assurer les traitements, notamment en radiothérapeutes, physiciens médicaux et MERM au pupitre de chaque accélérateur dans chaque centre. Par ailleurs, compte tenu de la spécificité de l'établissement implanté sur deux sites géographiques proches et permettant la mise à disposition des professionnels d'un centre à l'autre, l'exigence d'habilitation, requise par l'article 7

de la décision n° 2021-DC-0708 de l'ASN, a été contrôlée, incluant la connaissance de l'environnement de travail.

À la suite de ces inspections, l'ASN a formulé des demandes portant notamment sur :

- les dispositions prises pour le recrutement de MERM et d'un cadre de santé, ainsi que le mode de fonctionnement du service en fonction des effectifs de radiothérapeutes et de MERM ;
- la formation et l'habilitation des professionnels, afin d'y inclure les différentes techniques d'irradiation ;
- la connaissance de l'environnement de travail et l'identification des spécificités organisationnelles ; les modalités d'évaluation des nouveaux arrivants ;

- l'analyse de certains dysfonctionnements récurrents relevés en interne, ainsi que les modalités de sélection des événements indésirables devant faire l'objet d'une analyse systémique.

Ces inspections inopinées, qui font partie des outils d'inspection de l'ASN, sont utiles en complément des inspections annoncées pour vérifier le respect de certaines exigences réglementaires comme la présence de professionnels qualifiés en nombre suffisant. Ce type d'inspection permet en outre d'observer les situations de travail, sans que cela n'engendre de préparation pour l'exploitant et sur une période de temps limitée.

2.1.3 L'état de la radioprotection en radiothérapie externe

Le parc des installations de radiothérapie externe comporte, en 2023, 565 accélérateurs de particules, répartis dans 174 centres de radiothérapie soumis à une autorisation de l'ASN (voir graphique 1 page précédente).

Plus de [214 000 patients](#)⁽⁵⁾ sont traités chaque année, ce qui représente 4,3 millions de séances d'irradiation (en 2021). L'Observatoire national de la radiothérapie (INCa), recense 901 radiothérapeutes (effectif 2021). L'ASN note en 2023 une tendance à la hausse du nombre de déménagements de services de radiothérapie en vue d'un agrandissement et de l'achat de nouveaux accélérateurs. L'ASN a délivré, en 2023, 121 autorisations représentant 5% de hausse par rapport à 2022. Ces demandes concernent des nouvelles installations (environ 21%) ou des changements d'appareils (accélérateurs ou scanner de simulation). Le parc d'accélérateurs étant vieillissant (âge > 10 ans) pouvant représenter de 20 à 30% du parc pour certaines régions, les demandes de renouvellement pourraient encore croître dans les prochaines années.

Par ailleurs, l'ASN constate une montée en puissance de l'activité des traitements en conditions stéréotaxiques dans les services de radiothérapie sur l'ensemble du territoire, avec une augmentation des indications de stéréotaxie extra-crânienne (poumon, foie, rachis, os, ORL). Cette activité présente des enjeux en matière de radioprotection et nécessite un haut niveau de compétences et une plus grande maîtrise des doses délivrées. Elle est en outre davantage consommatrice de temps médical et physique médicale et nécessite d'adapter l'organisation du travail. Par ailleurs, la réforme des autorisations de soins (voir point 1.3.3) est susceptible de conduire à des changements de portage des autorisations d'activités nucléaires (par exemple pour la radiochirurgie), ainsi que des changements dans les organisations. L'ASN sera particulièrement vigilante à l'impact de ces changements sur la radioprotection et en particulier à l'adéquation des ressources prévues pour la mise en œuvre de ce type de traitements.

Depuis 2007, la sécurité des soins en radiothérapie constitue un domaine prioritaire de contrôle de l'ASN en raison des doses importantes délivrées au patient. Les programmes quadriennaux d'inspections depuis 2019 ont mis l'accent sur la capacité des centres

à déployer une démarche de gestion des risques. En fonction des centres, la gestion des compétences, ainsi que la mise en œuvre de nouvelles techniques ou pratiques et la maîtrise des équipements ont également été examinées de manière approfondie.

L'ASN a poursuivi son approche graduée du contrôle :

- en diminuant, au vu des progrès réalisés dans la maîtrise de la sécurité des soins, la fréquence moyenne des inspections, qui a ainsi été portée, à partir de 2020, à une fois tous les quatre ans (au lieu de trois ans précédemment), ce qui permet un contrôle de l'ensemble des centres tous les quatre ans ;
- en maintenant une fréquence plus élevée pour les centres présentant des fragilités ou des enjeux, notamment pour certains centres ayant nécessité des inspections renforcées.

En 2023, 68 inspections ont été réalisées par l'ASN représentant 39% du parc national. Sur les 68 inspections réalisées, dix l'ont été sur un mode mixte, à la fois sur site et à distance. Deux inspections ont été menées en mode inopiné (voir encadré ci-dessus). L'analyse des documents et des points généraux à distance permet aux inspecteurs de consacrer davantage de temps sur site à la visite de l'installation et aux entretiens avec le personnel. En plus des inspections de routine, des inspections de mise en service, réalisées dans le cas de nouveaux services, de changement de site à la suite d'un déménagement et de l'acquisition de nouvelles machines, ainsi que des inspections réalisées à la suite d'un ESR sont comptabilisées parmi ces 68 inspections.

L'ASN constate qu'à la difficulté de recruter des manipulateurs en électroradiologie médicale et des physiciens médicaux, déjà existante, s'ajoute la difficulté de recruter des radiothérapeutes et ce que soit la région. Ce manque de personnel influe sur l'activité, les organisations en place et les professionnels (réduction des plages de traitement, suractivité du personnel, tensions dans les équipes, etc.). La réalisation d'entretiens avec les équipes médicales, paramédicales et de physiciens médicaux, lors des inspections, peut permettre de mettre en évidence des situations de tension et de dysfonctionnement, sources de risques pour les patients malgré un référentiel prescrit formalisé. La réalisation d'entretiens avec la direction permet de mettre en discussion ces situations conflictuelles en vue d'aider le service à identifier des axes d'amélioration techniques, humains et organisationnels.

5. En 2021, 214 000 patients atteints de cancer ont été traités par radiothérapie pour 4,3 millions de séances (source : Observatoire INCa).



L'ASN ADAPTE SON CONTRÔLE POUR MIEUX TENIR COMPTE DES FACTEURS ORGANISATIONNELS ET HUMAINS LORS DE SES INSPECTIONS

Les inspections intégrant une démarche FOH se multiplient dans le domaine médical pour, d'une part, mieux considérer le contexte des établissements de soins ainsi que leurs organisations réelles susceptibles de générer des difficultés d'application de la réglementation et, d'autre part, questionner la sécurité gérée. En effet, la radioprotection des travailleurs et des patients ne repose pas uniquement sur la définition d'exigences réglementaires, ni sur leur déclinaison en normes, référentiels, protocoles et notes d'organisation (sécurité réglée). Elle est également assurée par un ensemble de régulations menées au jour le jour par les personnels de santé (sécurité gérée)

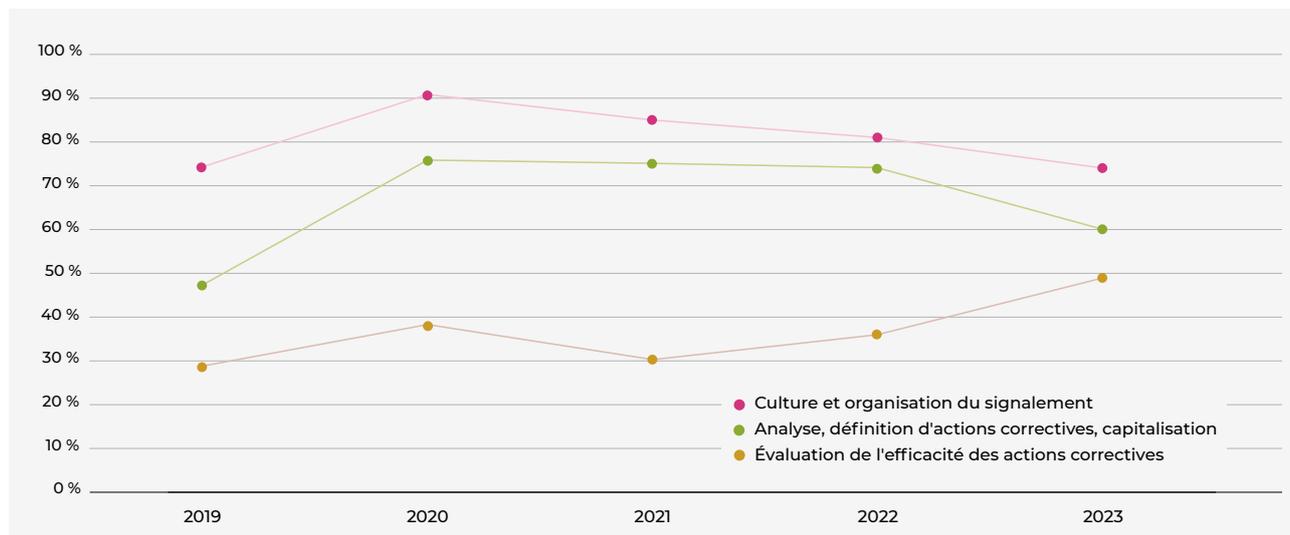
parce que les conditions de travail et les organisations réelles sont généralement différentes de celles définies et envisagées par le management. Les risques ne relèvent pas uniquement d'écarts réglementaires; ils sont liés aux conditions de travail réelles.

« Invoquer trop rapidement l'erreur humaine en cas de dysfonctionnement voire d'accident est bien souvent un raccourci qui ne favorise pas la prévention. Il s'agit plutôt de se demander quelles ont été les conditions organisationnelles qui ont mené au dysfonctionnement ou à l'accident. Considérée comme un des trois piliers de la sécurité, l'approche par les facteurs organisationnels et

humains consiste à identifier les conditions qui permettent de favoriser des comportements sûrs à tous les niveaux de l'organisation » (Institut pour une culture de sécurité industrielle – ICSI).

La prise en compte des FOH en inspections est progressive. Elle est actuellement mise en œuvre dans le cadre d'inspections à la suite d'un ESR ou lors de la répétition d'événements dans un même service, ou lorsque des situations de conflit interne pouvant influencer sur la sécurité du patient ont été portées à la connaissance de l'ASN. Mais ce type d'inspection peut également être mis en œuvre en cas de modification technique et/ou organisationnelle d'ampleur.

GRAPHIQUE 2 Pourcentage de conformité des installations de radiothérapie externe relatif à la gestion des événements en 2023



Ces inspections avec un focus sur les facteurs organisationnels et humains (FOH) sont régulièrement mises en œuvre par l'ASN dans le domaine de la radiothérapie et s'étendent de plus en plus aux autres domaines du médical (voir encadré ci-dessus); celles-ci permettant parfois d'identifier des situations à risque pour la sécurité du patient qu'une inspection classique ne permettrait pas.

2.1.3.1 La radioprotection des professionnels de radiothérapie externe

Lorsque les installations de radiothérapie sont conçues conformément aux règles en vigueur, les enjeux de radioprotection sont limités pour les professionnels, du fait des protections apportées par l'installation.

Le bilan des inspections réalisées en 2023 ne fait pas apparaître de difficulté dans ce secteur :

- la désignation des conseillers en radioprotection est effective dans l'ensemble des centres inspectés;
- les vérifications techniques de radioprotection ont toutes été réalisées à la fréquence réglementaire requise.

2.1.3.2 La radioprotection des patients en radiothérapie

L'évaluation de la radioprotection des patients en radiothérapie est réalisée à partir des contrôles portant sur la mise en œuvre du système de management de la qualité et de la sécurité des soins, rendu obligatoire par la [décision n° 2021-DC-0708 de l'ASN du 6 avril 2021](#). Dans le cadre des inspections, l'ASN réalise des vérifications depuis 2016 sur l'adéquation des ressources humaines, notamment la présence du physicien médical et les modalités d'organisation interne pour assurer le suivi et l'analyse d'événements indésirables – ou dysfonctionnements – enregistrés par les centres de radiothérapie.

L'ASN constate que les exigences relatives à l'organisation de la physique médicale et la présence d'un physicien médical pendant la durée des traitements sont satisfaites dans l'ensemble des centres même si des tensions en effectif peuvent ponctuellement exister.

Les inspecteurs de l'ASN constatent que la démarche d'habilitation se déploie, avec toutefois encore des disparités entre les personnels médical et paramédical, cette démarche étant majoritairement déclinée pour les professionnels paramédicaux.



SÉMINAIRE DES ACTEURS DE LA RADIOTHÉRAPIE : L'ASN DRESSE LE BILAN DE LA DÉMARCHE QUALITÉ-SÉCURITÉ EN RADIOTHÉRAPIE POUR ADAPTER SON CONTRÔLE DE DEMAIN

Les dispositions réglementaires fixant des obligations d'assurance de la qualité pour les centres de radiothérapie ont été publiées en 2008. Elles font partie d'un ensemble de mesures prises par les autorités en France à la suite des accidents de radiothérapie d'Épinal et de Toulouse survenus à la fin des années 2000.

Le 15 mars 2023, l'ASN a rassemblé les acteurs de la radiothérapie pour dresser un REX des 15 ans de la démarche qualité en radiothérapie. Environ 250 participants – professionnels de la radiothérapie, représentants des institutions du domaine sanitaire et inspecteurs de la radioprotection de l'ASN – ont interrogé la manière dont les démarches qualité contribuent à la performance du système de soins, dans un contexte de plus grande complexité, de moindres ressources et de fortes innovations.

Invité en qualité de grand témoin, René Amalberti, directeur de la Fondation pour une culture de sécurité industrielle, a évoqué en ouverture la crise actuelle du système de santé et questionné le risque de « sur-qualité ». La parole a ensuite été donnée aux représentants des centres de

radiothérapie pour un partage sur la mise en œuvre des systèmes d'assurance de la qualité, l'analyse de risque *a priori*, les démarches de REX des événements indésirables et de conduite du changement. Le séminaire a également permis, en présence du ministre chargé de la santé et de la HAS, de discuter de l'apport des audits cliniques par les pairs, dont l'expérimentation a débuté en 2023, ainsi que des modalités d'évaluation des techniques et pratiques innovantes, notamment au travers du forfait innovation.

Le séminaire a été l'occasion de faire le constat que les principaux fondamentaux de la sécurité sont en place dans les services de radiothérapie et de souligner une amélioration très notable de la culture qualité-sécurité depuis 2008. Il a mis en lumière la nécessité pour les services de radiothérapie de s'approprier ces démarches et de trouver leurs propres modalités de mise en œuvre en les adaptant afin de les pérenniser. Ce séminaire a également montré le risque de routinisation et d'essoufflement des démarches d'amélioration continue. Plusieurs centres ont pris des initiatives pour

redonner du sens et maintenir l'intérêt des professionnels pour les démarches qualité-sécurité. Leur témoignage a montré l'importance du leadership, du travail en équipe, de la communication, de l'appui de qualité et de la prise en compte des situations réelles de travail. L'apport du contrôle de l'ASN a également été souligné. Il permet aux centres de re-questionner leurs démarches qualité-sécurité et de trouver de nouvelles pistes de travail permettant de garder la dynamique collective.

Enfin, les discussions ont mis en lumière les limites des démarches qualité, notamment la tendance à l'inflation documentaire et une orientation trop forte des indicateurs vers les processus et non vers les résultats. Ces constats, qui ne sont pas spécifiques à la France, nécessitent de s'interroger collectivement sur la simplification de ces démarches et sur le choix des indicateurs. L'ASN poursuivra ses réflexions sur les démarches d'assurance de la qualité et de gestion de risque, en lien avec l'ensemble des acteurs de la radiothérapie, afin de construire son contrôle de demain.

Par ailleurs, l'analyse du respect des exigences réglementaires portant sur la gestion des événements sur la période 2019-2023 montre une proportion constante de services respectant la réglementation, sur les trois dernières années, avec des disparités importantes selon les exigences concernées (voir graphique 2 page précédente) :

- la détection des événements indésirables, leur déclaration (en interne ou à l'ASN) et leur recueil sont jugés globalement satisfaisants avec des taux variant entre 74 % et 85 % sur la période considérée mais en baisse de 2021 à 2023 ;
- l'analyse de ces événements indésirables, la définition d'actions correctives et leur capitalisation, après une première phase de progression, et ensuite une stabilisation en 2021 et 2022 autour de 75 %, est en baisse avec 60 % des centres inspectés qui réalisent ces étapes de façon satisfaisante en 2023 ;
- l'amélioration des pratiques par le REX et l'évaluation de l'efficacité des actions correctives constituent toujours le point faible de ces démarches de REX avec seulement entre 29 % et 36 % des centres inspectés pour lesquels la situation est jugée satisfaisante. Le résultat est stable sur la période 2019-2023, mais avec une certaine dynamique de progrès pour ce point en 2023 avec 49 % de satisfaction (voir graphique 2 page précédente). Ces démarches doivent en particulier associer des représentants de l'ensemble des professionnels contribuant à la réalisation des soins. L'ASN constate une participation plus importante des radiothérapeutes dans ces démarches dans les centres inspectés en 2023. En outre, l'évaluation régulière des actions correctives mises en place et la mise à jour de l'analyse des risques *a priori* – obligatoire en application de la décision n° 2021-DC-0708 de l'ASN du 6 avril 2021 précitée – à partir des enseignements issus des événements déclarés en interne sont incontournables

pour faire progresser la qualité et la sécurité des soins. En effet, seule l'évaluation des actions correctives permet de tester dans la durée la robustesse des mesures prises. L'ajout de points de contrôle peut par exemple constituer une « fausse sécurité » si ceux-ci ne peuvent pas être mis en œuvre par les professionnels pour diverses raisons. En outre, l'analyse des événements peut révéler que les barrières de sécurité mises en place n'ont pas été efficaces comme celles permettant de s'assurer de la délivrance du traitement du bon côté (voir encadré page 219), ce qui doit conduire à réviser l'analyse des risques *a priori* et à réfléchir en équipe à des parades plus robustes.

La capacité d'un centre à déployer une démarche de gestion des risques a de nouveau fait l'objet d'investigations particulières en 2023. Il en ressort que :

- les exigences de management de la qualité et de la sécurité dans les services de radiothérapie sont respectées dans la plupart des cas. Des hétérogénéités persistent toujours d'un centre à un autre. Ainsi, l'analyse des risques *a priori* n'est complète ou actualisée que dans moins de la moitié des centres inspectés (44 %), principalement par manque de formation, de moyens, ou du fait d'un changement de responsable opérationnel de la qualité. Cette incomplétude porte, par exemple, sur l'absence de prise en compte du REX (par exemple celui d'autres centres, diffusé par des publications de l'ASN – bulletins « La sécurité du patient » et fiches « Retour d'expérience ») ou des nouvelles pratiques ou l'organisation du centre en cas d'évolution du plateau technique ;
- le pilotage de la démarche de gestion des risques est mis en œuvre de façon satisfaisante dans 66 % des centres inspectés. Ce sont les centres pour lesquels la direction est impliquée dans la démarche et a défini une politique avec des objectifs opérationnels, partagés, évaluables et évalués, a alloué les ressources

nécessaires, en particulier, au responsable opérationnel de la qualité et a communiqué sur les résultats de cette politique. *A contrario*, ces démarches stagnent ou régressent lorsque la direction n'octroie pas de façon pérenne de moyens suffisants au responsable opérationnel de la qualité ou lorsque ce dernier ne dispose pas d'une autorité suffisante pour la déployer.

La mise en place de revues de direction et d'audits internes est également observée mais reste encore très dépendante d'une dynamique interne et repose pour beaucoup sur la disponibilité des personnes en charge de la qualité (ROQ et cadres de santé).

L'ASN constate toujours que l'analyse des conséquences d'une modification organisationnelle ou technique sur l'activité des opérateurs n'est pas systématiquement réalisée, alors que ces changements sont des sources potentielles de déstabilisation, en particulier, pour l'organisation des traitements et des pratiques de travail et peuvent fragiliser des lignes de défense mises en place. À cet égard, il est indispensable de réinterroger l'analyse de risque *a priori* afin de la compléter, le cas échéant, dès lors que de nouveaux processus de travail sont mis en place ou pour vérifier que les barrières existantes sont toujours adaptées. Les démarches de formalisation du processus de conduite du changement, dorénavant obligatoires, se déploient de plus en plus mais ne sont pas toujours abouties dans les centres concernés par des évolutions récentes ou en cours. Les enseignements des inspections réalisées en 2023 montrent en effet que, lors de la mise en place d'une nouvelle technique, la démarche de conduite des changements est considérée comme satisfaisante pour la moitié des centres (50%) seulement, chiffre constant sur la période 2019-2023. La gestion en mode projet des changements réalisés (désignation d'un pilote, planification du projet, formation des équipes, organisation de la continuité du travail de routine pendant l'implémentation du projet, mise à jour documentaire) se déploie dans les centres de manière assez hétérogène, et selon que les centres ont des projets dans un avenir proche ou pas. Afin d'aider les services à mieux s'approprier les modifications matérielles et/ou techniques, l'IRSN a publié en partenariat avec les professionnels de la radiothérapie, dans le cadre d'une saisine de l'ASN, un [Guide pour l'appropriation d'un changement technique ou matériel en radiothérapie](#).

Dans un contexte de pénurie des professionnels de santé, de modifications des organisations du fait de la mise en œuvre de la réforme des autorisations de soins ou d'opérations de rachat de centres, l'ASN appelle à la vigilance des décideurs, des RAN et des professionnels sur la nécessité d'évaluer l'impact de ces changements d'ampleur sur l'activité de travail de ces derniers, dans la mesure où ces projets nécessitent un investissement important des personnels, qui s'ajoute à la charge de travail existante.

L'état des lieux des démarches qualité-sécurité en radiothérapie depuis 2008, la gestion du changement, ainsi que l'apport des démarches REX et leur amélioration ont fait l'objet d'un séminaire des acteurs de la radiothérapie, que l'ASN a organisé le 15 mars 2023 à Montrouge (voir encadré page précédente). Ces enseignements serviront à nourrir les réflexions de l'ASN pour l'élaboration du prochain programme d'inspection en radiothérapie à partir de 2025.

2.1.3.3 Les événements déclarés en radiothérapie externe

En 2023, 88 ESR ont été déclarés en radiothérapie au titre du critère 2.1 (exposition des patients à visée thérapeutique). Parmi ces événements, 37 ont été classés au niveau 1 de l'[échelle ASN-SFRO](#), soit 42% du total, et sept au niveau 2. Ces derniers concernent :

- quatre erreurs de latéralité (voir encadré page suivante) dont deux avec la délivrance du traitement du mauvais côté pour la totalité ou la quasi-totalité du traitement (25 séances sur 28). Les deux autres erreurs de latéralité se sont produites respectivement durant six séances sur 15 prévues et durant 19 sur 33 séances dans le cadre de traitement de cancer du sein; l'analyse de ce type

d'événements peut révéler que les barrières de sécurité mises en place, comme celles permettant de s'assurer de la délivrance du traitement du bon côté, n'ont pas été efficaces, ce qui doit conduire à réviser l'analyse des risques *a priori* et à réfléchir en équipe à des parades plus robustes;

- une erreur de positionnement, ayant entraîné la délivrance intégrale du traitement sur la mauvaise vertèbre;
- une erreur liée à une zone de recoupe non prise en compte lors du contourage, ayant entraîné un surdosage aux organes situés dans cette zone dans un contexte de réirradiation;
- une erreur de dose sur un traitement d'un sein en arcthérapie volumétrique par modulation d'intensité (*Volumetric Modulated Arc Therapy* - VMAT), avec cinq séances réalisées en plus de la prescription souhaitée, ayant entraîné une dose totale sur l'ensemble du volume de plus de 20%.

Deux ESR classés au niveau 1 de l'échelle ASN-SFRO concernent des cohortes de patients liés à :

- une erreur lors de la calibration du système de contrôle de positionnement des patients utilisé au moment des séances de radiothérapie externe, qui a provoqué un décalage du positionnement pour six patients;
- une erreur de positionnement ayant concerné 7 patients à la suite d'un décalage de l'isocentre de traitement d'un imageur de repositionnement.

La majorité des événements déclarés en 2023 concerne la radioprotection des patients et sont, pour la plupart, sans conséquence clinique attendue.

Comme les années précédentes, ces événements mettent toujours en exergue des fragilités organisationnelles au niveau :

- de la tenue des dossiers des patients, permettant d'avoir une vision d'ensemble et un accès, au bon moment, aux données nécessaires; plus l'erreur est commise tôt dans le processus de prise en charge (par exemple, erreur de côté), en particulier à l'étape de la consultation initiale et de l'élaboration de la prescription et moins cette information sur la latéralité est remise en question aux étapes suivantes de la prise en charge du patient; il est donc essentiel de tester les barrières mises en place à ces étapes du processus;
- des étapes de validation qui sont insuffisamment explicitées quant aux paramètres à vérifier (quel contrôle? À quelle étape du processus? Par quel opérateur?);
- de la gestion des flux de dossiers de patients qui, si elle n'est pas optimisée, crée des contraintes sur l'activité de travail des professionnels favorisant la levée de certaines barrières de contrôle.

De façon générale, des pratiques non harmonisées au sein d'un même centre, des interruptions de tâches fréquentes, une charge de travail importante non maîtrisée avec, notamment, un impact sur les amplitudes horaires de travail, le déploiement d'une nouvelle technique ou pratique non maîtrisée constituent des situations qui viennent perturber les activités de travail et fragiliser les mesures de sécurité qui ont été définies dans le système de management de la qualité (SMQ). Il est ainsi essentiel d'évaluer régulièrement ces mesures et de tirer les enseignements des dysfonctionnements qui se produisent.

L'ASN a publié en 2023 un bulletin « [La sécurité du patient](#) » consacré à la démarche d'analyse des risques *a priori*. Celui-ci a pour objectif de faire émerger une vision commune des processus de prise en charge des patients, d'anticiper les risques potentiels et de définir et améliorer les mesures de sécurité nécessaires à leur maîtrise. Ainsi, par exemple, les interruptions du processus de traitement, consécutives à une panne machine, à un défaut technique ou à une maintenance, sont sources de désorganisation pour l'équipe et de risques potentiels pour le patient, sans nécessairement se traduire par un ESR. Ce bulletin interroge les facteurs de risque pour le



ÉVÉNEMENTS DÉCLARÉS RELATIFS À DES ERREURS DE LATÉRALITÉ

En 2023, quatre des sept ESR déclarés au niveau 2 de l'échelle ASN-SFRO sont des erreurs de latéralité (inversion droite-gauche).

Dans un premier cas, l'erreur de latéralité est survenue au cours de la préparation du traitement d'un cancer du sein par radiothérapie externe, aboutissant au contournage du sein gauche en lieu et place du sein droit comme zone à traiter. Un plan de traitement a ainsi été défini avec un total de 28 séances et une dose planifiée de 2,25 grays (Gy) à chacune d'entre elles. Un des facteurs ayant contribué à cette erreur de latéralité est la présence d'informations discordantes dans le compte-rendu de la consultation médicale initiale. Les étapes ultérieures, y compris le contournage et les différentes validations, n'ont pas permis d'identifier cette erreur, qui n'a été détectée qu'à l'issue de la 25^e séance de traitement.

Dans le deuxième cas, survenu également lors du traitement d'un cancer du sein, six séances de radiothérapie externe (sur les 15 planifiées) ont été délivrées du mauvais côté. L'analyse des causes a montré un défaut de contrôle de la latéralité (par tous les professionnels) : lors du contournage et de la validation

de la dosimétrie par le médecin, lors de l'insertion de la prescription et lors de la double vérification du dossier par le physicien et lors de la préparation du dossier et de la réalisation des séances de traitement par les MERM. Un antécédent de radiothérapie sur les deux seins qui figurait dans le dossier médical de la patiente a pu favoriser la confusion.

Dans le troisième cas, l'erreur de latéralité a entraîné la délivrance de la totalité du traitement par radiothérapie en conditions stéréotaxiques au niveau d'une lésion nodulaire du poumon gauche à la place de la lésion du poumon droit qui était prévue. L'événement est dû à une erreur de prescription, qui a conduit à traiter une lésion nodulaire existante mais controlatérale à la lésion visée, alors que les éléments de diagnostic et les conclusions de la réunion de concertation pluridisciplinaire préalables au traitement indiquaient bien la bonne localisation. L'événement a été détecté lors de la réalisation d'un examen d'imagerie visant à préparer une consultation de suivi post-traitement du patient dans le service de radiothérapie.

Dans le quatrième cas, l'erreur de latéralité est survenue lors du traitement d'un cancer de l'oropharynx

et a été détectée après 19 séances de traitement sur les 33 planifiées. Les 19 séances ont été réalisées sur le côté pharyngé sain au lieu du côté atteint. L'analyse approfondie des causes a mis en évidence l'absence de règles de vérification de la latéralité, ainsi que la nécessité de renforcer la communication entre les différents intervenants.

L'ASN appelle l'attention des professionnels de la radiothérapie sur la nécessité d'évaluer la robustesse des barrières de sécurité mises en place pour se prémunir des erreurs de latéralité, qui font l'objet de plusieurs déclarations d'ESR chaque année. L'ASN rappelle que le bulletin « [La sécurité du patient – pour une dynamique de progrès – Les erreurs de côté](#) » de mai 2014 permet aux centres de s'interroger sur les situations à risque, ainsi que sur les mesures de prévention et de détection efficaces. Ce bulletin propose des clefs pour éviter ces erreurs de latéralité, des recommandations de deux centres qui ont mené une analyse approfondie à la suite d'un tel événement, ainsi que le témoignage de l'ARS de Bretagne sur son action de prévention conjointe avec le Centre Eugène Marquis (Rennes).

patient lors d'une interruption de traitement mais également les facteurs de sécurisation. Le groupe pluriprofessionnel du bulletin « La sécurité du patient » a testé la [méthode EPECT](#), récemment développée par l'IRSN, sur un scénario combinant différents cas d'interruption de traitement.

L'ASN note une baisse importante depuis 2015 des déclarations d'ESR dans le domaine de la radiothérapie (voir point 2.7, graphique 14 page 239), de l'ordre de 35% depuis 2019. Il est probable que cette baisse soit pour partie attribuable à la mise en place d'organisations qui ont permis de fluidifier et sécuriser davantage la préparation des traitements (dématisation complète avec utilisation des listes de tâches des « *record and verify* », harmonisation des protocoles médicaux, logiciel d'aide au contournage, application automatique des décalages de dosimétrie, suivi des délais de préparation, etc.), ainsi que par la prise en compte du REX des événements. La mise en place d'audits pour évaluer la performance du processus de prise en charge de radiothérapie (audit de dossiers, suivi des délais), le respect des règles d'identivigilance ou l'efficacité d'une action d'amélioration peuvent également expliquer cette baisse du nombre de déclarations des ESR même si ces démarches sont encore loin d'être généralisées.

Toutefois, les inspecteurs de l'ASN constatent aussi, comme en 2022, une diminution du nombre d'événements indésirables enregistrés en interne et analysés (moins de comités de retour d'expérience – CREX – organisés) et des analyses superficielles des événements explorant peu les causes profondes de ceux-ci. Les inspecteurs relèvent également un manque de prise en compte des enseignements issus du REX des événements déclarés au niveau national.

Si aucun événement de radioprotection lié à une cyberattaque n'a été déclaré à l'ASN en 2023, en comparaison avec 2022 et 2021 (trois centres de radiothérapie dont un en 2021 et deux en 2022, un centre de médecine nucléaire en 2022), le risque de telles attaques, entraînant une paralysie des systèmes informatiques et de fortes perturbations dans l'organisation des traitements, est bien réel. La cybersécurité ne fait pas partie du domaine de compétence de l'ASN, toutefois ces situations sont portées à sa connaissance et font l'objet d'une déclaration lorsqu'elles sont à l'origine de la survenue d'un ESR. Ces cyberattaques questionnant les pratiques actuelles du dossier patient « tout informatisé », l'ASN avait encouragé les professionnels à mener une réflexion sur ce sujet.

La SFRO a constitué un groupe de travail en 2023, auquel l'ASN a participé, et publié en décembre 2023 des [recommandations](#) permettant d'anticiper et de limiter les risques liés à des cyberattaques dans un contexte où la numérisation des données est croissante. Cet article souligne l'importance de conserver des données

« papier » minimales pour permettre la poursuite du traitement en l'absence de disponibilité des données informatiques : coordonnées patients, résumé du dossier, histogrammes dose-volume, nombre de séances réalisées, description du plan de traitement, etc.

SYNTHÈSE

En radiothérapie, les inspections conduites par l'ASN dans 40 % des services de radiothérapie en 2023, mises en perspective avec celles réalisées sur la période 2019-2022, permettant de couvrir l'ensemble du parc, confirment que les fondamentaux de la sécurité sont en place : organisation de la physique médicale, contrôles des équipements, formation à la radioprotection des patients et déploiement des démarches d'assurance de la qualité. Par ailleurs, l'ASN souligne les avancées dans le domaine des audits cliniques avec la réalisation fin 2023 des premiers audits par les pairs en radiothérapie et encourage une extension rapide de ces audits à la radiochirurgie.

Toutefois, l'analyse sur la période 2019-2023 confirme que l'évaluation de l'efficacité des actions correctives constitue toujours le point faible des démarches de REX et peine à se généraliser. En outre, les démarches de retour d'expérience s'essouffent avec moins de réunions des CREX et des analyses d'ESR moins approfondies. Le nombre d'ESR déclarés à l'ASN a fortement diminué depuis 2015.

Si cette baisse est pour partie attribuable à une meilleure sécurisation des traitements, le risque de routinisation et la nécessité de redonner du sens à ces démarches afin de maintenir l'intérêt des professionnels et de garder une dynamique collective ont été soulignés lors du séminaire national des acteurs de la radiothérapie organisé par l'ASN, le 15 mars 2023. Par ailleurs, les analyses de risque *a priori* demeurent insuffisamment actualisées en amont d'un changement organisationnel ou technique ou à l'issue du REX des événements.

La survenue d'événements, tels que des erreurs de latéralité, de positionnement, de délimitation des organes à risque et/ou des organes cibles et des erreurs de calibration, révèle toujours des fragilités organisationnelles et la nécessité d'évaluer régulièrement les pratiques.

L'évaluation des nouvelles techniques et pratiques constitue toujours un enjeu pour permettre, notamment, une évaluation des effets radio-induits à long terme (hypofractionnement, thérapie flash, etc.) et la démonstration

de leur avantage en comparaison avec les techniques existantes. C'est dans ce contexte que l'ASN a lancé en 2023 une étude afin de définir et recueillir des données nécessaires à l'évaluation de la radiothérapie adaptative. Elle poursuivra en outre, en 2024, l'analyse des enjeux de radioprotection associés à la thérapie flash dans le cadre des travaux du Canpri.

Enfin, dans un contexte de plus grande complexité, de moindres ressources, de fortes innovations et d'évolution des organisations, l'ASN définira en 2024 les orientations de son prochain programme quadriennal d'inspections en associant les parties prenantes et en tirant les enseignements des pratiques d'inspections de ses homologues, ainsi que d'autres autorités en charge du contrôle d'activités à risque. Dans ce contexte, l'ASN appelle à nouveau à la vigilance des décideurs, des RAN et des professionnels sur la nécessité d'évaluer l'impact des changements sur la sécurité des traitements.

2.2 LA CURIETHÉRAPIE

La [curiethérapie](#) permet de traiter, de façon spécifique ou en complément d'une autre technique de traitement, certaines pathologies, en particulier des tumeurs cancéreuses.

Cette technique consiste à placer des sources de radionucléides, sous forme de sources scellées, au contact ou à l'intérieur des tumeurs solides à traiter. Les principaux radionucléides employés en curiethérapie sont l'iridium-192 et l'iode-125.

La curiethérapie met en œuvre trois types de techniques (détaillées ci-après) qui diffèrent en particulier par le débit de dose mis en œuvre en fonction des indications.

À l'instar de la radiothérapie, les enjeux de radioprotection sont liés à l'importance de la dose délivrée au patient et, le cas échéant, aux débits de dose élevés et à la maîtrise des équipements. En outre, s'agissant de source de haute activité, la gestion des situations d'urgence en cas de blocage de source, comme illustré par le REX des événements déclarés à l'ASN, ainsi que la sécurité des sources constituent des enjeux spécifiques de la curiethérapie. C'est pourquoi les contrôles de l'ASN portent, en plus de ceux relatifs à la radiothérapie externe, sur la gestion et la sécurité des sources.

2.2.1 La présentation des techniques

Les enjeux de radioprotection en curiethérapie, outre la problématique de la gestion d'une source scellée, sont fonction du débit de dose associé à la technique, du mode de délivrance de l'irradiation à la tumeur (implantation permanente ou temporaire, ou application temporaire).

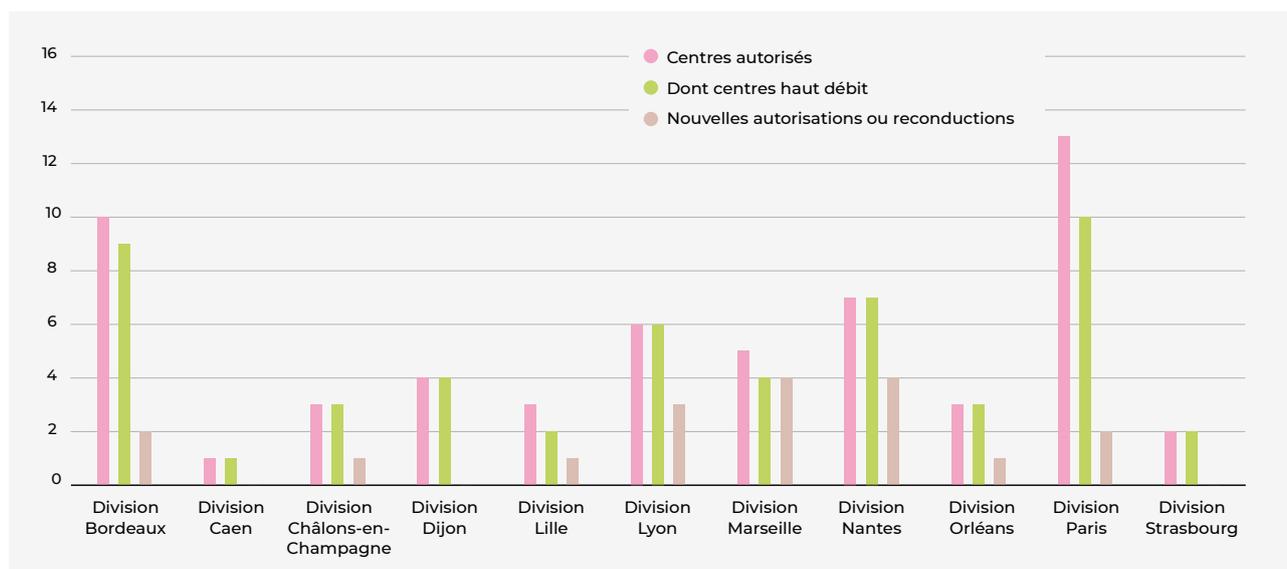
L'utilisation le cas échéant de projecteurs de source évite la manipulation de ces sources par les professionnels et permet la réalisation des soins au patient sans irradiation du personnel. En revanche, il est nécessaire d'anticiper de possibles situations accidentelles liées au dysfonctionnement du projecteur de source et au débit de dose élevé délivré par les sources utilisées.

La **curiethérapie à bas débit de dose (Low Dose-Rate – LDR)** est aujourd'hui réalisée au moyen de sources scellées d'iode-125, sous forme de grains implantés de façon permanente, ou de césium-137 appliqués de manière temporaire. Les débits de dose sont compris entre 0,4 et 2 grays par heure (Gy/h).

Un nouveau DM dit « DART » (*Diffusing Alpha Emitters Radio Therapy*) est actuellement testé dans le cadre d'une investigation clinique pour le traitement de cancers cutanés. L'action de ce dispositif consiste en l'émission de particules alpha provenant de sources de radium-224 qui sont implantées dans la tumeur à l'aide d'un applicateur et y restent de 15 à 20 jours.

La **curiethérapie à débit de dose pulsé (Pulsed Dose-Rate – PDR)** délivre des débits de dose compris entre 2 et 12 Gy/h et utilise des sources d'iridium-192 présentant une activité maximale de 18,5 gigabecquerels (GBq), qui sont mises en œuvre avec un projecteur de source spécifique. Elle repose sur l'utilisation d'une seule source radioactive se déplaçant pas à pas et s'arrêtant à des positions et pour des durées prédéterminées. Les doses sont délivrées par séquence de 5 à 20 minutes, voire 50 minutes, toutes les heures pendant la durée du traitement prévu, d'où la dénomination de curiethérapie pulsée.

GRAPHIQUE 3 Répartition, par division territoriale de l'ASN, du nombre de centres de curiethérapie, de centres de curiethérapie à haut débit de dose et du nombre de nouvelles autorisations ou de reconductions d'autorisation en 2023



La curiethérapie à haut débit de dose (*High Dose-Rate – HDR*) est réalisée au moyen de sources scellées d'iridium-192 ou de cobalt-60 de forte activité (de l'ordre de 370 GBq). Les débits de dose sont supérieurs à 12 Gy/h. Le positionnement est réalisé à l'aide d'un projecteur contenant la source. Les traitements sont délivrés, en mode ambulatoire, en une ou plusieurs séances de quelques minutes, réparties sur plusieurs jours le cas échéant.

2.2.2 Les règles techniques applicables aux installations de curiethérapie

Les règles de gestion des sources radioactives en curiethérapie sont analogues à celles définies pour l'ensemble des sources scellées, quels que soient leurs usages (voir point 1.3.1).

Dans le cas des techniques par implants permanents (LDR), les applications sont réalisées au bloc opératoire, sous contrôle échographique, et ne nécessitent pas d'hospitalisation en chambre radioprotégée. S'agissant des projecteurs de sources (en règle générale, 18,5 GBq d'iridium-192), cette technique PDR nécessite l'hospitalisation du patient durant plusieurs jours dans une chambre ayant des protections radiologiques adaptées à l'activité maximale de la source radioactive utilisée. Enfin, l'activité maximale utilisée dans les projecteurs de sources HDR étant élevée (370 GBq d'iridium-192 ou 91 GBq de cobalt-60), les irradiations ne peuvent être effectuées que dans un local dont la configuration s'apparente à une salle de radiothérapie externe en matière de protection collective, en raison du haut niveau de débit de dose utilisé.

Par ailleurs, l'arrêté du 29 novembre 2019 fixe les obligations en matière de protection des sources de rayonnements ionisants et lots de sources radioactives de catégories A, B, C et D contre les actes de malveillance. Les exigences concernant les barrières et leur temps de résistance pour les sources de catégories A, B et C sont opposables depuis le 1^{er} juillet 2022 (voir chapitre 8, point 2.3.2).

Certains centres ne pouvant s'agrandir ou ne pouvant construire de nouveaux bunkers, l'ASN a autorisé deux centres avec des bunkers dits « mixtes » pour des pratiques conjointes de radiothérapie externe et de curiethérapie HDR sur la base d'une [expertise demandée à l'IRSN](#) relative aux règles de conception des locaux abritant à la fois des accélérateurs linéaires d'électrons médicaux et des projecteurs de source HDR. Les dispositions réglementaires contre la malveillance des sources de haute activité ont, en outre, été prises en compte.

L'ASN s'est attachée à l'analyse des dispositions prévues par l'exploitant concernant les principaux points suivants :

- organisation des alternances des différents traitements et des plages de contrôle de qualité (nombre de patients traités, organisation des plannings, plages pour les contrôles qualité des DM, plages pour les traitements, etc.);
- positionnement des patients facilitant leur évacuation en cas d'urgence;
- dispositifs spécifiques de sécurité interdisant le fonctionnement simultané de deux appareils;
- signalisations lumineuses et arrêts d'urgence distincts pour les deux systèmes et clairement identifiés;
- plan du double zonage affiché à l'entrée;
- procédure en cas d'enfermement du personnel incluant les deux appareils.

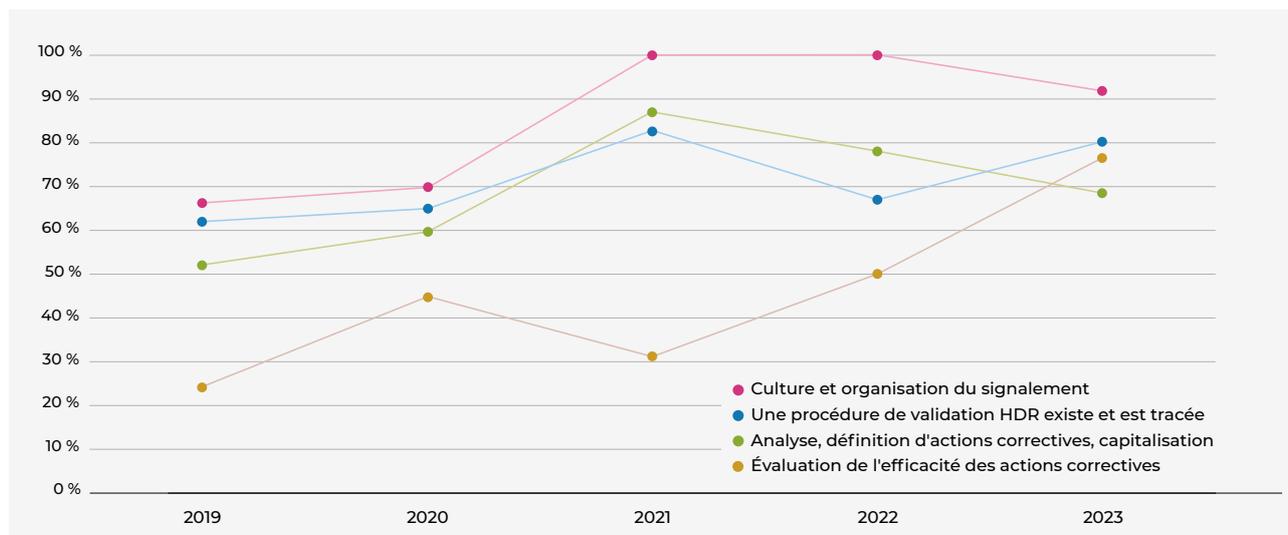
2.2.3 L'état de la radioprotection en curiethérapie

L'ASN a autorisé 57 centres de curiethérapie, dont 51 utilisent la technique HDR. Dix-huit autorisations ont été mises à jour en 2023 (voir graphique 3). L'activité de curiethérapie est stable et les traitements par curiethérapie HDR restent majoritaires. L'ASN constate que certains centres de curiethérapie ont des difficultés à poursuivre certaines activités du fait d'un manque de professionnels formés aux techniques de curiethérapie même s'ils souhaitent maintenir ces activités afin de proposer aux patients les traitements les plus adaptés à leur pathologie.

L'Observatoire de l'INCa recense, par an, 600 à 700 traitements LDR, 750 à 800 traitements PDR pour les cancers gynécologiques et entre 4 500 et 5 000 traitements HDR.

À l'instar de la radiothérapie externe, la sécurité des soins en curiethérapie constitue, depuis 2007, un domaine prioritaire de contrôle de l'ASN, en raison de l'importance de la dose délivrée et, le cas échéant, des débits de dose. La curiethérapie étant réalisée au sein des services de radiothérapie, le programme d'inspection sur la période 2020-2023 est identique à celui de la radiothérapie externe, avec une fréquence quadriennale et des contrôles analogues à ceux réalisés en radiothérapie externe (voir point 2.1.3.2).

GRAPHIQUE 4 Pourcentage de conformité des installations de curiethérapie relatif à la gestion des événements en 2023



Du fait de l'utilisation de sources de haute activité, des contrôles spécifiques portent sur la formation des professionnels, notamment la connaissance des consignes à suivre en cas d'urgence (blocage de source) et la sécurité de ces sources (organisation mise en place pour la gestion des sources, mesures appropriées pour empêcher l'accès non autorisé aux sources, inventaire des sources, protection contre la malveillance et gestion des informations sensibles).

En 2023, 13 inspections sur le thème de la radioprotection ont été réalisées, représentant environ un quart des services autorisés.

2.2.3.1 La gestion des sources

La gestion des sources de curiethérapie est jugée satisfaisante. Ainsi, tous les centres inspectés en 2023 enregistrent le suivi des mouvements des sources, transmettent à l'IRSN l'inventaire de celles-ci et les entreposent en attente de chargement ou de reprise dans un local adapté. Les organisations mises en place permettent de connaître la catégorie de chaque source ou lot de sources, dans la quasi-totalité des centres inspectés. Si 71 % des centres inspectés ont mis en place des mesures appropriées pour empêcher l'accès non autorisé à ces sources, seulement la moitié d'entre eux ont délivré à leur personnel les autorisations nécessaires d'accès aux sources scellées de haute activité en 2023, situation moins satisfaisante que celle observée en 2022 (75 %).

L'ASN constate que les nouvelles exigences relatives à la sécurisation d'accès aux sources de haute activité continuent de se déployer progressivement mais que certains services sont confrontés à des difficultés de mise en conformité parfois complexes du fait de la configuration des locaux ou des lieux de stockage des sources de catégorie C en attente de reprise ou chargement et en raison du coût des travaux que cela engendre.

2.2.3.2 Les situations d'urgence et la gestion des dysfonctionnements

Les dysfonctionnements des appareils de curiethérapie pouvant entraîner des blocages ou des mauvais positionnements de la source sont susceptibles de conduire à des surexpositions pour les travailleurs ou les patients, parfois graves (radionécrose). Aussi, ce type d'événement rappelle la nécessité de respecter les conditions techniques d'utilisation de ces dispositifs, les obligations de formation à la gestion des situations d'urgence et de réalisation d'exercices.

2.2.3.3 La radioprotection des professionnels

En 2023, les mesures de radioprotection déployées par les services de curiethérapie en matière de radioprotection des professionnels n'ont été jugées satisfaisantes que dans la moitié des services. Sur les 13 centres inspectés en 2023 disposant de sources de haute activité, seulement 46 % ont mis en place une formation renforcée aux situations d'urgence et organisé des exercices de mise en situation, notamment pour la gestion des situations liées aux blocages de sources. L'ASN considère que des actions sont nécessaires pour renforcer la formation à la radioprotection des professionnels en cas de détention d'une source de haute activité, ainsi que pour prendre en compte les situations de blocage de sources dans les évaluations individuelles de l'exposition aux rayonnements ionisants des professionnels.

2.2.3.4 La radioprotection des patients

Comme pour la radiothérapie externe, l'évaluation de la radioprotection des patients en curiethérapie est réalisée à partir des contrôles portant sur la mise en œuvre du système de management de la qualité et de la sécurité des soins, ainsi que sur l'organisation de la physique médicale.

L'ASN constate que les exigences relatives à l'organisation de la physique médicale et la présence d'un physicien médical pendant la durée des traitements sont satisfaites dans l'ensemble des centres inspectés.

2.2.3.5 Le système de management de la qualité et de la sécurité des soins

Le bilan qualitatif des inspections réalisées en 2023 a montré que la plupart des services de curiethérapie inspectés ont déployé un système de management de la qualité, en bénéficiant de l'appui des services de radiothérapie externe (voir graphique 4).

Un bilan des inspections réalisées sur la période 2019-2023 permettant de couvrir l'ensemble du parc permet de dégager les tendances suivantes :

- la culture de déclaration et l'organisation pour gérer les signalements sont jugées satisfaisantes pour l'ensemble des services inspectés au cours des dernières années, ce taux étant de 100 % en 2021 et 2022, et de 92 % en 2023 ;

- l'analyse, la définition d'actions correctives et leur capitalisation sont jugées satisfaisantes dans deux tiers des services avec une situation moins satisfaisante en 2023 (le taux diminuant ces trois dernières années, de 87% en 2021, à 78% en 2022 et 69% en 2023);
- l'évaluation de l'efficacité des actions correctives progresse depuis 2019. Ainsi, si seulement un quart des services évaluait l'efficacité des actions correctives en 2019, plus de trois quarts des centres inspectés le font en 2023;
- l'existence d'une procédure de validation du traitement en HDR est constatée dans la plupart des services inspectés sur la période 2019 et 2023 (entre deux tiers et plus de trois quarts des centres);
- la démarche d'habilitation se déploie, avec toutefois encore des disparités entre les personnels médical et paramédical, cette démarche étant majoritairement déclinée pour les professionnels paramédicaux.

La maintenance et les contrôles de qualité – La majorité des centres dispose d'un inventaire des DM, ainsi que d'un registre de consignation des opérations de maintenance et des contrôles de qualité. En l'absence d'un référentiel réglementaire des contrôles de qualité des dispositifs de curiethérapie, les contrôles de qualité mis en œuvre s'appuient notamment sur des recommandations des constructeurs ou des sociétés savantes : guide de l'*European Society Radiation Oncology (ESTRO)* – Booklet n°81 et guide n°36 de la Société française de physique médicale (SFPM).

La maintenance des projecteurs (pour les applications HDR et PDR) – Elle est assurée par les constructeurs, en particulier lors des changements de sources. Les services de curiethérapie s'appuient sur ces contrôles pour garantir le bon fonctionnement des appareils. Des contrôles de l'activité de la source à chaque livraison et de sortie de source sont également réalisés.

L'ASN relève que les contrôles réalisés par les services peuvent s'avérer parfois insuffisants notamment lors de la réception d'un nouveau matériel et attire l'attention sur la nécessité de bien définir ces contrôles en prenant en compte les exigences du constructeur en particulier pour la curiethérapie HDR. Les doses délivrées à chaque séance de curiethérapie étant de l'ordre de 4 à 10 Gy, des erreurs dans la délivrance du traitement peuvent avoir de graves conséquences sur la santé du patient.

SYNTHÈSE

En curiethérapie, les inspections réalisées en 2023 dans près d'un quart des services de curiethérapie, mises en perspective de celles réalisées durant la période 2019-2022, permettant de couvrir l'ensemble du parc, confirment une bonne prise en compte des règles de radioprotection. En revanche, l'ASN constate en 2023 une situation moins satisfaisante pour la gestion des sources scellées de haute activité, avec moins de la moitié des centres ayant mis en place une formation renforcée aux situations d'urgence et organisé des exercices de mise en situation, notamment pour la

gestion des situations liées aux blocages de sources. L'effort de formation des professionnels en cas de détention d'une source de haute activité doit donc être poursuivi, voire renforcé pour certains centres. L'ASN constate que les nouvelles exigences relatives à la sécurisation d'accès aux sources de haute activité, qui sont pleinement entrées en vigueur en 2022, continuent de se déployer progressivement, en particulier s'agissant des mesures permettant d'empêcher l'accès non autorisé à ces sources. Toutefois, certains centres font face à des difficultés de mise en conformité

lorsque cette dernière requiert la réalisation de travaux importants. Par ailleurs, l'ASN rappelle l'importance d'avoir un système actif d'enregistrement des événements pour repérer au plus tôt les dysfonctionnements, de formaliser, réaliser et enregistrer les contrôles de qualité des appareils en veillant, pour ces derniers, à se conformer aux standards professionnels et consignes du constructeur. Enfin, l'ASN souligne les enjeux des ressources et compétences dans les années à venir pour pouvoir maintenir l'activité de curiethérapie.

2.2.3.6 Les événements déclarés en curiethérapie

En 2023, huit ESR ont été déclarés en curiethérapie au titre du critère 2.1 (exposition des patients à visée thérapeutique), tous classés au niveau 1 de l'échelle ASN-SFRO.

Un ESR en curiethérapie, classé au niveau 1 de l'échelle ASN-SFRO, a concerné une cohorte de patients (une centaine) de trois établissements de santé différents. L'événement a été déclaré à la suite d'une notification par le fabricant d'une erreur d'arrondi dans le logiciel impliquant une inexactitude de l'espace entre les coupes scanner importées pour la planification dosimétrique des traitements. Cet événement a fait également l'objet d'une déclaration de matériovigilance auprès de l'ANSM. Cette inexactitude pouvait entraîner un écart de dose d'environ 5 à 10%, sur chaque fraction de curiethérapie dans certaines conditions d'utilisation. Le fabricant a proposé des mesures correctives avec le paramétrage du logiciel.

L'analyse de ces événements souligne que la maîtrise des risques en curiethérapie doit s'appuyer sur des contrôles de qualité adaptés et sur la mise en œuvre de dispositions organisationnelles pour mieux gérer l'information du patient, les sources ou les situations d'urgence.

Par ailleurs, un événement concerne l'exposition potentielle des travailleurs, en lien avec la contamination d'une pince et d'un bac de trempage par le radium-224 lors d'une procédure de curiethérapie par implantation temporaire de sources Alpha DaRT™. La pince ayant servi à implanter les sources a été en contact avec les sources au cours de l'insertion de celles-ci dans la tumeur. À la fin de la procédure, à l'arrivée dans le secteur d'hospitalisation, la pince a été placée dans le bac de désinfection et non dans celui de décontamination. Lors du contrôle du bac, il a été constaté une contamination de celui-ci. Cet événement est apparu dans un contexte d'une cartographie des risques incomplète et d'un protocole incomplet, ayant mené à une sous-estimation par le personnel du risque de contamination et à une mauvaise gestion des matériels à jeter et à réutiliser.

TABLEAU 3 Principaux radionucléides utilisés dans diverses explorations en médecine nucléaire *in vivo*

TYPE D'EXPLORATION	RADIONUCLÉIDES UTILISÉS
Métabolisme thyroïdien	Iode-123, technétium-99m
Perfusion du myocarde	Rubidium-82, technétium-99m, thallium-201
Perfusion pulmonaire	Technétium-99m
Ventilation pulmonaire	Krypton-81m, technétium-99m
Processus ostéo-articulaire	Fluor-18, technétium-99m
Exploration rénale	Technétium-99m
Oncologie – Recherche de métastases	Fluor-18, gallium-68, technétium-99m
Neurologie	Fluor-18, technétium-99m

2.3 LA MÉDECINE NUCLÉAIRE

La [médecine nucléaire](#) est une discipline médicale utilisant des radionucléides en sources non scellées à des fins diagnostiques (imagerie fonctionnelle *in vivo* ou biologie médicale *in vitro*) ou thérapeutiques (RIV).

Grâce à l'essor de nouveaux radionucléides et de nouveaux vecteurs, la médecine nucléaire connaît depuis quelques années une forte évolution, tant en diagnostic qu'en thérapie.

Par ailleurs, la réforme des autorisations sanitaires (voir point 1.3.3) a introduit, pour la médecine nucléaire, deux « niveaux » d'autorisation (mentions A et B) en application du [décret n°2021-1930](#) relatif aux conditions d'implantation des services de médecine nucléaire. La mention A concerne les activités diagnostiques ou thérapeutiques hors thérapie des pathologies cancéreuses, réalisées par l'administration de médicament radiopharmaceutique prêt à l'emploi ou préparé selon un procédé aseptique en système clos. La mention B est attribuée lorsque l'activité comprend, outre les actes relevant de la mention A, les actes suivants :

- les actes avec administration d'un MRP préparé selon un procédé aseptique en milieu ouvert ;
- les actes diagnostiques réalisés dans le cadre d'explorations de marquage cellulaire des éléments figurés du sang par un ou des radionucléides ;
- les actes thérapeutiques réalisés par l'administration de DM implantable actif ;
- les actes thérapeutiques pour les pathologies cancéreuses réalisés par l'administration de MRP.

L'autorisation d'activité de soins pour la médecine nucléaire sera désormais accordée par site géographique à condition de respecter, notamment, les dispositions définies en matière de nombre d'équipements par tomographie par émission monophotonique (TEMP) et TEP (voir point 2.3.1). Les établissements devront régulariser leur situation et déposer auprès des ARS des demandes d'installation de nouveaux équipements dans les sites déjà autorisés ou de création de nouveaux sites. Les autorisations de détenir et d'utiliser une source radioactive ou un appareil émetteur de rayonnements ionisants délivrées par l'ASN devront être mises à jour en fonction de la nature de ces changements (changement de titulaire, de site, d'équipement, partage d'équipements, etc.).

La médecine nucléaire fait partie des priorités d'inspection de l'ASN. Les principaux enjeux de radioprotection sont en particulier liés à l'utilisation de sources non scellées, lesquelles sont susceptibles de conduire à des contaminations et génèrent des déchets et des effluents radioactifs. La médecine nucléaire est en outre le principal contributeur des doses aux extrémités des professionnels du médical (voir point 1.2.1). La gestion des sources, des déchets et des effluents, la radioprotection des travailleurs, la maîtrise de la dispensation des médicaments, au travers des obligations d'assurance de la qualité, et le processus de REX, font l'objet d'une attention particulière en inspection.

2.3.1 La présentation des techniques

La **médecine nucléaire à visée diagnostique *in vivo*** permet de réaliser une imagerie fonctionnelle, complémentaire de l'imagerie purement morphologique obtenue par les autres techniques d'imagerie. Cette technique consiste à étudier une fonction de l'organisme grâce à une substance radioactive spécifique – un MRP – administrée à un patient. Le choix du MRP dépend de l'organe ou de la fonction à étudier. Le MRP est classiquement constitué d'un radionucléide qui peut être utilisé seul (le radionucléide constitue alors le MRP) ou fixé à un vecteur (molécule, hormone, anticorps, etc.). C'est la fixation spécifique du vecteur qui détermine alors la fonction qui est étudiée. Le tableau 3 présente quelques-uns des principaux radionucléides utilisés dans diverses explorations.

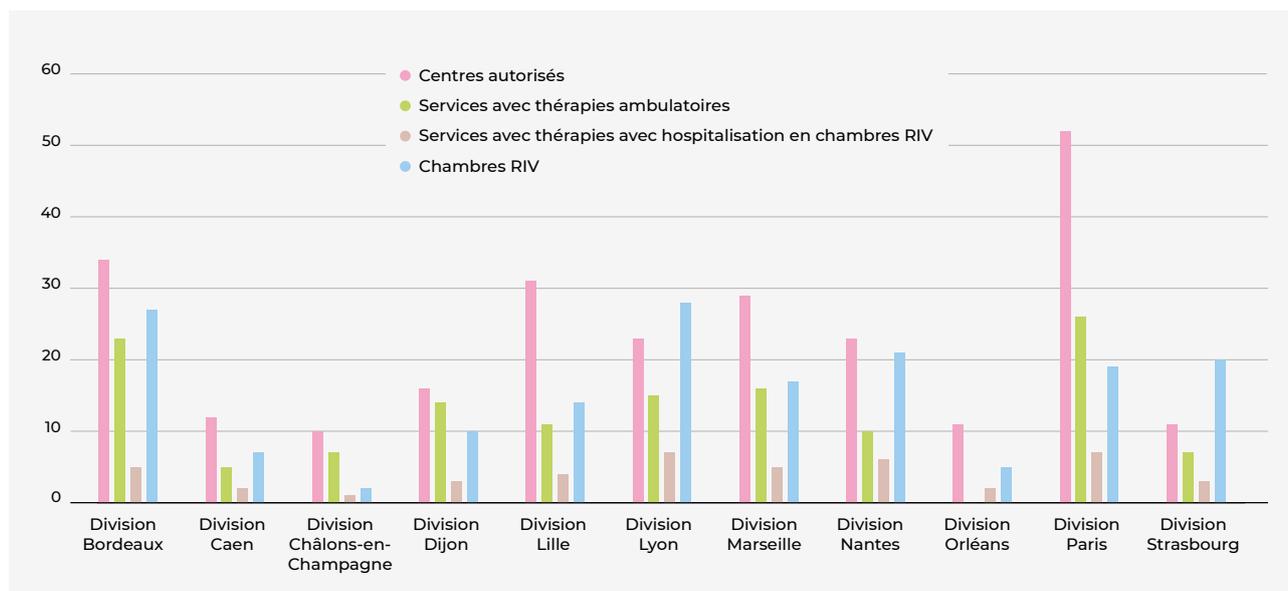
C'est la détection du rayonnement ionisant issu du radionucléide, grâce à un détecteur spécifique, qui permet la localisation dans l'organisme du MRP et, ainsi, la réalisation des images du fonctionnement des tissus ou organes explorés. La plupart des appareils de détection permettent des acquisitions tomographiques et une imagerie en coupe, ainsi qu'une reconstruction tridimensionnelle des organes. Selon la nature du radionucléide utilisé, on parle de TEMP, appelées encore « gamma-caméras », pour les radionucléides émetteurs de rayonnement gamma, et de TEP pour les radionucléides émetteurs de positons.

Afin de faciliter la fusion des images fonctionnelles et morphologiques, des appareils hybrides ont été développés. Ils associent les caméras TEP ou les gamma-caméras à un tomodensitomètre (TEP-TDM ou TEMP-TDM). Plus rarement, une caméra TEP peut être couplée à une IRM.

La **médecine nucléaire à visée diagnostique *in vitro*** est une technique de biologie médicale permettant de doser certains composés contenus dans les fluides biologiques préalablement prélevés sur le patient (par exemple, hormones, marqueurs tumoraux, etc.), très utilisée en raison de la sensibilité de détection plus élevée des techniques utilisant des rayonnements ionisants. Cette technique met en œuvre des méthodes de dosage fondées sur les réactions immunologiques (réactions antigènes-anticorps marquées à l'iode-125), d'où le nom de dosage par radio-immunologie (*Radio Immunology Assay* – RIA). Toutefois, le nombre de laboratoires de diagnostic *in vitro* diminue du fait de l'utilisation de techniques plus performantes en matière de sensibilité de détection, telles l'immunoenzymologie ou la chimiluminescence.

La **médecine nucléaire à visée thérapeutique ou RIV** utilise l'administration de MRP pour délivrer une dose importante de rayonnements ionisants à un organe cible, dans un but curatif ou palliatif. Deux champs d'applications thérapeutiques de la médecine nucléaire peuvent être distingués : l'oncologie et les affections non oncologiques.

GRAPHIQUE 5 État des lieux du parc national en médecine nucléaire en 2023



La recherche impliquant la personne humaine (RIPH) en médecine nucléaire est particulièrement dynamique ces dernières années, principalement dans le domaine de la thérapie en oncologie avec l'émergence de nouveaux vecteurs et radionucléides.

Les traitements RIV peuvent être administrés par voie orale (par exemple, capsules d'iode-131) ou par voie systémique (injection intraveineuse ou *via* un cathéter).

Selon l'activité administrée ou la nature du radionucléide utilisé, certaines thérapies nécessitent l'hospitalisation des patients pendant plusieurs jours dans des chambres spécialement aménagées du service de médecine nucléaire pour assurer la radioprotection du personnel, des proches du patient et de l'environnement. La protection radiologique de ces chambres est adaptée à la nature des rayonnements émis par les radionucléides et des cuves recueillent les urines contaminées des patients.

Pour les utilisations à des fins de thérapie, 170 chambres de RIV sont réparties dans 45 services de médecine nucléaire (voir graphique 5).

Jusqu'à récemment, la RIV a été une technique minoritaire parmi les stratégies thérapeutiques en cancérologie mais elle fait aujourd'hui l'objet d'un nombre croissant d'essais cliniques, notamment en oncologie. Elle soulève de nombreuses questions de radioprotection pour le patient et son entourage, les professionnels, ainsi qu'en matière d'aménagement des services de médecine nucléaire et de gestion des déchets et des effluents. Aussi, la mise en œuvre de ces nouveaux traitements nécessite d'approfondir la connaissance des enjeux de radioprotection spécifiques dès la phase de recherche clinique. C'est pourquoi, en 2023, l'ASN a saisi le GPRP, engagé des discussions avec les acteurs de la médecine nucléaire et s'est impliquée dans le [projet européen SimpleRad](#) (*study on the implementation of Euratom and EU legal bases with respect to the therapeutic uses of radiopharmaceuticals*) visant à améliorer la compréhension des liens et des interdépendances entre les législations pharmaceutiques européennes et les exigences d'Euratom en matière de radioprotection.

Les pharmacies à usage intérieur

Du fait de la réforme des autorisations de soins en cours de déploiement (voir point 2.3), pour les titulaires de mention A, l'autorisation est conditionnée au concours d'un radiopharmacien,

rattaché à la pharmacie à usage intérieur si le service de médecine nucléaire est situé dans un site en disposant. Pour les titulaires de mention B, les missions des radiopharmaciens sont assurées et structurées au sein de la pharmacie à usage intérieur de l'établissement et le local de préparation des MRP au sein du service de médecine nucléaire, appelé « radiopharmacie », fait partie de la pharmacie à usage intérieur. 105 radiopharmacies étaient dénombrées en 2020 au sein des unités de médecine nucléaire dans les établissements publics de santé et les établissements de santé privés d'intérêt collectif, tels que les centres de lutte contre le cancer. Le radiopharmacien a principalement en charge la gestion du circuit du MRP (approvisionnement, détention, préparation, contrôle, dispensation et traçabilité), ainsi que la qualité de sa préparation. Concernant la préparation, l'ANSM a publié le 20 septembre 2023 le guide des [Bonnes pratiques de préparation](#) qui est entré en vigueur le 20 septembre 2023 en remplacement de celui de 2007.

Les équipements

Outre les caméras utilisées dans les unités de médecine nucléaire, des enceintes radioprotégées sont installées dans les services, afin de manipuler en toute sécurité les sources non scellées.

Sont également utilisés des dispositifs automatisés ou semi-automatisés de préparation et d'injection des MRP marqués au fluor-18 et au gallium-68.

2.3.2 Les règles techniques applicables aux installations de médecine nucléaire

Les contraintes spécifiques de radioprotection en médecine nucléaire sont liées à la mise en œuvre de radionucléides en sources non scellées. Les services sont conçus et organisés pour recevoir, stocker et manipuler ces sources radioactives non scellées en vue de leur administration aux patients ou en laboratoire (cas de la radio-immunologie). Des dispositions sont également prévues pour la collecte, l'entreposage et l'élimination des déchets et effluents radioactifs produits dans l'installation, notamment pour les radionucléides contenus dans les urines des patients.

Conformité aux règles techniques de conception, d'exploitation et de maintenance des services de médecine nucléaire

Les services de médecine nucléaire doivent répondre aux règles prescrites par la [décision n° 2014-DC-0463 de l'ASN du 23 octobre 2014](#) relative aux règles techniques minimales de conception, d'exploitation et de maintenance auxquelles doivent répondre les installations de médecine nucléaire *in vivo*.

Cette décision précise en particulier les règles de ventilation des locaux des services de médecine nucléaire et des chambres accueillant les patients qui bénéficient notamment d'un traitement du cancer de la thyroïde avec l'iode-131. Le [Guide n° 32](#) précisant certains points de cette décision, publié par l'ASN en mai 2017, a été mis à jour en février 2020.

Par ailleurs, les installations équipées d'un TDM couplé à une gammacamera ou à une caméra TEP doivent répondre aux dispositions de la [décision n° 2017-DC-0591 de l'ASN du 13 juin 2017](#) fixant les règles techniques minimales de conception auxquelles doivent répondre les locaux dans lesquels sont utilisés des appareils électriques émettant des rayons X.

La gestion des déchets et des effluents issus des services de médecine nucléaire

La gestion des déchets et effluents potentiellement contaminés par des radionucléides doit être décrite dans un plan de gestion qui comprend, notamment, les modalités de la surveillance des effluents rejetés, conformément à l'[article R. 1333-16 du code de la santé publique](#) et à la [décision n° 2008-DC-0095 de l'ASN du 29 janvier 2008](#). Des locaux doivent être dédiés à ces activités, avec des équipements spécifiques permettant notamment de surveiller les conditions de rejets des effluents (niveaux de remplissage des cuves, dispositifs d'alarme de fuites, etc.). La conformité des installations destinées à recueillir les effluents et déchets produits par les services de médecine nucléaire doit être vérifiée régulièrement. Des travaux de révision de la décision ont débuté fin 2020 et conduiront également à faire évoluer le [Guide n° 18 de l'ASN](#) du 26 janvier 2012.

Parmi les 15 recommandations du [rapport](#) du groupe de travail *Déversement dans les réseaux d'assainissement des effluents contenant des radionucléides provenant des services de médecine nucléaire et des laboratoires de recherche* publiées en juin 2019 sur [asn.fr](#), l'une d'entre elles introduit la notion de niveaux guides « contractuels » ou « de gestion » à fixer, le cas échéant, dans l'autorisation de déversement mentionnée à l'[article L. 1331-10 du code de la santé publique](#). Ces niveaux guides, dont la valeur serait spécifique à chaque établissement, sont des niveaux de gestion qui, en cas de dérive des résultats de mesure, doivent déclencher une investigation et, le cas échéant, des corrections au niveau du système de collecte et d'élimination des effluents de l'établissement. L'ASN a saisi l'IRSN⁽⁶⁾ afin de proposer un protocole de mesure et mettre à disposition des établissements une méthode d'exploitation des résultats en vue de définir localement ces niveaux guides, qui pourraient figurer dans les autorisations de déversements entre l'établissement générant ces rejets et les gestionnaires de l'assainissement.

L'IRSN a rendu ses rapports⁽⁷⁾ à l'ASN en 2023; les recommandations de l'IRSN seront analysées dans le cadre des travaux de révision de la [décision n° 2008-DC-0095 de l'ASN du 29 janvier 2008](#).

2.3.3 L'état de la radioprotection en médecine nucléaire

Le parc des installations de médecine nucléaire, en 2023, comporte 252 services de médecine nucléaire autorisés, dont 45 pratiquent la thérapie RIV à forte activité nécessitant une hospitalisation en chambre radioprotégée et 134 pratiquent la thérapie RIV à activité modérée en ambulatoire.

Au cours de l'année 2023, 142 autorisations de médecine nucléaire ont été délivrées, incluant : des changements ou mise en service d'équipement (notamment des TEP), des augmentations d'activité de radioisotopes déjà utilisés, des extensions d'autorisation pour permettre l'usage de nouveaux radionucléides et des autorisations pour la réalisation d'études cliniques avec de nouveaux MRP (actinium-225 et holmium-166 par exemple).

La programmation des inspections de l'ASN en médecine nucléaire est établie selon une approche graduée, en prenant en compte notamment la répartition des types d'actes dans les services, avec des enjeux distincts selon qu'il s'agit d'actes à visée diagnostique ou thérapeutique. Dans ce contexte, la fréquence des inspections est fixée de manière quinquennale pour les services ne réalisant que des examens à visée diagnostique, quadriennale pour les services réalisant des examens diagnostics et des thérapies ambulatoires (iode délivré en activité inférieure à 800 MBq, synoviorthèses, etc.) et triennale pour les services réalisant des thérapies complexes utilisant de l'iode dans les activités délivrées à une dose supérieure à 800 MBq, du lutétium-177, de l'yttrium-90 (avec hospitalisation en chambre radioprotégée ou non). En conséquence, environ un quart du parc national est inspecté chaque année.

Au regard des enjeux de radioprotection, les contrôles de l'ASN portent sur la radioprotection des travailleurs (organisation de la radioprotection, délimitation des zones réglementées, dosimétrie d'ambiance, dosimétrie des travailleurs), la radioprotection des patients (analyse des NRD, contrôles de qualité des DM, maîtrise de la dispensation des MRP) et la gestion des sources (circuit des sources non scellées, de la livraison à leur élimination, tels que les locaux de livraison, les cuves d'entreposage et les rejets des effluents).

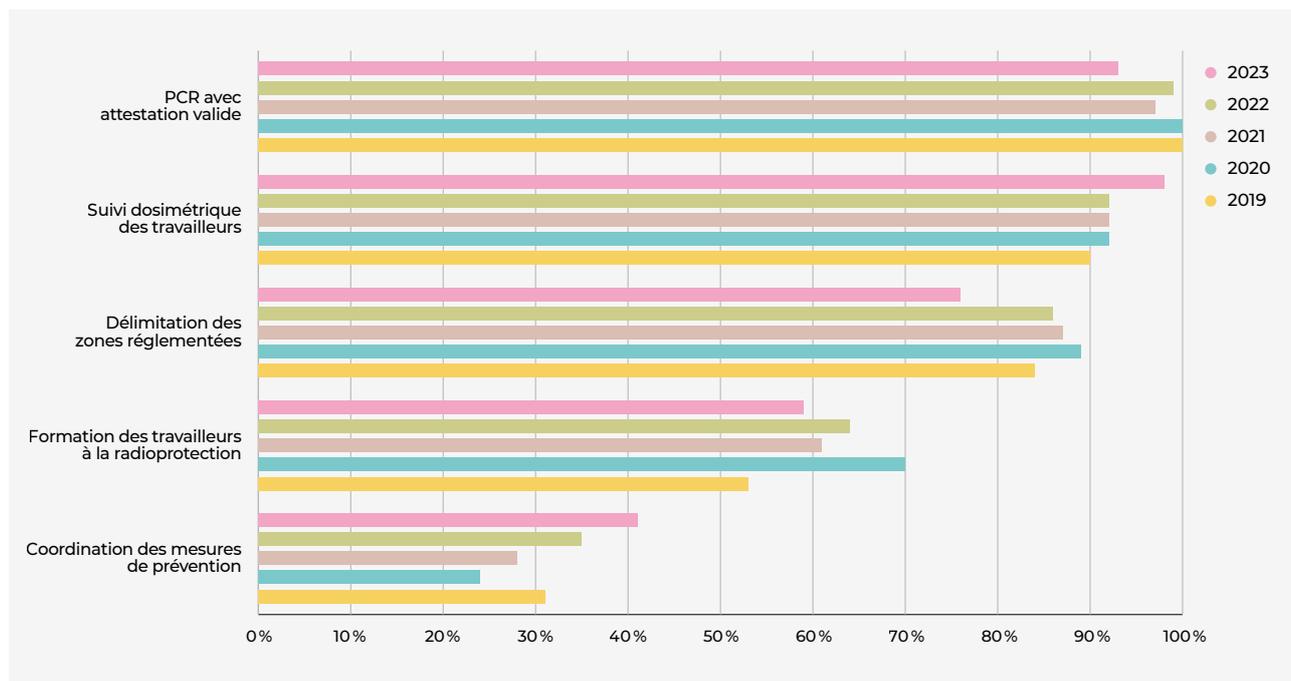
En 2023, 61 services de médecine nucléaire ont été inspectés, représentant 24% des installations. Lors de ces inspections, les centres ont mentionné des problèmes d'effectifs, notamment de manipulateurs en électroradiologie médicale (difficulté à recruter, forte mobilité), ainsi que des difficultés de recrutement de praticiens dans certaines régions conduisant au recours à la télémedecine. L'ASN s'attache à questionner les centres sur l'adéquation de leurs ressources, en particulier lors de nouveaux projets et dans un contexte d'activité croissante.

6. Saisine CODEP-DIS-2020-013834 – Demande d'expertise concernant la définition d'un protocole de mesure et d'une méthode d'exploitation des résultats en vue d'établir localement des niveaux guides de rejets contenant des radionucléides dans l'environnement, provenant des services de médecine nucléaire et des laboratoires de recherche.

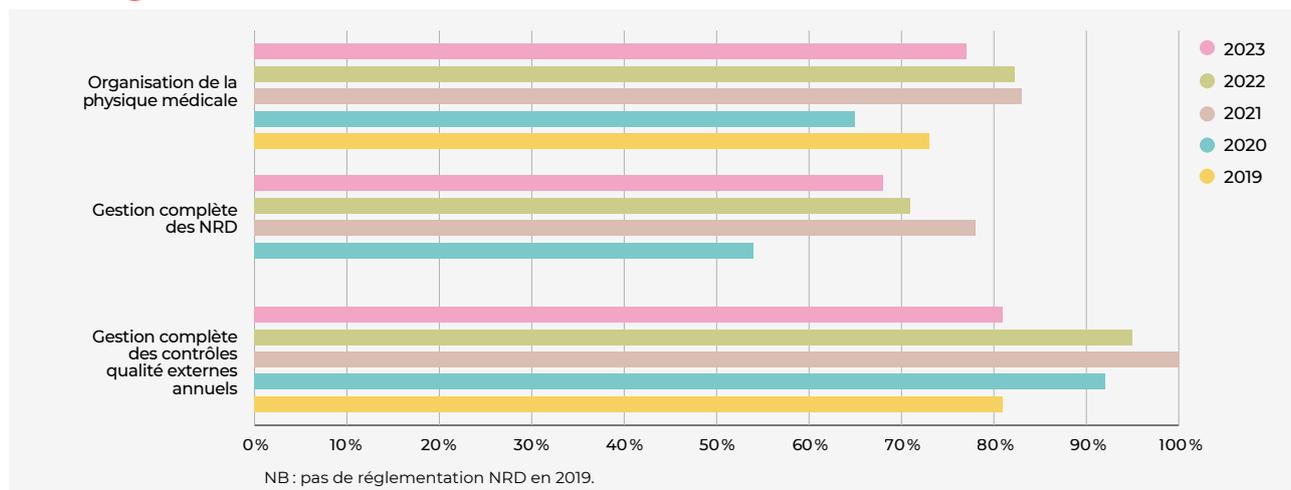
7. Rapport IRSN N° 2023-00061 – Niveaux guides pour le déversement de radionucléides concernant la définition d'un protocole de mesure et d'une méthode d'exploitation des résultats en vue d'établir localement des niveaux guides de rejets contenant des radionucléides dans l'environnement, provenant des services de médecine nucléaire : état des lieux et propositions.

Rapport IRSN N° 2023-00241 – Niveaux guides pour le déversement de radionucléides concernant la définition d'un protocole de mesure et d'une méthode d'exploitation des résultats en vue d'établir localement des niveaux guides de rejets contenant des radionucléides dans l'environnement, provenant des laboratoires de recherche : état des lieux et propositions.

GRAPHIQUE 6 Évolution de la conformité des services de médecine nucléaire à la réglementation des travailleurs (2019-2023)



GRAPHIQUE 7 Évolution de la conformité des services de médecine nucléaire à la radioprotection des patients (2019-2023)



2.3.3.1 La radioprotection des professionnels de médecine nucléaire

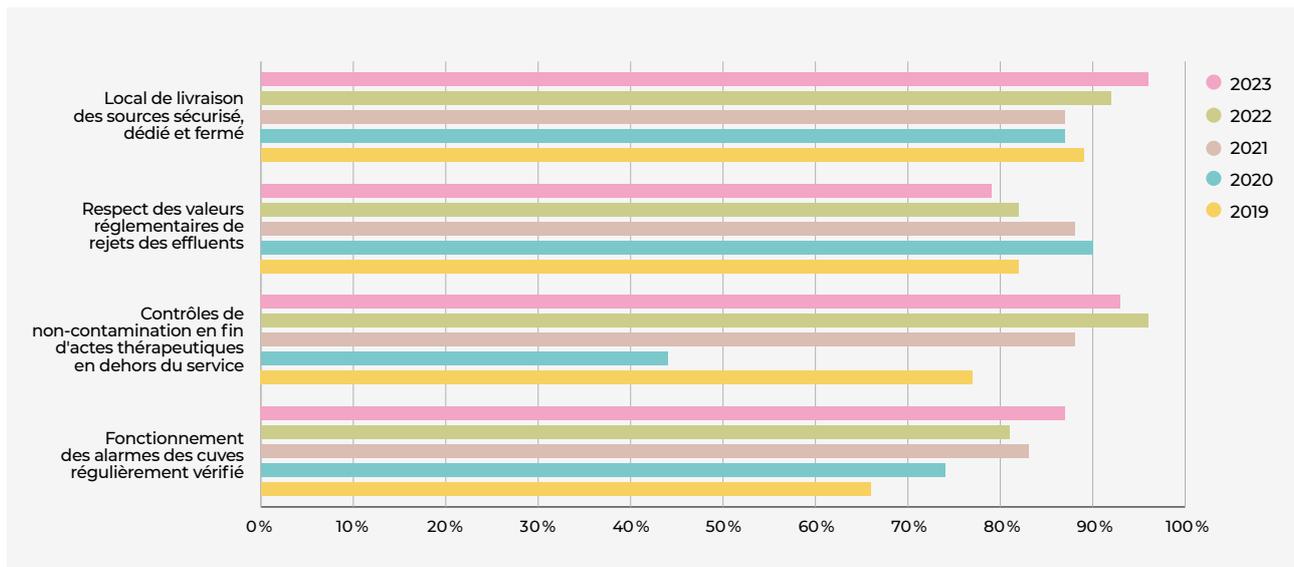
Sur le plan radiologique, le personnel est soumis à un risque d'exposition externe, en particulier au niveau des doigts, du fait notamment de la manipulation de certains radionucléides (cas du fluor-18, de l'iode-131, du gallium-68 ou de l'yttrium-90), lors de la préparation et de l'injection des MRP, ainsi qu'à un risque d'exposition interne par incorporation accidentelle de substances radioactives.

Les inspections réalisées en 2023 révèlent une moins bonne prise en compte des exigences de radioprotection des professionnels comparativement aux années précédentes (voir graphique 6). Les écarts observés concernent la désignation d'une personne compétente en radioprotection (PCR) dédiée à cette activité (attestation valide délivrée par l'employeur dans tous les services inspectés), des défauts de vérification du risque de contamination atmosphérique ou de non-contamination des zones attenantes aux locaux où sont manipulés les radionucléides, l'application des dispositions relatives à la délimitation des zones réglementées en cohérence avec les vérifications des ambiances de travail ainsi que les

vérifications techniques de radioprotection. Ces dernières ont été réalisées, à la fréquence réglementaire requise, pour toutes les sources et appareils dans 62% des services inspectés en 2023, pourcentage en nette diminution par rapport aux années précédentes. En outre, seuls 45% des services inspectés avaient mis en œuvre des travaux de mise en conformité à la suite des constats de non-conformité faits lors des dernières vérifications. En revanche, la quasi-totalité des services inspectés en 2023 assurent un suivi et analysent les résultats dosimétriques de leurs professionnels.

Deux axes d'amélioration demeurent en 2023 à l'instar des années précédentes. Le premier concerne la mise à jour de la formation des personnels à la radioprotection des travailleurs (59% des services inspectés ont la totalité des professionnels concernés formés depuis moins de trois ans en 2023), exigence pour laquelle l'ASN note un léger recul ces trois dernières années. Le second axe d'amélioration récurrent est celui de la coordination des mesures de prévention avec les entreprises extérieures, même si une légère amélioration est à noter en 2023 avec un peu plus d'un tiers des services de médecine nucléaire ayant établi un plan de prévention avec l'ensemble des entreprises intervenantes.

GRAPHIQUE 8 Évolution de la conformité des services de médecine nucléaire à la protection des populations et de l'environnement (2019-2023)



2.3.3.2 La radioprotection des patients en médecine nucléaire

L'ASN évalue, depuis l'entrée en vigueur de la [décision n° 2019-DC-0667 du 18 avril 2019](#) sur les NRD⁽⁸⁾, les nouvelles exigences relatives à la qualité du recueil des doses, leur analyse et l'optimisation mise en place, si celle-ci s'avère nécessaire. Les inspecteurs de l'ASN notent que le pourcentage de 68% des services qui déploient une démarche complète d'optimisation (voir graphique 7 page précédente) est relativement stable avec des améliorations attendues dans l'évaluation et l'analyse des doses délivrées et des activités administrées.

La gestion des contrôles de qualité externes des DM reste satisfaisante mais l'ASN note un recul en 2023 avec 81% des services inspectés ayant réalisé les contrôles qualité de l'ensemble de leurs DM à la fréquence réglementaire requise, contre plus de 95% les années précédentes (voir graphique 7 page précédente).

L'organisation mise en place pour permettre l'intervention d'un physicien médical, l'identification de ses missions et la quantification de son temps de présence sur site sont à un niveau un peu moindre qu'au cours des deux années précédentes, avec 77% des services présentant une bonne organisation de la physique médicale en 2023, contre 83% en 2021 et 2022 (voir graphique 7 page précédente). Cependant, pour certains services inspectés en 2023, le plan d'organisation de la physique médicale (POPM) était incomplet et l'organisation de la physique médicale décrite dans le POPM a été jugée insuffisante.

Enfin, à la suite de la publication des deux décisions [n° 2019-DC-0660](#) et [n° 2021-DC-0708 de l'ASN](#) fixant les obligations d'assurance de la qualité, respectivement en imagerie médicale et pour les actes thérapeutiques, l'ASN constate un engagement et un investissement importants des services de médecine dans le déploiement des SMQ. L'ASN constate que la démarche d'habilitation se déploie, avec toutefois encore des disparités entre les personnels médical et paramédical; cette démarche étant majoritairement déclinée pour les professionnels paramédicaux. La culture de déclaration des événements, même si elle est présente dans une grande partie des services inspectés, doit s'améliorer voire se renforcer, l'ASN ayant observé que des ESR n'avaient pas été déclarés dans certains centres.

2.3.3.3 La protection de la population et de l'environnement

Le respect des exigences relatives à la protection de la population et de l'environnement a été contrôlé pour l'ensemble des centres inspectés.

Plus de 90% des services inspectés sur la période 2019-2023 (96% en 2023) disposent d'un local de livraison dédié et sécurisé (voir graphique 8), conforme aux exigences de la [décision n° 2014-DC-0463 de l'ASN du 23 octobre 2014](#). Environ 20% des services inspectés chaque année (21% en 2023) ont des difficultés pour respecter les limites réglementaires (10 becquerels par litre – Bq/L – pour les effluents contaminés après entreposage, ou 100 Bq/L pour les effluents issus des chambres de patients traités à l'iode-131) fixées pour l'activité volumique des effluents rejetés après décroissance des effluents (voir graphique 8). Ces trois dernières années, des améliorations sont relevées concernant la vérification des détecteurs de fuites des cuves d'entreposage dans le bac de rétention ainsi que la formalisation des contrôles avec plus de 80% des centres inspectés qui respectent la réglementation (87% en 2023). Les inspections ont aussi révélé que les PGED ne contiennent pas toujours tous les éléments attendus tels que la convention de rejet signée avec le gestionnaire du réseau public récupérant les eaux usées, et la fixation d'une valeur limite à respecter à l'émissaire de l'établissement.

Par ailleurs, l'ASN constate une amélioration ces trois dernières années concernant la réalisation des contrôles de non-contamination en fin d'actes thérapeutiques lorsque ceux-ci sont réalisés en dehors des services de médecine nucléaire, lesquels sont effectués de manière satisfaisante par plus de 90% des services inspectés (93% en 2023).

L'ASN relève des difficultés de mise en œuvre, par les RAN, de la [nouvelle réglementation](#) portant sur les vérifications effectuées au titre du code de la santé publique, applicable depuis le 1^{er} janvier 2023. La principale difficulté est liée à la définition des attendus (périmètre de l'action de vérification) de l'arrêté, que ce soit pour les organismes agréés ou les centres.

8. Arrêté du 23 mai 2019 portant homologation de la décision n° 2019-DC-0667 de l'ASN du 18 avril 2019 relative aux modalités d'évaluation des doses de rayonnements ionisants délivrées aux patients lors d'un acte de radiologie, de pratiques interventionnelles radioguidées ou de médecine nucléaire et à la mise à jour des niveaux de référence diagnostiques associés.

2.3.3.4 Les événements déclarés en médecine nucléaire

Parmi les 61 services inspectés, la plupart disposent d'un système d'enregistrement des événements indésirables. Pour une majorité des événements déclarés à l'ASN, le plan d'action proposé est adapté mais des lacunes sont parfois observées dans l'analyse des causes profondes de l'événement. En revanche, plusieurs services inspectés n'avaient pas déclaré certains ESR à l'ASN, principalement par manque de sensibilisation du personnel à la déclaration.

Le nombre d'ESR déclarés en 2023 s'élève à 201, nombre en légère hausse par rapport à 2022 et en augmentation globalement sur ces dernières années (40% depuis 2019 – voir point 2.7).

Comme les années précédentes, la majorité des événements déclarés (71%) concernent les patients (voir graphique 9). Les événements déclarés sont, pour la plupart, sans conséquence clinique attendue au regard des activités injectées.

L'ASN constate que le déploiement de l'activité de médecine nucléaire, notamment lors de l'achat de nouveaux dispositifs, modifie les organisations ainsi que l'activité de travail et peut être source d'ESR si ce déploiement n'est pas maîtrisé. C'est le constat établi par l'ASN lors d'une inspection conduite en 2023 à la suite de la survenue de deux événements déclarés en dix jours dans le secteur TEP d'un même centre. Il est apparu que l'augmentation notable de l'activité du service avec une quatrième TEP, sans recrutement de personnel, couplé à l'introduction d'un système de lecture de codes-barres en vue de sécuriser le processus de préparation et d'injection des MRP auquel le personnel devait s'habituer, avec des personnels pouvant être en poste sur plusieurs secteurs (personnel volant), ont été des facteurs contributifs de la survenue de ces événements.

Les événements concernant les patients (142 ESR, soit 71% des ESR déclarés)

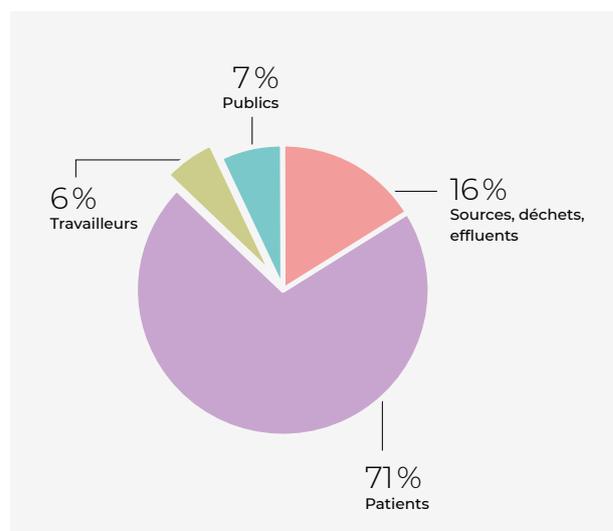
La grande majorité des ESR concernant des patients en médecine nucléaire a lieu dans le cadre d'actes à visée diagnostique (> 90%). Ces ESR sont majoritairement liés à des erreurs survenues lors de l'injection (erreur de MRP ou activité injectée différente de celle prescrite dans plus de 50% des ESR) ou à la suite d'erreurs d'identité de vigilance dans 30% des cas (administration d'un MRP au mauvais patient), et résultent de dysfonctionnements organisationnels et humains, en général dans des contextes de forte activité. En 2023, cinq événements de ce type ont concerné des enfants. Neuf événements ont été déclarés en raison d'extravasation⁽⁹⁾ du MRP.

En 2023, dix événements survenus au cours d'un acte thérapeutique ont été déclarés dont quatre événements liés à des complications associées à la mise en œuvre de microsphères d'yttrium-90. Les autres ESR concernent des erreurs lors de la manipulation ou de l'injection de MRP (quatre ESR avec du lutétium-177 et un avec de l'iode-131).

Les événements concernant les professionnels (13 ESR, soit 6% des ESR déclarés)

Treize événements concernant des professionnels en médecine nucléaire ont été déclarés en 2023. Ils résultent de contaminations ayant entraîné des expositions interne ou externe (contaminations surfaciques liées à des manipulations non maîtrisées ou lors de la réception d'un flacon cassé). Aucun de ces ESR n'a conduit à un dépassement de la limite réglementaire de dose pour les travailleurs concernés.

GRAPHIQUE 9 Répartition (en %) des ESR en médecine nucléaire en 2023



Les événements concernant le public (14 ESR, soit < 7% des ESR déclarés)

Treize des événements concernant le public résultent de l'exposition de fœtus de femmes qui ignoraient leur grossesse. Les doses reçues étaient sans conséquence pour l'enfant à naître. Un bulletin « [La sécurité du patient](#) », publié en 2021, a été consacré à ce type d'événement. Le 14^e impliquant la population concerne un débit de dose élevé (point chaud) mis en évidence au niveau d'un couloir de circulation d'un service de soins d'hôpital de jour.

Les événements concernant les sources, les déchets et les effluents radioactifs (32 ESR, soit 16% des ESR déclarés)

Ces ESR sont liés majoritairement aux pertes/découvertes de sources, à la dispersion de radionucléides (liée à des débordements de cuves d'effluents radioactifs ou à des fuites dans le circuit d'évacuation de ces effluents), à des livraisons non conformes aux autorisations et aux rejets non autorisés d'effluents dans l'environnement (vidange de cuves, etc.).

Des difficultés de gestion des déchets solides produits dans le cadre des traitements par RIV de certains cancers de la prostate avec des MRP utilisant du lutétium-177 ont récemment émergé. Des consignes sont données au patient à son départ du service de médecine nucléaire pour la gestion des déchets produits à domicile (par exemple, protections hygiéniques) dans les jours qui suivent son traitement, parmi lesquelles le stockage de ses déchets pendant plusieurs semaines à son domicile. Ces consignes ne sont à ce jour pas harmonisées au niveau national. Le stockage de ce type de déchets à domicile peut être difficile (manque de place, local non adapté). Aussi, il arrive que des déchets parviennent avant le délai indiqué dans les consignes de sortie des patients dans les installations de traitement des déchets, provoquant le déclenchement des portiques de détection de radioactivité. Des solutions ont été proposées par des centres de traitement des déchets ménagers comme la mise à disposition des patients de collecteurs de plus gros volume et le ramassage de ces collecteurs en porte-à-porte, tout en renforçant la sensibilisation des patients.

9. L'extravasation est une injection ou une fuite accidentelle inappropriée et non-intentionnelle de médicaments dans les espaces péri-vasculaires ou sous-cutanés, plutôt que dans le compartiment vasculaire cible.

Toutefois, ces solutions ponctuelles étant coûteuses et ce type de traitement prometteur étant amené à se développer, l'ASN

attire l'attention des professionnels sur la nécessité de trouver des solutions pérennes afin d'être étendues à l'ensemble du territoire.

SYNTHÈSE

Les inspections réalisées en 2023 dans près d'un quart des services de médecine nucléaire, mises en perspective de celles réalisées durant la période 2019-2022, permettant de couvrir l'ensemble du parc, témoignent d'une bonne prise en compte de la radioprotection dans la majorité des services. Les observations réalisées en 2023 confirment cependant que des améliorations sont nécessaires dans la gestion des effluents, même si des progrès ont été observés dans la vérification du fonctionnement des alarmes de cuves, dans la formalisation de la coordination des mesures de prévention avec les entreprises extérieures (pour la maintenance, l'entretien des locaux, l'intervention de médecins

libéraux, etc.) et dans la formation des personnels. L'ASN note que le déploiement des SMQ doit encore progresser, de même que la qualité des analyses des ESR. Parmi les ESR déclarés, ceux relatifs à des erreurs d'administration montrent que le processus d'administration des médicaments doit être régulièrement évalué afin d'en assurer la maîtrise (voir le bulletin « [Sécuriser le circuit du médicament en médecine nucléaire](#) »). Si une organisation de la physique médicale est mise en place dans la majorité des centres, ce point doit faire l'objet d'une vigilance en raison du fort développement de la thérapie avec l'arrivée de nouveaux MRP.

Plus généralement, l'émergence croissante d'essais cliniques mettant en jeu de nouveaux vecteurs et de nouveaux radionucléides (lutétium-177, actinium-225, plomb-212, holmium-166, etc.) rend nécessaire l'approfondissement de la connaissance des enjeux de radioprotection associés, non seulement pour le patient et son entourage, mais également pour les professionnels, le public et l'environnement. Les travaux engagés au plan national dans le cadre du GPRP saisi par l'ASN et au plan européen, dans le cadre du [projet SimpleRad](#), doivent mener à des recommandations pour faire face à ces nouveaux enjeux.

2.4 LES PRATIQUES INTERVENTIONNELLES RADIOGUIDÉES

Les pratiques interventionnelles radioguidées (PIR) regroupent l'ensemble des techniques d'imagerie utilisant des rayonnements ionisants à visée d'imagerie, de guidage ou de contrôle, pour la réalisation d'actes médicaux ou chirurgicaux invasifs, à but diagnostique, préventif ou thérapeutique.

Ces pratiques sont en constante évolution et les indications continuent de se diversifier. Elles peuvent être réalisées dans des services d'imagerie dédiés à l'imagerie interventionnelle ou au bloc opératoire. Les salles fixes de radiologie interventionnelle ont été conçues et aménagées en prenant en compte l'utilisation des rayonnements ionisants. Ce n'est pas le cas pour tous les blocs opératoires, qui font progressivement l'objet de mise en conformité.

Du fait des niveaux d'exposition mis en jeu, tant pour les patients que pour les professionnels qui peuvent être amenés à travailler à proximité des sources, les PIR et particulièrement les blocs opératoires, du fait d'une moindre culture de radioprotection, font partie des priorités nationales d'inspection de l'ASN.

2.4.1 La présentation des techniques

Les établissements

Selon les codes de la classification commune des actes médicaux et les données remontées en matière d'activités par les établissements de santé à l'Agence technique de l'information sur l'hospitalisation (ATIH), environ 900 établissements pratiquent des PIR à enjeux sur le plan de la radioprotection dans une ou plusieurs disciplines. Parmi les PIR à enjeux, peuvent être citées la cardiologie (pose de défibrillateur, angioplastie, etc.), la neurologie interventionnelle (embolisation pour malformation artérioveineuse), la radiologie vasculaire (embolisation du tronc coeliaque), ou bien encore l'embolisation utérine. La répartition du nombre d'établissements par catégorie de PIR, pour les établissements ayant déclaré les PIR pratiquées⁽¹⁰⁾, est présentée

dans le graphique 10 (voir page suivante). Sur la base des informations disponibles, les activités les plus répandues dans les établissements sont celles réalisées sur le système digestif et viscéral, en urologie et sur l'appareil locomoteur (environ 450 établissements sont concernés).

Les équipements

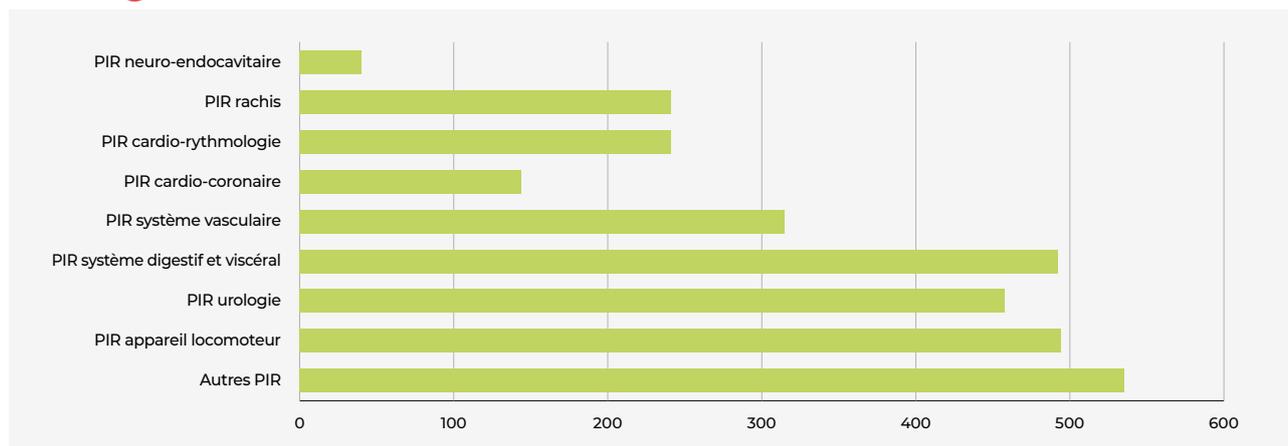
Les équipements utilisés en PIR sont soit des équipements à arceaux fixes, installés dans les services d'imagerie interventionnelle où sont exercées les spécialités vasculaires (neuro-radiologie, cardiologie, etc.), soit des arceaux déplaçables de radiologie, utilisés principalement dans les salles des blocs opératoires par plusieurs spécialités chirurgicales, notamment en chirurgie vasculaire, en gastro-entérologie, en orthopédie et en urologie.

Les détecteurs présents sur les équipements à arceaux sont des amplificateurs de luminance ou des capteurs plans. Ces équipements font appel à des techniques utilisant la radioscopie et la radiographie dynamique cadencée (appelée « fluorographie » ou encore « mode ciné ») destinées à produire des images à haute résolution spatiale et temporelle. Le mode d'obtention des images par soustraction peut être également utilisé par les praticiens, après injection de produit de contraste.

Des DM de plus en plus performants et complexes sont installés dans les établissements pratiquant des PIR. Les installations de salles dites « hybrides », qui associent les caractéristiques d'un bloc de chirurgie classique à celles d'une salle d'imagerie interventionnelle continuent de se développer. Dans ces salles sont combinés des arceaux fixes ou mobiles et des scanners fixes ou mobiles. Cette combinaison permet au chirurgien d'effectuer de la chirurgie dite « mini-invasive » sous imagerie 2D et 3D. Compte tenu des niveaux de doses délivrées plus élevés que lors d'autres pratiques interventionnelles, l'optimisation des pratiques est nécessaire pour réduire les doses d'exposition pour les patients et les opérateurs qui interviennent le plus souvent à proximité immédiate du patient.

10. Formulaire que les établissements ont dû renseigner avec les informations demandées au paragraphe I de l'article 12 de la décision n° 2021-DC-0704 de l'ASN relative au régime de l'enregistrement dans le domaine médical « Pour les pratiques interventionnelles radioguidées ayant fait l'objet d'une déclaration à l'ASN, doivent être transmis, dans les douze mois suivant l'entrée en vigueur de la présente décision [avant le 1^{er} juillet 2022] », une description des types d'actes exercés selon la liste figurant à l'article 1^{er} [de la décision], ainsi que les références de la déclaration concernée.

GRAPHIQUE 10 Répartition du nombre d'établissements par catégorie de pratiques interventionnelles radioguidées en 2023



2.4.2 Les règles techniques d'aménagement des locaux

Les locaux dans lesquels sont réalisées les PIR, blocs opératoires et salles d'imagerie interventionnelle, doivent être aménagés conformément aux dispositions de la [décision n° 2017-DC-0591 de l'ASN du 13 juin 2017](#) fixant les règles techniques de conception auxquels doivent répondre les locaux où sont utilisés des appareils électriques émetteurs de rayons X.

Les règles de conception des locaux, fixées par la décision, visent à protéger les travailleurs pour limiter leur exposition aux rayonnements ionisants. Les dispositions doivent permettre à tout personnel pénétrant dans un local où un appareil électrique émettant des rayons X est présent et utilisé, d'évaluer le risque pour adopter les mesures de radioprotection adéquates en entrant ou étant présent dans la salle. S'agissant des signalisations, elles s'imposent à l'accès des salles d'opération et à l'intérieur de celles-ci dès lors qu'un appareil y est présent et pour signaler l'émission d'un rayonnement. Il est important de souligner que de nombreux intervenants médicaux ou non médicaux interviennent particulièrement au bloc opératoire. Des consignes simples et opérationnelles, dans un contexte de risques multiples et d'environnement complexe, doivent être privilégiées. Les signalisations sont en outre des mesures de prévention parmi les plus efficaces, de même que le port de protection individuelle et de dosimètre adapté pour chaque intervenant dès lors qu'une zone réglementée est délimitée en raison du risque d'exposition aux rayonnements ionisants.

Quelques centres se sont dotés de halls opératoires constituant des plateaux techniques pouvant permettre la réalisation d'actes de manière simultanée avec mutualisation de certains personnels. Le respect des exigences réglementaires, notamment celles relatives à la signalisation, peut s'avérer plus compliqué pour ces halls.

2.4.3 L'état de la radioprotection dans le domaine des pratiques interventionnelles radioguidées

Depuis plusieurs années, des ESR sont régulièrement déclarés à l'ASN dans le domaine des PIR; leur nombre reste faible au regard du nombre d'actes pratiqués. L'ASN constate toujours lors de ses inspections un manque de connaissance des professionnels interrogés s'agissant des critères de déclaration des événements alors que dans certains centres les doses administrées sont importantes et dépassent parfois les seuils de dose au-delà desquels des dommages tissulaires apparaissent (radiodermes, nécroses) chez des patients ayant eu des procédures interventionnelles particulièrement longues et complexes. À ces événements, soulignant les enjeux forts de radioprotection pour les patients, il faut ajouter ceux concernant les

professionnels, dont l'exposition peut conduire à des dépassements des limites de dose réglementaires, en particulier au niveau des extrémités (doigts) et du cristallin.

Des techniques, de plus en plus performantes et sophistiquées, se développent dans des environnements peu familiers du risque radiologique. Dans ce contexte, optimiser les doses, tant pour les patients que les travailleurs, est essentiel. C'est pourquoi les contrôles de l'ASN portent notamment sur les règles d'aménagement des locaux, la délimitation et la signalisation des zones réglementées, le suivi dosimétrique et médical des personnels, la mise à disposition d'équipements de protection individuelle (EPI). Concernant les patients, une vigilance particulière est portée à l'optimisation des doses délivrées au patient (mise en place de NRD et analyse de doses), la formation des personnels à la radioprotection des patients et à l'utilisation des DM. La [décision n° 2019-DC-0660 de l'ASN du 15 janvier 2019](#) fixant les obligations d'assurance de la qualité en imagerie médicale mettant en œuvre des rayonnements ionisants permet par son application d'aider les établissements à gérer le risque lié aux rayonnements ionisants.

Les PIR étant nombreuses, variées, réalisées dans de multiples services (neuroradiologie, cardiologie interventionnelle, radiologie interventionnelle et bloc opératoire) au sein d'un même établissement, le programme d'inspections est établi pour que l'ensemble des services réalisant des actes à enjeux soit inspecté en cinq ans. Toutefois les progrès accomplis dans certains centres, les contrôles opérés dans le cadre de l'instruction des demandes d'enregistrement des PIR, ainsi que la nécessité de davantage inspecter les services qui accusent un retard important dans la mise en œuvre des obligations réglementaires de radioprotection ont conduit l'ASN à adapter cette périodicité d'inspection.

La priorisation des inspections est fondée sur le volume d'actes réalisés au sein d'un établissement, la nature de ces derniers, dont dépendent les enjeux de radioprotection pour les patients ou les professionnels, l'état des installations (conformité aux règles d'aménagement des installations et la persistance des non-conformités), la culture de radioprotection des équipes, ainsi que des éléments conjoncturels (ESR, fragilités identifiées dans les établissements déjà inspectés). C'est pourquoi depuis 2018, l'ASN priorise ses inspections dans les blocs opératoires où la culture de radioprotection est moins bien ancrée que dans les services d'imagerie interventionnelle.

En 2023, 139 établissements ont été inspectés, correspondant à 210 services. Comme en 2022, les plateaux de blocs opératoires des centres hospitaliers universitaires et des centres hospitaliers les plus importants, représentant 65% des inspections, ainsi que les

services autorisés par l'ARS (autorisation de soins en rythmologie, cardiologie interventionnelle et neuroradiologie) ont été priorités.

L'ASN observe lors de ces inspections des écarts entre les actes pour lesquels la structure est enregistrée auprès de l'ASN et ceux effectivement pratiqués. En effet, l'offre de soins en pratiques interventionnelles radioguidées des établissements inspectés évolue fréquemment car elle est dépendante des spécialistes que les établissements sont en capacité de recruter (mobilité, pénurie dans certaines spécialités).

À ce jour, 65 % des services d'imagerie interventionnelle et 40 % des blocs opératoires disposent de salles conformes aux exigences de la décision n° 2017-DC-0591 de l'ASN du 13 juin 2017 précitée fixant les règles techniques d'aménagement et ont établi un rapport de conformité. Ces pourcentages fluctuent peu au cours des cinq dernières années. Les établissements mentionnent toujours des difficultés financières, ainsi que techniques en particulier pour la réponse aux exigences de signalisation lumineuse des zones réglementées, notamment avec l'émergence de nouvelles technologies qui nécessitent des modifications du réseau électrique. Après, plusieurs années sans amélioration, malgré des engagements pris par les établissements pour se mettre en conformité, l'ASN déploie en 2023 une approche coercitive (voir encadré ci-contre).

2.4.3.1 La radioprotection des professionnels

La radioprotection des professionnels est jugée satisfaisante concernant, d'une part, la mise en œuvre du zonage radiologique des installations (91 % des services inspectés), avec une meilleure appropriation des notions de zonage au sein des blocs opératoires au cours des cinq dernières années ; d'autre part, la nomination d'une PCR (98 % des services inspectés).

Toutefois, le manque de formation des professionnels à la radioprotection des travailleurs est un constat récurrent en inspection ces cinq dernières années. En 2023, la situation est meilleure au sein des services d'imagerie interventionnelle, mais s'est encore dégradée pour les blocs opératoires. Seuls 5 % des blocs ont formé l'ensemble de leur personnel médical et 19 % l'ensemble de leur personnel paramédical ; ces chiffres étant respectivement de 36 % et 40 % pour les services d'imagerie interventionnelle. L'ASN note ainsi une très faible proportion et une diminution du nombre de blocs opératoires ayant formé l'ensemble de leurs personnels en l'espace de cinq ans. Or, cette formation est essentielle pour appréhender les enjeux de radioprotection et identifier les situations à risque, et pour être en capacité de mettre en œuvre les mesures de prévention afin d'assurer la sécurité des personnels. Les centres expliquent cette situation par un manque de disponibilité des professionnels et/ou d'un manque de mobilisation en raison d'une certaine répétition du contenu délivré dans ces formations. Pour pallier cette difficulté, plusieurs établissements tentent de déployer de nouveaux moyens de formation tels que la formation *e-learning*, la formation flash au bloc opératoire ou bien encore la formation *via* des casques 3D immersifs avec de bons retours des apprenants.

L'ASN constate en 2023 un recours important aux organismes compétents en radioprotection (OCR) soit en tant qu'intervenant spécialisé pour des missions d'appui à une PCR interne, soit en tant que CRP. Ce recours peut en partie expliquer les difficultés de formation du personnel du fait d'une moindre flexibilité d'organisation des sessions de formation lorsqu'elles sont externalisées. Par ailleurs, le recours à un OCR nécessite un encadrement de cette prestation avec une mobilisation forte en interne et un interlocuteur capable d'assurer une continuité pour



MISES EN DEMEURE PAR L'ASN D'UN ÉTABLISSEMENT EN 2023 DANS LE DOMAINE DES PIR

L'ASN a exercé son [pouvoir de sanction](#) en 2023 dans le domaine des PIR en mettant en demeure le CHU de Bordeaux de procéder à la formation continue à la radioprotection des patients des professionnels concernés afin de respecter les dispositions de l'article R. 1333-68 du code de la santé publique et celles de la décision n° 2017-DC-0585 de l'ASN du 14 mars 2017 modifiée. Par ailleurs, ce centre a également été mis en demeure de se mettre en conformité avec les règles d'aménagement des salles interventionnelles définies par la décision n° 2017-DC-0591 de l'ASN du 13 juin 2017.

traiter les questions de radioprotection car les temps de présence sur site du personnel de l'OCR sont souvent très limités. Sans une implication locale forte, les documents produits par l'OCR sont standards et peu adaptés aux particularités des services. Ils sont, en outre, souvent méconnus voire inconnus des équipes, lesquelles ont des difficultés à se les approprier. Or, l'ASN constate que le respect et l'appropriation des exigences relatives à la radioprotection des travailleurs reposent sur une implication forte des personnes qui assurent notamment la bonne mise en œuvre du zonage radiologique, les vérifications de radioprotection et les formations à la radioprotection des travailleurs.

La coordination des mesures de prévention avec les intervenants extérieurs, parmi lesquels figurent des praticiens libéraux, constitue également un axe de progrès tant pour les services d'imagerie interventionnelle que les blocs opératoires. Le pourcentage de services inspectés ayant formalisé avec tous leurs prestataires les mesures de prévention dans un plan de prévention oscille entre 17 et 28 % sur la période 2019-2023. En 2023, seulement 24 % des établissements inspectés avaient formalisé ces mesures. Or, la connaissance des risques liés aux rayonnements ionisants, des mesures de prévention adaptées aux situations rencontrées, notamment par les praticiens libéraux, constitue également un préalable pour assurer leur radioprotection et celle des autres professionnels.

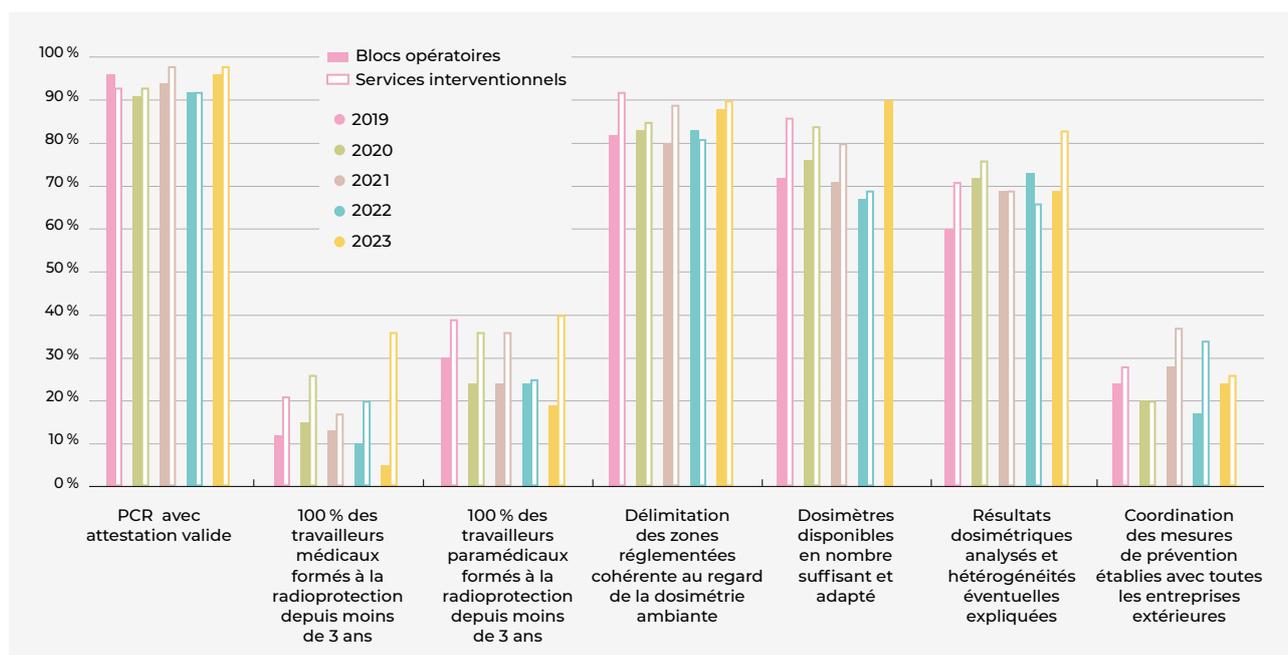
Les professionnels des blocs opératoires ont à leur disposition, dans 90 % des services inspectés en 2023, des dispositifs de suivi dosimétrique en nombre suffisant et adaptés à la nature de leurs expositions, situation bien meilleure que celles constatées au cours des quatre précédentes années, avec une moyenne de l'ordre de 70 %.

L'ASN constate également que l'analyse des résultats dosimétriques par les PCR progresse légèrement au cours de cinq dernières années permettant d'identifier les mauvaises pratiques et d'y remédier ; la situation est meilleure dans les services d'imagerie interventionnelle en 2023 avec 83 % des services qui ont procédé à l'analyse des résultats dosimétriques, comparativement à 71 % en 2019, que dans les blocs opératoires avec respectivement 70 % en 2023 et 60 % en 2019.

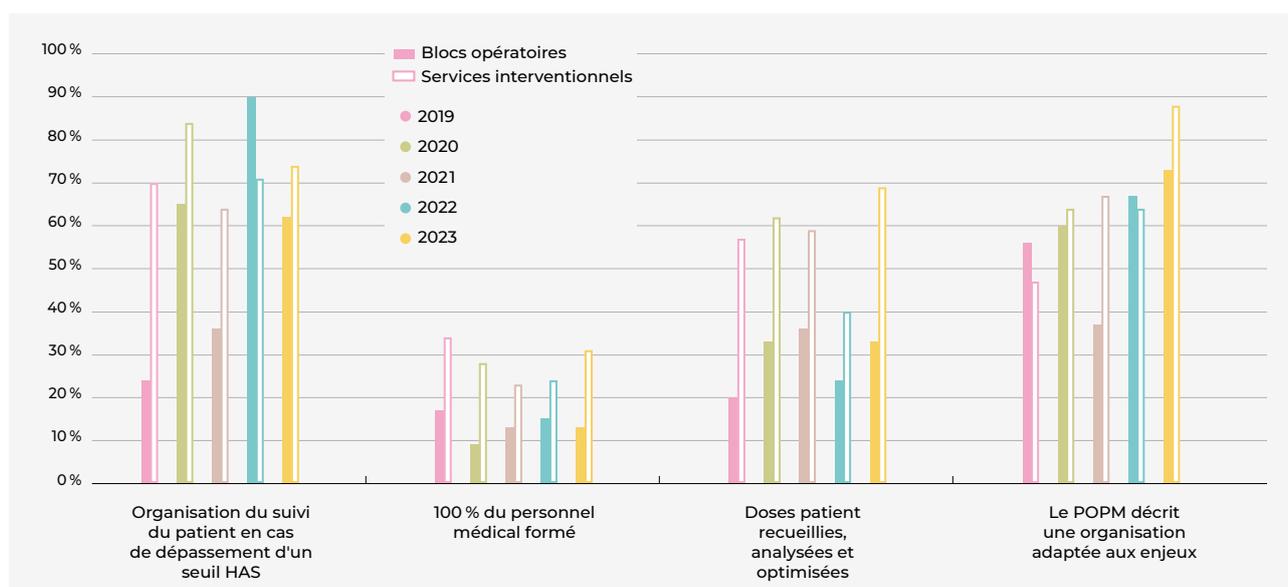
Les vérifications techniques de radioprotection

L'ASN relève que le programme des vérifications des équipements de travail et de l'instrumentation de radioprotection est établi et mis en œuvre dans 58 % des services d'imagerie interventionnelle et 54 % des blocs opératoires. Lorsque des non-conformités ont été identifiées, elles ont été levées ou sont en cours de régularisation, à la date de l'inspection, dans 90 % des cas.

GRAPHIQUE 11 Pourcentage de conformité des installations de PIR inspectées sur le thème de la radioprotection des professionnels en 2023 (blocs opératoires et services interventionnels)



GRAPHIQUE 12 Pourcentage de conformité des installations de PIR inspectées sur le thème de la radioprotection des patients en 2023 (blocs opératoires et services interventionnels)



2.4.3.2 La radioprotection des patients

En 2023, 77% des services inspectés en 2023 pratiquant des actes interventionnels radioguidés recourent à un physicien médical et ont un POPM décrivant l'organisation mise en place pour l'intervention d'un physicien médical; ses missions et son temps de présence sur site sont définis en fonction des activités de l'établissement. Ce chiffre est relativement stable sur la période 2019-2023. Le recours à des prestations externes de physique médicale continue de se développer dans les établissements, dans le secteur privé comme dans les hôpitaux publics. L'externalisation des missions de physique médicale est déléguée en grande partie à des chargés d'affaires intervenant ponctuellement sur site. L'ASN rappelle qu'une collaboration étroite entre opérateurs et physicien médical, ainsi qu'une présence régulière de ce dernier sur le terrain

permettent une utilisation optimisée des équipements avec la mise en place de protocoles adaptés aux actes réalisés, le recueil des doses délivrées et l'évaluation au regard des niveaux de référence dosimétriques locaux. L'ASN note que les physiciens médicaux externes intervenant dans le cadre d'une prestation sont peu présents sur les sites, y compris lorsque la présence d'un physicien médical est exigée par la réglementation, comme par exemple lors des essais de réception de DM et lors de la mise en place de protocoles optimisés au titre de l'article 10 de la [décision n° 2021-DC-0704 de l'ASN](#).

La formation des médecins à la radioprotection des patients constitue de façon récurrente un point de fragilité: environ 13% des blocs opératoires ont formé l'ensemble des médecins. Ce constat, réitéré pour certains centres, a amené l'ASN à mettre

en demeure un centre au regard du non-respect de ces exigences (voir encadré page 232). Le personnel médical est davantage formé dans les services d'imagerie interventionnelle qui ont formé l'ensemble du personnel médical dans 31 % des services, avec une amélioration comparativement à 2022 (24 %).

En moyenne, 58 % des services d'imagerie interventionnelle, au cours des cinq dernières années, ont recueilli, analysé et optimisé les doses. L'ASN note une meilleure situation en 2023 avec 69 % des services d'imagerie interventionnelle qui satisfont à ces obligations comparativement à ceux inspectés en 2022 (40 %). En revanche, seulement 30 % des blocs opératoires en moyenne au cours des cinq dernières années satisfont à ces exigences d'optimisation. L'ASN dresse le même constat de fragilité pour l'application du principe d'optimisation s'agissant du paramétrage des appareils et de l'optimisation des protocoles utilisés. Le temps de formation des professionnels est insuffisant et la pénurie récurrente de personnel paramédical ne facilite pas la programmation et le suivi des formations. Toutefois, des niveaux de référence, pour les examens les plus courants, sont de plus en plus souvent élaborés au niveau local. Cette démarche permet, en outre, de fixer des seuils d'alerte permettant de déclencher un suivi médical du patient adapté en fonction des niveaux de dose délivrés au patient. Les systèmes d'archivage et d'analyse de la dose au patient se déploient également et facilitent l'élaboration de ces niveaux de référence et la programmation (ou l'adaptation) de niveaux d'alerte locaux par équipement et par type d'acte. Ces systèmes sont un atout pour la connaissance des doses précédemment reçues par le patient et pour son suivi, et contribuent à l'optimisation de la dose délivrée.

L'ASN est régulièrement alertée par des situations de non-respect des qualifications requises au bloc opératoire. Dans un contexte de pénurie de MERM dans les blocs opératoires, des infirmières sont amenées à manipuler des appareils émetteurs de rayonnements ionisants sous la responsabilité des médecins. L'ASN est également questionnée sur les périmètres d'intervention et les obligations de formation à la radioprotection des patients des infirmières de blocs opératoires diplômées d'État (IBODE) et des infirmières diplômées d'État (IDE). L'ASN rappelle que la manipulation d'appareils émetteurs de rayonnements ionisants ne peut s'exercer que par des MERM à jour de leur formation à la radioprotection des patients et sous la responsabilité d'un médecin. S'agissant des IBODE, elles disposent dorénavant de nouvelles prérogatives et peuvent, sous la responsabilité d'un chirurgien, apporter une aide dans la réalisation de certains actes interventionnels (réalisés sous arceau mobile au bloc opératoire, dont la réalisation ne nécessite pas d'adaptation de protocole et délivrant une dose inférieure à 10 grays par centimètre carré (Gy/cm²) (Produit Dose-Surface – PDS – en fin de procédure) sans pouvoir ni déclencher, ni paramétrer le DM. Elles doivent en outre disposer d'une habilitation au poste de travail et être à jour de leur formation à la radioprotection des patients (décision de l'ASN approuvant le guide de formation continue à la radioprotection des patients pour les IBODE). S'agissant des IDE, la manipulation d'appareils émetteurs de rayonnements, sous la responsabilité d'un médecin, ne pourrait s'effectuer que dans le cadre d'un protocole de coopération approuvé par les ARS conformément à l'article de la [loi n° 2019-774 du 24 juillet 2019](#) relative à l'organisation et à la transformation du système de santé.

Le suivi du patient en cas de dépassement du seuil d'exposition à la peau [défini par la HAS^{\(11\)}](#) est davantage formalisé dans les services d'imagerie interventionnelle (81 %) inspectés en 2023, que dans les blocs opératoires (62 %) ; les services d'imagerie interventionnelle sont plus fréquemment concernés par des actes conduisant à de tels niveaux d'exposition que les blocs opératoires.

Les contrôles de qualité externes des DM sont généralement réalisés à la bonne fréquence, et les non-conformités étaient levées, ou en cours de mise en conformité, le jour de l'inspection, aussi bien dans les blocs opératoires que dans les services d'imagerie interventionnelle.

2.4.3.3 Les événements déclarés en relation avec les pratiques interventionnelles radioguidées

Un système d'enregistrement des événements est mis en place dans plus de 75 % des sites inspectés réalisant des PIR. En 2023, 26 événements significatifs ont été déclarés et concernent :

- des surexpositions de patients (huit événements) ;
- des expositions de professionnels (11 événements) ;
- des expositions de fœtus de femmes ignorant leur grossesse au moment de l'acte (cinq événements).

Parmi ces ESR, deux sont liés à un dysfonctionnement de DM (arrêt de l'appareil ou dysfonctionnement informatique).

L'un des événements, identifié lors d'une analyse dosimétrique menée par l'établissement, a mis en évidence une augmentation des doses délivrées au cours de l'année 2022. Après recherche des causes, le centre a pu identifier que cette augmentation faisait suite à une opération de maintenance en septembre 2022 au cours de laquelle les paramètres affichés par défaut ne correspondaient pas aux valeurs initialement paramétrées et optimisées. Cet événement montre l'importance d'une bonne communication entre le centre et les mainteneurs ainsi que l'intérêt de définir le périmètre et les actions attendues dans le cadre du contrat de maintenance. L'analyse de cet événement montre également que tous les acteurs ont un rôle à jouer. Sur ce sujet, l'ASN a publié un bulletin [« La sécurité du patient »](#) sur le rôle de l'équipe dans la maîtrise des DM en [PIR](#).

La majorité des surexpositions de patients sont dues à des procédures longues et complexes (en neuroradiologie interventionnelle, urologie, chirurgie digestive, pose de chambre implantable – CIP).

L'analyse des événements met en évidence diverses causes telles qu'un manque d'optimisation des protocoles, une utilisation inappropriée des appareils par les opérateurs révélant des défaillances dans la formation des intervenants et l'importance de la mise en place de procédures d'habilitation au poste de travail. Ces points de fragilité constituent des axes d'amélioration.

Dans le domaine des PIR, les enjeux concernant la radioprotection des travailleurs sont significatifs. En 2023, un ESR a conduit à un dépassement de dose équivalente aux extrémités (500 mSv) pour un chirurgien, dans un contexte de déménagement temporaire dans une salle moins adaptée aux types d'interventions réalisées. Un second ESR concerne le dépassement, sur le dosimètre à lecture différé trimestriel, de la limite annuelle de 20 mSv pour un personnel IADE, alors que la dose susceptible d'être intégrée sur ce type de poste est très largement inférieure à cette valeur et sans que les investigations menées ne permettent d'identifier d'autre cause d'exposition dans l'environnement de travail.

L'ASN rappelle l'importance de la culture de radioprotection et du respect de ses règles, en particulier la mise à disposition de l'ensemble des outils permettant l'optimisation des pratiques, l'utilisation des équipements de protection individuelle et collective, et le respect des règles de port de la dosimétrie passive comme opérationnelle, y compris le rangement sur les tableaux prévus à cet effet, pour le suivi des expositions et l'alerte réactive en cas d'exposition anormale.

11. Améliorer le suivi des patients en radiologie interventionnelle et actes radioguidés – réduire le risque d'effets déterministes du 21 mai 2014.

Dans le domaine des PIR, les inspections de l'année 2023, mises en perspective de celles réalisées sur la période 2019-2022, permettant de couvrir l'ensemble des installations considérées à enjeux sur le plan de la radioprotection, mettent en évidence le fait que la radioprotection progresse peu d'une année sur l'autre, avec une situation qui reste meilleure dans les services d'imagerie interventionnelle que dans les blocs opératoires. Dans la majorité des établissements, la mise en conformité des locaux pour satisfaire aux règles techniques de conception se met en place lentement alors que ces aménagements sont essentiels pour prévenir les risques professionnels. Si la désignation des PCR, la délimitation des zones réglementées, la réalisation des vérifications techniques et des contrôles qualité des DM sont jugés satisfaisants, des écarts réglementaires sont encore fréquemment relevés, tant pour la radioprotection des professionnels que celle des patients, avec des situations non satisfaisantes s'agissant de la formation à la radioprotection des travailleurs et des patients et de la coordination des mesures

de prévention lors de coactivité, en particulier avec les praticiens libéraux. Constatant des fragilités persistantes dans ce domaine depuis plusieurs années, l'ASN a décidé de déployer une démarche de coercition et a mis en demeure en 2023 un établissement de se conformer aux exigences réglementaires relatives à la formation à la radioprotection des professionnels et à l'aménagement des salles de bloc opératoire.

L'ASN constate par ailleurs que les centres recourent de plus en plus aux OCR, soit en tant qu'intervenant spécialisé pour des missions d'appui à une PCR interne, soit en tant que CRP et que cette sous-traitance, dès lors qu'elle est insuffisamment maîtrisée, conduit à une dilution des responsabilités des RAN et une moindre appropriation voire une dégradation de la radioprotection. Si le recours aux professionnels médicaux et la formalisation des POPM progressent, la mise en œuvre de la démarche d'optimisation doit encore s'améliorer, en particulier dans les blocs opératoires où l'analyse des doses est encore insuffisamment réalisée et

des constats de protocoles inadaptés ou absents demeurent. En revanche, la culture du signalement se diffuse ces cinq dernières années, avec la mise en place des systèmes d'enregistrement des événements. La déclaration des ESR souligne que les opérations de maintenance, qui peuvent avoir des répercussions sur les doses délivrées, doivent être correctement encadrées et que la formation des praticiens à l'utilisation des DM est essentielle pour la maîtrise des doses. En outre, c'est dans ce domaine que les événements concernant la radioprotection des professionnels sont les plus significatifs avec des dépassements de limite de dose déclarés en 2023 rappelant l'importance de respecter les règles de radioprotection, en particulier l'utilisation des équipements de protection individuelle et collective. Un travail important de sensibilisation de l'ensemble des professionnels médicaux, paramédicaux et administratifs des établissements reste nécessaire pour une meilleure perception des enjeux, notamment pour les intervenants au bloc opératoire.

Enfin, des expositions fortuites de fœtus de femmes enceintes, ignorant leur grossesse, qui ont bénéficié d'un acte thérapeutique au niveau du bassin ont été déclarées. Un REX spécifique à ce type d'événements a été réalisé en 2021 via un bulletin « La sécurité du patient ».

2.5 LE RADIODIAGNOSTIC MÉDICAL ET DENTAIRE

2.5.1 La présentation des équipements

Le [radiodiagnostic médical](#) est fondé sur le principe de l'atténuation différentielle des rayons X dans les organes et tissus du corps humain. Les informations sont recueillies sur des supports numériques permettant le traitement informatique des images obtenues, leur transfert et leur archivage.

Le radiodiagnostic est une des plus anciennes applications médicales des rayonnements ionisants ; il regroupe toutes les modalités d'exploration morphologique du corps humain utilisant les rayons X produits par des générateurs électriques. Occupant une grande place dans le domaine de l'imagerie médicale, il comprend diverses techniques (radiologie conventionnelle, radiologie associée à des pratiques interventionnelles, scanographie, mammographie) et une très grande variété d'examen (rétroalvéolaire, radiographie du thorax, scanner thoraco-abdomino-pelvien, etc.).

La demande d'examen radiologique par le médecin doit s'inscrire dans une stratégie diagnostique tenant compte des informations déjà connues chez le patient, de la question posée, du bénéfice attendu pour le patient, du niveau d'exposition de l'examen et de l'historique des doses et des possibilités offertes par d'autres techniques d'investigation non irradiantes. La Société française de radiologie et d'imagerie médicale met à disposition un guide de demande d'examen de radiologie et d'imagerie médicale ou [ADERIM](#), afin de renforcer la pertinence des examens des médecins demandeurs.

Si la dose délivrée ne présente en elle-même pas d'enjeu sanitaire de radioprotection, c'est le nombre important d'examen réalisés dans la population qui participe de manière significative à la dose collective d'origine médicale.

2.5.1.1 Le radiodiagnostic médical

La radiologie conventionnelle

La radiographie conventionnelle (réalisation de clichés radiographiques) représente, en nombre d'actes, la grande majorité des examens radiologiques réalisés.

Il s'agit principalement des examens du squelette, du thorax et de l'abdomen. La radiologie conventionnelle peut être mise en œuvre dans des installations fixes réservées au radiodiagnostic ou, ponctuellement, à l'aide d'appareils mobiles si la situation clinique du patient le justifie.

L'angiographie

Cette technique utilisée pour l'exploration des vaisseaux sanguins fait appel à l'injection d'un produit de contraste radio-opaque dans les vaisseaux qui permet de visualiser l'arbre artériel (artériographie) ou veineux (phlébographie). Les techniques d'angiographie bénéficient d'un traitement informatique des images (de type angiographie de soustraction digitale).

La mammographie

La glande mammaire, de par sa constitution et la finesse des détails recherchés lors du dépistage du cancer du sein, nécessite l'utilisation de mammographes, appareils spécifiques de radiologie offrant une haute définition et un contraste élevé. Deux techniques d'imagerie complémentaires sont actuellement disponibles, l'imagerie planaire (2D) et l'imagerie par tomosynthèse (3D). Seule l'imagerie planaire, qui fonctionne sous une faible tension et offre une haute définition et un contraste élevé est, à ce jour, validée par la HAS pour le dépistage du cancer du sein. Un groupe de travail, piloté par la HAS, auquel l'ASN a participé, a évalué la place de la mammographie par tomosynthèse dans la stratégie de dépistage du cancer du sein. Un premier rapport a été publié en 2019 par la HAS portant sur la performance technique de la mammographie par tomosynthèse dans le dépistage du cancer du sein chez les femmes à risque moyen. Un second rapport relatif à l'évaluation de la performance et de la place de la mammographie par tomosynthèse dans le [programme national de dépistage organisé du cancer du sein](#) a été publié en avril 2023 par la HAS. Il recommande l'intégration de la mammographie par tomosynthèse (3D) dans le dépistage organisé, à condition qu'elle soit systématiquement

associée à la reconstruction d'image 2D synthétique (2Ds) afin d'améliorer les performances du dépistage sans augmenter la dose de rayonnements ionisants.

L'usage de ces appareils est soumis à des contrôles de qualité définis par l'ANSM. Les contrôles de qualité en imagerie planaire (2D) sont définis par la décision de l'ANSM du 15 janvier 2020, entrée en vigueur le 15 janvier 2021. L'ASN avait été sollicitée dans ce cadre et avait émis un avis favorable sur le projet de décision relative aux contrôles de qualité interne et externe des installations de mammographie numérique. Un travail d'actualisation de cette décision est en cours. La future décision mettra à jour les contrôles réalisés sur les mammographes 2D et introduira des contrôles de qualité externes pour les dispositifs de tomosynthèse.

L'ASN a saisi, à cet effet, le [GPRP](#) en vue d'actualiser les modalités de recueil et les NRD pour la mammographie 2D-DR et d'en établir pour la tomosynthèse. L'avis rendu par le GPRP en juin 2023 va permettre la mise à jour de la décision n° 2019-DC-0667 de l'ASN du 18 avril 2019 relative aux modalités d'évaluation des doses de rayonnements ionisants délivrées aux patients lors d'un acte de radiologie, de PIR ou de médecine nucléaire et à la mise à jour des NRD associés.

La scanographie

Les appareils de scanographie, ou tomodynamométrie (TDM), utilisent un faisceau de rayons X émis par un tube en rotation autour du corps du patient, décrivant avec le mouvement de la table, un balayage hélicoïdal. Ils permettent la reconstitution en trois dimensions des organes, avec une qualité d'image très supérieure à celle des appareils de radiologie conventionnelle. Un examen peut comporter des acquisitions multiphasiques sur la même localisation anatomique ou sur différentes régions anatomiques.

Cette technique peut, comme l'IRM, être associée avec l'imagerie fonctionnelle fournie par la médecine nucléaire afin d'obtenir des images de fusion associant les informations fonctionnelles aux informations structurelles.

Les technologies développées ces dernières années (comme les scanners multi-énergies à comptage photonique) rendent les examens plus faciles et plus rapides à réaliser, et ont entraîné une extension des possibilités d'exploration (exemple des acquisitions volumiques en mode dynamique) et des indications⁽¹²⁾. La mise sur le marché d'équipements de scanographie mobiles pour un usage péroratoire est à souligner, ainsi que l'augmentation des actes interventionnels radioguidés sous scanner.

En contrepartie, ces évolutions technologiques ont entraîné une multiplication des examens, responsables d'une augmentation des doses délivrées aux patients, renforçant la nécessité d'une déclinaison stricte des principes de justification et d'optimisation (voir point 1.3.4). Des progrès techniques permettent toutefois un nouveau mode de reconstruction des images grâce à la reconstruction itérative. La scanographie peut ainsi bénéficier d'une réduction de dose pour une image de qualité constante. Les équipements peuvent également être dotés d'outils de réduction de dose. La déclinaison stricte des principes de justification des actes et d'optimisation des protocoles reste plus que jamais d'actualité.

La téléradiologie

La téléradiologie est une pratique médicale de la médecine radiologique à distance concernant essentiellement la radiologie conventionnelle et la scanographie permettant la réalisation et l'interprétation des examens de radiologie réalisés à distance. Deux modes d'exercice sont principalement pratiqués :

- la téléexpertise permet la réalisation d'un acte d'imagerie synchrone. La question posée et la réponse apportée, hors présence du patient, n'interviennent pas forcément de manière simultanée ou synchrone. Le manipulateur d'électroradiologie prend

en charge le patient pour réaliser son exploration radiologique ou scanographique en ayant eu au préalable les consignes du téléradiologue. À l'issue de l'examen, les images sont transmises au téléradiologue afin de formaliser un compte-rendu du résultat de façon comparable à ce qui aurait été fait par un radiologue sur site ;

- la téléexpertise permet à un professionnel médical de solliciter à distance, par messagerie ou tout autre outil sécurisé, l'avis d'un ou de plusieurs professionnels médicaux face à une situation médicale donnée.

La téléradiologie est un acte médical défini dans le code de la santé publique qui ne se résume pas à une simple interprétation des images à distance. Son évolution tend à se généraliser pour permettre la continuité de la permanence des soins, ainsi qu'une réduction des délais de prise en charge. L'organisation de la pratique, son articulation avec les personnels sur place et les responsabilités multiples sont précisées par la contractualisation entre la structure de soins et le prestataire de téléradiologie.

La HAS a publié en mai 2019 un [guide de bonnes pratiques relatif à la qualité et sécurité des actes de téléimagerie](#). Des précisions sont apportées avec des recommandations organisationnelles, techniques et opérationnelles. Le Conseil national professionnel de radiologie et d'imagerie médicale (G4) avec le Conseil national de l'Ordre des médecins ont édité en février 2020 une [charte de téléradiologie](#) regroupant neuf recommandations générales. Enfin, le G4 a également rédigé un référentiel du métier et des compétences du médecin radiologue en janvier 2023. Il renforce la place de la téléradiologie dans l'organisation régionale des soins et la disponibilité, préférentiellement physique, du médecin radiologue.

L'ASN réalise actuellement une étude avec le Centre d'étude sur l'évaluation de la protection dans le domaine nucléaire (CEPN), afin notamment d'établir un état des lieux des pratiques en matière de téléradiologie en France, en menant une enquête auprès des utilisateurs de téléradiologie, d'une part, et auprès des téléradiologues, d'autre part. Les conclusions de cette étude sont attendues pour fin 2024.

2.5.1.2 Le radiodiagnostic dentaire

La radiographie intra-orale

Fixés le plus souvent sur un bras articulé, les générateurs de radiographie de type intra-oral (le détecteur radiologique est dans la bouche) permettent la prise de clichés plans localisés des dents. Ils fonctionnent avec des tensions et intensités faibles et un temps de pose très bref, de l'ordre de quelques centièmes de seconde. Cette technique est le plus souvent associée à un système de traitement et d'archivage numérique de l'image radiographique.

La radiographie panoramique dentaire

La radiographie panoramique dentaire (orthopantomographie) donne, sur une même image, l'intégralité des deux maxillaires par rotation du tube radiogène autour de la tête du patient durant quelques secondes.

La tomographie volumique à faisceau conique

Dans le domaine de la radiologie dentaire, la tomographie volumique à faisceau conique (3D) dite « CBCT » se développe très rapidement dans tous les domaines, en raison de la qualité exceptionnelle des images délivrées (résolution spatiale de l'ordre de 100 microns – μm). En contrepartie de performances diagnostiques supérieures, ces appareils délivrent des doses significativement plus élevées qu'en radiologie dentaire conventionnelle. Leur utilisation doit se faire dans le respect des recommandations de la HAS de 2009, dont les conclusions indiquent de ne le proposer que dans certaines indications cliniques bien

12. Une indication désigne un signe clinique, une maladie ou une situation affectant un patient, qui justifie l'intérêt d'un traitement médical ou d'un examen médical.

sélectionnées et rappellent que, dans tous ces cas, les principes fondamentaux de justification et d'optimisation doivent être respectés.

2.5.2 Les règles techniques d'aménagement des installations de radiodiagnostic médical et dentaire

Les installations de radiologie

Une installation de radiologie comprend le plus souvent un générateur (bloc haute tension, tube radiogène) associé à un socle assurant le déplacement du tube (le statif), un poste de commande et une table ou un fauteuil d'examen.

Les installations mobiles, mais utilisées couramment dans un même local, telles que les générateurs de rayons X utilisés dans les blocs opératoires, sont considérées comme des installations fixes.

Les installations radiologiques doivent être aménagées conformément aux dispositions de la décision n° 2017-DC-0591 de l'ASN du 13 juin 2017. Cette décision s'applique à toutes les installations de radiologie médicale, y compris la scanographie et la radiologie dentaire. Sont exclus, cependant, les générateurs de rayons X servant uniquement à la radiographie au lit du patient excluant toute utilisation en mode scopie. Un rapport technique démontrant la conformité de l'installation aux exigences de la décision de l'ASN doit être établi par le RAN.

Les appareils électriques portables générateurs de rayons X

L'ASN et la [Commission radioprotection dentaire](#) ont publié une [note d'information](#) en mai 2016 rappelant les règles liées à la détention et à l'utilisation d'appareils électriques portables générateurs de rayons X : « *L'exécution d'examen radiologiques en dehors d'une salle aménagée à cet effet doit demeurer l'exception et être justifiée par des nécessités médicales impératives, limitées aux examens peropératoires ou pour des malades intransportables. La pratique de la radiologie en routine dans un cabinet dentaire pourvu d'une installation conforme ne saurait être conduite à l'aide d'appareils mobiles ou portatifs.* »

Cette position est confortée par celle prise par l'Association européenne des autorités compétentes en radioprotection (*Heads of the European Radiological protection Competent Authorities – HERCA*), pour qui l'utilisation de tels appareils devrait être réservée aux patients non valides, au secteur médico-légal et aux militaires sur le terrain ([Position statement on use of handheld portable dental X-ray equipment](#) – HERCA, juin 2014).

L'ASN note l'émergence d'une offre de radiologie mobile pour répondre à des besoins de santé particuliers (prise en charge des accidents vasculaires cérébraux (AVC), population vieillissante, etc.) ou des besoins des territoires confrontés à des déserts médicaux sans disposer à ce jour d'une visibilité sur l'évolution de cette tendance. Ainsi, des camions circulent pour offrir des soins dentaires (« bucchobus ») dans les campagnes, pour venir en appui à des urgences surchargées (camions équipés de DM permettant de répondre à des urgences en Alsace) ou encore apporter des soins auprès de patients difficilement transportables (acquisition de nouveaux appareils portatifs dentaires pour des résidents d'Ehpad, patients autistes, etc.). Une expérimentation est en cours dans le cadre du [projet ASPHALT](#) regroupant le SAMU de Paris et neuf hôpitaux parisiens, avec des scanners embarqués dans des véhicules d'urgence pour la prise en charge des accidents vasculaires cérébraux.

2.5.3 L'état de la radioprotection : focus sur le scanner

En France, l'exposition à des fins médicales représente la première source des expositions artificielles de la population aux rayonnements ionisants, principalement du fait des examens scanographiques (voir chapitre 1). Les examens d'imagerie ont prouvé leur apport, tant pour le diagnostic que pour le traitement.

L'enjeu est toutefois d'éviter les examens qui ne sont pas vraiment nécessaires ou sans réel bénéfice pour les patients, ou dont le résultat est susceptible d'être obtenu par d'autres techniques disponibles non irradiantes. Afin de maîtriser l'augmentation des doses observées au cours des dernières années, deux plans successifs de maîtrise des doses (voir chapitre 1) ont été élaborés ces dernières années. Prise dans ce cadre, la [décision n° 2019-DC-660 de l'ASN du 15 janvier 2019](#) relative à l'assurance de la qualité en imagerie médicale concourt à la maîtrise des doses en exigeant la mise en œuvre opérationnelle des principes de justification et d'optimisation. L'ASN conduit chaque année une vingtaine d'inspections en scanographie, avec une approche graduée, en ciblant les services d'urgence (le plus souvent partagés avec le service de radiologie) et les scanners pédiatriques en raison de la radiosensibilité particulière des enfants. De nombreux ESR en scanner se produisent dans les services d'urgence et sont liés à une mauvaise communication ou organisation entre les professionnels des urgences et de la radiologie. Les contrôles menés par l'ASN portent notamment sur la vérification d'une bonne application des exigences définies par la décision n° 2019-DC-660 de l'ASN du 15 janvier 2019 précitée, en particulier la justification des examens et l'optimisation des actes.

En 2023, 35 inspections ont été menées par l'ASN dans des services détenant des scanners. Ces inspections révèlent des difficultés des services à s'approprier le système d'assurance de la qualité et les outils associés (cartographie des risques, REX des événements indésirables, élaboration de plan d'action) et font ressortir un manque d'implication des décideurs dans le pilotage de la démarche.

En outre, des efforts doivent être poursuivis dans la description des différentes étapes de justification de l'examen, depuis la réception de la demande, l'analyse préalable de sa justification et sa validation, jusqu'à la décision de réalisation, de substitution ou non de la réalisation de l'acte. Ce constat s'applique également dans le contexte d'une gestion à distance de l'examen en téléradiologie (validation de l'indication d'examen en fonction du tableau clinique, recherche des antécédents, qualité du compte-rendu, échange avec les MERM sur l'optimisation de l'examen, etc.). Le consentement éclairé du patient n'est pas retrouvé, ni tracé systématiquement. Les démarches d'habilitation au poste de travail souvent initiées pour les paramédicaux demeurent inachevées pour les personnels médicaux.

Les inspecteurs de l'ASN observent que les services ont de plus en plus recours à la téléradiologie, ce qui engendre parfois des difficultés opérationnelles (communication entre logiciels, délégation de tâches, mise en tension des MERM) du fait d'une activité importante sur les créneaux de téléradiologie. Le recours à la téléradiologie ne se limite plus à maintenir une permanence de soins mais vise à assurer des vacations programmées en heures ouvrables du fait d'une pénurie en radiologues. Les inspections de centres ayant recours à la téléradiologie ont mis en évidence des incohérences dans les conventions (plusieurs prestataires pour les mêmes plages d'astreinte et les vacations programmées), des défauts de présentation d'attestations de formation à la radioprotection des intervenants, des POPM incomplets ne prenant pas en compte systématiquement l'activité de la téléradiologie et les actions d'optimisation des doses associées. En outre, les démarches d'habilitations au poste de travail sont à poursuivre, voire à initier, pour le personnel vacataire.

L'ASN relève en outre que 25 ESR sur les 237 ESR déclarés en scanographie (environ 10,5%) surviennent dans un contexte de téléradiologie et sont liés à des problèmes de communication entre les professionnels sur site et à distance.

2.5.4 Les événements déclarés en radiodiagnostic médical et dentaire

En 2023, 322 ESR ont été déclarés dans le domaine du diagnostic médical et dentaire (+12% par rapport à 2022):

- 81 en radiologie conventionnelle, dont 35 chez des femmes ignorant leur grossesse;
- 237 en scanographie, dont 93 chez des femmes ignorant leur grossesse;
- quatre en radiologie dentaire.

SYNTHÈSE

En scanographie, le contrôle de l'ASN porte essentiellement sur le respect de la mise en œuvre des exigences de la décision n° 2019-DC-660 de l'ASN du 15 janvier 2019 s'agissant notamment de la formalisation du principe de justification et d'optimisation. Les services doivent encore s'approprier les démarches d'assurance de la qualité et les outils associés (cartographie des risques, plan d'action, REX des événements indésirables, etc.). En outre, des efforts doivent être poursuivis dans la mise en œuvre du principe de justification avec une description des

différentes étapes depuis la réception de la demande, l'analyse préalable de sa justification et sa validation, jusqu'à la décision de réalisation, de substitution ou de non-réalisation de l'acte.

L'ASN note une progression constante de la téléradiologie avec des contraintes techniques et organisationnelles liées à cette organisation souvent sous-estimées par les établissements (interface des logiciels, problèmes de communication) qui sont susceptibles de contribuer à la survenue d'ESR dès lors que cette prestation n'est pas suffisamment maîtrisée.

Enfin, l'ASN note l'émergence d'une offre de radiologie mobile pour répondre à des besoins de santé particuliers (prise en charge des AVC, population vieillissante, déserts médicaux dans certains territoires, etc.) sans disposer à ce jour d'une visibilité sur l'évolution de cette tendance. Elle suivra attentivement ces évolutions afin d'évaluer les impacts sur le plan de la radioprotection.

2.6 LES IRRADIATEURS DE PRODUITS ISSUS DU CORPS HUMAIN

2.6.1 Description

L'[irradiation](#) de produits issus du corps humain est pratiquée notamment pour prévenir des réactions post-transfusionnelles chez les patients recevant une transfusion sanguine. L'irradiation délivre à la poche de sang une dose d'environ 20 à 25 Gy.

Depuis 2009, les irradiateurs à sources ont été progressivement remplacés par des générateurs électriques de rayons X, soumis à déclaration auprès de l'ASN depuis 2015. En 2023, le parc d'irradiateurs comprend 135 appareils équipés de générateurs électriques de rayons X.

2.6.2 Les règles techniques applicables aux installations

Un irradiateur de produits sanguins doit être installé dans un local dédié dont l'aménagement permet d'assurer la protection physique (incendie, inondation, effraction, etc.). L'accès à l'appareil, dont le pupitre de commande doit pouvoir être verrouillé, est limité aux seules personnes habilitées à l'utiliser.

L'aménagement des locaux accueillant des irradiateurs équipés de générateurs électriques de rayons X doit être conforme aux dispositions de la [décision n° 2017-DC-0591 de l'ASN du 13 juin 2017](#).

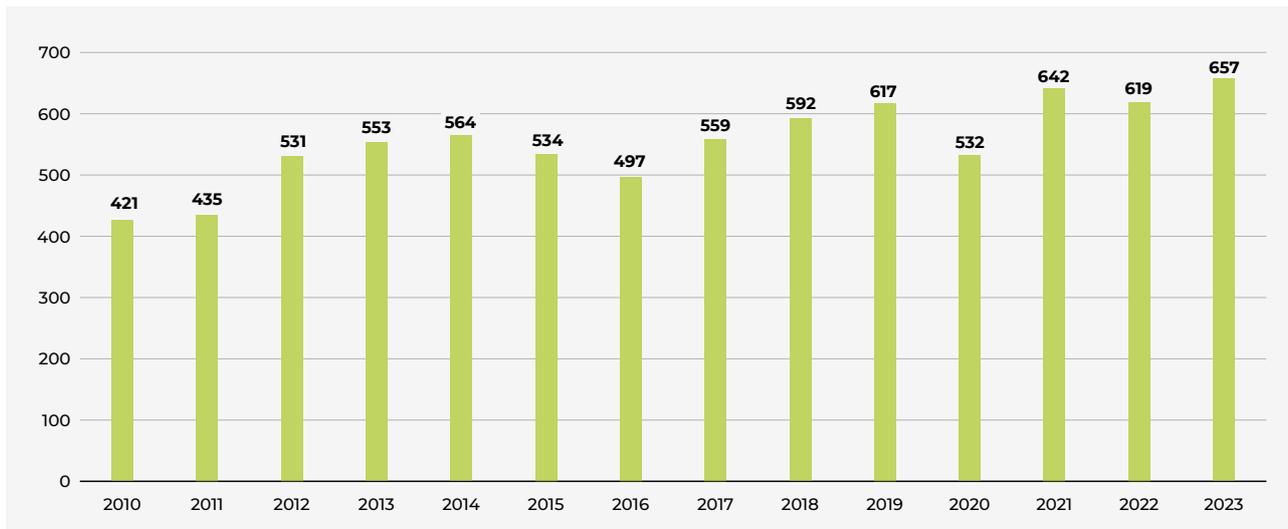
2.7 LES ÉVÉNEMENTS SIGNIFICATIFS DE RADIOPROTECTION

En 2023, le nombre d'ESR déclarés à l'ASN (657) dans le domaine médical est en légère hausse comparativement à 2022 (619) mais relativement stable au cours des cinq dernières années, à l'exception de l'année 2020 du fait du contexte de la pandémie de Covid-19 (voir graphique 13 page suivante). L'ASN rappelle l'importance des démarches de déclaration des ESR pour définir un REX commun et faire progresser la radioprotection.

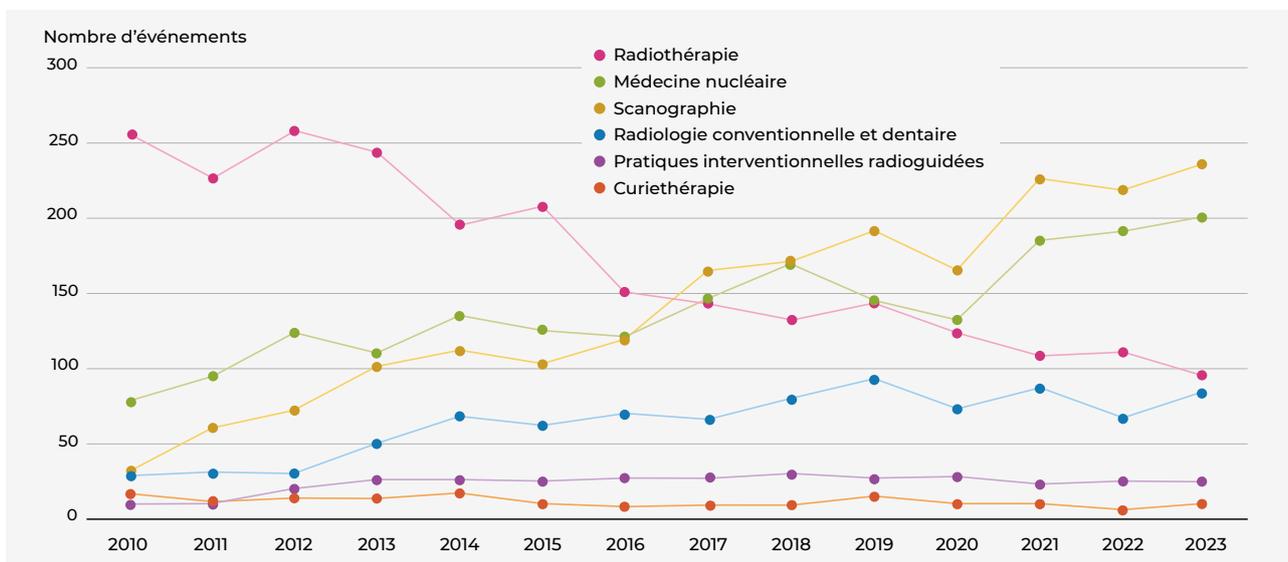
Les graphiques 13 et 14 (voir page suivante) permettent d'illustrer l'évolution du nombre d'ESR par catégorie d'activité depuis 2010. Les graphiques 15 et 16 (voir page suivante) illustrent la répartition du nombre des ESR en 2023 par domaine d'exposition (impact sur l'environnement, exposition de la population, exposition des patients, exposition des professionnels) et par catégorie d'activité. Si le nombre d'ESR en radiothérapie baisse régulièrement depuis 2012, il augmente pour la scanographie et la médecine nucléaire depuis 2010. La scanographie est ainsi l'activité pour laquelle le nombre d'ESR déclaré est le plus important (237) alors que jusqu'en 2016 c'est en radiothérapie que les ESR déclarés étaient les plus nombreux.

Au vu des événements déclarés à l'ASN en 2023, les constats les plus significatifs du point de vue de la radioprotection des patients sont survenus en radiothérapie (voir point 2.1.3.3) et curiethérapie (voir point 2.2.3.5) et révèlent une perte de mémoire des enseignements issus des ESR passés. S'agissant de la radioprotection des travailleurs, c'est dans le domaine des PIR que les enjeux sont les plus importants avec des dépassements de limites de doses réglementaires (voir point 2.4.3.3).

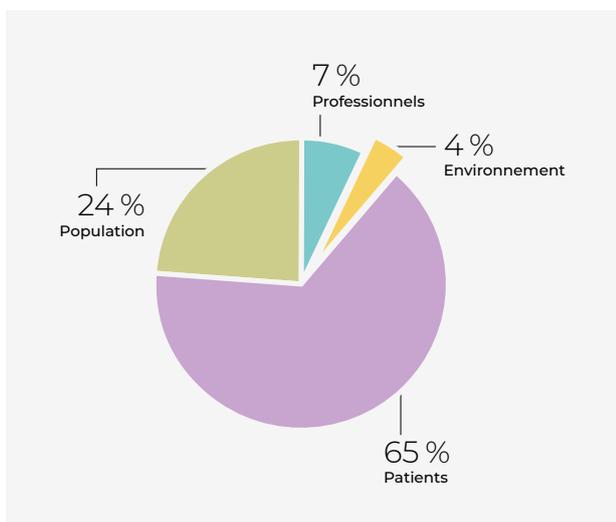
GRAPHIQUE 13 Évolution du nombre de déclarations annuelles d'ESR de 2010 à 2023



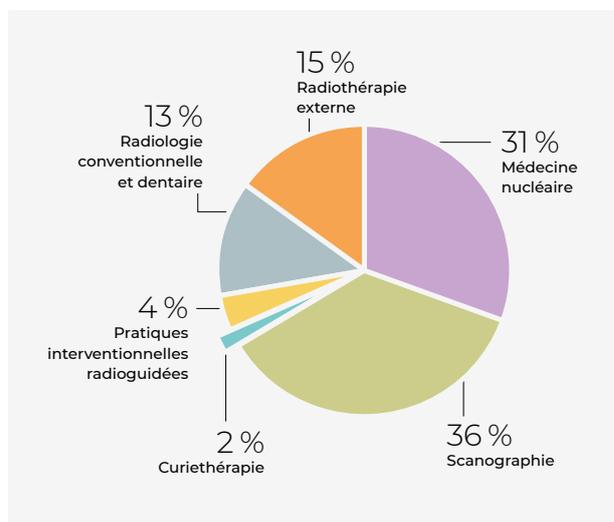
GRAPHIQUE 14 Nombre d'ESR par catégorie d'activité au cours de la période 2010-2023



GRAPHIQUE 15 Répartition (en%) des ESR par domaine d'exposition en 2023



GRAPHIQUE 16 Répartition (en%) des ESR par catégorie d'activité concernée en 2023



3 Synthèse et perspectives

L'ASN considère, sur la base des inspections conduites en 2023 et d'une analyse faite sur la période 2019-2023 permettant de couvrir l'ensemble du parc des installations à enjeux, que l'état de la radioprotection dans le domaine médical se maintient à un niveau satisfaisant, relativement comparable d'une année sur l'autre, avec toutefois des fragilités persistantes qui l'ont conduite en 2023, à engager une démarche de coercition dans le domaine des PIR.

Elle souligne les avancées dans le domaine des audits cliniques avec les premières expérimentations lancées en 2023 en radiothérapie et radiologie, mais encourage leur extension aux activités les plus à risque, prioritairement la radiochirurgie, ainsi que la médecine nucléaire à visée thérapeutique.

Cependant, l'ASN relève plusieurs signaux qui pourraient conduire à dégrader la situation actuelle :

- un constat généralisé de ressources amoindries avec des tensions dans les effectifs de MERM, praticiens médicaux, physiciens médicaux avec le développement de l'intérim et des glissements de tâches ;
- le recours, en imagerie, à des prestations insuffisamment maîtrisées pour assister les PCR et les physiciens médicaux des établissements, susceptible de conduire à une perte de compétence en radioprotection et à un manque de flexibilité pour mettre en œuvre les exigences réglementaires de radioprotection (formation, vérifications, etc.) ;
- l'émergence de la radiologie mobile et une progression constante de la téléradiologie avec des contraintes techniques et organisationnelles liées à ce mode d'organisation sous-estimées par les établissements (problème de communication, interface des logiciels) ;
- la complexification des organisations, avec des mutualisations de moyens et le risque de dilution des responsabilités, dans un contexte de réformes des autorisations de soins et de rachats de centres ;
- des situations conflictuelles dans un contexte de tensions sur les moyens humains ou de changements organisationnels portés à sa connaissance en inspection ou par le dispositif de recueillement des signalements des [lanceurs d'alerte](#).

Dans ce contexte, l'ASN attire l'attention des décideurs sur la nécessité d'évaluer l'impact de ces évolutions sur les organisations et le travail des intervenants et de définir précisément les rôles et responsabilités de l'ensemble des acteurs afin que les exigences de radioprotection soient respectées.

En radiothérapie, si les fondamentaux de la sécurité sont en place, les démarches de REX s'essoufflent avec des analyses d'ESR moins approfondies et des réunions de CREX moins fréquentes soulignant la nécessité de redonner du sens à ces démarches afin de maintenir l'intérêt des professionnels et de garder une dynamique collective. La répétition d'erreurs de cibles (en particulier erreur de latéralité ou de positionnement) déclarées en 2023, rappellent à nouveau la nécessité d'évaluer régulièrement les barrières mises en place en tirant davantage partie du REX dressé au niveau national. L'ASN insiste sur l'importance de l'analyse des risques *a priori* lors des changements techniques et organisationnels. À cet égard, l'ASN a partagé une méthodologie pour réaliser l'analyse des risques *a priori* dans son bulletin « [La sécurité du patient](#) » de septembre 2023.

En curiethérapie, les inspections confirment une bonne prise en compte des règles de radioprotection, mais l'effort de formation renforcée aux situations d'urgence en cas de blocage de source doit se maintenir dans la durée. L'ASN souligne les enjeux dans les années à venir liés au maintien des ressources et compétences nécessaires à cette activité.

En médecine nucléaire, les inspections témoignent d'une prise en compte satisfaisante de la radioprotection tout en soulignant la nécessité de poursuivre le déploiement des démarches d'assurance de la qualité pour sécuriser le processus d'administration des médicaments, en particulier pour les procédures thérapeutiques, ainsi que pour celles concernant les enfants au regard des ESR déclarés. Par ailleurs, la formalisation de la coordination des mesures de prévention avec les entreprises extérieures (pour la maintenance, l'entretien des locaux, l'intervention de médecins libéraux, etc.), la formation des personnels et l'analyse des NRD constituent toujours des axes de progrès.

Dans le domaine des PIR et plus particulièrement au bloc opératoire, des non-conformités règlementaires persistent, au fil des années, s'agissant des règles techniques d'aménagement des installations, des exigences de formation à la radioprotection (formations travailleur et patient) et de la coordination des mesures de prévention lors des coactivités, notamment lors de l'intervention de praticiens libéraux. Ces écarts ont conduit l'ASN à mettre en demeure un établissement pour qu'il se mette en conformité avec les règles relatives à la formation à la radioprotection des professionnels et à l'aménagement des salles où des actes interventionnels sont réalisés. Par ailleurs, l'ASN constate que les centres recourent de plus en plus aux OCR, soit en tant qu'intervenant spécialisé pour des missions d'appui à une PCR interne, soit en tant que CRP et que cette sous-traitance, dès lors qu'elle est insuffisamment maîtrisée, conduit à une dilution des responsabilités des RAN et une moindre appropriation, voire une dégradation de la radioprotection.

L'ASN poursuivra en 2024 ses inspections dans les secteurs prioritaires que sont la radiothérapie, la radiochirurgie, la médecine nucléaire, les PIR et la scanographie, dans la continuité des contrôles opérés en 2023. Une attention particulière sera portée aux signaux faibles précédemment mentionnés et aux points de fragilité identifiés en 2023 (formation, démarche de REX des événements et enseignements des ESR déclarés, coordination des mesures, prévention lors de coactivité, mise en conformité des installations aux règles d'aménagement, maintenance), ainsi qu'à la mise en œuvre des obligations d'assurance de la qualité et la maîtrise du changement. Si besoin, des inspections inopinées seront diligentées. En radiothérapie et en médecine nucléaire, sur la base des enseignements issus des ESR déclarés ces dernières années, des inspections spécifiques sur la maîtrise du processus d'étalonnage des accélérateurs et la vérification de non-contamination seront conduites en 2024, avec l'appui de l'IRSN. S'agissant des PIR, l'ASN mènera des inspections ciblées auprès des praticiens libéraux qui, bien que n'étant pas RAN, ne détenant pas les équipements sur lesquels ils interviennent, ont des obligations de radioprotection pour eux-mêmes et en tant qu'employeur de personnels classés au titre des expositions aux rayonnements ionisants.

Au plan réglementaire, l'ASN révisera en 2024 la [décision n° 2019-DC-0667 de l'ASN du 18 avril 2019](#) fixant les valeurs de NRD pour mettre à jour les valeurs relatives aux actes de mammographie et poursuivra les travaux préparatoires à la révision de la [décision n° 2008-DC-0095 de l'ASN du 29 janvier 2008](#) fixant les règles techniques auxquelles doit satisfaire l'élimination des effluents et des déchets contaminés par les radionucléides.

Enfin, le déploiement des nouvelles techniques et pratiques en thérapie (radiothérapie, RIV) demeure un sujet de vigilance de l'ASN, qui s'attachera à promouvoir toute action visant à mieux évaluer les enjeux de radioprotection et permettre une meilleure démonstration de leurs avantages en comparaison avec les techniques existantes. À cet effet, l'ASN poursuivra ses travaux en lien avec les différents acteurs institutionnels du domaine de la santé, les sociétés savantes et en s'appuyant sur ses groupes d'experts, en particulier le Canpri, s'agissant notamment de la thérapie flash et de la radiothérapie adaptative. En médecine nucléaire, dans un contexte d'émergence de nouveaux vecteurs

et radionucléides à des fins thérapeutiques, de projections de croissance du nombre de patients éligibles à ces nouveaux traitements avec des modalités de prise en charge en ambulatoire et d'infrastructures limitées, l'ASN souligne l'importance d'anticiper les enjeux de radioprotection pour le patient et son entourage, les travailleurs, ainsi qu'en matière d'aménagement des installations, de gestion des effluents et des déchets. Elle a saisi à cette fin le GPRP, suit les travaux européens menés dans le cadre du [projet SimpleRad](#) et maintient un dialogue avec les acteurs de la médecine nucléaire pour rappeler le cadre réglementaire et examiner l'adéquation de celui-ci avec les évolutions.

01
02
03
04
05
06
07
08
09
10
11
12
13
14
15
AN



SOMMAIRE

1

p. 244

Les utilisations industrielles, de recherche et vétérinaires des sources de rayonnements ionisants

- 1.1 Les utilisations des sources radioactives scellées
 - 1.1.1 Le contrôle de paramètres physiques
 - 1.1.2 L'activation neutronique
 - 1.1.3 Les autres applications courantes
- 1.2 Les utilisations des sources radioactives non scellées
- 1.3 Les utilisations des appareils électriques émettant des rayonnements ionisants
 - 1.3.1 Les principales applications industrielles
 - 1.3.2 Le radiodiagnostic vétérinaire
 - 1.3.3 Les autres utilisations d'appareils électriques émettant des rayonnements ionisants

2

p. 250

L'encadrement législatif et réglementaire des activités industrielles, de recherche et vétérinaires

- 2.1 Les autorités réglementant les sources de rayonnements ionisants
- 2.2 Les activités non justifiées ou interdites
 - 2.2.1 L'application de l'interdiction d'addition intentionnelle de radionucléides dans les biens de consommation ou de construction
 - 2.2.2 L'application du principe de justification pour les activités existantes
- 2.3 Les évolutions réglementaires
 - 2.3.1 Le renforcement de la réglementation des appareils électriques émettant des rayonnements ionisants
 - 2.3.2 La protection des sources de rayonnements ionisants contre les actes de malveillance
- 2.4 Les autorisations, enregistrements et déclarations des sources de rayonnements ionisants utilisées à des fins industrielles, de recherche ou vétérinaires
 - 2.4.1 La prise en compte des principes de radioprotection dans la réglementation des activités non médicales
 - 2.4.2 Les régimes d'autorisation, d'enregistrement et de déclaration
 - 2.4.3 Les statistiques de l'année 2023

3

p. 258

L'appréciation sur l'état de la radioprotection dans les utilisations à enjeux des domaines industriel, de recherche et vétérinaire

- 3.1 La radiographie industrielle
 - 3.1.1 Les différentes méthodes utilisées
 - 3.1.2 L'évaluation de l'état de la radioprotection
- 3.2 Les irradiateurs industriels
 - 3.2.1 Les équipements utilisés
 - 3.2.2 L'évaluation de l'état de la radioprotection
- 3.3 Les accélérateurs de particules
 - 3.3.1 Les équipements utilisés
 - 3.3.2 L'évaluation de l'état de la radioprotection
- 3.4 Les activités de recherche mettant en œuvre des sources radioactives non scellées
 - 3.4.1 Les équipements utilisés
 - 3.4.2 L'évaluation de l'état de la radioprotection

4

p. 267

Les fabricants et distributeurs de sources radioactives et leur contrôle par l'ASN

- 4.1 Les enjeux
- 4.2 Les cyclotrons
- 4.3 Les autres fournisseurs de sources

5

p. 271

Conclusion et perspectives



Les sources de rayonnements ionisants et les utilisations industrielles, vétérinaires et en recherche de ces sources



08

Le secteur industriel et la recherche utilisent depuis longtemps des sources de rayonnements ionisants dans une grande variété d'applications et de lieux d'utilisation. L'enjeu de la [réglementation](#) relative à la [radioprotection](#) est de contrôler que la protection des travailleurs, du public et de l'environnement est correctement assurée. Cette protection passe notamment par la maîtrise de la gestion des sources, souvent mobiles et utilisées sur les chantiers, et par le suivi de leurs conditions de détention, d'utilisation et d'élimination, depuis leur fabrication jusqu'à leur fin de vie. Elle passe également par la responsabilisation et le contrôle d'acteurs centraux : les fabricants et les fournisseurs des sources.

Les rayonnements utilisés proviennent soit de radionucléides – essentiellement artificiels – en sources scellées ou non, soit d'appareils électriques générant des rayonnements ionisants. Les applications présentées dans ce chapitre concernent la fabrication et la distribution de toutes les sources, les [utilisations industrielles](#), de [recherche](#) et [vétérinaires](#) (les activités médicales sont présentées dans le chapitre 7) et les activités ne relevant pas du régime des installations nucléaires de base – INB (celles-ci sont présentées dans les chapitres 10, 11 et 12).

La mise à jour en cours du cadre réglementaire des activités nucléaires, inscrit dans le [code de la santé publique](#), conduit à un renforcement du principe de justification, à la prise en compte des radionucléides naturels, à la mise en œuvre d'une approche plus graduée au niveau des régimes administratifs et à la mise en place de mesures de protection des sources contre les actes de malveillance. Dès janvier 2019, le contrôle des activités industrielles, de recherche et vétérinaires a été modifié de manière substantielle, par l'extension du régime déclaratif à certaines activités nucléaires mettant en œuvre des sources radioactives. La poursuite d'une meilleure adaptation des régimes administratifs aux enjeux de radioprotection présentés par les différentes activités nucléaires exercées s'est concrétisée en 2021 par l'entrée en vigueur effective au 1^{er} juillet du nouveau régime d'autorisation simplifiée, appelé « enregistrement ».

À compter de 2022, afin d'achever la refonte globale du dispositif encadrant ces activités nucléaires, l'ASN a entamé les travaux de révision des décisions fixant le contenu des dossiers de demande d'autorisation à présenter par les exploitants.

1 Les utilisations industrielles, de recherche et vétérinaires des sources de rayonnements ionisants

1.1 LES UTILISATIONS DES SOURCES RADIOACTIVES SCÉLLÉES

Les sources radioactives scellées sont définies comme les sources dont la structure ou le conditionnement empêche, en utilisation normale, toute dispersion de substances radioactives dans le milieu ambiant. Leurs principales utilisations sont présentées ci-après.

1.1.1 Le contrôle de paramètres physiques

Le principe de fonctionnement des appareils de contrôle de paramètres physiques est l'atténuation du signal émis : la différence entre le signal émis et le signal reçu permet d'évaluer l'information recherchée.

Les radioéléments les plus couramment employés sont le carbone-14, le cobalt-60, le krypton-85, le césium-137, le prométhéum-147 et l'américium-241. Les activités des sources sont comprises entre quelques kilobecquerels (kBq) et quelques gigabecquerels (GBq).

Les sources sont utilisées à des fins de :

- mesure d'empoussièrement de l'atmosphère : l'air est filtré en permanence sur un ruban défilant à vitesse contrôlée, interposé entre la source et le détecteur. L'intensité du rayonnement reçu

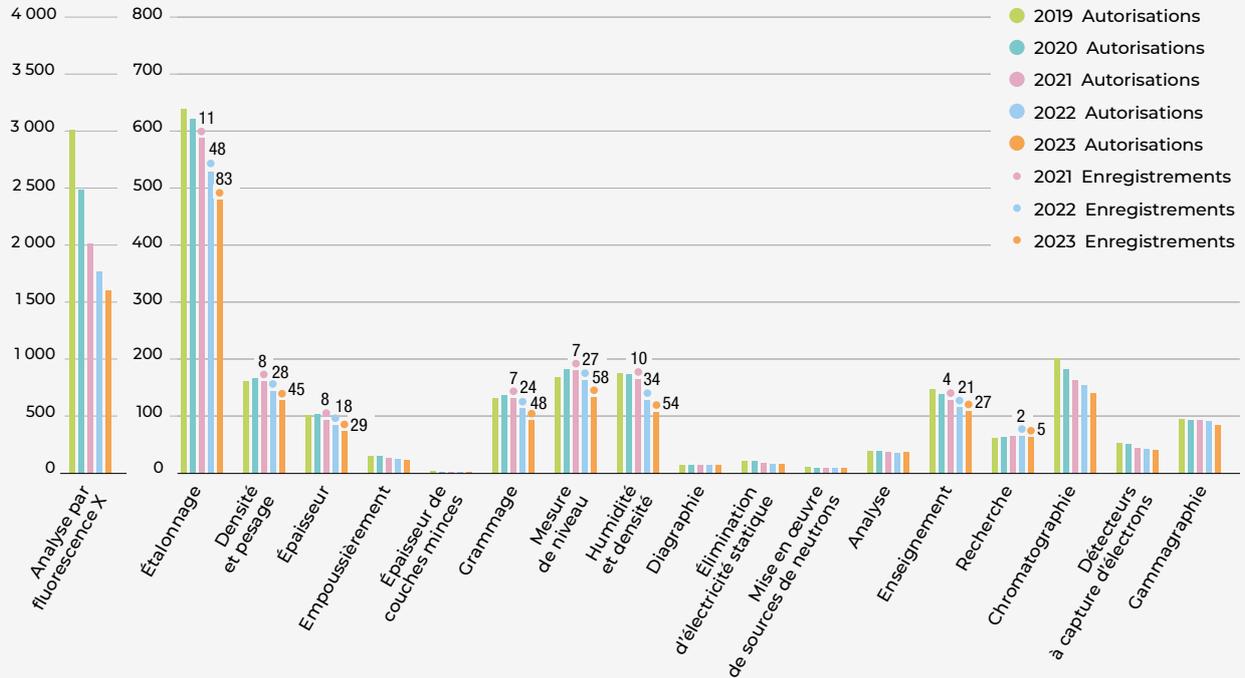
par le détecteur est fonction du taux d'empoussièrement du filtre, ce qui permet de déterminer ce taux. Les sources utilisées le plus fréquemment sont des sources de carbone-14 (d'une activité de 3,5 mégabecquerels – MBq) ou de prométhéum-147 (d'une activité de 9 MBq). Ces mesures sont réalisées pour assurer une surveillance de la qualité de l'air, par le contrôle de la teneur en poussières des rejets d'usines ;

- mesure de grammage de papier : un faisceau de rayonnement bêta traverse le papier et est reçu sur un détecteur situé en vis-à-vis. L'atténuation du signal sur ce détecteur permet de connaître la densité du papier, et donc son grammage. Les sources utilisées sont, en général, constituées de krypton-85, ou de prométhéum-147, avec des activités ne dépassant pas 3 GBq ;
- mesure de niveau de liquide : un faisceau de rayonnement gamma traverse le conteneur dans lequel se trouve un liquide. Il est reçu sur un détecteur situé en vis-à-vis. L'atténuation du signal mesurée sur ce détecteur permet de connaître le niveau de remplissage du conteneur et de déclencher automatiquement certaines opérations (arrêt/poursuite du remplissage, alarme, etc.). Les radionucléides utilisés dépendent des caractéristiques du contenant et du contenu. On utilise en général, selon le cas, des sources d'américium-241 (d'une activité de 1,7 GBq) ou de césium-137 – baryum-137m (d'une activité de 37 MBq) ;

UTILISATION DES SOURCES RADIOACTIVES SCELLÉES PAR FINALITÉS

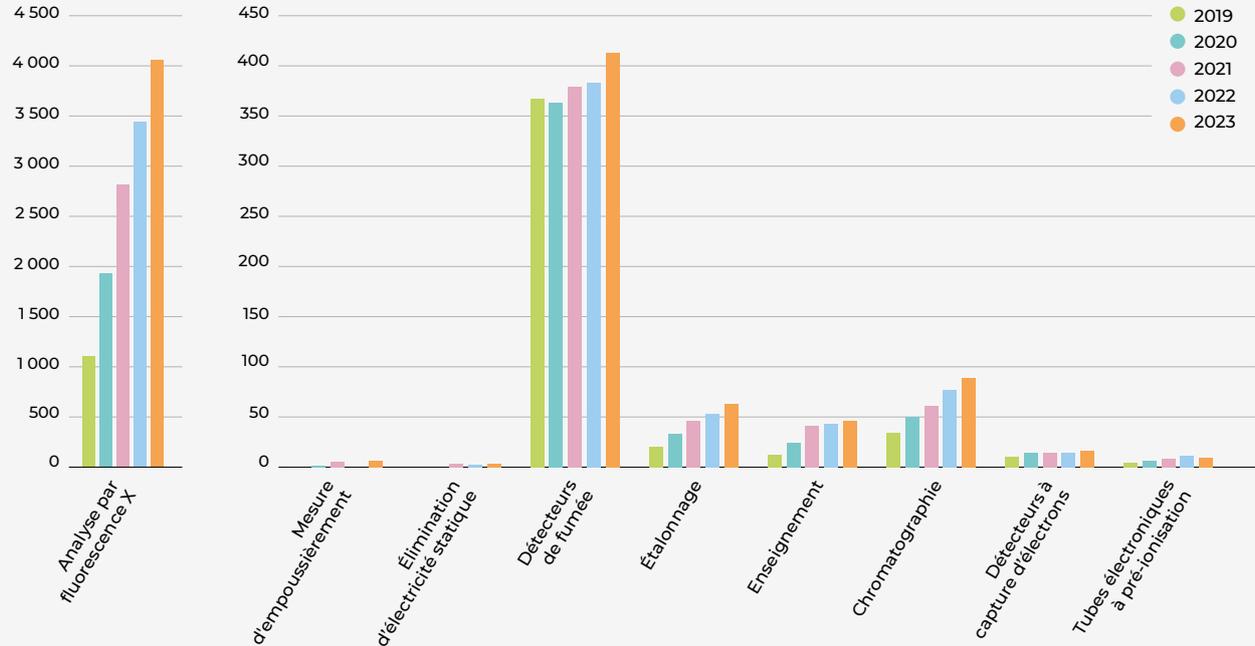
GRAPHIQUE 1A Répartition des autorisations ou des enregistrements des sources radioactives scellées

Nombre d'établissements autorisés ou enregistrés



GRAPHIQUE 1B Répartition des déclarations des sources radioactives scellées

Nombre d'établissements disposant d'un récépissé de déclaration



- mesure de densité et de pesage: le principe est le même que pour les deux précédentes mesures. Les sources utilisées sont, en général, en américium-241 (d'une activité de 2 GBq), en césium-137 - baryum-137m (d'une activité de 100 MBq) ou en cobalt-60 (d'une activité de 30 GBq);
- mesure de densité et d'humidité des sols (gammadensimétrie), en particulier dans l'agriculture et les travaux publics. Ces appareils

- fonctionnent avec une source de césium-137 et un couple de sources d'américium-béryllium;
- diagraphie permettant d'étudier les propriétés géologiques des sous-sols par introduction d'une sonde de mesure comportant une source de cobalt-60, de césium-137, d'américium-241 ou de californium-252. Certaines sources utilisées sont des sources scellées de haute activité.

1.1.2 L'activation neutronique

L'activation neutronique consiste à irradier un échantillon par un flux de neutrons pour en activer les atomes. Le nombre et l'énergie des photons gamma émis par l'échantillon en réponse aux neutrons reçus sont analysés. Les informations recueillies permettent de déduire la concentration des atomes dans la matière analysée.

Cette technologie est utilisée en archéologie pour caractériser des objets anciens, en géochimie pour la prospection minière et dans l'industrie (étude de la composition des semi-conducteurs, analyse des crus cimentiers).

Compte tenu de l'activation de la matière analysée, elle nécessite une vigilance particulière sur la nature des objets analysés. En effet, les [articles R. 1333-2 et R. 1333-3 du code de la santé publique](#) interdisent l'utilisation, pour la fabrication des biens de consommation et des produits de construction, des matériaux et des déchets provenant d'une activité nucléaire, lorsque ceux-ci sont contaminés ou susceptibles de l'être par des radionucléides, y compris par activation. Des dérogations sont cependant susceptibles d'être accordées dans un nombre de cas très limité (voir point 2.2.1).

1.1.3 Les autres applications courantes

Des sources radioactives scellées peuvent être également mises en œuvre pour :

- la gammagraphie, qui est une technique de contrôle non destructif (voir point 3.3);
- l'irradiation industrielle, notamment utilisée en stérilisation (voir point 3.2);
- l'élimination de l'électricité statique;
- l'étalonnage d'appareils de mesure de la radioactivité (métrologie des rayonnements);
- l'enseignement, lors de travaux pratiques sur les phénomènes de radioactivité;
- la détection par capture d'électrons. Cette technique met en œuvre des sources de nickel-63 dans des chromatographes en phase gazeuse et permet la détection et le dosage de différents éléments chimiques;
- la spectrométrie de mobilité ionique utilisée dans des appareils, souvent portatifs, permettant la détection d'explosifs, de drogues ou de produits toxiques;

- la détection par fluorescence X. Cette technique trouve son utilisation en particulier dans la détection du plomb dans les peintures. Les appareils portatifs aujourd'hui utilisés contiennent des sources de cadmium-109 (d'une période de 464 jours) ou de cobalt-57 (d'une période de 270 jours). L'activité de ces sources peut aller de 400 MBq à 1 500 MBq. Cette technique, qui utilise un nombre important de sources radioactives sur le territoire national (près de 4 000 sources), découle d'un dispositif législatif de prévention du saturnisme infantile, qui impose un contrôle de la concentration en plomb dans les peintures dans les immeubles à usage d'habitation construits avant le 1^{er} janvier 1949, lors de toute vente, de tout nouveau contrat de location ou des travaux affectant substantiellement les revêtements dans des parties communes.

Les graphiques 1A et 1B (voir page précédente) précisent le nombre d'établissements autorisés, enregistrés ou déclarés mettant en œuvre des sources radioactives scellées dans les applications recensées. Ils illustrent la diversité de ces applications et leur évolution au cours des cinq dernières années.

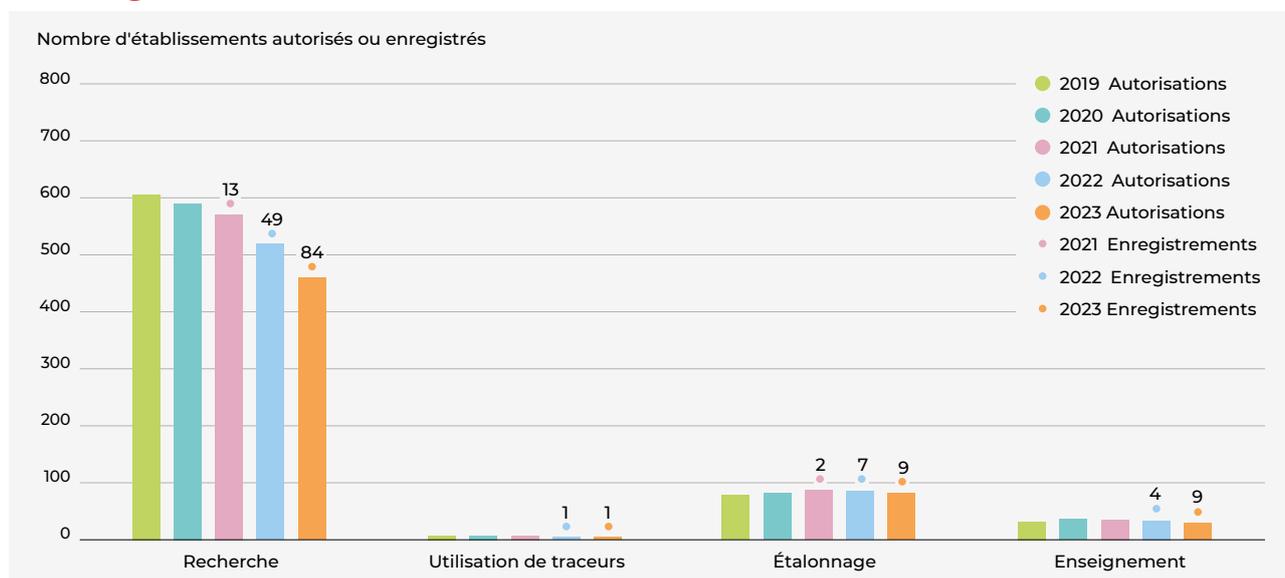
Il convient de noter :

- qu'un même établissement peut exercer plusieurs de ces activités et, dans ce cas, il apparaît pour chacune de ses activités dans le graphique 1 (A et B) et dans les diagrammes suivants;
- que la répartition pour une même finalité d'utilisation entre les régimes d'autorisation, d'enregistrement et de déclaration (sources radioactives et appareils électriques émettant des rayonnements ionisants) n'est à ce stade pas stabilisée, car les changements d'actes administratifs concernant les activités nucléaires soumises à déclaration depuis le 1^{er} janvier 2019 devaient s'étaler jusqu'au 31 décembre 2023 et vont s'étaler jusqu'au 1^{er} juillet 2026 (voir point 2.4.2) pour celles soumises à enregistrement depuis le 1^{er} juillet 2021.

1.2 LES UTILISATIONS DES SOURCES RADIOACTIVES NON SCÉLÉES

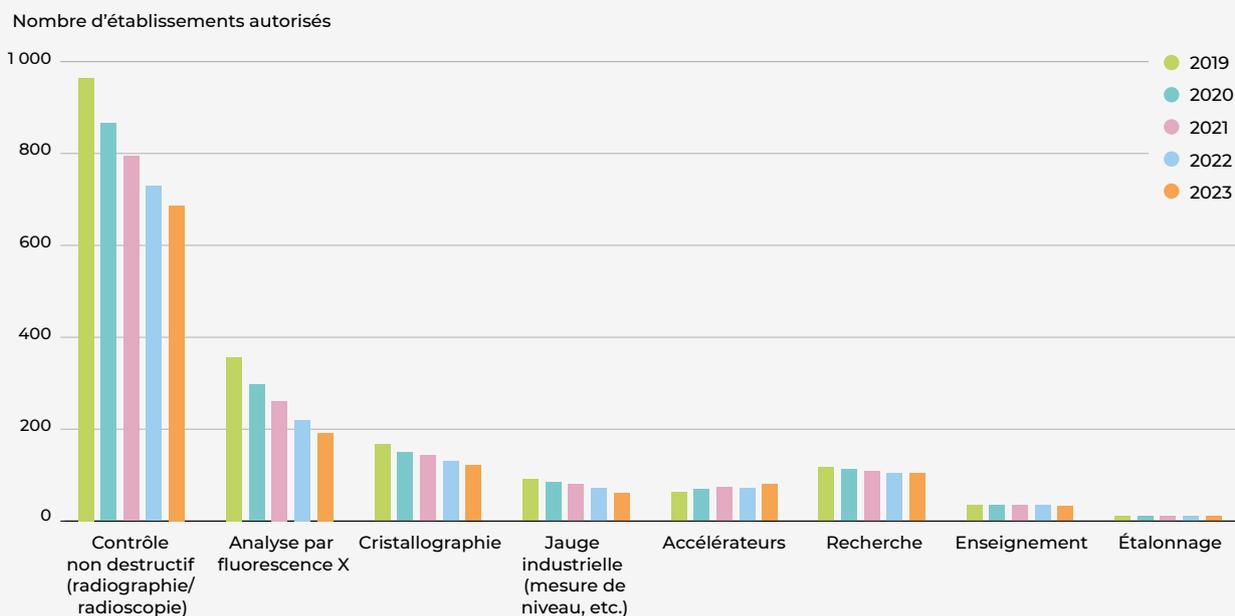
Les principaux radionucléides utilisés sous forme de sources non scellées dans les applications non médicales sont le phosphore-32 ou 33, le carbone-14, le soufre-35, le chrome-51, l'iode-125 et le tritium. Ils sont notamment employés dans le secteur de la recherche et dans les établissements pharmaceutiques. Ils sont un outil puissant d'investigation en biologie cellulaire

GRAPHIQUE 2 Utilisation des sources radioactives non scellées par finalités

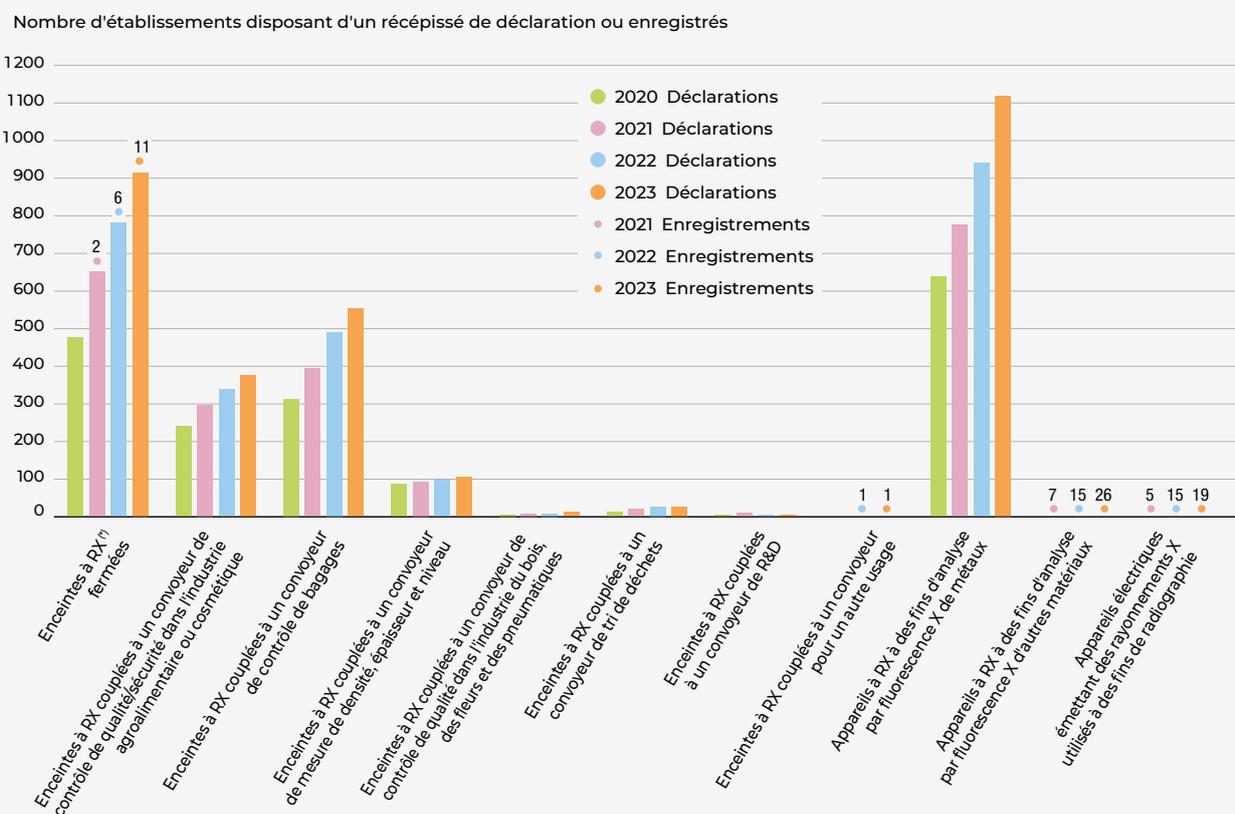


UTILISATION D'APPAREILS ÉLECTRIQUES ÉMETTANT DES RAYONNEMENTS IONISANTS PAR FINALITÉS (HORS SECTEUR VÉTÉRINAIRE)

GRAPHIQUE 3A Répartition des autorisations des appareils électriques émettant des rayonnements ionisants



GRAPHIQUE 3B Répartition des déclarations ou des enregistrements des appareils électriques émettant des rayonnements ionisants



* RX = rayons X.

et moléculaire. L'utilisation de traceurs radioactifs incorporés à des molécules est très courante en recherche biologique. Quelques utilisations sont relevées dans le milieu industriel, comme traceurs ou à des fins d'étalonnage ou d'enseignement. Les sources non scellées servent de traceurs pour des mesures d'usure, de recherche de fuites, de frottements, de construction de modèles hydrodynamiques, ainsi qu'en hydrologie.

Le nombre d'établissements autorisés à utiliser des sources non scellées au 31 décembre 2023 était de 576 (auxquels s'ajoutent 103 établissements disposant d'un enregistrement).

Le graphique 2 (voir page 246) précise le nombre d'établissements autorisés (ou enregistrés) à mettre en œuvre des sources radioactives non scellées, en fonction des différentes applications recensées, ces cinq dernières années.

1.3 LES UTILISATIONS DES APPAREILS ÉLECTRIQUES ÉMETTANT DES RAYONNEMENTS IONISANTS

1.3.1 Les principales applications industrielles

Dans l'industrie, les appareils électriques émettant des rayonnements ionisants sont utilisés principalement dans le domaine du contrôle non destructif, où ils se substituent à des dispositifs qui contiennent des sources radioactives.

Les graphiques 3A et 3B (voir page précédente) précisent le nombre d'établissements autorisés, enregistrés ou déclarés mettant en œuvre des appareils électriques générant des rayonnements ionisants dans les applications recensées. Ils illustrent la diversité de ces applications et leur évolution durant les cinq dernières années. Cette évolution est étroitement liée aux modifications réglementaires, qui ont progressivement mis en place un nouveau régime d'autorisation ou de déclaration, et plus récemment d'enregistrement (voir point 2.4.2), pour l'utilisation de ces appareils. À ce jour, la régularisation de la situation des professionnels concernés est très largement engagée dans de nombreux secteurs d'activité.

Les appareils électriques émettant des rayonnements ionisants sont principalement des générateurs de rayons X. Ils sont utilisés dans l'industrie pour des analyses structurales non destructives (techniques d'analyse comme la tomographie, la diffractométrie appelée aussi radio-cristallographie, etc.), les vérifications de la qualité des cordons de soudure ou le contrôle de la fatigue des matériaux (notamment en aéronautique).

Ces appareils, fonctionnant sur le principe d'atténuation des rayons X, sont également utilisés comme jauges industrielles (mesure de remplissage de fûts, mesure d'épaisseur, etc.) pour le contrôle de contenants de marchandises ou de bagages, et également pour la détection de corps étrangers dans les produits alimentaires.

L'augmentation des types d'appareils disponibles sur le marché s'explique notamment par le fait qu'ils se substituent, lorsque c'est possible, aux appareils contenant des sources radioactives. Les avantages procurés par cette technologie en matière de radioprotection sont notamment liés à l'absence totale de rayonnements ionisants lorsque le matériel n'est pas utilisé. Leur utilisation, en revanche, conduit à des niveaux d'exposition des travailleurs qui sont tout à fait comparables à ceux dus à l'utilisation d'appareils à source radioactive.

Le contrôle de bagages

Que ce soit pour une vérification systématique des bagages ou pour déterminer le contenu de colis suspects, les rayonnements ionisants sont utilisés en permanence lors des contrôles de sécurité. Les plus petits et les plus répandus de ces appareils sont installés aux postes d'inspection et de filtrage des aéroports, dans les musées, à l'entrée de certains bâtiments, etc.

Les appareils dont la section du tunnel est plus importante sont utilisés pour le contrôle des bagages de grande taille et le contrôle de bagages en soute dans les aéroports, mais également lors des contrôles du fret aérien. Cette gamme d'appareils est complétée par des tomographes, qui permettent d'obtenir une série d'images en coupe de l'objet examiné.

La limitation de la zone d'irradiation à l'intérieur de ces appareils est matérialisée parfois par des portes, mais le plus souvent seulement par un ou plusieurs rideaux plombés.

Les scanners corporels à rayons X

Cette application est présentée à titre indicatif, puisque l'utilisation de scanners à rayons X sur les personnes pour des contrôles de sécurité n'est actuellement pas pratiquée en France (en application de l'[article L. 1333-18 du code de la santé publique](#)). Certaines expérimentations ont été menées en France avec des technologies d'imagerie non ionisantes (ondes millimétriques).

Le contrôle de produits de consommation

Depuis quelques années, l'utilisation d'appareils permettant la détection de corps étrangers dans certains produits de consommation se développe, comme la recherche d'éléments indésirables dans les produits alimentaires ou les produits cosmétiques.

L'analyse par diffraction X

Les laboratoires de recherche s'équipent de plus en plus souvent de ce type de petits appareils, qui sont autoprotégés. Des dispositifs expérimentaux utilisés en vue d'analyse par diffraction X peuvent cependant être composés de pièces provenant de divers fournisseurs (goniomètre, porte-échantillon, tube, détecteur, générateur haute tension, pupitre, etc.) et assemblées par l'expérimentateur lui-même.

L'analyse par fluorescence X

Les appareils portables à fluorescence X sont destinés à l'analyse de métaux et d'alliages.

La mesure de paramètres

Les appareils, fonctionnant sur le principe d'atténuation des rayons X, sont utilisés comme jauges industrielles pour réaliser des mesures de niveau de bouteilles, de fûts, des détections de fuites, des mesures d'épaisseur, des mesures de densité, etc.

Le traitement par irradiation

Plus généralement utilisés pour réaliser des irradiations, les appareils autoprotégés existent en plusieurs modèles, qui peuvent parfois différer uniquement par la taille de l'enceinte autoprotégée, les caractéristiques du générateur de rayons X restant les mêmes.

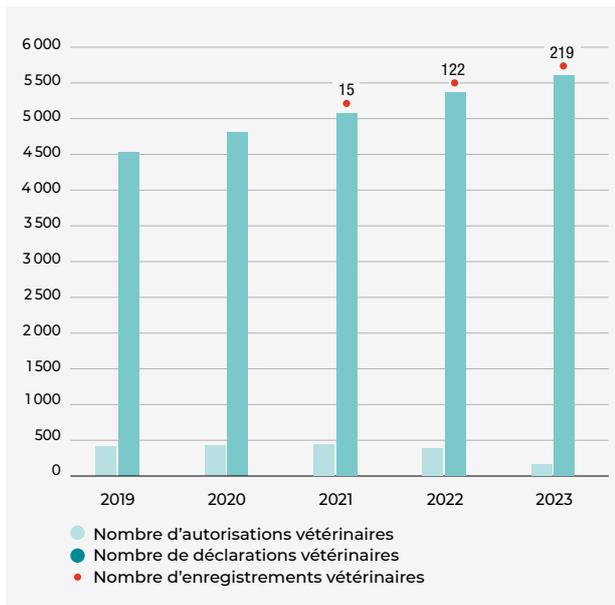
La radiographie à des fins de vérification de la qualité des cordons de soudure ou du contrôle de la fatigue des matériaux est détaillée au point 3.1.1.

1.3.2 Le radiodiagnostic vétérinaire

En 2023, la profession comptait 20 844 praticiens vétérinaires, environ 20 000 employés non vétérinaires et 6 625 établissements. Ces établissements appartiennent de plus en plus à de grands groupes, parfois constitués d'un réseau regroupant plusieurs centaines de structures, permettant ainsi la mutualisation de ressources entre établissements. Cette dynamique va de pair avec la tendance qu'ont les vétérinaires à ne plus vouloir forcément posséder leur propre structure. Les vétérinaires utilisent des appareils de radiodiagnostic dans un cadre similaire à celui des appareils utilisés en médecine humaine. Les activités de radiodiagnostic vétérinaire portent essentiellement sur les animaux de compagnie :

- environ 5 000 structures vétérinaires françaises seraient équipées d'au moins un appareil ;
- une centaine de scanners sont utilisés pour des applications vétérinaires ;

GRAPHIQUE 4 Utilisation d'appareils électriques générant des rayonnements ionisants pour les activités vétérinaires



- d'autres pratiques issues du milieu médical sont également mises en œuvre dans des centres spécialisés : la scintigraphie, la curiethérapie, ainsi que la radiothérapie externe ou encore la radiologie interventionnelle.

Les soins pratiqués sur les animaux de grande taille (majoritairement les chevaux) requièrent l'utilisation d'appareils plus puissants dans des locaux spécialement aménagés (radiographie du bassin, par exemple) et l'utilisation de générateurs de rayons X portables utilisés dans des locaux, dédiés ou non, ainsi qu'à l'extérieur.

Afin d'établir une meilleure adaptation du niveau des exigences réglementaires, l'ASN a introduit un [régime de déclaration](#) en 2009 pour les activités dites « canines » présentant de plus faibles enjeux de radioprotection (voir point 2.4.2). Cette simplification a conduit à la régularisation de la situation administrative d'un nombre croissant de structures vétérinaires (voir graphique 4).

Pour poursuivre cette adaptation du niveau d'exigences réglementaires aux enjeux de radioprotection, l'ensemble des activités mettant en œuvre des appareils électriques émettant des rayonnements X utilisés à des fins de radiodiagnostic vétérinaire, à l'exception des activités canines qui restent éligibles au régime de la déclaration, relève depuis juillet 2021 du régime d'enregistrement (voir point 2.4.2). Ainsi, seules quelques pratiques à forts enjeux (curiethérapie, radiothérapie externe, médecine nucléaire ou radiologie interventionnelle), issues du milieu médical, restent soumises à autorisation.

Les appareils utilisés dans le secteur vétérinaire proviennent parfois du secteur médical. Cependant, la profession s'équipe de plus en plus d'appareils neufs développés spécifiquement pour ses besoins.

Depuis maintenant plusieurs années, la situation administrative des structures vétérinaires est en constante amélioration. Fin 2023, l'ASN dénombre près de 6000 déclarations, enregistrements ou autorisations, encadrant donc la quasi-totalité des structures vétérinaires identifiées comme mettant en œuvre des rayonnements ionisants sur le territoire.

Parmi les activités vétérinaires, celles réalisées sur les grands animaux (majoritairement des chevaux) et à l'extérieur des établissements vétérinaires spécialisés (dites « en conditions de chantier ») sont jugées comme celles comportant le plus d'enjeux de radioprotection, notamment pour les personnes extérieures à la structure vétérinaire qui participent à ces interventions (propriétaires et lads).

Lors de ses différentes actions de contrôle (réalisées au fil de l'eau ou à l'occasion de campagnes thématiques) sur l'ensemble des activités vétérinaires impliquant les rayonnements ionisants, l'ASN a pu constater le résultat des efforts menés par les instances vétérinaires depuis plusieurs années pour se conformer à la réglementation et a relevé de bonnes pratiques de terrain dans les structures vétérinaires inspectées, notamment :

- la présence de personnes compétentes en radioprotection internes dans la plupart des structures ;
- le suivi de l'exposition des travailleurs par dosimétrie à lecture différée ;
- l'utilisation quasi systématique d'équipements de protection individuelle ;
- une démarche d'optimisation des opérations associées dans presque toutes les structures mettant en œuvre des rayonnements ionisants à des fins diagnostiques sur les grands animaux.

Cependant, la profession doit rester vigilante à la bonne prise en compte des points suivants :

- les vérifications initiales et périodiques des équipements de travail et des locaux de radiologie ;
- le zonage radiologique, en particulier lorsque la mise en place d'une zone d'opération est nécessaire ;
- la radioprotection des personnes extérieures aux établissements vétérinaires susceptibles de participer aux actes de diagnostic.

Il existe également de rares cas de structures vétérinaires présentant une organisation de la radioprotection très insatisfaisante. Ces lacunes peuvent amener l'ASN à prendre, lorsque la pédagogie ne suffit plus, des mesures plus contraignantes, voire coercitives.

La forte implication de la profession à l'échelle nationale pour harmoniser les pratiques, sensibiliser et former des élèves vétérinaires, élaborer des « documents cadres » et des guides est un élément jugé très positif par l'ASN, qui échange régulièrement avec les instances nationales de la profession (et plus particulièrement la Commission de radioprotection vétérinaire).

1.3.3 Les autres utilisations d'appareils électriques émettant des rayonnements ionisants

Cette catégorie d'appareils couvre l'ensemble des appareils électriques émettant des rayonnements ionisants autres que ceux précités et qui ne sont pas concernés par les critères d'exemption d'autorisation, d'enregistrement ou de déclaration fixés à l'[article R. 1333-106 du code de la santé publique](#).

Cette catégorie comprend notamment les appareils générant des rayonnements ionisants mais qui ne sont pas utilisés pour cette propriété : les implanteurs d'ions, les appareils à soudure à faisceau d'électrons, les klystrons, certains lasers, certains dispositifs électriques comme des tests de fusible haute tension.

Enfin, certaines applications utilisent des accélérateurs de particules (voir point 3.3.1).

2 L'encadrement législatif et réglementaire des activités industrielles, de recherche et vétérinaires

2.1 LES AUTORITÉS RÉGLEMENTANT LES SOURCES DE RAYONNEMENTS IONISANTS

L'ASN est l'autorité qui accorde les autorisations, délivre les décisions d'enregistrement et reçoit les déclarations, suivant le régime applicable à l'activité nucléaire concernée.

Toutefois, afin de simplifier les démarches administratives des exploitants d'installations déjà autorisées dans le cadre d'un autre régime, le code de la santé publique prévoit des dispositions spécifiques. Cela concerne notamment :

- les sources radioactives détenues, fabriquées ou utilisées dans les installations autorisées au titre du code minier ([article L. 162-1](#)) ou, pour les sources radioactives non scellées, détenues, fabriquées ou utilisées dans les installations classées pour la protection de l'environnement (ICPE) relevant des [articles L. 511-1 à L. 517-2 du code de l'environnement](#), celles qui bénéficient d'un régime d'autorisation. Le préfet est chargé de prévoir, dans les autorisations qu'il délivre, des prescriptions relatives à la radioprotection des activités nucléaires exercées sur le site ;
- les installations et activités intéressant la défense nationale, pour lesquelles l'Autorité de sûreté nucléaire de défense (ASND) est chargée de la réglementation des aspects relatifs à la radioprotection ;
- les installations autorisées au titre du [régime juridique des INB](#). L'ASN régit les sources radioactives et appareils électriques émettant des rayonnements ionisants nécessaires au fonctionnement de ces installations dans le cadre de ce régime. La détention et l'utilisation des autres sources détenues dans le périmètre de l'INB restent soumises à autorisation, au titre de [l'article R. 1333-118 du code de la santé publique](#).

Ces dispositions ne dispensent pas le bénéficiaire du respect des prescriptions du code de la santé publique, et en particulier de celles relatives à l'acquisition et à la cession des sources ; elles ne s'appliquent pas aux activités de distribution, importation et exportation de sources radioactives, qui restent soumises à une autorisation de l'ASN au titre du code de la santé publique.

Depuis la publication du [décret n° 2014-996 du 2 septembre 2014](#) modifiant la nomenclature des ICPE, certains établissements précédemment autorisés, par arrêté préfectoral, au titre du code de l'environnement pour la détention et l'utilisation de sources radioactives scellées se trouvent désormais réglementés par l'ASN, au titre du code de la santé publique et doivent donc disposer d'une autorisation, d'un enregistrement ou d'un récépissé de déclaration délivré au titre du code de la santé publique.

Seuls les établissements détenant des substances radioactives sous forme non scellée en quantité supérieure à 1 tonne (t) ou gérant des [déchets radioactifs](#) en quantité supérieure à 10 mètres cubes (m³) pour l'une ou l'autre de ces activités sont soumis au régime des installations classées (hors secteur médical et accélérateurs de particules). Les éventuelles sources radioactives sous forme scellée également détenues ou utilisées par ces établissements sont réglementées par l'ASN au titre du code de la santé publique.

Les matières nucléaires font l'objet d'une réglementation spécifique prévue aux [articles L. 1333-1 et suivants du code de la défense](#). L'application de cette réglementation est contrôlée par le ministre de la Défense pour les matières nucléaires destinées aux besoins de la défense et par le ministre chargé de l'énergie pour les matières destinées à tout autre usage.

2.2 LES ACTIVITÉS NON JUSTIFIÉES OU INTERDITES

2.2.1 L'application de l'interdiction d'addition intentionnelle de radionucléides dans les biens de consommation ou de construction

Le code de la santé publique indique notamment « *qu'est interdite tout ajout de radionucléides [...] dans les biens de consommation et les produits de construction* » (article R. 1333-2). Ainsi, le commerce d'accessoires contenant des sources de tritium tels que les montres, porte-clés, équipements de chasse (dispositifs de visée) ou de navigation (compas de relèvement) ou des équipements pour la pêche en rivière (détecteurs de touches) est notamment proscrit. [L'article R. 1333-4 du même code](#) prévoit que des dérogations à ces interdictions peuvent, si elles sont justifiées par les avantages qu'elles procurent, être accordées par arrêté du ministre chargé de la santé et, selon le cas, du ministre chargé de la consommation ou du ministre chargé de la construction, après avis de l'ASN et du Haut Conseil de la santé publique (HCSP). L'ASN estime que ce dispositif de dérogation réglementaire doit rester très limité.

Il a été mis en œuvre pour la première fois en 2011 dans le cadre d'une demande de dérogation pour l'utilisation d'un appareil d'analyse neutronique dans plusieurs cimenteries du groupe Lafarge-Holcim, dérogation renouvelée depuis lors. En 2022, une [dérogation](#) pour le recours à l'analyse neutronique a également été accordée pour l'une des cimenteries du groupe Ciments Calcia. Cet analyseur neutronique repose sur une technologie différente de celle mise en œuvre dans les cimenteries du groupe Lafarge-Holcim, à savoir l'utilisation d'un accélérateur contrairement à l'utilisation d'une source radioactive scellée. En 2023, l'avis de l'ASN a été sollicité sur les demandes de dérogation relatives à une autre cimenterie du groupe Ciments Calcia et à trois cimenteries du groupe Eqiom. Ces demandes reposent sur l'utilisation d'un accélérateur et sont en cours d'instruction.

Il a également été appliqué en 2014 dans le cas des ampoules contenant de très petites quantités de substances radioactives (krypton-85 ou thorium-232) et utilisées principalement pour des applications nécessitant de très hautes intensités lumineuses, comme l'éclairage des lieux publics ou des environnements professionnels, ou encore pour certains véhicules ([arrêté du 12 décembre 2014](#) des ministres chargés de la santé et de la construction, [avis n° 2014-AV-0211 de l'ASN du 18 septembre 2014](#)). La dérogation a été renouvelée en 2019 (arrêté du 25 mai 2020 des ministres chargés respectivement de la transition énergétique, des solidarités et de la santé et de l'économie et des finances, [avis n° 2019-AV-0340 de l'ASN du 26 septembre 2019](#)).

En 2019, une dérogation pour l'utilisation d'appareils d'analyse neutronique a par ailleurs été accordée pour le Tunnel Euralpin Lyon-Turin (arrêté des ministres chargés respectivement de la santé et de la transition énergétique [du 19 août 2019](#), [avis n° 2019-AV-0326 de l'ASN du 21 mai 2019](#)).

A contrario, un refus de dérogation a été prononcé pour l'addition de radionucléides (tritium) dans certaines montres ([arrêté du 12 décembre 2014](#), [avis n° 2014-AV-0210 de l'ASN du 18 septembre 2014](#)).

La liste des biens de consommation et des produits de construction concernés par une demande de dérogation en cours ou pour lesquels une dérogation est accordée est publiée sur le site Internet du Haut Comité pour la transparence et l'information sur la sécurité nucléaire (HCTISN).

2.2.2 L'application du principe de justification pour les activités existantes

La [justification](#) des activités existantes doit être périodiquement réévaluée en fonction des connaissances et de l'évolution des techniques, en application du principe décrit au point 2.4.1. Lorsque les activités ne sont plus justifiées au regard du bénéfice apporté ou d'autres technologies non ionisantes apportant un bénéfice comparable, elles doivent être retirées du marché. Suivant le contexte technique et économique, notamment lorsqu'une substitution de technologie est nécessaire, une période transitoire pour le retrait définitif du marché peut s'avérer nécessaire.

Les détecteurs de fumée contenant des sources radioactives

Des appareils contenant des sources radioactives étaient utilisés depuis plusieurs décennies pour détecter la fumée dans les bâtiments, dans le cadre de la politique de lutte contre les incendies. Plusieurs types de radionucléides ont été employés (américium-241, plutonium-238 et radium-226). L'activité des sources utilisées ne dépasse pas 37 kBq pour les plus récentes d'entre elles et la structure de l'appareil empêche, en utilisation normale, toute propagation de substances radioactives dans l'environnement.

De nouvelles technologies non ionisantes ont progressivement été développées pour ce type de détection. Des appareils optiques fournissent désormais une qualité de détection comparable, qui permet de répondre aux exigences réglementaires et normatives de détection d'incendie. L'ASN considère donc que les appareils de détection de fumée utilisant des sources radioactives ne sont plus justifiés et que les détecteurs ioniques de fumée doivent être remplacés.

Le dispositif réglementaire encadrant ce retrait a été mis en place par l'[arrêté du 18 novembre 2011](#) et les deux décisions de l'ASN [n° 2011-DC-0252](#) et [n° 2011-DC-0253](#) du 21 décembre 2011.

Ce dispositif réglementaire visait à :

- planifier sur dix ans les opérations de retrait de quelque 7 millions de détecteurs ioniques de fumée répartis sur environ 300 000 sites ;
- encadrer les opérations de maintenance ou de retrait, qui nécessitent le respect de certaines précautions en matière de radioprotection des travailleurs ;
- prévenir tout démontage incontrôlé et organiser les opérations de reprise afin d'éviter le choix d'une mauvaise filière d'élimination, voire l'abandon des détecteurs ;
- effectuer un suivi du parc de détecteurs.

Dans ce cadre, l'ASN a délivré, au 31 décembre 2023, 413 récépissés de déclaration et 8 autorisations nationales (délivrées à des groupes industriels disposant au total de 90 agences) pour les activités de dépose des détecteurs de fumée à chambre d'ionisation. Parmi ces sociétés, trois sont autorisées à effectuer des opérations de démantèlement de détecteurs de fumée à chambre d'ionisation, concrétisant ainsi une filière d'élimination pour les détecteurs existants.

Afin de disposer d'un suivi du parc des détecteurs ioniques, l'Institut de radioprotection et de sûreté nucléaire ([IRSN](#)) a mis en place, en 2015, en collaboration avec l'ASN, un système informatique permettant aux professionnels intervenant dans ce champ d'activité (mainteneurs, installateurs ou entreprises de dépose) de télétransmettre des rapports annuels d'activité. Les informations transmises restent toutefois insuffisamment exhaustives pour permettre de dresser un bilan fiable.

Bien que les opérations de retrait aient progressé au cours de ces dernières années, tous les détecteurs ioniques n'ont pas été retirés à l'échéance fixée par l'arrêté du 18 novembre 2011, soit

au 5 décembre 2021. On estime en effet à près d'un million le nombre de détecteurs ioniques encore installés. Face à ce constat, l'ASN a mené une réflexion, en lien avec les professionnels, sur l'encadrement réglementaire de la détention de tels détecteurs ainsi que sur les opérations de dépose et de démantèlement de ces détecteurs, afin de permettre l'achèvement de la migration de l'ensemble des dispositifs de détection incendie vers la technologie optique, tout en assurant l'élimination des détecteurs ioniques retirés et des sources radioactives qu'ils contiennent dans de bonnes conditions. L'ASN a également poursuivi les échanges avec d'autres acteurs concernés par la problématique du retrait de ces dispositifs, notamment le ministère de la Transition énergétique (MTE), afin d'étudier les diverses options réglementaires envisageables. Ces réflexions n'ont pas conduit à un nouveau dispositif réglementaire ; pour autant, cela ne remet pas en cause les opérations de dépose et de démantèlement encadrées par des déclarations, enregistrements ou autorisations délivrés par l'ASN, ce qui permet de poursuivre le retrait des détecteurs ioniques, qui reste l'objectif recherché. L'échéance de l'arrêté précité au 5 décembre 2021 a permis d'observer une hausse des opérations de dépose fin 2021. Depuis, les opérations de dépose se poursuivent et diminuent progressivement.

L'ASN continue d'entretenir des relations étroites avec l'association Qaldion, créée en 2011, qui labellise les établissements respectant la réglementation relative à la radioprotection et celle relative à la sécurité incendie. La liste des entreprises labellisées Qaldion est disponible sur [Internet](#). Elle participe avec elle à des campagnes de communication auprès des détenteurs de détecteurs ioniques et des professionnels (salon Expoprotection, salon des maires, etc.).

Les parasurtenseurs

Les parasurtenseurs (parfois appelés parafoudres), à ne pas confondre avec les paratonnerres, sont de petits objets, très faiblement radioactifs, utilisés pour protéger les lignes téléphoniques des surtensions en cas de foudre. Il s'agit de dispositifs étanches, souvent en verre ou céramique, enfermant un petit volume d'air contenant des radionucléides pour pré-ioniser l'air et ainsi faciliter l'amorçage électrique. L'utilisation de ces objets a progressivement été abandonnée depuis la fin des années 1970, mais le nombre de parasurtenseurs à déposer, collecter et éliminer, reste très important (plusieurs millions d'unités). Ces appareils ne présentent pas, lorsqu'ils sont installés, de risques d'exposition pour les personnes. Un risque très faible d'exposition ou de contamination peut exister si ces objets sont manipulés sans précaution ou s'ils sont détériorés. L'ASN l'a rappelé à l'entreprise Orange (anciennement France Télécom), qui a engagé un processus expérimental de recensement, dépose, tri, entreposage et élimination des parasurtenseurs dans la région Auvergne-Rhône-Alpes et a proposé un plan national de dépose et d'élimination. Ce plan a été présenté à l'ASN et a conduit à la délivrance, en septembre 2015, d'une autorisation encadrant le retrait de l'ensemble des parafoudres contenant des radionucléides présents sur le réseau d'Orange sur le territoire national et leur entreposage dans des sites identifiés. Cette autorisation a été renouvelée en 2021. La recherche d'une filière d'élimination est en cours, en collaboration avec l'Agence nationale pour la gestion des déchets radioactifs ([Andra](#)). Ce plan de retrait est mis en œuvre de manière progressive et devrait s'achever en 2024. La société Réseau de transport d'électricité (RTE) a également déposé une demande d'autorisation afin d'engager un plan de dépose nationale des parasurtenseurs présents sur son réseau. Une autorisation nationale encadrant ces opérations de retrait des parasurtenseurs et leur entreposage sur des sites définis a été délivrée à la société RTE fin 2022. À l'instar de la société Orange, la recherche d'une filière d'élimination fait l'objet d'un travail avec l'Andra.

Des caractérisations complémentaires vont débiter, visant notamment à déterminer la présence ou non de gaz occlus au sein des parasurtenseurs (gaz qui seraient susceptibles d'être présents depuis la fabrication de certains modèles) afin de déterminer par la suite, les modalités appropriées de traitement de ces dispositifs.

Les paratonnerres

Les paratonnerres radioactifs ont été fabriqués et installés en France entre 1932 et 1986. L'interdiction de la commercialisation des paratonnerres radioactifs a été prononcée en 1987. Le démontage des paratonnerres radioactifs déjà installés n'a pas été rendu obligatoire par cet arrêté. Aussi, hormis dans certaines ICPE ([arrêté du 15 janvier 2008](#) qui fixait une date limite de retrait au 1^{er} janvier 2012) et dans certaines installations relevant du ministère de la Défense ([arrêté du 1^{er} octobre 2007](#) qui fixait une date limite de retrait au 1^{er} janvier 2014), il n'y a pas à ce jour d'obligation de dépose des paratonnerres radioactifs installés sur le territoire français.

L'ASN considère cependant nécessaire le retrait des paratonnerres radioactifs existants et leur prise en charge par l'Andra, compte tenu des risques qu'ils peuvent présenter, notamment en fonction de leur état physique. Elle sensibilise depuis plusieurs années les professionnels aux enjeux de radioprotection des travailleurs et du public. L'ASN a renforcé cette action en rappelant aux professionnels concernés leurs obligations, notamment celle de disposer d'une autorisation ou d'un enregistrement de l'ASN pour l'activité de dépose et d'entreposage des paratonnerres, en application des articles L. 1333-1 et 2, L. 1333-8 et R. 1333-104 du code de la santé publique. Des actions de contrôle sur le terrain des sociétés impliquées dans la reprise de ces objets sont menées par l'ASN, et ont été renforcées par des inspections inopinées sur les chantiers de dépose.

Le nombre de paratonnerres radioactifs installés en France a été estimé à 40 000. Un peu plus de 11 000 ont déjà fait l'objet d'une dépose puis d'une reprise effectuée par l'Andra. Le rythme annuel de dépose est d'environ 250 paratonnerres radioactifs.

2.3 LES ÉVOLUTIONS RÉGLEMENTAIRES

2.3.1 Le renforcement de la réglementation des appareils électriques émettant des rayonnements ionisants

L'ASN considère que les fournisseurs d'appareils électriques émettant des rayonnements ionisants font l'objet d'un encadrement réglementaire encore insuffisant, alors que la mise sur le marché d'appareils revêt une importance première pour l'[optimisation](#) de l'exposition ultérieure des utilisateurs. Les travaux menés par l'ASN dans ce domaine, et pour l'instant orientés vers l'utilisation de ces appareils, notamment en enceintes, ont conduit à la publication de la [décision n° 2017-DC-0591 du 13 juin 2017](#) fixant les règles techniques minimales de conception auxquelles doivent répondre les installations dans lesquelles sont utilisés des rayonnements X.

Cette décision est entrée en vigueur le 1^{er} octobre 2017. Elle a remplacé la décision n° 2013-DC-0349 de l'ASN du 4 juin 2013 sans créer d'exigence supplémentaire pour les installations déjà conformes. Elle concerne des installations du domaine industriel et scientifique (recherche) comme la radiographie industrielle en casemate par rayonnements X ou la radiologie vétérinaire. Elle prend en compte le retour d'expérience (REX) et fixe les objectifs à atteindre en matière de radioprotection en retenant une approche graduée au regard des risques.

L'ASN estime que ces dispositions, exclusivement liées à la mise en œuvre des appareils, doivent être complétées par des dispositions relatives à leur conception même.

En effet, il n'existe pas, pour les appareils électriques utilisés à des fins non médicales, d'équivalent au marquage « CE » obligatoire pour les dispositifs médicaux, attestant de la conformité à plusieurs normes européennes qui couvrent divers aspects, dont la radioprotection. Par ailleurs, le REX montre qu'un grand nombre d'appareils ne disposent pas d'un certificat de conformité aux normes applicables en France. Ces normes sont obligatoires depuis de nombreuses années, mais certaines de leurs exigences sont devenues en partie obsolètes ou inapplicables du fait de l'absence de révisions récentes.

Sur la base des travaux réalisés en collaboration avec le Laboratoire central des industries électriques ([LCIE](#)), le Commissariat à l'énergie atomique et aux énergies alternatives ([CEA](#)) et l'IRSN, des premiers projets visant à définir les exigences minimales de radioprotection pour la conception de ces appareils ont été élaborés et une consultation technique informelle des parties prenantes (fournisseurs, fabricants français et étrangers, principaux utilisateurs) a été conduite dès 2015. L'analyse des différentes contributions a été menée, avec l'appui de l'IRSN et des différents acteurs de référence (CEA et LCIE). Les conclusions de ces travaux seront prises en compte afin d'adapter le cadre réglementaire et de soumettre à autorisation la distribution des appareils électriques émettant des rayonnements ionisants, au même titre que celle des sources radioactives. Ainsi depuis 2021, l'ASN mène les travaux visant à caractériser les avantages et inconvénients et la faisabilité de diverses dispositions réglementaires permettant d'encadrer, sur la base de référentiels techniques adaptés (travaux notamment conduits avec l'IRSN), la conception des appareils de radiologie industrielle. Les discussions avec la Direction générale du travail (DGT) sur les différentes options possibles se poursuivent et mettent en évidence la nécessité de renforcer leur articulation avec le cadre européen existant.

2.3.2 La protection des sources de rayonnements ionisants contre les actes de malveillance

Si les mesures de sûreté et de radioprotection prévues par la réglementation permettent de garantir un certain niveau de protection des sources de rayonnements ionisants face au risque d'[actes malveillants](#), elles ne peuvent être considérées comme suffisantes. Un renforcement du contrôle de la protection contre les actes de malveillance utilisant des sources radioactives scellées a donc été encouragé par l'Agence internationale de l'énergie atomique ([AIEA](#)), qui a publié dans ce domaine un [code de conduite sur la sûreté et la sécurité des sources radioactives](#), approuvé en 2003, complété en 2012 par deux guides d'application relatifs à la [sécurité des sources radioactives](#) et à celle des [transports de matières radioactives](#). Dès 2004, la France confirmait à l'AIEA qu'elle travaillait à l'application des orientations énoncées dans ce code de conduite.

L'organisation retenue pour le contrôle de la protection contre les actes de malveillance

La maîtrise des risques en matière de radioprotection, de sûreté et de lutte contre la malveillance présente de nombreuses interfaces. En général, les homologues de l'ASN à l'étranger sont chargés de contrôler ces trois domaines (voir tableau 2 du chapitre 2).

En France, la protection contre les actes de malveillance des matières nucléaires, notamment celles mises en œuvre dans certaines installations dites « d'importance vitale », car concourant à des productions ou services indispensables à l'exercice du fonctionnement de la nation, est pilotée par un service placé sous l'autorité du Haut Fonctionnaire de défense et de sécurité ([HFDS](#)) du ministère chargé de l'énergie.

Aussi, depuis début 2016, les évolutions réglementaires adoptées ont conduit à une organisation du contrôle de la protection des sources de rayonnements ionisants contre les actes de malveillance

qui tient compte de l'organisation préexistante, en confiant ce contrôle :

- au service du HFDS du ministère chargé de l'énergie dans les installations dont la sécurité relève déjà de son contrôle ;
- au ministre des Armées dans les emprises placées sous son autorité ;
- à l'ASN pour les autres responsables d'activités nucléaires.

Le processus nécessaire à la mise en place de ce contrôle, engagé en 2008 par le Gouvernement avec le concours de l'ASN, a abouti à [l'ordonnance n° 2016-128 du 10 février 2016](#) puis au [décret n° 2018-434 du 4 juin 2018](#) portant diverses dispositions en matière nucléaire. Ces textes, qui ont modifié le code de la santé publique, répartissent les compétences de contrôle dans les diverses installations comme indiqué ci-dessus, et incluent la protection contre les actes de malveillance dans les enjeux dont doivent tenir compte les responsables d'activités nucléaires et les services instructeurs des demandes d'autorisation.

Les sources et installations concernées

Le contrôle de la protection des sources contre les actes de malveillance porte sur l'ensemble des sources de rayonnements ionisants, c'est-à-dire l'ensemble des dispositifs susceptibles de provoquer une exposition. La majorité des dispositions réglementaires sont cependant prises pour renforcer la sécurité des sources présentant les plus forts enjeux radiologiques : il s'agit des sources radioactives scellées de catégorie A, B ou C, au sens de la catégorisation retenue par le code de la santé publique, directement issue de celle de l'AIEA. Les exigences de protection sont proportionnées à la dangerosité intrinsèque des sources. L'approche graduée veut donc que les obligations soient plus fortes pour les sources (ou lots de sources) de catégorie A que pour celles de catégorie C. Les sources scellées ne relevant pas des catégories A, B et C et dont l'activité est supérieure au seuil d'exemption et les autres sources de rayonnements ionisants, les générateurs de rayons X par exemple, sont classées en catégorie D.

On dénombre, chez les utilisateurs du secteur civil, un peu moins de 6000 sources radioactives présentant de tels enjeux de sécurité, réparties dans quelque 240 installations en France. Ces sources sont détenues essentiellement à des fins industrielles (irradiation, radiographie, mesures, etc.), ou médicales (télégammathérapie, curiethérapie notamment). Du fait de leurs déplacements fréquents sur chantier, l'utilisation des sources de radiographie industrielle présente des enjeux particuliers.

En raison de leur regroupement lors des périodes d'entreposage, des sources d'une catégorie peuvent, ensemble, relever d'une catégorie supérieure et donc faire l'objet de dispositions communes de protection renforcées.

La réglementation

Le décret modifiant la partie réglementaire du code de la santé publique pris en application de [l'ordonnance n° 2016-128 du 10 février 2016](#) ([décret n° 2018-434](#) portant diverses dispositions en matière nucléaire) a été publié le 4 juin 2018. Il comporte plusieurs dispositions portant sur la protection des sources contre les actes de malveillance, notamment :

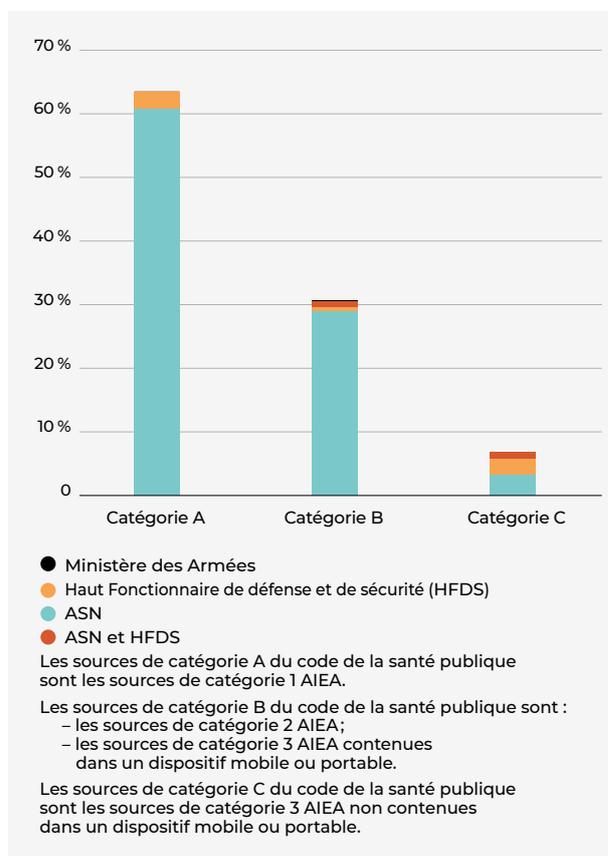
- la classification en catégorie A, B, C ou D des sources de rayonnements ionisants et lots de sources radioactives en fonction du niveau intrinsèque de risques que présentent ces sources ou lots de source. Les sources de catégorie A sont les plus dangereuses, et les sources de catégorie D les moins dangereuses (article R. 1333-14 du code de la santé publique) ;
- l'obligation de déclaration sans délai à différentes autorités administratives, notamment les forces de l'ordre territorialement compétentes, de tout acte de malveillance, tentative d'acte de malveillance ou perte portant sur une source de rayonnements ionisants ou lot de sources radioactives de catégorie A, B ou C (R. 1333-22) ;

CATÉGORISATION DES SOURCES RADIOACTIVES

Les sources radioactives ont été [classées dès 2011 par l'AIEA](#), sur la base de scénarios d'exposition définis, en cinq catégories, de 1 à 5, en fonction de leur capacité à créer des effets néfastes précoces sur la santé humaine si elles ne sont pas gérées d'une manière sûre et sécurisée. Les sources de la catégorie 1 sont considérées comme extrêmement dangereuses et celles de la catégorie 5 comme très peu susceptibles d'être dangereuses. Les sources de catégorie 1 à 3 sont considérées, à des degrés divers, comme dangereuses pour les personnes.

Cette catégorisation se fonde uniquement sur la capacité des sources à créer des effets déterministes dans certains scénarios d'exposition et ne doit donc en aucun cas être considérée comme la justification d'une absence de danger pour une exposition à une source de catégorie 4 ou 5, une telle exposition pouvant être à l'origine d'effets stochastiques à plus long terme. Dans tous les cas, les principes de justification et d'optimisation doivent donc être respectés. Ces travaux de l'AIEA ont été repris en annexe au code de la santé publique modifié par le [décret n° 2018-434](#) portant diverses dispositions en matière nucléaire. Toutefois, les catégories 4 et 5 de l'AIEA ont été regroupées dans la catégorie D de ce code.

GRAPHIQUE 5 Répartition des sources scellées de haute activité, selon leur catégorie et selon leur autorité de contrôle en matière de protection contre la malveillance



- la transmission, sous pli séparé spécialement identifié, des informations sensibles, c'est-à-dire les éléments de nature à faciliter des actes de malveillance (R. 1333-130);
- la délivrance d'une autorisation nominative et écrite aux personnes ayant accès aux sources de rayonnements ionisants ou lots de sources radioactives de catégorie A, B ou C, procédant à leur convoyage ou accédant aux informations portant sur leur protection contre les actes de malveillance (R. 1333-148).

Par la suite, l'arrêté ministériel fixant les prescriptions organisationnelles et techniques pour protéger les sources de rayonnements ionisants (ou les lots de sources radioactives) contre les actes de malveillance a été signé le [29 novembre 2019](#) et publié au *Journal Officiel* le 11 décembre 2019. Ses dispositions ont connu une entrée en vigueur progressive jusqu'à la fin de l'année 2022. Elles sont aujourd'hui toutes applicables.

L'arrêté du 29 novembre 2019 modifié s'applique également aux transports de sources de catégorie A, B ou C unitaires ou en lots.

Les principales prescriptions de cet arrêté visent, en retenant une approche graduée basée sur les catégories A, B, C (et D pour deux articles), à la mise en place par l'exploitant de dispositifs matériels, ainsi que d'une politique et d'une organisation interne, permettant d'assurer la protection des sources contre les actes de malveillance. Ces dispositions techniques et organisationnelles sont destinées à :

- limiter ou retarder le vol par des mesures de contrôle d'accès, de renforcement des barrières physiques y compris au niveau des ouvertures (portes, fenêtres, etc.), d'alarme et de détection au franchissement;
- protéger les informations sensibles (accès limité aux personnes dûment autorisées, promotion des bonnes pratiques informatiques);
- détecter au plus tôt un acte ou une tentative d'acte de malveillance (notamment un vol);
- intervenir ou alerter les pouvoirs publics en ayant au préalable préparé leur intervention;

- sensibiliser, informer, former régulièrement le personnel à la question;
- vérifier périodiquement l'efficacité des matériels et organiser des exercices.

Pour d'évidentes raisons de restriction d'accès à l'information, certaines dispositions de cet arrêté, détaillées dans ses annexes, n'ont pas été publiées au *Journal Officiel*. Dans son champ de compétence, l'ASN a donc transmis, par des courriers individualisés, les annexes pertinentes à l'ensemble des responsables d'activité nucléaire concernés.

L'ASN a également accompagné la parution de l'arrêté par des interventions en régions entre 2020 et 2022 lors de manifestations professionnelles ou de réunions *ad hoc* avec des professionnels concernés.

Pour aider à la prise en charge de cet arrêté qui ouvrait un nouveau champ réglementaire que les responsables d'activité nucléaire connaissaient peu, deux documents importants ont également été élaborés :

- un guide conjoint ASN/Service du Haut Fonctionnaire de défense et de sécurité (SHFDS) du ministère de la Transition énergétique afin d'avoir une compréhension commune, professionnels et inspecteurs, des exigences de l'arrêté;
- un guide de l'évaluation de la résistance à l'effraction des ouvrants : portes, volets, fenêtres, etc. De nos jours, des référentiels professionnels et des normes traitant de la protection contre la malveillance permettent de traiter techniquement cet aspect de façon satisfaisante. Toutefois, la majorité des installations concernées ont été construites à une époque où la question de la malveillance était peu prise en compte. Sur la base de travaux de l'IRSN qui dispose d'un bureau spécialisé dans la protection physique des installations, un guide attribuant un nombre de points aux vantaux, serrures et paumelles d'un ouvrant, permet de lui affecter une note globale et de conclure quant à sa conformité aux exigences des annexes de l'arrêté.



GRUPE DE RÉFLEXION INTERNATIONALE SUR LES TECHNOLOGIES ALTERNATIVES

Les sources radioactives présentent, pour leurs utilisateurs comme pour le public et l'environnement, des risques de radioprotection et de sécurité qui doivent être pris en compte dès la phase de réflexion préalable à la mise en œuvre d'une activité nucléaire. Ainsi, en France, lorsque des technologies présentant des enjeux moindres qu'une activité nucléaire sont disponibles dans des conditions techniquement et économiquement acceptables, elles doivent être mises en œuvre en lieu et place de l'activité nucléaire initialement envisagée : c'est le principe de justification.

Sur cette base, la France, dès 2014, puis à l'occasion du [Sommet mondial sur la sécurité nucléaire](#) à Washington en avril 2016, a été à l'origine d'un engagement international désormais soutenu par 31 États et par Interpol. L'objet est de conforter la recherche et le développement de technologies n'utilisant pas de sources radioactives scellées de haute activité et de promouvoir leur mise en œuvre.

Dans ce cadre, depuis avril 2015, l'ASN est à l'origine, avec la *National Nuclear Security Administration* (NNSA – États-Unis), de la création d'un groupe de réflexion informel impliquant plusieurs États sur le thème de la substitution des sources radioactives de haute activité par des technologies alternatives. L'ambition de ce groupe, qui se réunit annuellement, est de favoriser la prise de conscience de l'intérêt de telles alternatives et de partager le REX de chaque État en la matière.

En décembre 2018, lors de la Conférence internationale sur la sécurité nucléaire organisée par l'AIEA, plusieurs présentations et deux tables rondes ont abordé le sujet des technologies alternatives et rappelé la pertinence de ce groupe de réflexion.

La réunion de 2023 de ce groupe, tout comme celle de 2022, s'est tenue au format virtuel et a rassemblé 200 participants. Elle a notamment permis de dresser un premier bilan de l'expérience acquise par plusieurs

établissements après quelques années d'utilisation d'irradiateurs à rayons X ou d'accélérateurs en remplacement d'irradiateurs à sources radioactives. Plusieurs interventions ont souligné la nécessité d'anticiper les modalités de maintenance des appareils. Plus généralement, l'accès à des formations théoriques et pratiques, tant pour les utilisateurs des appareils que les équipes support, telles que la maintenance, demeure une difficulté dans plusieurs pays. Enfin, les États-Unis ont souligné la publication par leur gouvernement, au printemps 2023, du *National Security Memorandum 19* qui comporte notamment une orientation sur la transition vers ces technologies alternatives.

Ces réunions régulières permettent de mettre en évidence tant des initiatives réussies de mise en œuvre de technologies alternatives, que des difficultés dans le développement ou la mise en œuvre de ces technologies, qui devront faire l'objet de travaux complémentaires.

TRANSFERTS INTERNATIONAUX DE SOURCES RADIOACTIVES : LA PROCÉDURE DU CONSENTEMENT PRÉALABLE

Garantir la maîtrise des sources radioactives scellées et les protéger contre un acte de malveillance pendant leur importation ou leur exportation reste une question cruciale. L'AIEA a publié un document intitulé [Orientations pour l'importation et l'exportation de sources radioactives](#), visant à proposer à ses membres un cadre international cohérent. Ce cadre n'est pas prescriptif, mais a vocation à être pris en compte par les États membres de l'AIEA dans leur réglementation. Il vise à assurer un contrôle réglementaire le plus homogène possible tout au long du transfert de ces sources entre les pays d'origine et de destination.

Ces orientations sont complémentaires à celles du [code de conduite sur la sûreté et la sécurité des sources radioactives de l'AIEA](#). À ce jour, 135 pays, dont la France, se sont engagés à reprendre ces principes dans leur réglementation.

Les orientations sur l'importation et l'exportation de sources radioactives ont vu le jour en 2005, deux ans après l'adoption du code de conduite. La version actuelle, mise à jour en 2012, se concentre principalement sur les sources radioactives de catégorie 1 et 2 (les plus dangereuses), largement utilisées dans les domaines médicaux et industriels. Assurer le maintien sous

contrôle lors de l'importation ou de l'exportation de ces sources est impératif vu leur niveau élevé de radioactivité, posant ainsi un risque en cas d'exposition involontaire aux rayonnements ou d'utilisation illégale ou non autorisée.

Ces préconisations recommandent notamment l'obtention du consentement de l'État importateur (consent en anglais) avant que l'exportation de sources de catégorie 1 ne soit permise et l'envoi par l'entreprise exportatrice d'une notification à l'État importateur sept jours avant la date prévue d'expédition (pour les sources de catégories 1 ou 2).

L'objectif est de pouvoir connaître les arrivées et les départs sur le territoire national des sources ou lots de sources de catégories 1 ou 2, afin d'avoir une réponse rapide en cas d'acte ou tentative d'acte de malveillance ou de situation de crise (accident, événement climatique, etc.).

La [décision n°2015-DC-0521 de l'ASN du 8 septembre 2015](#) (voir encadré page suivante) a fixé dans le droit français ces principes. Des formulaires ont été rédigés et des « points de contact », préconisés dans les orientations de l'AIEA, ont été désignés afin de fluidifier les échanges internationaux d'informations.

Les demandes de consentement impliquant la France proviennent principalement de trois pays : les États-Unis, le Canada et le Royaume-Uni. Le nombre de consentements à l'importation est d'un peu moins de dix par an, celui à l'exportation d'environ la moitié.

En 2023, l'ASN a participé à un séminaire organisé par l'AIEA à Vienne rassemblant 103 « points de contact » désignés par 76 pays pour échanger sur les modalités réglementaires adoptées dans chacun des pays sur la base des préconisations de l'AIEA. L'ASN y a fait une présentation démontrant l'importance de ne négliger aucun détail.

Les discussions ont confirmé les difficultés persistantes lors de ces opérations. Par exemple, comment agir si le pays exportateur ne reconnaît pas les orientations de l'AIEA ou lorsque le pays importateur tarde à fournir les informations requises ? Ce type de questions a été au cœur des discussions, montrant la volonté commune de trouver des solutions permettant de fluidifier les échanges et de garantir des transferts internationaux de sources sûrs.

Les formulaires de demande d'autorisation d'exercer une activité nucléaire ont par ailleurs été adaptés et pour les sources ou lots de catégorie A, B ou C deux formulaires dédiés ont été créés.

Enfin, pour compléter l'information des professionnels, une [plaquette](#) destinée aux responsables d'activité nucléaire ne disposant que de sources de catégorie D (pour lesquelles le nombre d'obligations réglementaires est limité) est également disponible sur [asn.fr](#).

2.4 LES AUTORISATIONS, ENREGISTREMENTS ET DÉCLARATIONS DES SOURCES DE RAYONNEMENTS IONISANTS UTILISÉES À DES FINS INDUSTRIELLES, DE RECHERCHE OU VÉTÉRINAIRES

2.4.1 La prise en compte des principes de radioprotection dans la réglementation des activités non médicales

En matière de radioprotection, l'ASN veille à l'application des [trois grands principes de la radioprotection](#) inscrits dans le code de la santé publique ([article L. 1333-2](#)) : la justification, l'optimisation des expositions et la limitation des doses.

L'évaluation du bénéfice attendu d'une activité nucléaire et du détriment sanitaire associé peut conduire à interdire une activité pour laquelle le bénéfice apparaît insuffisant au regard du risque. Soit l'interdiction est prononcée de façon générique, soit l'autorisation requise au titre de la radioprotection n'est pas délivrée ou reconduite. Pour les activités existantes, les éléments de

justification sont consignés par écrit par le responsable de l'activité nucléaire, mis à jour tous les cinq ans et en cas de modification notable des connaissances ou des techniques disponibles.

L'optimisation est une notion qui doit être appréciée en fonction du contexte technique et économique et elle nécessite une forte implication des professionnels. L'ASN considère en particulier que les fournisseurs d'appareils sont au cœur de la démarche d'optimisation (voir point 4). En effet, ils sont responsables de la mise sur le marché des appareils et doivent donc concevoir ceux-ci de façon à assurer une exposition minimale des futurs utilisateurs. L'ASN contrôle également l'application du principe d'optimisation dans le cadre de l'instruction des dossiers d'autorisation, des inspections qu'elle réalise et lors de l'analyse des différents événements significatifs qui lui sont déclarés.

2.4.2 Les régimes d'autorisation, d'enregistrement et de déclaration

Les demandes relatives à la détention et à l'utilisation de rayonnements ionisants sont instruites par les [divisions territoriales de l'ASN](#), alors que celles relatives à la fabrication et à la distribution de sources ou d'appareils en contenant sont instruites à l'échelon central de l'ASN, par la Direction du transport et des sources ([DTS](#)). L'entrée en vigueur le 1^{er} juillet 2018 du [décret n° 2018-434 du 4 juin 2018](#) portant diverses dispositions en matière nucléaire a introduit un troisième régime administratif intermédiaire entre les régimes de la déclaration et de l'autorisation : il s'agit du régime de l'autorisation simplifiée, dit « [régime d'enregistrement](#) ».

LE SUIVI DES SOURCES RADIOACTIVES

Le code de la santé publique prévoit, dans ses articles R. 1333-154, 156 et 157, l'enregistrement préalable par l'IRSN des mouvements de radionucléides sous forme de sources radioactives et, dans son article R. 1333-158, le suivi de ces radionucléides.

La [décision n° 2015-DC-0521 de l'ASN du 8 septembre 2015](#) relative au suivi et aux modalités d'enregistrement des radionucléides sous forme de sources radioactives et de produits ou dispositifs en contenant précise

les modalités d'enregistrement des mouvements et les règles de suivi de radionucléides sous forme de sources radioactives.

Cette décision, applicable depuis le 1^{er} janvier 2016, a pris en compte le fonctionnement existant et l'a complété notamment sur les points suivants, en :

- graduant les actions de contrôle sur les sources en fonction de la dangerosité de celles-ci;

- confirmant l'absence d'enregistrement pour les sources d'activité inférieure aux seuils d'exemption;
- imposant des délais entre l'enregistrement des mouvements de sources et le mouvement lui-même;
- imposant que chaque source soit accompagnée d'un document appelé « certificat de source » mentionnant toutes ses caractéristiques et qui doit être transmis à l'IRSN dans les deux mois suivant la réception de la source.

L'ASN a préparé une nomenclature de répartition des différentes catégories d'activités nucléaires dans ces trois régimes, dont la mise en œuvre a commencé au 1^{er} janvier 2019, avec l'entrée en vigueur de la décision permettant l'extension du régime déclaratif à de nouvelles activités nucléaires jusqu'alors soumises à autorisation et s'est poursuivie le 1^{er} juillet 2021 par l'entrée en vigueur de la décision relative au régime d'enregistrement.

Le régime d'autorisation

Les activités du nucléaire de proximité du secteur industriel se distinguent par leur grande hétérogénéité et par le nombre important d'exploitants concernés. Le régime de l'autorisation est le régime destiné à encadrer les activités nucléaires présentant les enjeux de radioprotection les plus importants, pour lesquels l'ASN vérifie, lors de l'instruction du dossier de demande, que les risques ont bien été identifiés par le demandeur et que les barrières prévues, destinées à en limiter les effets, sont appropriées. Dans le cadre de cette démarche, des [formulaires](#) de demande d'autorisation adaptés à chaque activité sont disponibles sur [asn.fr](#).

Ces documents sont conçus pour que les demandes d'autorisation soient formulées par le représentant d'une personne morale, même si la possibilité de demander une autorisation en tant que personne physique reste ouverte. Les formulaires précisent la liste des documents qui doivent être joints à la demande. L'ensemble des autres documents listés en annexe à la [décision n° 2010-DC-0192 de l'ASN du 22 juillet 2010](#) doit être en possession du demandeur et conservé à la disposition des inspecteurs en cas de contrôle. À l'issue de l'instruction et sous réserve que les dispositions décrites par le demandeur soient satisfaisantes, une décision d'autorisation à durée limitée (généralement cinq ans) est délivrée pour l'exercice de l'activité nucléaire.

Dans le cadre du renforcement de la mise en place d'une approche graduée du contrôle des activités nucléaires relevant du code de la santé publique, l'ASN a poursuivi la révision de la décision précitée, entamée en 2022. Cette démarche vient parachever le travail débuté dès 2018, qui a déjà conduit à la révision du régime déclaratif et à la mise en place du régime d'enregistrement (voir ci-après).

Le régime déclaratif

Dans le cadre de la refonte du classement des différentes activités nucléaires dans les trois régimes administratifs introduit par le décret du 4 juin 2018 susvisé, l'ASN a souhaité mettre en œuvre une approche plus graduée et proportionnée aux enjeux.

Ses premiers travaux ont porté sur le régime de déclaration. La déclaration est une procédure simple, qui ne nécessite aucune transmission de documents justificatifs. Elle est particulièrement adaptée aux activités nucléaires présentant les risques les plus faibles pour les personnes et l'environnement.

Le responsable d'une activité du secteur industriel, de recherche ou vétérinaire, relevant du régime de déclaration a, depuis avril 2018, la possibilité d'effectuer cette démarche de manière dématérialisée sur le portail [Téléservices](#) de l'ASN.

Par la [décision n° 2018-DC-0649 du 18 octobre 2018](#) modifiée, homologuée le 21 novembre 2018, l'ASN a étendu le champ des activités soumises à déclaration. L'extension au régime déclaratif a concerné à ce jour environ 7 000 dossiers jusqu'alors soumis au régime de l'autorisation.

Le nouveau régime d'enregistrement (autorisation simplifiée)

Le nouveau régime d'enregistrement est entré en vigueur le 1^{er} juillet 2021, après homologation le 4 mars 2021 de la [décision n° 2021-DC-0703 de l'ASN du 4 février 2021](#). Cette décision encadre les activités nucléaires des domaines de l'industrie, de la recherche et des applications vétérinaires, les activités nucléaires à finalité médicale relevant de ce régime étant encadrées par une autre décision (voir chapitre 7). Ce régime s'applique à certaines sources de rayonnements ionisants, qu'elles soient sous forme de sources radioactives scellées ou non scellées et d'appareils électriques émettant des rayonnements X, dont les risques et inconvénients générés par leur détention ou leur utilisation peuvent être prévenus par le respect des prescriptions générales spécifiques que la décision fixe. La décision définit donc, outre les activités nucléaires concernées, le contenu du dossier de demande relatif à l'autorisation simplifiée, ainsi que les conditions d'exercice (prescriptions générales spécifiques) de l'activité nucléaire que devront respecter les exploitants.

Son entrée en vigueur marque la deuxième étape, après celle de l'extension du régime déclaratif, de la mise en place effective de la réforme du contrôle du nucléaire de proximité visant à mieux concrétiser une approche graduée des risques. En effet, la décision implique des allègements notables des démarches administratives par rapport à celles imposées aux activités nucléaires soumises à autorisation : un dossier de demande dont le contenu est simplifié (tant en matière d'informations à renseigner que de pièces justificatives à fournir), des durées d'enregistrement de dix ans par défaut (voire, pour certaines activités nucléaires, par défaut illimitées), la possibilité de réaliser sa demande d'enregistrement sur le service de télé-enregistrement qui est disponible sur [asn.fr](#), des délais d'instruction réduits à au plus six mois, l'absence de réponse à l'issue des six mois valant de fait enregistrement de l'activité nucléaire objet de la demande.

L'entrée en vigueur du régime d'enregistrement devrait concerner à terme entre 1 200 à 2 000 exploitants des domaines de l'industrie, de la recherche et des applications vétérinaires jusqu'alors soumis au régime de l'autorisation. Il ne sera en revanche possible de quantifier précisément ce nombre qu'à l'échéance d'une période de cinq ans (1^{er} juillet 2026). En effet, conformément au

principe des bénéfices acquis, les autorisations délivrées avant le 1^{er} juillet 2021 tiendront lieu d'enregistrement jusqu'au terme de la décision d'autorisation, sous condition qu'il ne soit procédé dans l'intervalle à aucune modification de l'activité nucléaire exercée.

2.4.3 Les statistiques de l'année 2023

Les fournisseurs

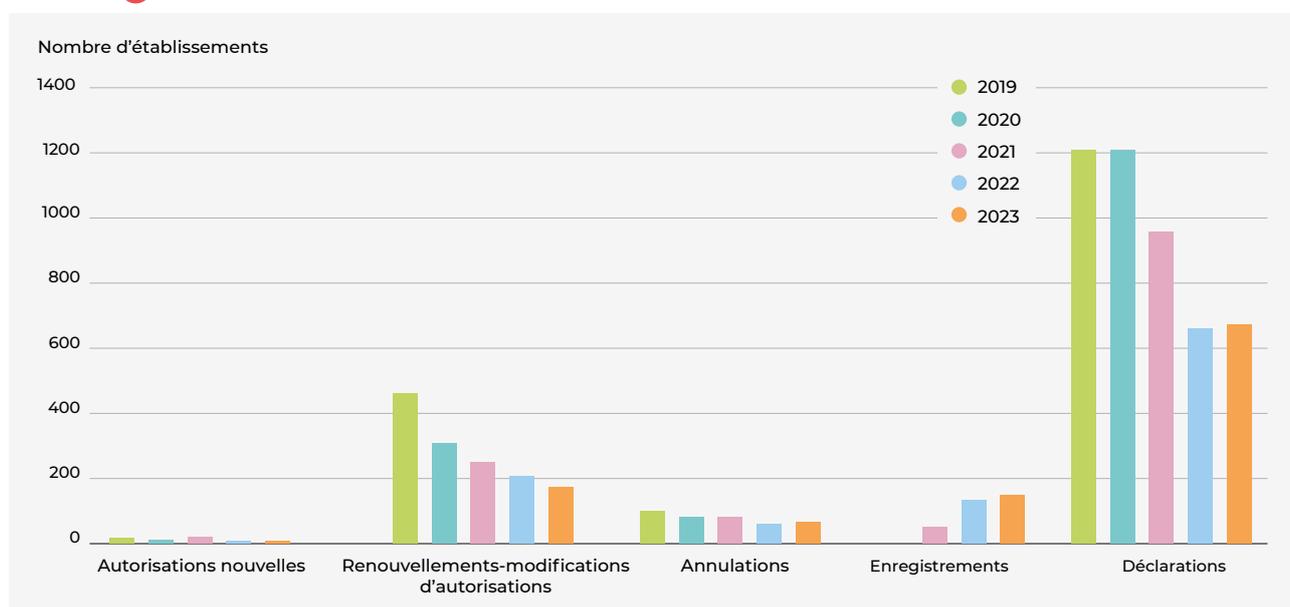
Compte tenu du rôle fondamental des fournisseurs de sources radioactives, ou d'appareils en contenant, pour la radioprotection des futurs utilisateurs (voir point 2.4.1), l'ASN exerce un contrôle renforcé dans ce domaine. Au cours de l'année 2023, 89 demandes d'autorisation de distribution de sources radioactives ou de renouvellements d'autorisation ont été instruites par l'ASN et 43 inspections ont été réalisées (toutes sources de rayonnements ionisants confondues).

Les utilisateurs

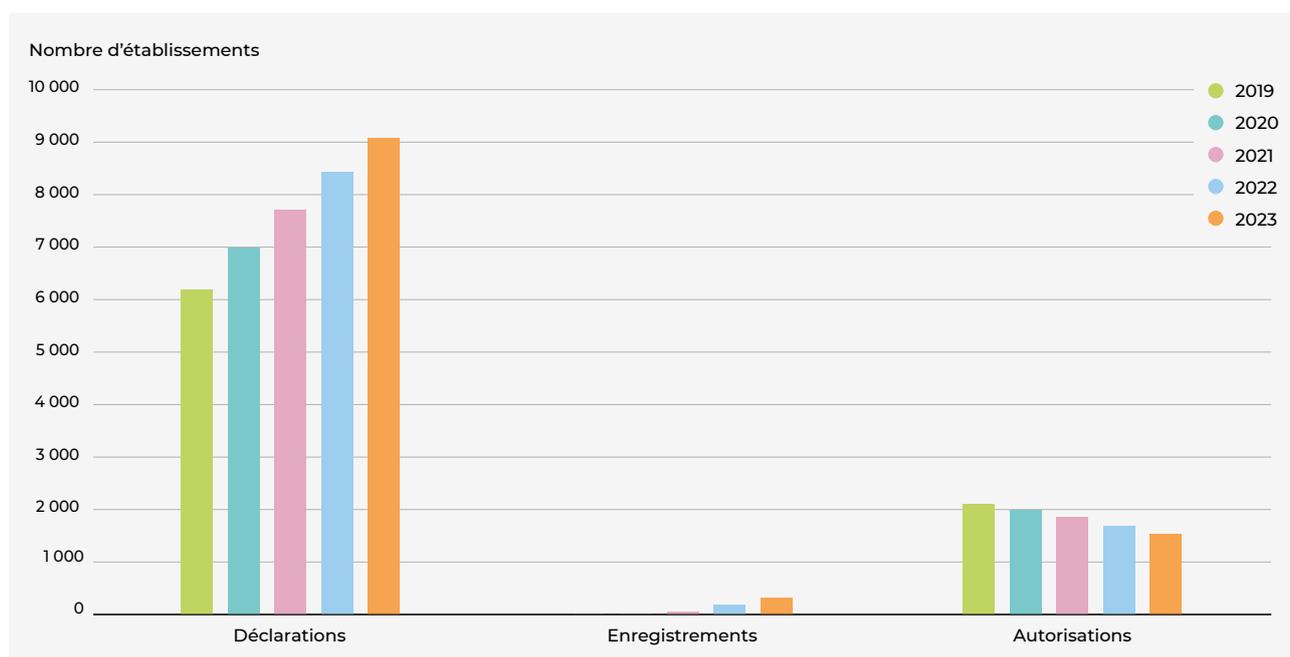
Le cas des sources radioactives

En 2023, l'ASN a instruit et notifié sept autorisations nouvelles, 174 renouvellements ou mises à jour, 67 annulations d'autorisation et délivré 147 décisions d'enregistrement. L'ASN a également délivré, en 2023, 672 récépissés de déclaration pour les sources radioactives scellées. Le graphique 6 présente les actes réglementaires délivrés par l'ASN pour les sources radioactives en 2023 et, le cas échéant, leur évolution sur les cinq dernières années. L'entrée en vigueur de la décision n° 2018-DC-0649 du 18 octobre 2018 modifiée (voir point 2.4.2) est la raison principale de la baisse importante du nombre d'autorisations délivrées, au profit de la délivrance de récépissés de déclaration, et illustre la mise en application concrète de l'approche graduée du contrôle.

GRAPHIQUE 6 Autorisations, enregistrements et déclarations «utilisateur» de sources radioactives délivrés chaque année



GRAPHIQUE 7 Autorisations, enregistrements et déclarations «utilisateur» de générateurs électriques de rayonnements ionisants en vigueur au cours des cinq dernières années



Cette baisse s'accroîtra dans les exercices futurs, le nouveau régime d'enregistrement (voir point 2.4.2) applicable depuis le 1^{er} juillet 2021 prenant à son tour progressivement de l'ampleur.

Une fois l'autorisation, l'enregistrement ou le récépissé de déclaration obtenu, le titulaire peut s'approvisionner en sources. Dans ce but, il reçoit de l'IRSN des formulaires de demande de fournitures permettant à l'Institut de vérifier – dans le cadre de ses missions de tenue à jour de l'inventaire des sources de rayonnements ionisants – que les commandes se font conformément à l'autorisation, à l'enregistrement ou au récépissé de déclaration délivré à l'utilisateur et à l'autorisation de son fournisseur. Si tel est bien le cas, le mouvement est alors enregistré par l'IRSN, qui avise les intéressés que la livraison peut être réalisée. En cas de difficulté, le mouvement n'est pas validé et l'IRSN saisit l'ASN (voir encadré page 256).

Le cas des générateurs électriques de rayonnements ionisants

L'ASN est chargée, depuis 2023, du contrôle de ces appareils pour lesquels de nombreuses régularisations administratives sont nécessaires.

Elle a accordé, en 2023, 23 autorisations nouvelles, 130 renouvellements ou mises à jour d'autorisation et délivré 140 décisions d'enregistrement pour l'utilisation d'appareils électriques émettant des rayonnements X. L'ASN a également délivré 649 récépissés de déclaration pour des générateurs électriques de rayonnements ionisants. Comme pour les sources radioactives, la diminution importante du nombre d'autorisations délivrées et, à l'inverse, l'augmentation des récépissés de déclaration et la délivrance des premières décisions d'enregistrement sont la conséquence directe de l'entrée en vigueur des décisions n° 2018-DC-0649 du 18 octobre 2018 modifiée et n° 2021-DC-0703 du 4 février 2021 précitées.

Au total, 1537 autorisations, 318 enregistrements et 9069 récépissés de déclaration sont en vigueur pour des appareils électriques émettant des rayonnements ionisants fin 2023. Le graphique 7 (voir page précédente) illustre l'évolution de ces dernières années.

3 L'appréciation sur l'état de la radioprotection dans les utilisations à enjeux des domaines industriel, de recherche et vétérinaire

3.1 LA RADIOGRAPHIE INDUSTRIELLE

La **radiographie industrielle** est une méthode de contrôle non destructif qui consiste à obtenir une image de la densité de matière d'un objet traversé par un rayonnement électromagnétique X ou gamma (gammagraphie). L'image est obtenue grâce à un détecteur qui peut être un film argentique, un écran photostimulable à mémoire réutilisable ou un ensemble de détecteurs numériques.

La radiographie industrielle permet notamment d'apprécier les défauts d'homogénéité dans les matériaux, par exemple les cordons de soudure, ou de contrôler leur fatigue. Elle est fréquemment employée lors d'opérations de fabrication ou de maintenance, dans différents secteurs industriels, tels que la chaudronnerie, la pétrochimie, les centrales nucléaires, les travaux publics, l'aéronautique ou l'armement.

La radiographie peut être menée dans une installation (qui assure alors la protection physique des opérateurs par des dispositifs de radioprotection et de sécurité) ou en conditions de chantier (où une zone d'opération doit alors être matérialisée).

3.1.1 Les différentes méthodes utilisées

La gammagraphie

Les appareils de gammagraphie contiennent le plus souvent des sources scellées de haute activité, principalement de l'iridium-192, du cobalt-60 ou du sélénium-75, dont l'activité peut atteindre une vingtaine de térabecquerels. Un appareil de gammagraphie est le plus souvent un appareil mobile pouvant être déplacé d'un chantier à l'autre.

Il se compose principalement de :

- un projecteur de source, servant de conteneur de stockage et assurant une protection radiologique quand la source n'est pas utilisée ;
- une gaine d'éjection, destinée à permettre le déplacement de la source et à la guider jusqu'à l'objet à radiographier ;
- et une télécommande, permettant la manipulation à distance par l'opérateur.

Lors de l'éjection de la source hors du projecteur, les débits de dose peuvent atteindre plusieurs grays par heure à 1 mètre de la source, en fonction du radionucléide et de son activité.

Du fait de l'activité des sources et du déplacement de la source hors du conteneur de stockage pendant l'utilisation de l'appareil, la gammagraphie peut présenter des risques importants pour les opérateurs en cas de mauvaise manipulation, de non-respect des règles de radioprotection ou d'incidents de fonctionnement. Par ailleurs, elle est fréquemment menée en conditions de chantier dans des circonstances difficiles (travail de nuit, lieu de travail exposé aux intempéries ou exigü, etc.). À ce titre, il s'agit donc d'une activité à fort enjeu de radioprotection, qui figure parmi les priorités de contrôle de l'ASN.

La radiographie industrielle par rayonnements X

Les appareils de radiographie industrielle par rayonnements X sont très variés, allant d'appareils fixes (intégrés dans une installation de taille très variable) à des appareils mobiles qui peuvent être utilisés aussi bien en conditions de chantier qu'en installation. En application du principe d'optimisation, ils doivent se substituer aux appareils de gammagraphie, lorsque les conditions de mise en œuvre le permettent, car leur utilisation permet d'éviter la mise en œuvre d'une source radioactive.

En dehors du contrôle non destructif, ces appareils peuvent aussi être utilisés pour des emplois plus spécifiques, et donc plus rares, tels que la réalisation de radiographies en vue de la restauration d'instruments de musique ou de tableaux, l'étude de momies en archéologie ou l'analyse de fossiles.

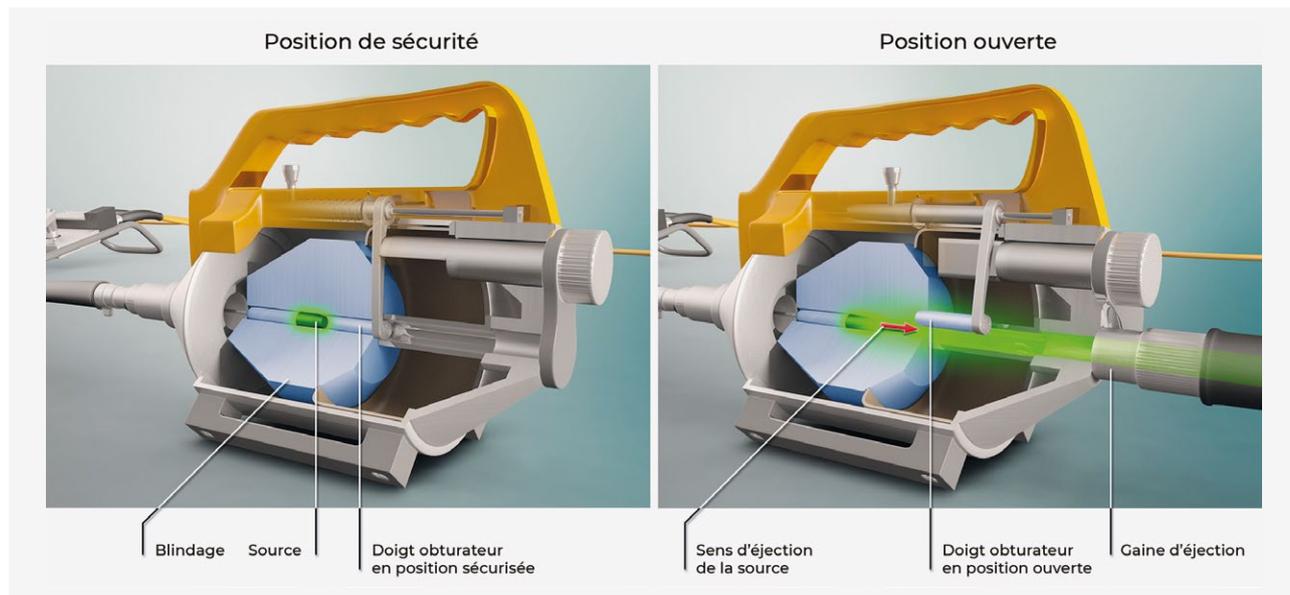
3.1.2 L'évaluation de l'état de la radioprotection

Les activités de radiographie industrielle représentent de forts enjeux et constituent depuis plusieurs années une priorité d'inspection pour l'ASN.

En 2023, l'ASN a mené 124 inspections sur ce thème, en légère diminution par rapport aux exercices précédents. Parmi ces inspections, 43 ont été réalisées de manière inopinée lors de chantiers qui se déroulent également de nuit.

Le système de télédéclaration des plannings de chantier pour les entreprises prestataires en radiographie industrielle, mis en place par l'ASN en 2014, permet de faciliter l'organisation de ces contrôles. L'ASN constate que la quasi-totalité des entreprises concernées utilise couramment ce système pour déclarer leurs chantiers.

Schéma de principe de fonctionnement d'un gammagraphe



LA GAMMAGRAPHIE AU SÉLÉNIUM-75

L'emploi de sélénium-75 en gammagraphie est autorisé en France depuis 2006. Mis en œuvre dans les mêmes appareils que ceux fonctionnant à l'iridium-192, l'emploi de sélénium-75 présente des avantages notables en matière de radioprotection. En effet, les débits d'équivalent de dose sont d'environ 55 millisieverts par heure et par térabecquerel (mSv/h/TBq) à 1 mètre de la source en sélénium-75, contre 130 mSv/h/TBq pour l'iridium-192. Son utilisation est possible en remplacement de l'iridium-192

dans de nombreux domaines industriels, notamment en pétrochimie ou en chaudronnerie et permet de réduire considérablement les périmètres de sécurité mis en place et de faciliter les interventions en cas d'incident. En France, environ 15% des appareils portables sont équipés avec une source de sélénium-75. Le déploiement du sélénium-75 a stagné ces dernières années et est même en recul en 2023 (20% en 2022). En particulier, le contexte géopolitique actuel (sanctions contre la Russie en

raison de la guerre en Ukraine) a nécessité une réorganisation de la filière mondiale d'approvisionnement de sources de gammagraphie, s'accompagnant notamment de retards de livraison. Néanmoins, des voies diverses d'approvisionnement ont été mises en place ces dernières années par le fournisseur de ces sources, et de nouvelles sont explorées. L'ASN encourage donc toujours l'utilisation du sélénium-75 quand elle est possible.

Cependant, la fiabilité des informations transmises est encore hétérogène. Les points d'amélioration portent notamment sur :

- la mise à jour des plannings lorsque ceux-ci sont modifiés ou annulés ;
- l'exactitude des informations de localisation du chantier (à ne pas confondre avec l'adresse de l'entreprise donneuse d'ordre) ;
- l'exhaustivité de déclaration des chantiers ;
- l'identification de l'appareil utilisé lors du chantier (appareil de gammagraphie ou à rayonnements X).

L'ASN constate que les entreprises ont, dans leur grande majorité, maintenu la rigueur nécessaire pour respecter les obligations réglementaires relatives à la désignation d'un conseiller en radioprotection (CRP), au suivi dosimétrique des travailleurs et à la délimitation radiologique de leurs installations (moins de 10% d'écarts relevés). Par ailleurs, les inspecteurs ont constaté que la fréquence réglementaire de la maintenance des appareils de gammagraphie est plutôt respectée (aucun écart relevé pour les projecteurs, 7% d'écarts constatés pour les accessoires). De même, les opérateurs contrôlés par l'ASN disposaient presque tous, lorsque cela était nécessaire, du certificat d'aptitude à manipuler les appareils de radiologie industrielle (CAMARI) prévu par l'article R. 4451-61 du code du travail (seul 1 écart constaté, concernant une utilisation en installation).

À noter qu'à compter du 1^{er} janvier 2025, conformément aux nouveaux articles R.4451-62 et R.4451-63 du code du travail, la mise en œuvre, dans une zone d'opération, d'un appareil de radiologie industrielle contenant une ou plusieurs sources scellées de haute activité nécessitera au moins deux salariés de l'entreprise détentrice disposant du CAMARI (voir point 5).

Les inspecteurs ont également relevé que les efforts déployés par les entreprises pour assurer la formation des travailleurs classés nouvellement arrivés avaient été maintenus. Ainsi, en 2023, cette information a été correctement dispensée auprès des nouveaux arrivants, dans 94% des établissements concernés inspectés.

Par ailleurs, si les inspections n'ont révélé aucun écart concernant le respect des autorisations délivrées par l'ASN en matière de radionucléide ou d'activité maximale détenus, les entreprises doivent toutefois être plus rigoureuses afin d'assurer la concordance de leur inventaire de sources radioactives scellées détenues avec l'inventaire national tenu par l'IRSN (8% d'écarts constatés).

Enfin, un effort conséquent est à mener par les entreprises pour définir un programme exhaustif des vérifications exigées par le code du travail et le mettre correctement en œuvre, mais aussi pour corriger les non-conformités relevées à l'occasion de ces vérifications et assurer la traçabilité des corrections apportées (écarts relevés dans plus d'une inspection sur trois).



GAMMAGRAPHIE: DES ACCIDENTS GRAVES À L'ÉTRANGER

En France, les accidents en gammagraphie restent limités en nombre et en conséquences depuis mars 1979, où un accident avait conduit à l'amputation de la jambe d'un ouvrier qui avait ramassé et mis dans sa poche une source d'iridium-192 de 518 GBq. Cet incident avait entraîné un renforcement de la réglementation en vigueur à l'époque. Ceci ne doit pas être perçu comme un acquis. L'ASN exerce une veille sur les accidents survenus à l'étranger qui ont parfois eu des effets graves. Dans les dernières années, parmi les exemples dont l'ASN a eu connaissance et qui confirment les risques auxquels des actions inappropriées peuvent exposer les opérateurs :

- en 2023, en Allemagne, un radiologue a été exposé à une dose de 71,5 millisieverts (mSv) après être entré dans une installation alors que l'appareil électrique émettant des rayonnements ionisants mis en œuvre à l'intérieur était encore en fonctionnement. Les causes de l'événement sont toujours en cours d'investigation;
- en 2023, aux États-Unis, un radiologue en formation a été exposé plusieurs fois, lors d'un chantier, à une source d'iridium-192 en effectuant diverses opérations (remplacement du film, déplacement de la gaine d'éjection) alors que la source était toujours positionnée dans l'embout d'irradiation en raison du décrochement du porte-source. Au cours de cet incident, plusieurs barrières de radioprotection n'ont pas été respectées, notamment par l'absence de supervision du radiologue en formation (en particulier lors de la phase de connexion du porte-source), l'absence de port de dosimètre, d'utilisation de radiamètre et de réalisation des vérifications du bon retour de la source dans le projecteur (contrôle du voyant, mesures, etc.). Le radiologue en formation ne s'est aperçu du problème que lors de la déconnexion de la gaine d'éjection du projecteur. La reconstitution dosimétrique (en l'absence du port d'un dosimètre) a estimé la dose efficace reçue à 75 mSv et à 258 mSv en dose aux extrémités;
- en 2022, aux États-Unis, une équipe de trois opérateurs d'une société de contrôle non destructif procédait à des tirs de gammagraphie. Un des opérateurs se trouvait à proximité de la source de cobalt-60 lorsqu'elle a été éjectée par son collègue qui n'avait pas de visuel direct. Étant donné l'environnement très sonore du chantier, l'opérateur n'a pas entendu l'alarme de ses appareils de mesure et a été exposé pendant environ une minute à une dose de 55 mSv;
- en 2022, en Belgique, un radiologue a été exposé (14 mSv corps entier, dose extrémité non précisée) à une source de sélénium-75 pendant un bref instant (60 à 90 secondes) lorsqu'il a voulu déconnecter le collimateur de l'appareil alors que la source y était encore présente. L'alarme de son dosimètre opérationnel n'a pas fonctionné car celui-ci n'avait plus de pile; de plus, l'opérateur n'était pas muni de son radiamètre. C'est l'alarme du dosimètre opérationnel de son assistant qui s'est déclenchée lorsque celui-ci s'est approché de la source, qui a permis d'identifier l'incident;
- en 2022, en Hongrie, un opérateur a été exposé lors de la manipulation du collimateur et de la gaine d'éjection, à environ 134 mSv, la source de sélénium-75 n'étant pas rentrée en position de sécurité dans le projecteur;
- en 2021, aux États-Unis, un employé d'une société de contrôle non destructif a été exposé à une dose de 70 mSv (corps entier) alors qu'il procédait à des tirs de gammagraphie au sein d'une installation dédiée. Les procédures en vigueur au moment de cet accident permettaient la présence de l'opérateur à l'intérieur de l'installation, même lorsque la source était en position d'irradiation. L'employé d'une autre société de contrôle non destructif a été exposé à une dose de 93 mSv (corps entier) en manipulant un projecteur de gammagraphie défaillant dont la source n'était pas en position de sécurité. Ces deux événements ont été classés au niveau 2 de l'échelle internationale des événements nucléaires et radiologiques (*International Nuclear and Radiological Event Scale - INES*);
- en 2021, en Serbie, une source d'iridium-192 s'est décrochée du câble de télécommande lors d'un contrôle non destructif réalisé en extérieur. Les deux opérateurs n'ont pas vérifié le bon retour de la source en position de sécurité à la fin du contrôle et ne se sont aperçus de son absence qu'à leur retour dans leur société. La source a été retrouvée le lendemain après intervention d'un laboratoire spécialisé. Les deux opérateurs ont été exposés à des doses de 451 mSv et de 960 mSv;
- en 2021, en Espagne, deux employés d'une société de contrôle non destructif ont été exposés en accédant à un bunker de gammagraphie, alors que la source d'iridium-192 n'était pas en position de sécurité (source bloquée). Le dosimètre à lecture différée du premier employé a indiqué une dose d'environ 70 mSv, et d'environ 3 sieverts (Sv) pour le second. L'événement a été classé au niveau 2 de l'échelle INES;
- en 2020 aux États-Unis, un radiologue et deux aides radiologues effectuant des contrôles non destructifs dans une unité de production d'asphalte ont été exposés à des doses corps entier de 636, 104 et 26 mSv en tentant de réintégrer la source dans le projecteur de gammagraphie alors que la gaine d'éjection avait été écrasée lors de la chute d'un support provenant d'une cuve de stockage. L'événement a été classé au niveau 2 de l'échelle INES.

Les données antérieures sont consultables dans les éditions précédentes de ce rapport annuel, lesquelles sont disponibles sur asn.fr, rubriques « L'ASN informe », « Publications », « Rapports de l'ASN ».

Malgré une légère amélioration en 2023, l'ASN juge toujours préoccupants les écarts observés en matière de signalisation de la zone d'opération lors des chantiers (observés lors de quasiment une inspection sur quatre). L'ASN souligne que le manque de préparation et de coopération, en amont des chantiers, entre les principaux donneurs d'ordre et les entreprises de radiographie est une des causes de ces écarts. Ainsi, dans plus de 40% des inspections, des écarts concernant le plan de prévention ont été constatés (notamment absence de plan, plan non connu des opérateurs ou plan non disponible sur le lieu du chantier, contenu insuffisant).

L'ASN rappelle que le balisage doit être posé avant le début du chantier, donc, en tout état de cause, avant d'avoir installé le matériel de radiographie, qu'il doit être continu et que des signaux lumineux en nombre suffisant sont indispensables. Pour s'assurer que la valeur réglementaire de dose efficace intégrée sur une heure soit respectée en limite de balisage, il est essentiel qu'une ou plusieurs mesures soient effectuées et que leurs résultats soient enregistrés. Le balisage de la zone d'opération constitue en effet la principale barrière de sécurité en conditions de chantier, en particulier pour prévenir les expositions incidentelles. L'ASN reste donc très vigilante sur ce point, qui fait l'objet d'un contrôle systématique lors des inspections réalisées sur les chantiers. Des sanctions pénales ont par ailleurs déjà été proposées en cas de manquements graves.

LA PERTE DE CONTRÔLE DE LA SOURCE EN GAMMAGRAPHIE

La perte de contrôle de la source (« blocage de source ») est l'une des principales causes d'accidents dans le domaine de la gammagraphie. Elle peut conduire à de fortes expositions des travailleurs se trouvant à proximité, voire du public en cas de travaux en zone urbaine. Cette perte de contrôle se rencontre principalement dans deux situations :

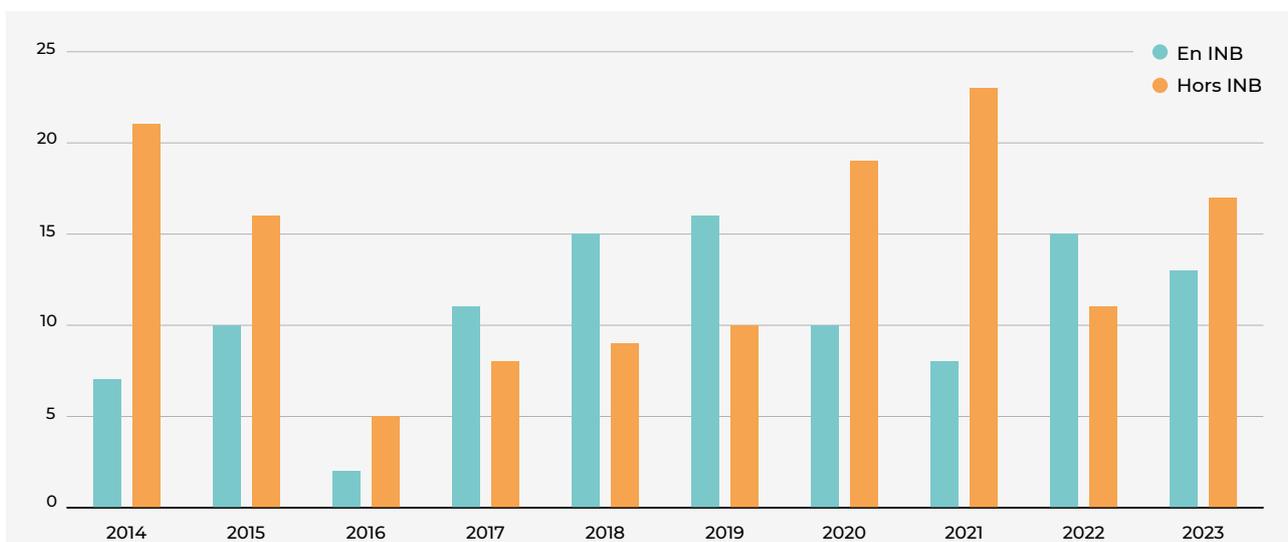
- la source radioactive reste bloquée dans la gaine d'éjection. L'origine

du blocage est souvent liée à la présence de corps étrangers dans la gaine ou à une dégradation de celle-ci ;

- l'obturation à l'avant du projecteur n'est pas complète, en raison soit de la présence de corps étrangers dans le canal empêchant la rentrée complète de la source, soit de la rupture du doigt obturateur.

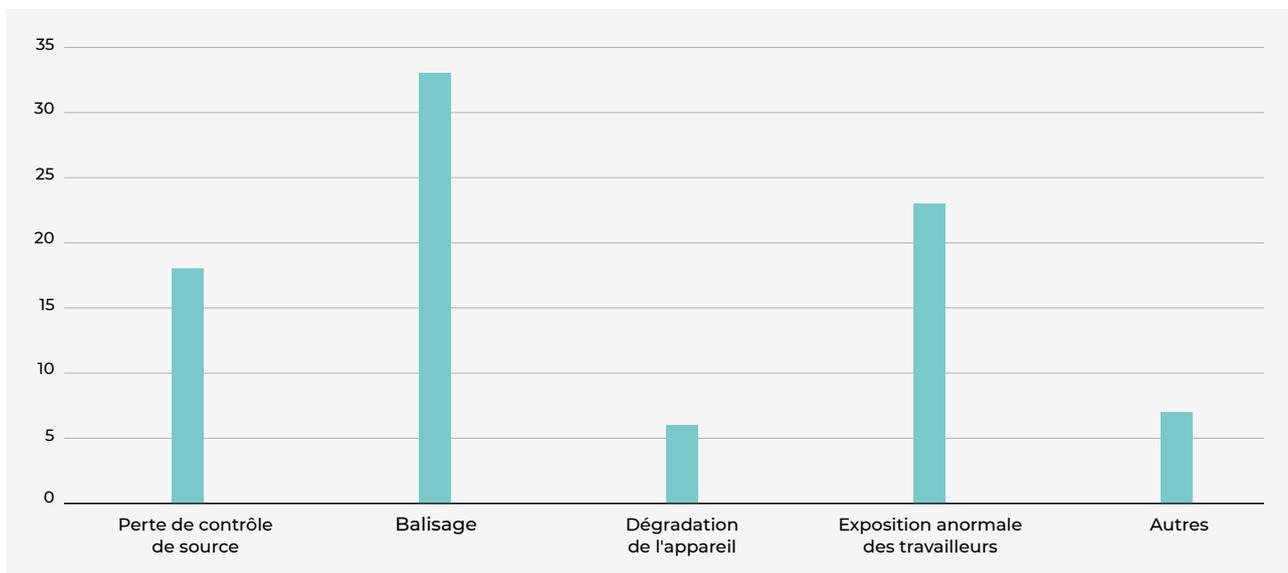
En France, les gammagraphes répondent à des prescriptions techniques plus strictes que les standards internationaux. Toutefois, les défaillances de matériel ne peuvent pas être écartées notamment en cas de mauvais entretien des appareils. Ces dernières années, de mauvaises manipulations ont parfois également été observées à la suite d'incidents de « blocage de sources ».

GRAPHIQUE 8 Évolution du nombre d'événements déclarés à l'ASN en radiographie industrielle



Nota : les 24 événements de 2018 ont fait l'objet de 25 déclarations auprès de l'ASN et les 26 événements de 2019 ont fait l'objet de 27 déclarations auprès de l'ASN. Dans les deux cas, un événement a fait l'objet d'une double déclaration par le donneur d'ordre et par l'entreprise de radiographie industrielle.

GRAPHIQUE 9 Principaux facteurs de déclaration à l'ASN des événements significatifs en radiographie industrielle sur la période 2021-2023





RETOUR SUR LES CONTRÔLES LIÉS À LA PROTECTION DES SOURCES DE RAYONNEMENTS IONISANTS CONTRE LES ACTES DE MALVEILLANCE

Depuis 2019, l'ASN contrôle la réglementation relative à la protection des sources contre la malveillance lors de ses inspections dans les établissements détenant des sources radioactives scellées de catégorie A, B ou C, unitaires ou en lots. Des indicateurs suivis au niveau national ont été mis en place.

Ce suivi s'est adapté à l'entrée en vigueur progressive des exigences de l'[arrêté du 29 novembre 2019](#) modifié. Initialement au nombre de quatre, les indicateurs sont passés à six, tous relatifs à l'organisation, au 1^{er} janvier 2021. Au 1^{er} janvier 2022, deux indicateurs ont été abandonnés et remplacés par cinq nouveaux indicateurs portant sur les dispositifs techniques de protection installés.

Au total, le nombre de points de contrôle est au plus de 10, en fonction de l'activité : les dispositifs techniques sont plus nombreux pour les sources ou lots de catégorie A ou B que pour ceux de catégorie C ; par ailleurs, certains points de contrôle portent sur les véhicules de transport que la majorité des responsables d'activité nucléaire ne possèdent pas, préférant sous-traiter cette fonction.

Notas :

1° Parmi l'ensemble des points de contrôle, quatre d'entre eux portent sur des questionnements issus d'obligations figurant dans les annexes non publiées de l'[arrêté du 29 novembre 2019](#) modifié. Ils ne peuvent donc faire l'objet d'une publication ;

2° Les évolutions indiquées dans le secteur médical doivent être prises avec précaution puisque le nombre de contrôles dédiés à la malveillance y est relativement réduit ;

3° Le cumul des réponses depuis 2019 permet d'avoir un certain recul, mais seuls les deux premiers indicateurs cumulent cinq ans de résultats. Les autres ne sont suivis que depuis trois ou deux ans.

Classification des sources ou lots de sources radioactives

Les constats 2023 sont comparés au cumul des années 2019-2022 pour cet indicateur et le suivant.

En 2023, presque 90 % des contrôles réalisés dans les établissements industriels n'appellent pas de commentaire sur ce point. Aucun des établissements restants n'avait engagé d'action. Ce bon résultat 2023 est en progression de 33 % sur les constats qui ont pu être réalisés sur la période 2019-2022.

De même, 90 % des établissements médicaux contrôlés en 2023 ont réalisé la classification de leurs sources. L'évolution des situations conformes entre 2023 et les quatre années précédentes progresse de plus de 20 %.

Le nombre de sites qui n'a pas encore procédé à cette classification est donc faible. Cette situation engendre nécessairement des non-conformités, puisque de cette évaluation découlent

les dispositifs techniques du plan de protection contre la malveillance à mettre en œuvre depuis le 1^{er} juillet 2022.

Autorisations nominatives

Elles sont délivrées par le responsable de l'activité nucléaire afin de permettre l'accès aux sources, leur convoyage ou l'accès aux informations relatives aux moyens ou mesures les protégeant.

Dans les établissements industriels contrôlés en 2023, 60 % ont délivré les autorisations nécessaires de façon adaptée. C'est un résultat identique à l'an passé, mais cela représente une progression de 40 % par rapport à ce qui avait été examiné entre 2019 et 2022. Le taux de situation sans aucune autorisation constatée en 2023 est marginal (environ 5 %). Toutefois, la situation peut encore être améliorée dans un tiers des constats de 2023.

Dans le secteur médical, la situation en 2023 est comparable à celle de l'an passé, avec un constat conforme sur deux. Les personnes susceptibles d'accéder aux sources sont cependant bien plus nombreuses dans les établissements médicaux que sur les sites industriels et la progression de situations régulières constatée l'an passé par rapport aux années antérieures se poursuit.

Politique de protection contre la malveillance

Cet indicateur (ainsi que le suivant) n'a été mis en place qu'en 2021 puisqu'une déclaration générale de la direction d'engagement en matière de protection contre la malveillance et sa diffusion n'étaient demandées par la réglementation qu'à partir du 1^{er} janvier 2021. Cette disposition concourt à l'acquisition d'une culture de sécurité par l'ensemble de l'entreprise, y compris en matière de cybersécurité, ce qui est par nature un processus long. Une telle déclaration signée par la direction n'est pas suffisante en soi, mais elle doit permettre d'initier un processus d'acculturation pour que tout le personnel soit sensibilisé à la question de la malveillance.

En 2023 dans le secteur industriel, une telle politique existe et n'appelle pas d'observation dans la moitié des cas ; il n'a été constaté l'absence de cette politique que dans 15 % des situations. Les établissements qui n'appelaient aucun commentaire lors de l'inspection sont en légère progression par rapport aux deux années précédentes.

Pour le secteur médical, la proportion de sites contrôlés en 2023 disposant d'une déclaration de la direction n'appelant pas d'observation lors des inspections est de l'ordre d'un quart, ce qui est jugé d'autant plus faible que près de la moitié des établissements n'avait aucune politique générale à présenter. Ce constat avait déjà pu être fait l'an passé. Il pourrait expliquer en partie le fait que les autres indicateurs sont majoritairement moins bons dans le secteur médical comparé au secteur industriel.

Identification et maîtrise des informations sensibles

En 2023, 40 % des établissements industriels contrôlés disposaient d'une procédure sur la question qui était correctement appliquée. C'est moins bien que l'an passé et stable si l'on compare au cumul des constats sur les années précédentes (2021 et 2022). Dans un tiers des situations de 2023, il n'existait aucun document.

Dans le secteur médical, 50 % des sites ne disposaient d'aucun document sur cette question. Ce niveau est identique à ceux constatés les années précédentes.

Principe des barrières

Ce point de contrôle concerne les dispositions en matière de résistance à l'effraction sur la base de critères dorénavant précis. Cet indicateur et le suivant, dont les obligations sont entrées en vigueur en 2022, ne peuvent donc faire l'objet d'une comparaison qu'avec cette dernière.

Deux tiers des sites industriels contrôlés sont considérés posséder des « barrières » bien identifiées. C'est une forte progression par rapport à l'an passé où cet indicateur affichait environ 40 % de situations conformes. Dans le secteur médical, ce taux s'améliore passant de 50 % des établissements contrôlés en 2022 à plus de 70 % pour 2023.

Même si des marges de progrès existent donc encore, il est à noter qu'aucun site contrôlé en 2023 n'avait pris aucune mesure de protection.

Maintenance des dispositifs techniques de protection

Les dispositions adoptées contre la malveillance nécessitent l'installation de détecteurs rentrant dans une chaîne de composants permettant une surveillance du site. Ce matériel réclame des visites de maintenance afin de prévenir les pannes. Un programme de vérifications s'avère donc indispensable.

Dans le secteur industriel, un tel programme existe, mais n'est mis en œuvre que dans un tiers des entreprises contrôlées, niveau identique à celui de 2022. Dans la moitié des situations, le sujet n'est pas traité. Le reste des cas correspond aux situations où un programme existe, mais est mal suivi ou mal adapté.

Pour le médical, la situation est meilleure. Le nombre de sites contrôlés avec plan de maintenance est d'un peu plus de la moitié, mais la question n'a pas été du tout traitée dans 25 % des cas. Le complément, environ 20 % des établissements contrôlés en 2023, dispose d'un plan inadéquat ou mal suivi.

Alors que la fonction maintenance est classique dans l'industrie ainsi que pour les appareils utilisés en curiethérapie, ces faibles niveaux indiquent en revanche, que le suivi des dispositifs de protection est moins rigoureux que celui mis en œuvre pour « l'outil de travail ».

La récurrence des écarts observés depuis plusieurs années sur la mise en place et la signalisation de la zone d’opération a amené l’ASN à adresser, en 2021, un [courrier circulaire](#) à l’ensemble de la profession lui demandant notamment de renforcer sa vigilance sur ce point. L’ASN rappelle également que, dans le cas de la gammagraphie, l’approche du projecteur avec un appareil de mesure, afin de s’assurer que la source radioactive est bien en position de sécurité dans celui-ci, est indispensable. Il est encore trop souvent constaté que ce contrôle n’est pas réalisé ou qu’il n’est pas fait jusqu’au nez du projecteur (raccord entre le projecteur et la gaine d’éjection), ce qui pourrait entraîner des expositions importantes des opérateurs en cas de défaillance matérielle.

Par ailleurs, l’ASN constate que la qualité des dossiers techniques qu’elle est amenée à instruire, dans le cadre de la préparation ou des suites d’inspections et lors des demandes d’autorisation qui lui sont adressées, est hétérogène. Les entreprises doivent notamment être plus vigilantes sur les rapports établissant la conformité de leurs installations aux référentiels techniques appropriés. L’ASN relève encore trop souvent des erreurs, notamment lorsque la réalisation de ces rapports a été sous-traitée, erreurs conduisant parfois à des non-conformités.

L’ASN juge les risques d’incidents et les doses reçues par les travailleurs globalement bien maîtrisés par les entreprises, lorsque cette activité est réalisée dans une installation conforme à la réglementation applicable.

La France offre un bon maillage d’installations fixes de radiographie industrielle. En effet, il y a en 2023 :

- 95 installations de gammagraphie autorisées (35 installations de gammagraphie et 60 installations mixtes, c’est-à-dire pouvant accueillir soit des gammagraphes, soit des appareils électriques émettant des rayonnements X) ;
- 465 installations de radiographie par rayonnements X autorisées (398 installations mettant en œuvre des appareils électriques, 60 installations mixtes et 7 installations mettant en œuvre des accélérateurs).

Ce maillage permet ainsi à 82% des professionnels de proposer des prestations de radiographie industrielle en installation (55% pour la gammagraphie).

Malgré la disponibilité des installations, l’ASN constate encore trop souvent que des pièces radiographiées au cours de chantiers pourraient être aisément déplacées dans une installation. Outre l’optimisation des doses pour les travailleurs, le risque d’indisponibilité (qui se compte en jours) du lieu du chantier, du fait de la mise en place d’une zone d’exclusion, en cas d’incident empêchant le retour de la source radioactive d’un gammagraphe en position de sécurité, serait alors éliminé.

L’ASN estime que les donneurs d’ordre ont un rôle primordial à jouer pour faire progresser la radioprotection dans le domaine de la radiographie industrielle, en privilégiant les prestations de radiographie industrielle dans une installation, voire en ayant recours à des technologies alternatives. En effet, pour l’application des principes de justification et d’optimisation, les réflexions engagées sur le long terme par les professionnels du contrôle non destructif ont abouti à l’élaboration de guides ayant pour but de promouvoir l’utilisation de méthodes de substitution à la radiographie industrielle. Les travaux se poursuivent au sein des instances professionnelles, en particulier par l’évolution des codes de construction et de maintenance des équipements industriels, afin de privilégier l’utilisation de méthodes de contrôle non ionisantes.

La sensibilisation de l’ensemble des acteurs constitue donc une priorité d’action. Les démarches régionales visant à établir des [chartes de bonnes pratiques en radiographie industrielle](#), mises en œuvre depuis plusieurs années sous l’impulsion de l’ASN et

de l’inspection du travail, notamment dans les territoires correspondant aux (anciennes) régions Provence-Alpes-Côte d’Azur, Normandie, Auvergne-Rhône-Alpes, Nord-Pas-de-Calais, Bretagne et Pays de la Loire, permettent des échanges réguliers entre les différents acteurs. Les divisions de l’ASN et les autres administrations régionales concernées organisent également régulièrement des colloques de sensibilisation et d’échanges au niveau régional, pour lesquels les acteurs de cette branche professionnelle manifestent un réel intérêt.

Enfin, en 2023 comme ces dernières années, aucune surexposition d’un opérateur de radiographie industrielle n’a été déclarée à l’ASN, même si plusieurs événements significatifs liés à la perte de contrôle de la source (« blocage de source ») lors de l’utilisation d’un gammagraphe ont eu lieu. À la différence de ces trois dernières années, aucune action ou manipulation inappropriée ou interdite n’a été entreprise par les opérateurs, évitant ainsi d’engendrer une exposition inutile ou de compliquer les interventions ultérieures nécessaires pour un retour à une situation normale.

L’ASN rappelle néanmoins l’obligation, pour tous les utilisateurs de gammagraphes, de respecter la conduite à tenir face à une situation de « blocage de source » hors du projecteur, laquelle consiste dans la phase d’urgence, à cesser immédiatement toute manipulation du projecteur ou de ses accessoires, à mettre en place rapidement un périmètre de sécurité pour éviter toute nouvelle exposition aux rayonnements ionisants et à prendre contact pour assistance avec le fournisseur de l’appareil.

L’ASN reste particulièrement vigilante à la gestion de ces événements. La nécessité de prévoir une organisation d’urgence permettant de gérer le cas échéant un tel événement a d’ailleurs été rappelée dans le [courrier circulaire](#) envoyé aux professionnels par l’ASN en 2021. En cas de manquements graves, des sanctions pénales ont déjà été proposées et continueront de l’être.

3.2 LES IRRADIATEURS INDUSTRIELS

3.2.1 Les équipements utilisés

L’[irradiation industrielle](#) est utilisée pour la stérilisation de dispositifs médicaux, de produits pharmaceutiques ou cosmétiques et la conservation de produits alimentaires. Elle est également utilisée afin de modifier volontairement les propriétés de matériaux pour le durcissement des polymères, par exemple.

Ces techniques d’irradiation de produits de consommation peuvent être autorisées car, à l’issue de leur traitement, ces produits ne présentent aucune radioactivité artificielle résiduelle (les produits sont stérilisés en passant dans un rayonnement sans être eux-mêmes « activés » à l’issue du traitement).

Les irradiateurs industriels utilisent souvent des sources de cobalt-60 dont l’activité peut être très importante et dépasser 250 000 térabecquerels (TBq). Certaines de ces installations sont classées INB (voir chapitre 13). Dans de nombreux secteurs, l’utilisation de sources scellées de haute activité pour l’irradiation de produits est progressivement remplacée par l’utilisation d’appareils électriques émettant des rayons X (voir point 1.3.1).

3.2.2 L’évaluation de l’état de la radioprotection

Hors INB, l’ASN a effectué, de 2019 à 2023, 18 inspections (dont deux en 2023) dans ce secteur, sur les 25 établissements actuellement autorisés. Il ressort de ces contrôles que l’organisation de la radioprotection (notamment la désignation d’un CRP), le zonage mis en place chez les exploitants inspectés, l’information des nouveaux arrivants et la réalisation des vérifications sont satisfaisants, aucun écart réglementaire significatif n’ayant été constaté.

Le risque est bien maîtrisé, notamment grâce à des installations qui sont globalement correctement vérifiées, entretenues et maintenues conformes aux dispositions prévues dans les dossiers déposés lors des demandes d'autorisation.

Toutefois, l'ASN a fait le constat, lors d'environ une inspection sur quatre, que certains dispositifs de sécurité mériteraient d'être ajoutés ou leur vérification améliorée.

Par ailleurs, lors d'environ une inspection sur trois, l'ASN a constaté que l'opérateur a pénétré à l'intérieur de l'installation d'irradiation sans appareil de mesure de la radioactivité, alors même que la vérification du niveau de l'ambiance radiologique permet de s'assurer que la source radioactive scellée est bien retournée en position de sécurité dans sa protection biologique, évitant ainsi toute exposition accidentelle.

La disponibilité et le bon fonctionnement des dispositifs de sécurité ainsi que les mesures de prévention à prendre par les opérateurs resteront des points particuliers d'attention pour les prochaines inspections de l'ASN dans ce secteur.

3.3 LES ACCÉLÉRATEURS DE PARTICULES

3.3.1 Les équipements utilisés

Un [accélérateur de particules](#) est défini comme étant un appareillage ou une installation dans lequel des particules chargées électriquement sont soumises à une accélération, émettant des rayonnements ionisants d'une énergie supérieure à 1 mégaelectronvolt (MeV).

Ces installations, lorsqu'elles répondent aux caractéristiques visées à l'[article R. 593-3 du code de l'environnement](#) relatif à la nomenclature des INB, sont répertoriées en tant qu'INB.

Certaines applications nécessitent le recours à des faisceaux de photons ou d'électrons produits par des accélérateurs de particules. Le parc d'accélérateurs de particules, qu'ils se présentent sous forme linéaire (linacs) ou circulaire (synchrotrons), comprend en France 73 installations autorisées⁽¹⁾ (hors cyclotrons – voir point 4.2 – et hors INB), détenant un peu plus d'une centaine d'accélérateurs de particules, qui peuvent être utilisés dans des domaines très divers, tels que :

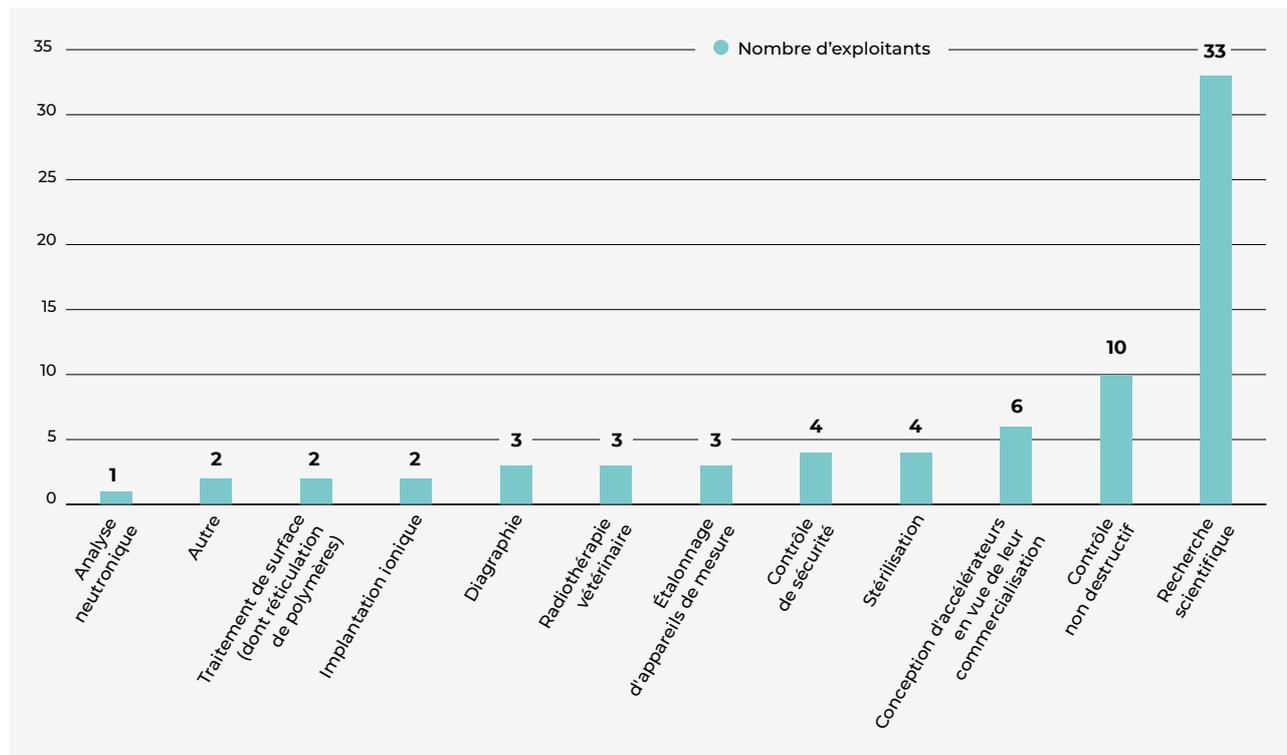
- la recherche, pouvant nécessiter parfois le couplage de plusieurs machines (accélérateur, implanteur, etc.);
- la radiographie (accélérateur fixe ou mobile);
- la radioscopie de camions et de conteneurs lors des contrôles douaniers (accélérateurs fixes ou mobiles);
- la modification des propriétés des matériaux;
- la stérilisation;
- la conservation de produits alimentaires;
- autres.

Dans le domaine de la recherche, on peut citer deux installations de production de rayonnement synchrotron en France : l'ESRF (*European Synchrotron Radiation Facility*) de Grenoble et le synchrotron Soleil (Source optimisée de lumière d'énergie intermédiaire de Lure) à Gif-sur-Yvette.

Par ailleurs, on voit apparaître de plus en plus d'accélérateurs de particules utilisés à des fins de recherche et fonctionnant sur le principe d'interactions laser-plasma : ces dispositifs permettent de générer des faisceaux de particules très énergétiques (jusqu'à quelques centaines de MeV pour certaines installations) et sur des temps très courts pouvant descendre jusqu'à la femto seconde (10^{-15} seconde).

Depuis quelques années, des accélérateurs de particules sont utilisés en France pour la lutte contre la fraude et les grands trafics internationaux. Cette technologie, jugée efficace par les

GRAPHIQUE 10 Répartition des accélérateurs de particules par finalité d'utilisation en 2023



1. Auxquelles s'ajoutent sept autorisations d'utilisation d'un accélérateur, soit exclusivement en conditions de chantier, soit pour une utilisation partagée d'un équipement dont la détention est réglementée par l'autorisation de l'autre partie.

LES SYNCHROTRONS

De la même famille d'accélérateurs circulaires de particules que les cyclotrons (voir point 4.2), le synchrotron, de taille beaucoup plus importante, permet d'atteindre des énergies de plusieurs gigaélectronvolts à l'aide d'accélérateurs successifs. En raison de la faible masse des particules (généralement des électrons), l'accélération occasionnée par la courbure de leur trajectoire dans un anneau de stockage produit une onde électromagnétique lorsque les vitesses atteintes deviennent relativistes: le rayonnement synchrotron. Ce rayonnement est collecté à différents endroits, appelés les « lignes de lumière », et est utilisé pour mener des expériences scientifiques.

LES ACTIVITÉS DE RECHERCHE

L'utilisation de rayonnements ionisants dans les activités de recherche s'étend dans les différents domaines que sont la recherche médicale, la biologie moléculaire, l'agroalimentaire, la caractérisation de matériaux, etc. Elle s'exerce en majorité par l'emploi de sources non scellées (iode-125, phosphore-32, phosphore-33, soufre-35, tritium, carbone-14, etc.). Des sources scellées (barium-133, nickel-63, césium-137, cobalt-60, etc.) sont également utilisées dans des chromatographes en phase gazeuse ou des compteurs à scintillation ou, avec des sources de plus fortes activités, dans des irradiateurs. Des générateurs électriques émettant des rayons X servent à des analyses de spectre par fluorescence X ou par diffraction X. Par ailleurs, on note l'existence de scanners pour petits animaux (recherche en cancérologie) dans des laboratoires de recherche et de facultés de médecine. Les accélérateurs de particules, quant à eux, sont utilisés pour des recherches sur la matière ou pour la fabrication des radionucléides.

opérateurs, doit cependant être mise en œuvre sous certaines conditions afin de respecter les règles de radioprotection applicables aux travailleurs et au public, en particulier:

- l'interdiction d'activation des produits de construction, des biens de consommation et des denrées alimentaires prévue par l'article R. 1333-2 du code de la santé publique, en veillant à ce que l'énergie maximale des particules émises par les accélérateurs mise en œuvre exclut tout risque d'activation des matières contrôlées;
- l'interdiction générale d'usage des rayonnements ionisants sur le corps humain à d'autres fins que médicales;
- la mise en place de procédures permettant de s'assurer que les contrôles opérés sur les marchandises ou les véhicules de transport ne conduisent pas à une exposition accidentelle de travailleurs ou de personnes. La recherche de clandestins dans les véhicules de transport au moyen de technologies ionisantes est ainsi interdite en France. Lors de contrôles de type douanier par technologie scanner sur les camions, par exemple, les chauffeurs doivent être tenus éloignés du camion et d'autres contrôles doivent être mis en place avant l'irradiation pour détecter l'éventuelle présence de migrants clandestins, afin d'éviter une exposition non justifiée de personnes pendant le contrôle.

3.3.2 L'évaluation de l'état de la radioprotection

L'utilisation d'accélérateurs de particules présente des enjeux importants pour la radioprotection des travailleurs; ces installations font l'objet d'une attention particulière de l'ASN et sont donc régulièrement inspectées.

Entre 2019 et 2023, 66 établissements différents équipés de ces appareils (dont 14 en 2023) ont été contrôlés par l'ASN.

L'état de la radioprotection dans les établissements utilisant ces équipements est jugé globalement satisfaisant par l'ASN. En effet, les principales exigences permettant de mener cette activité dans de bonnes conditions de radioprotection (organisation de la radioprotection, information et formation, vérifications techniques, zonage radiologique et conception des locaux dans lesquels sont utilisés ces appareils) sont convenablement mises en œuvre par la grande majorité des exploitants concernés.

Cependant, ces inspections ont également permis d'identifier des axes d'amélioration sur lesquels l'ASN restera vigilante:

- le respect de la fréquence imposée par la réglementation pour les vérifications techniques des équipements de travail ainsi que le traitement formalisé des non-conformités qui peuvent être décelées à cette occasion;
- la présence d'un dispositif de déverrouillage actionnable depuis l'intérieur des locaux dans lesquels sont utilisés des accélérateurs de particules;
- le bon fonctionnement du signal sonore associé à la procédure de ronde, cette dernière permettant de s'assurer de l'absence de personnes dans le local avant de pouvoir autoriser l'émission de rayonnements ionisants;
- la disponibilité d'un nombre suffisant d'appareils de mesure de la radioactivité pour les opérateurs qui accèdent à ces locaux et le maintien de ces appareils en conditions opérationnelles;
- la maîtrise des moyens techniques (mot de passe, clef dédiée, etc.) permettant de court-circuiter des systèmes de sécurité dans le cadre de procédures de maintenance et d'entretien très spécifiques. Ces moyens doivent faire l'objet d'une surveillance constante pour éviter leur usage en dehors de ces procédures particulières.

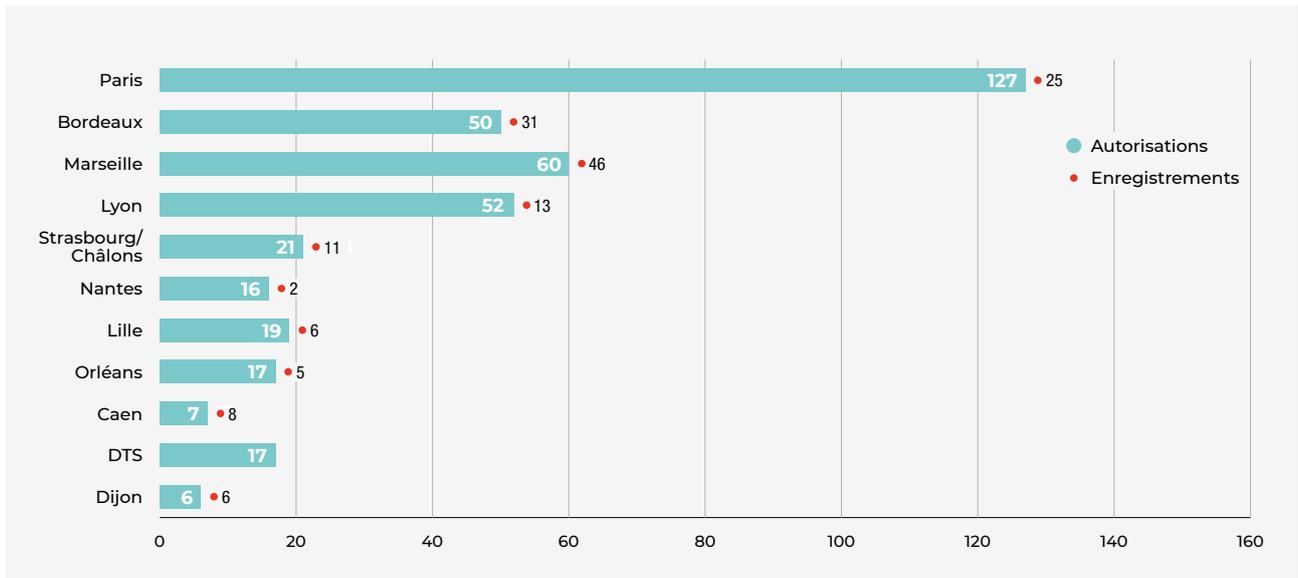
Enfin, en ce qui concerne le REX, aucun événement significatif de radioprotection (ESR) n'a été déclaré à l'ASN en 2023, hormis des événements récurrents liés à l'utilisation d'accélérateurs de particules lors de contrôles sécuritaires. Au cours de ces contrôles, les services des douanes prennent des précautions (la diffusion de messages d'information en plusieurs langues, par exemple) pour éviter l'irradiation non justifiée de personnes qui pourraient être dissimulées dans ces véhicules (voir point 3.3.1). Malgré ces dispositions, les services des douanes déclarent régulièrement à l'ASN des événements liés à l'exposition de personnes dissimulées dans les véhicules contrôlés. Cette exposition, non justifiée, demeure néanmoins très faible, avec des doses efficaces reçues de l'ordre de quelques microsieverts par personne.

3.4 LES ACTIVITÉS DE RECHERCHE METTANT EN ŒUVRE DES SOURCES RADIOACTIVES NON SCÉLÉES

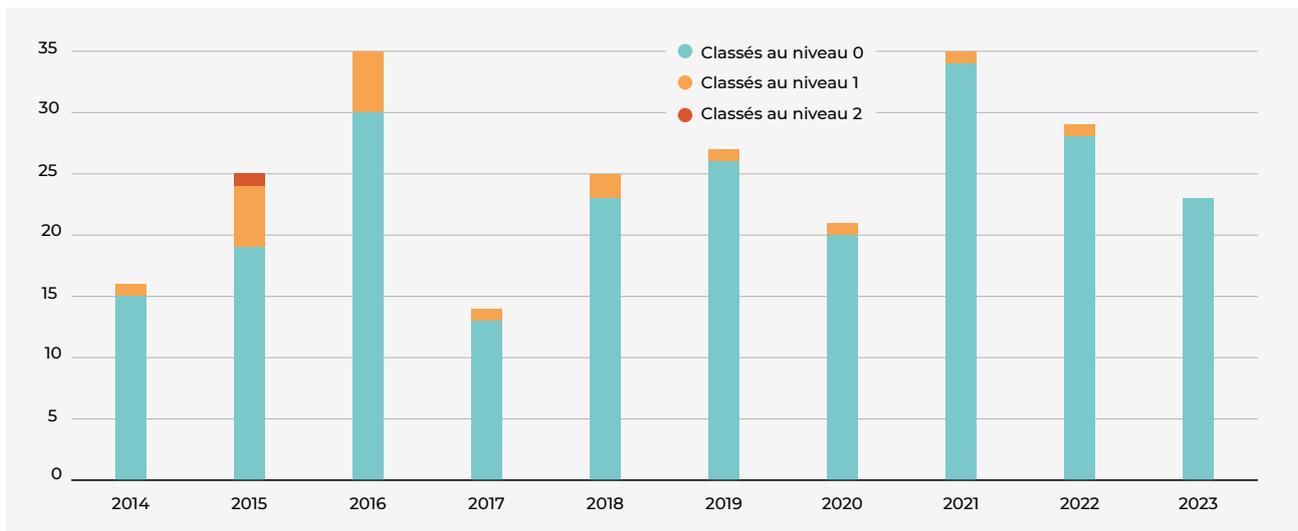
3.4.1 Les équipements utilisés

Dans le secteur de la [recherche](#), l'ASN dénombrait, au 31 décembre 2023, 392 autorisations et 153 enregistrements délivrés au titre du code de la santé publique, dont près de 90% délivrés à des structures publiques ou mixtes (publiques/privées). Le nombre d'autorisations est en diminution constante et s'explique par la cessation d'utilisation de sources de rayonnements ionisants au profit de technologies alternatives qui n'utilisent plus de propriétés ionisantes, mais également par les changements de régime intervenus ces dernières années. En effet depuis 2019, certaines activités nucléaires sont passées du régime d'autorisation au régime de déclaration (voir point 2.4.2) et, depuis juillet 2021, d'autres activités sont désormais soumises au régime d'enregistrement (voir point 2.4.2). Ce nouveau régime vise en particulier la détention/utilisation de sources non scellées, jusqu'alors uniquement régie par le régime d'autorisation.

GRAPHIQUE 11 Répartition sur le territoire national, selon l'entité ASN compétente, des établissements autorisés ou enregistrés mettant en œuvre des sources de rayonnements ionisants dans le domaine de la recherche en 2023



GRAPHIQUE 12 Évolution du nombre d'événements déclarés à l'ASN dans le secteur de la recherche de 2014 à 2023



Les bascules totales des laboratoires de recherche du régime d'autorisation vers celui de l'enregistrement vont se poursuivre au cours des prochaines années, notamment pour les laboratoires qui réduisent les quantités de radionucléides manipulés. Ces établissements et laboratoires utilisent majoritairement des sources non scellées pour la recherche médicale et biomédicale, la biologie moléculaire, l'agroalimentaire, les sciences de la matière et des matériaux, etc. Ils peuvent par ailleurs être des fournisseurs de sources non scellées. Ils utilisent aussi des sources scellées pour la réalisation de chromatographies en phase gazeuse, de comptages par scintillation ou dans des irradiateurs. Des appareils électriques émettant des rayonnements ionisants sont aussi mis en œuvre pour des analyses de spectre par fluorescence X ou par diffraction X. Les accélérateurs de particules, quant à eux, sont utilisés pour des recherches sur la matière ou pour la fabrication de radionucléides.

3.4.2 L'évaluation de l'état de la radioprotection

En 2023, l'ASN a procédé à 56 inspections dans ce secteur⁽²⁾ (contre 55 inspections réalisées par an en moyenne sur la période 2021-2023). De manière générale, il en ressort que les actions engagées depuis plusieurs années ont permis des améliorations dans la mise en œuvre de la radioprotection au sein des laboratoires de recherche, grâce à une prise de conscience globale des enjeux de radioprotection, qui tend à se déployer.

Comme en 2022, le niveau de radioprotection dans les laboratoires de recherche reste globalement satisfaisant et la tendance à l'amélioration des pratiques se poursuit. Cependant, cela reste dépendant de l'implication des conseillers en radioprotection (CRP) et des moyens mis à leur disposition. Les enjeux de radioprotection de nombreux laboratoires de recherche sont plutôt

2. Parmi ces inspections, 17 concernaient exclusivement la mise en œuvre de sources radioactives scellées ou d'appareils électriques émettant des rayonnements ionisants.

faibles ou tendent à diminuer, ce qui se traduit par un basculement du régime de leur activité nucléaire de l'autorisation vers celui de l'enregistrement. Par ailleurs, les cessations d'activités nucléaires dans le domaine de la recherche se poursuivent, notamment en raison de l'abandon de techniques utilisant les rayonnements ionisants au bénéfice d'alternatives n'y recourant pas.

L'ASN a, *a contrario*, identifié des axes de progrès qui resteront des points de vigilance lors des prochaines inspections, notamment pour ce qui concerne la gestion et l'entreposage des sources et déchets/effluents, avec des insuffisances dans la réalisation et l'enregistrement des contrôles avant leur élimination.

Les établissements ont également encore des difficultés à s'approprier la nouvelle réglementation relative aux vérifications de radioprotection dont l'application pour des unités mixtes de recherche (UMR) peut s'avérer compliquée à mettre en œuvre.

L'ASN estime donc que les conditions d'entreposage et d'élimination des sources radioactives scellées en fin de vie, des déchets et effluents radioactifs restent toujours les principales difficultés rencontrées par les unités de recherche. Cette situation est particulièrement prégnante dans les universités, les ressources financières limitées des laboratoires publics pouvant constituer des obstacles pour ce qui concerne notamment la reprise des déchets et des sources périmées.

C'est ainsi que l'ASN reste attentive à la situation de certaines universités, avec un suivi renforcé, voire des actions de coercition, notamment pour la gestion d'un « historique » lourd de certains laboratoires qui n'ont pas évacué leurs déchets et sources périmées.

Les difficultés techniques, économiques et réglementaires concernant l'élimination d'anciennes sources scellées perdurent également.

En ce qui concerne la radioprotection des travailleurs, les inspections de 2023 ont mis en lumière des manquements persistants dans l'organisation et la réalisation des vérifications de radioprotection des équipements, des lieux de travail et de l'instrumentation de radioprotection, en raison de difficultés des unités de recherche à s'approprier la réglementation en vigueur. Cela concerne essentiellement la mise en œuvre complète du programme des vérifications périodiques (vérifications incomplètes ou manquantes) ou de leur réalisation. La performance sur cet indicateur est plutôt à la baisse par rapport à la situation de 2022.

Il en est de même pour les vérifications prévues au titre du code de la santé publique par l'[arrêté du 24 octobre 2022](#) et par l'[arrêté du 18 janvier 2023](#) portant homologation de la [décision n° 2022-DC-0747 de l'ASN](#), pour lesquelles la situation est perfectible. En effet, seuls 47 % des établissements inspectés sont conformes quant à la bonne réalisation de ces vérifications.

En 2023, 61 % des établissements inspectés (contre 76 % en 2022) disposent de systèmes d'enregistrement et d'analyse des événements indésirables et des ESR. En 2023, l'ASN a enregistré 23 ESR concernant les activités de recherche (voir graphique 12), tous classés au niveau 0 de l'échelle INES.

La majorité des ESR déclarés concerne des cas de découverte de sources (39%), puis par ordre de fréquence d'occurrence, l'exposition – sans dépassement des valeurs limites réglementaires – de travailleurs (17%), le stockage de sources dans des lieux non autorisés (13%) ainsi que la perte d'intégrité de sources scellées (13%). Les quatre autres événements déclarés sont d'origine diverses : rejets non autorisés dans l'environnement (deux ESR), perte de sources radioactives scellées (un ESR) et défaut de protection d'informations relatives aux sources (un ESR pour lequel un fichier contenant l'identité et le numéro de série des badges d'accès du personnel d'un laboratoire était en accès libre sur Internet).

Les découvertes de sources s'expliquent notamment par une mauvaise traçabilité générale qui résulte souvent d'une absence d'action visant à leur élimination au moment de la cessation d'activité des laboratoires, ou d'une tenue irrégulière et incomplète des inventaires de sources.

En ce qui concerne l'exposition des travailleurs, les causes identifiées sont diverses, telles que la contamination de chaussures en sortie de zone d'un travailleur, la contamination d'un travailleur lors du transvasement d'un contenant de déchets ou l'intervention d'une société extérieure en zone réglementée malgré l'interdiction du donneur d'ordre.

L'ASN a réactivé sa collaboration avec l'Inspection générale de l'éducation, du sport et de la recherche (IGESR) en 2023. L'IGESR est compétente en matière d'inspection du travail dans le secteur de la recherche publique. La convention signée en 2014 est en cours de mise à jour et prévoit l'échange d'informations réciproques permettant d'améliorer l'efficacité et la complémentarité des inspections. Des réunions annuelles entre l'ASN et l'IGESR sont également organisées.

4 Les fabricants et distributeurs de sources radioactives et leur contrôle par l'ASN

4.1 LES ENJEUX

Le contrôle par l'ASN des [fournisseurs de sources](#) radioactives ou d'appareils en contenant a pour but la radioprotection des futurs utilisateurs. Il repose, d'une part, sur l'examen technique des appareils et sources sous l'angle de la sûreté du fonctionnement et des conditions de radioprotection pour l'utilisation et la maintenance futures. Il permet d'assurer, d'autre part, le suivi des mouvements de sources, la récupération et l'élimination des sources usagées ou en fin de vie. Les fournisseurs de sources ont également un rôle pédagogique vis-à-vis des utilisateurs.

À l'heure actuelle, seuls les fournisseurs de sources radioactives scellées (ou d'appareils en contenant) et de sources radioactives non scellées sont réglementés en France (voir point 2.3.1). L'ASN recense environ 110 fournisseurs à enjeux, dont 36 cyclotrons de basse et moyenne énergie, qui sont actuellement autorisés au titre du code de la santé publique. Parmi ces 36 cyclotrons, 31 sont actifs et produisent des radionucléides.

Les cyclotrons servent à produire des radionucléides en sources non scellées émetteurs de positons (fluor-18 principalement). Ces radionucléides sont utilisés soit pour des applications médicales, notamment en diagnostic *in vivo* ou dans des protocoles d'essais cliniques (recherche impliquant la personne humaine), soit pour des activités à visée de recherche.

LES CYCLOTRONS

Un cyclotron est un équipement de 1,5 à 4 mètres de diamètre, appartenant à la famille des accélérateurs circulaires de particules. Les particules accélérées sont principalement des protons, dont l'énergie peut atteindre jusqu'à 70 MeV.

Un cyclotron est composé de deux électro-aimants circulaires produisant un champ magnétique et entre lesquels règne un champ électrique, permettant la rotation et l'accélération des particules à chaque tour effectué. Les particules accélérées viennent frapper une cible contenant un produit liquide, gazeux ou solide, qui, une fois irradié, va produire le radionucléide souhaité.

Les cyclotrons de basse et moyenne énergie sont principalement utilisés en recherche et dans l'industrie pharmaceutique pour fabriquer des radionucléides émetteurs de positons,

tels que le fluor-18 ou le carbone-11. Les radionucléides sont ensuite combinés à des molécules plus ou moins complexes pour devenir des médicaments radiopharmaceutiques utilisés en imagerie médicale. Le plus connu est le ¹⁸F-FDG (fluorodésoxyglucose marqué au fluor-18), médicament injectable fabriqué industriellement et couramment utilisé pour le diagnostic précoce de certains cancers.

D'autres médicaments radiopharmaceutiques fabriqués à partir de fluor-18 ont également été développés ces dernières années, tels que la ¹⁸F-choline, le ¹⁸F-Na, la ¹⁸F-DOPA et d'autres radiopharmaceutiques pour l'exploration du cerveau. Dans une moindre mesure, les autres émetteurs de positons pouvant être fabriqués avec un cyclotron

d'une gamme d'énergie équivalente à celle nécessaire pour la production du fluor-18 et du carbone-11 sont l'oxygène-15 et l'azote-13. Toutefois, leur utilisation est encore limitée, du fait de leur période radioactive très courte. Certaines installations commencent également à produire du cuivre-64 ou du zirconium-89, encore utilisés à ce jour en recherche ou dans des essais cliniques.

Les ordres de grandeur des activités mises en jeu pour le fluor-18 habituellement rencontrés dans les établissements pharmaceutiques varient de 30 à 500 GBq par tir de production.

Les radionucléides émetteurs de positons fabriqués dans le cadre de la recherche mettent en jeu, quant à eux, des activités limitées, en général, à quelques dizaines de gigabecquerels.

4.2 LES CYCLOTRONS

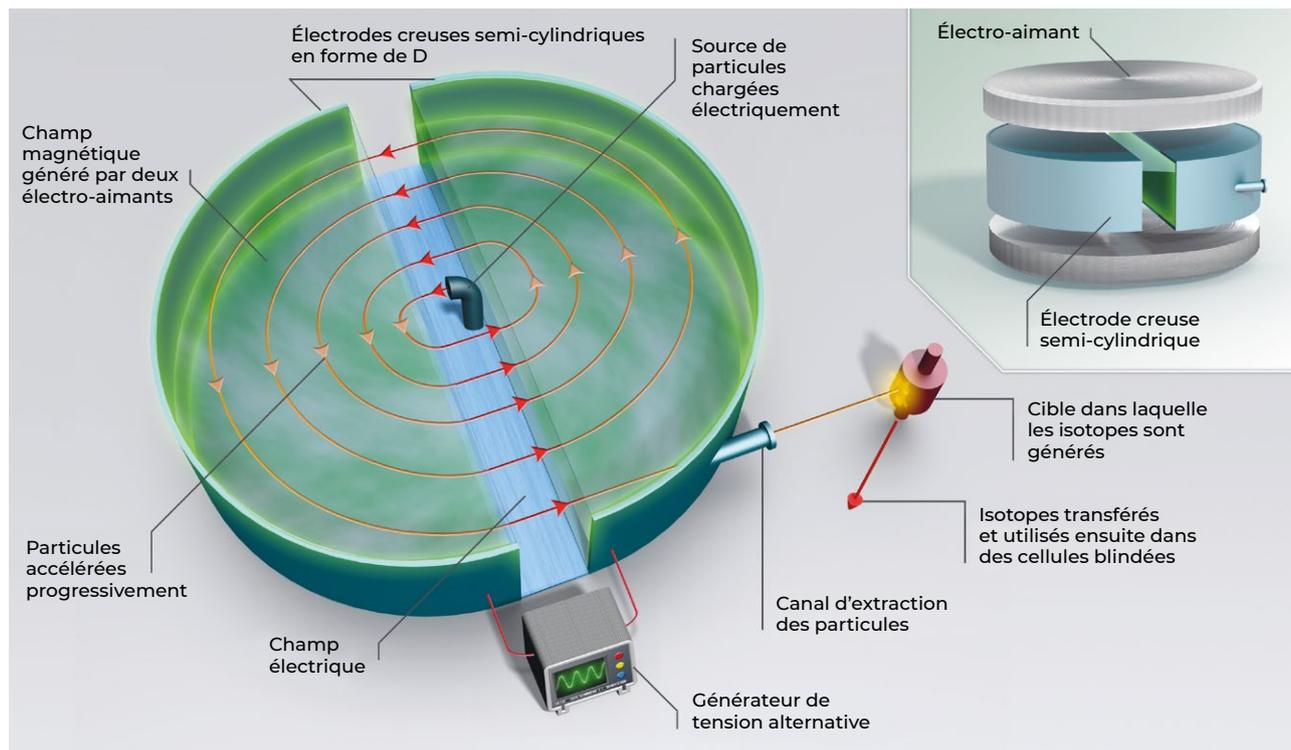
Fonctionnement

Au 31 décembre 2023, quatre cyclotrons étaient en veille, un à l'arrêt et 31 en fonctionnement. Parmi les 31 cyclotrons en fonctionnement nominal, 25 sont utilisés pour la production de radiopharmaceutiques destinés *a minima* au diagnostic *in vivo*, finalité à laquelle s'ajoute parfois la recherche médicale ou non médicale, cinq produisent des radionucléides à des fins de recherche médicale ou non médicale, et un ne fabrique des radionucléides qu'à visée de recherche non médicale.

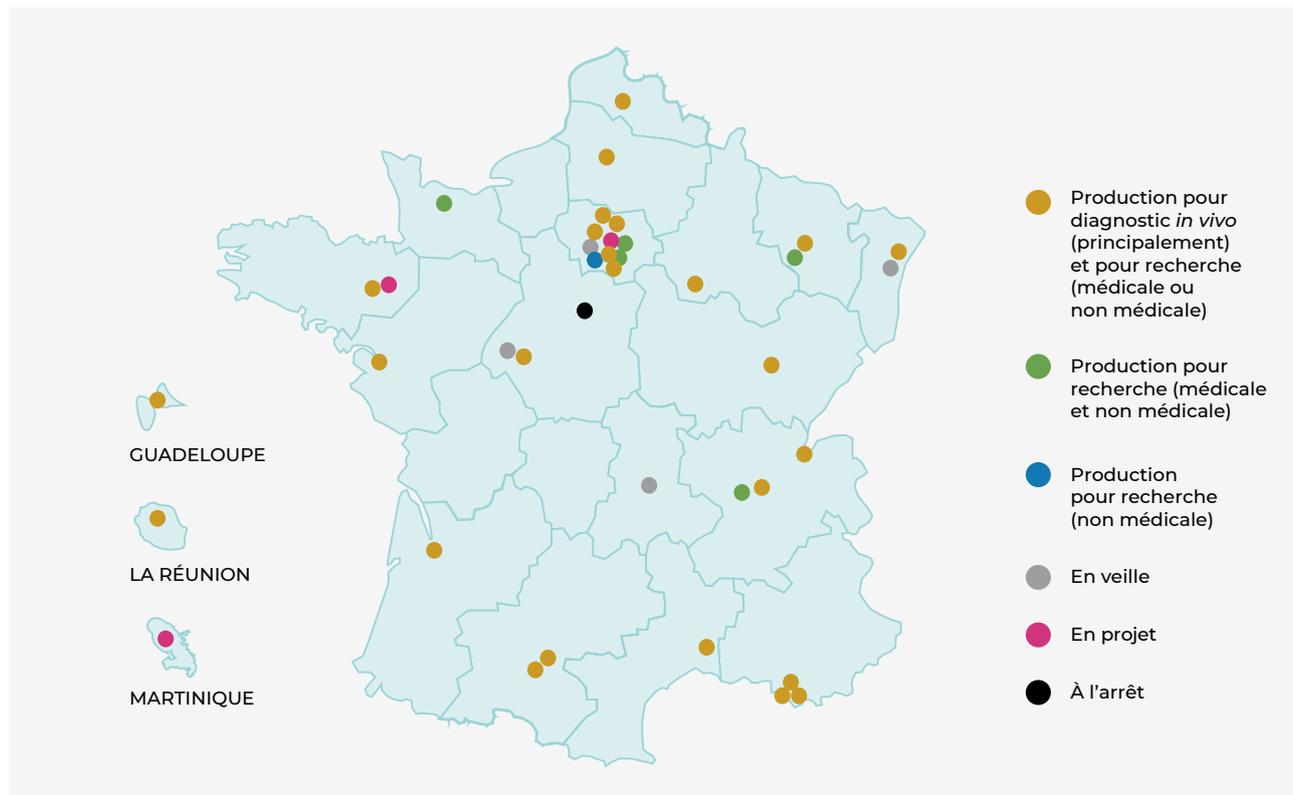
Après des essais réalisés au second semestre 2023, le cyclotron du centre hospitalier universitaire de la Martinique entrera en fonctionnement au début 2024 pour produire du fluor-18, et ultérieurement du carbone-11, de l'oxygène-15, mais également du zirconium-89 et du cuivre-64, en vue de réaliser des diagnostics *in vivo* et de participer à des essais cliniques.

Deux autres cyclotrons seront prochainement autorisés par l'ASN pour des essais avant mise en fonctionnement nominal courant 2024.

Schéma simplifié de fonctionnement d'un cyclotron



Implantation des cyclotrons en France



L'évaluation de l'état de la radioprotection dans les installations utilisant des cyclotrons

Dans ce domaine, l'ASN exerce sa mission de contrôle depuis début 2010. Chaque nouvelle installation ou toute modification importante d'une installation existante fait l'objet d'une instruction complète par l'ASN. Les principaux enjeux de radioprotection concernant ces installations doivent être pris en compte dès la conception. L'application des normes, en particulier les normes NF M 62-105 « Accélérateurs industriels: installations », ISO 10648-2 « Enceintes de confinement » et ISO 17873 « Système de ventilation des installations nucléaires », garantit une utilisation sécurisée des équipements et permet une réduction importante des risques.

Les établissements disposant d'un cyclotron et fabriquant des radionucléides et des produits en contenant sont soumis à des limites de rejets d'effluents gazeux fixées dans leur autorisation. Les niveaux de rejets dépendent des fréquences et des types de production réalisée.

Afin de diminuer au maximum l'activité rejetée en sortie de cheminée, des systèmes de filtration et de piégeage des effluents gazeux sont installés dans les enceintes de production et dans les réseaux d'extraction des installations. De plus en plus d'exploitants mettent également en place des systèmes de récupération des gaz pour décroissance avant leur rejet, installés au plus près des enceintes blindées, permettant une diminution notable des activités rejetées dans l'environnement. Ces systèmes de compression des gaz radioactifs sont ensuite vidangés après une durée de décroissance adaptée à la nature du radionucléide.

De ce fait, les niveaux d'activités rejetées et la faible période des radionucléides rejetés sous forme gazeuse conduisent à une absence d'impact significatif sur le public et l'environnement.

Les travaux engagés dès 2016 avec l'IRSN sur les rejets gazeux des cyclotrons dans l'environnement ont abouti en 2018 à une doctrine dont les points saillants feront l'objet d'un projet de texte réglementaire. En parallèle, de nouvelles évaluations de l'impact

de rejets des installations situées à proximité d'habitations ont été réalisées, pour certains établissements, au moyen d'outils de modélisation mieux adaptés aux champs proches. En complément, l'IRSN s'est doté en 2020 d'un outil informatique permettant une estimation plus précise des impacts radiologiques par la modélisation des rejets à proximité immédiate du site concerné et la réalisation, au besoin, de contre-expertises des études fournies par les exploitants.

En 2022, à la demande de l'ASN, l'IRSN a mis à disposition des exploitants de cyclotrons un document précisant les éléments méthodologiques pour l'élaboration de l'étude d'impact radiologique des rejets atmosphériques de leurs installations. Ce document détaille les différentes étapes d'une étude d'impact, notamment la caractérisation du terme source (rejets), la description précise de l'environnement local, celle des transferts dans l'environnement, en soulignant l'importance du choix de la méthode de calcul de dispersion et l'évaluation finale de la dose.

Il est disponible sur les sites Internet de l'[ASN](#) et de l'[IRSN](#).

Un travail conjoint a été mené par l'ASN et l'IRSN, en y associant les exploitants de cyclotrons, afin de préciser notamment la formulation des valeurs limites des rejets atmosphériques figurant dans les autorisations. À ce jour, seule l'activité maximale pouvant être rejetée est généralement indiquée. Les conclusions de ces travaux alimenteront ceux relatifs au projet de texte réglementaire relatif aux cyclotrons (voir page suivante).

L'ASN réalise une dizaine d'inspections dans ce type d'établissements chaque année. Neuf inspections ont été réalisées en 2023, dont une inspection réactive, à la suite de la déclaration d'un ESR (rejet accidentel de carbone-11 - voir ci-après - ayant entraîné le dépassement de la limite autorisée des rejets pour l'installation).

Outre la distribution de sources radioactives non scellées, les aspects liés à la radioprotection, à la sécurité d'utilisation, ainsi qu'au bon fonctionnement des cyclotrons et des plateformes de production font l'objet d'une attention particulière lors des

01
02
03
04
05
06
07
08
09
10
11
12
13
14
15
AN

inspections. Le champ des inspections réalisées inclut, outre les éléments relatifs à la radioprotection, la gestion des événements internes, le suivi et la maintenance des équipements de production, le contrôle des systèmes de surveillance et d'asservissement ainsi que les bilans des rejets gazeux et la gestion des déchets et effluents liquides.

La distribution des médicaments radiopharmaceutiques ou des produits radiochimiques est correctement prise en compte par les exploitants.

L'organisation de la radioprotection est satisfaisante pour les neuf sites inspectés. Tous les sites ont désigné au moins un CRP, et dans un seul cas, le CRP ne disposait pas d'un certificat dans le secteur adapté. Huit des sites inspectés ont au moins une personne titulaire du CAMARI, et pour le neuvième site, une personne était en cours de formation lors de l'inspection.

Les travailleurs exposés sont formés et disposent tous d'un suivi dosimétrique adapté.

Dans tous les établissements, un programme de vérifications des équipements de travail et de l'instrumentation de radioprotection est défini ou en cours de mise à jour dans le cadre du plan d'action annuel de la société. De même, les contrôles et les vérifications de la présence et du bon fonctionnement des dispositifs de sécurité et d'alarme du cyclotron, des enceintes blindées et des récipients contenant des radionucléides sont réalisés sur tous les sites.

Concernant la gestion des sources radioactives, l'activité maximale des radionucléides détenus respecte les prescriptions de l'autorisation et les mesures sont appropriées pour empêcher l'accès non autorisé aux sources.

Les contrôles avant élimination finale des déchets et des effluents contaminés sont réalisés et tracés dans sept des huit établissements inspectés sur ce point. La gestion des déchets reste un point d'attention notamment en ce qui concerne l'élimination régulière des déchets devant être repris par l'Andra. Les rejets atmosphériques sont généralement bien suivis. Ce suivi a permis en particulier d'identifier rapidement le rejet accidentel précité.

Enfin, des plans d'action nationaux sont mis en place par les exploitants des deux grands groupes nationaux de production de radiopharmaceutiques et sont suivis annuellement par l'ASN, dans l'objectif d'une amélioration continue de la radioprotection et de la sécurité de ces installations.

Six ESR ont été déclarés en 2023 par les exploitants de cyclotrons. Aucun de ces événements n'a conduit à des expositions significatives des travailleurs ou du public.

Deux événements concernant le rejet accidentel de carbone-11 lors d'une production ont été déclarés en raison de fuites sur une cible dans un cas, et sur un joint d'une vanne de transfert dans le second. En raison de la période radioactive très courte et du rejet ponctuel du carbone-11, l'impact sur les travailleurs, les personnes ou l'environnement proches de chacun des sites est négligeable. Dans le deuxième cas, la fuite ayant entraîné le dépassement de la limite autorisée des rejets atmosphériques radioactifs, l'événement a été classé au niveau 1 de l'échelle INES et a fait l'objet d'un avis d'incident publié sur asn.fr.

Les quatre autres ESR ont concerné le dépassement de la contrainte de dose (fixée en interne à l'entreprise) aux mains d'un travailleur à plusieurs reprises, l'évacuation d'un bidon de déchets liquides avec du fluor-18 par une société d'enlèvement des déchets avant la décroissance requise, la perte d'enregistrement des données de suivi des rejets atmosphériques sur une courte période et l'écrasement d'une source scellée de césium-137 de 10 kBq lors de l'utilisation d'un nouvel appareil de chromatographie en contrôles de qualité.

Il existe des disparités dans les moyens techniques et organisationnels mis en œuvre par les exploitants, en fonction de l'ancienneté des installations et de la nature des activités réalisées (recherche ou production industrielle). Le REX dans ce domaine a conduit l'ASN à rédiger, avec l'appui de l'IRSN, un projet de texte réglementaire sur les règles techniques de conception et d'exploitation applicables aux établissements produisant des radionucléides au moyen d'un cyclotron et sur la maîtrise et le suivi des rejets de leurs effluents gazeux. Le projet de texte a déjà fait l'objet de plusieurs consultations informelles des parties prenantes et d'échanges avec la DGT ; son élaboration se poursuivra en 2024 afin de bâtir un référentiel réglementaire unique pour l'ensemble du secteur d'activité concerné. Les principales conclusions de ces travaux réglementaires sont d'ores et déjà utilisées dans le cadre de l'instruction des dossiers de demande d'exploitation de ces installations, afin d'inclure des prescriptions adaptées dans les décisions individuelles d'autorisation. Les conclusions issues des réflexions sur la formulation des valeurs limites des rejets atmosphériques y seront également incluses.

4.3 LES AUTRES FOURNISSEURS DE SOURCES

L'évaluation de l'état de la radioprotection

Les fournisseurs de sources radioactives, hors cyclotrons, proposent des solutions techniques dans les divers domaines de l'industrie, du secteur médical ou de la recherche. Il peut s'agir de fabricants de sources « nues » ou d'appareils contenant des sources radioactives scellées, de fabricants de sources radioactives non scellées ou bien de distributeurs qui importent des sources provenant de l'étranger. Dans tous les cas, l'ASN instruit les dossiers de demande d'autorisation des sources que ces fournisseurs souhaitent distribuer sur le territoire français.

En 2023, hors cyclotrons, 35 inspections ont été réalisées chez les fabricants/distributeurs de sources radioactives ou émettrices de rayonnements ionisants, nombre de contrôles en augmentation par rapport à l'année précédente. Ces inspections ont été réalisées auprès de fabricants/distributeurs de sources radioactives scellées ou non scellées, de sociétés assurant la dépose de paratonnerres ou la dépose et le démantèlement de détecteurs de fumées à chambre d'ionisation (DFCI), et celles assurant la fabrication, l'installation ou la maintenance de générateurs électriques de rayonnements ionisants ou d'accélérateurs de particules (bien que n'étant pas encore soumis à une autorisation de distribution, ces équipements sont réglementés en utilisation, incluant notamment les opérations de mise en service ou de maintenance réalisées par les entreprises les commercialisant). Plusieurs des inspections réalisées ont porté sur des thématiques prioritaires autres que celles précitées, notamment cinq inspections ont traité de la protection des sources radioactives contre les actes de malveillance et deux inspections ont concerné la détention et l'utilisation au niveau national de sources radioactives par les forces armées. Enfin, une inspection a porté sur un établissement étranger distribuant des sources radioactives sur le territoire français.

Ces inspections ont permis de contrôler environ un quart des établissements à enjeux sur la base d'indicateurs spécifiques, notamment liés aux responsabilités des fournisseurs en matière de suivi des sources et de reprise des sources radioactives scellées auprès des utilisateurs, pour en assurer une élimination conforme aux enjeux de radioprotection de la population et de l'environnement.

L'état de la radioprotection lié à l'activité de distribution de radionucléides est jugé globalement satisfaisant par l'ASN. En effet, les principales exigences et responsabilités qui incombent aux fournisseurs (remise des documents lors de la distribution,

outil de suivi des sources ou dispositifs distribués, mise en place des flux de reprise, transmission des informations à l'IRSN) sont convenablement mises en œuvre par la grande majorité d'entre eux. Par ailleurs, les vérifications à effectuer par les fournisseurs en amont de la livraison de toute source sont en nette amélioration par rapport à la situation de 2022.

Ces vérifications comportent la mise en place d'une organisation adaptée (par des blocages informatiques ou des vérifications au cours de la préparation « physique » de la commande), incluant notamment la vérification de l'existence d'un acte administratif (décision d'autorisation ou d'enregistrement ou récépissé de déclaration) permettant au client de détenir les sources concernées, la vérification du fait que la livraison des sources n'induit pas à elle seule, compte tenu des autres sources déjà présentes sur le site, de dépassement des limites autorisées, et enfin, que l'adresse de livraison est cohérente avec les lieux de détention permis. Le respect de l'obligation de récupération sans condition des sources radioactives scellées distribuées périmées (dix ans à compter de la date du premier enregistrement figurant sur le formulaire de fourniture) ou sans usage, est également en progrès par rapport à 2022.

Ces inspections ont enfin permis de mieux sensibiliser les fournisseurs aux dernières évolutions réglementaires, notamment celles relatives aux nouvelles modalités des vérifications de radioprotection à réaliser au titre du code de la santé publique et celles induites par la modification du code de la défense abaissant certains seuils de quantités de matières nucléaires, faisant ainsi rentrer certains fournisseurs dans le régime de l'autorisation au titre de ce code, en sus de leurs obligations relatives au code de santé publique.

5 Conclusion et perspectives

La mise en œuvre du nouveau cadre réglementaire applicable aux activités nucléaires

En 2021, le renforcement de l'approche graduée du contrôle, fondée sur une nomenclature de classement des différentes catégories d'activités nucléaires mettant en œuvre des sources de rayonnements ionisants, s'était poursuivi avec l'entrée en vigueur des décisions relatives au régime d'enregistrement et le développement du service de télé-enregistrement associé permettant le dépôt des dossiers de demande en ligne.

Afin de finaliser l'ensemble du dispositif de refonte des régimes du code de la santé publique, l'ASN a engagé dès 2022 le processus de révision des trois décisions existantes relatives au contenu des dossiers de demande d'exercice d'activités nucléaires soumises au régime d'autorisation; cette mise à jour inclura, le cas échéant, le volet relatif à la distribution des appareils électriques émettant des rayonnements X. Ces travaux se sont poursuivis en 2023 et devraient aboutir en 2024 à une première modification du contenu des informations demandées pour les activités nucléaires soumises à autorisation.

En lien avec la DGT, l'ASN poursuit ses travaux relatifs à l'actualisation de la réglementation concernant les règles techniques de conception et les procédures de certification des appareils de radiologie industrielle ([article R. 4312-1-3 du code du travail](#)) en veillant à sa bonne articulation avec le cadre européen existant.

L'ASN a également participé en 2023 à la mise à jour de la partie du code du travail relative à la protection des travailleurs contre les risques dus aux rayonnements ionisants ([décret n° 2023-489 du 21 juin 2023](#)).

Les inspections conduites durant l'année 2023 ont néanmoins également permis d'identifier certains points de vigilance notamment en ce qui concerne le suivi de la distribution des accélérateurs de particules et des appareils électriques émettant des rayonnements ionisants. En effet, les outils de suivi utilisés par les distributeurs pour les sites contrôlés par les inspecteurs ont été jugés insuffisants pour la moitié de ces sites et absents dans un cas.

Les ESR déclarés sont en net recul par rapport à 2022, et aucun événement significatif de niveau 1 de l'échelle INES ou supérieur n'a été recensé en 2023. Les ESR déclarés pour l'année 2023 ont principalement concerné de mauvaises gestions de dosimètres (oubli du dosimètre dans la salle de tirs et dans le bagage lors de contrôles sécuritaires par rayonnements X en zone aéroportuaire) ayant pour conséquence l'enregistrement de doses erronées, ou encore la découverte de substances radioactives (sources, bidons d'effluents, traces de contamination) dans des lieux non prévus par l'autorisation des sites concernés. Un exploitant a par ailleurs subi une avarie importante sur un irradiateur contenant des sources radioactives scellées de haute activité, qui a nécessité la condamnation d'une des lignes d'irradiation dans l'attente de sa réfection. Aucun des ESR fournisseurs déclarés au titre de l'année 2023 n'a eu de conséquence significative sur l'environnement ou les travailleurs.

En particulier à compter du 1^{er} janvier 2025, la mise en œuvre dans une zone d'opération d'un appareil de radiologie industrielle dont la manipulation présente des risques importants d'exposition aux rayonnements ionisants et contenant une ou plusieurs sources scellées de haute activité nécessitera au moins deux salariés de l'entreprise détentrice disposant du CAMARI.

Dans ce cadre, les dispositions de l'actuelle [décision n° 2007-DC-0074 de l'ASN du 29 novembre 2007](#) modifiée (qui fixe la liste des appareils ou catégories d'appareils pour lesquels la manipulation requiert le CAMARI) et celles de l'[arrêté du 21 décembre 2007](#) modifié (qui définit les modalités de formation et de délivrance du CAMARI), seront à actualiser par un nouvel arrêté en 2024. Ce nouvel arrêté, à la rédaction duquel l'ASN prendra part, fixera également les modalités de mise en œuvre et d'utilisation des appareils mobiles de radiologie industrielle dans une zone d'opération.

Le contrôle de protection des sources radioactives contre les actes de malveillance

L'ASN a été désignée autorité de contrôle des dispositions visant à la protection des sources contre les actes de malveillance dans la majorité des installations. Il s'agit principalement des activités liées à la gammagraphie et à la curiethérapie. La publication du [décret du 4 juin 2018](#) a permis l'entrée en vigueur, mi-2018, des premières dispositions en la matière: les responsables d'activités nucléaires doivent notamment autoriser individuellement l'accès aux sources les plus dangereuses, leur convoyage et l'accès aux informations les protégeant.

Ces premières dispositions ont été renforcées avec l'entrée en application, au 1^{er} janvier 2021, d'une partie de l'arrêté du 29 novembre 2019 modifié, qui demande d'adapter le fonctionnement et l'organisation de l'entreprise à ces risques spécifiques.

S'il s'agit de nouvelles dispositions réglementaires, c'est avant tout un risque supplémentaire à gérer et à intégrer dans la culture d'entreprise, notamment par des actions de sensibilisation et d'information du personnel à renouveler périodiquement.

À ce titre, le système de management de la qualité doit intégrer les dispositions en matière de lutte contre la malveillance et la direction des entreprises concernées doit dorénavant définir et formaliser une politique de protection contre la malveillance mise en œuvre par le responsable d'activité nucléaire. Les ressources nécessaires doivent lui être attribuées, et il doit disposer des compétences nécessaires (en lui adjoignant éventuellement une personne formée sur la question) ainsi que d'une autorité suffisante.

Les dispositions adoptées doivent également prendre en compte l'aspect « cyber » afin de lutter contre la compromission des informations sensibles, aspect explicitement prévu par l'arrêté du 29 novembre 2019 modifié. L'ensemble des correspondants de l'entreprise, internes et externes, doit être sensibilisé sur ce sujet. Afin de pouvoir disposer de règles adaptées, les informations sensibles de l'entreprise doivent être bien identifiées et délimitées.

Au 1^{er} juillet 2022, l'ensemble de l'arrêté est entré en vigueur et les dispositifs techniques de protection physique des sources devaient avoir été mis en place, aussi bien dans les installations que sur chantier (utilisation, détention) ou lors de transports routiers. Si ce n'est pas encore entièrement le cas, l'examen semestriel des indicateurs montre toutefois une tendance à l'amélioration.

Depuis 2019, les inspections de l'ASN abordent la question de la protection des sources contre la malveillance de façon de plus en plus complète. Des inspections entièrement dédiées à cette question ont commencé en nombre limité dès 2021, et ont atteint leur « rythme de croisière » en 2023 avec plus de 60 inspections. Ce niveau d'inspection se maintiendra en 2024 et 2025.

Lors de l'instruction des demandes d'autorisation d'activités nucléaires, l'ASN s'assure également que les dispositions organisationnelles et matérielles nécessaires ont été mises en place. Le contenu des dossiers à produire tient compte de cette question.

L'ASN a par ailleurs continué les actions engagées en matière de formation de ses personnels et mis à leur disposition des outils internes (guide d'inspection, grilles d'instruction d'une demande d'autorisation, fiches question-réponse, réseaux de correspondants régionaux).

En conclusion, certains effets de l'arrêté du 29 novembre 2019 modifié sont bien perceptibles depuis un peu plus d'un an : diminution du stock de sources radioactives scellées de certains exploitants, regroupement d'agences de radiographie industrielle ou équipement des véhicules.

L'année 2024 devrait voir se poursuivre deux chantiers :

- **l'évolution de l'arrêté du 29 novembre 2019 modifié.** Sur la base du REX des inspections réalisées, il s'agit davantage de préciser, voire d'assouplir, certaines dispositions que d'ajouter des prescriptions. Des propositions ont d'ores et déjà été faites au MTE, signataire du texte, et les discussions se poursuivront en 2024 ;
- **la réflexion en matière de protection des sources non scellées.** L'IRSN a été mandaté par le MTE pour mener des enquêtes de terrain afin d'évaluer le niveau général de protection de ce type de sources. Celles-ci, principalement utilisées dans le secteur médical ou de la recherche, ont très souvent une activité radiologique de quelques jours au plus. Cependant, certaines activités mettent en œuvre des produits ne répondant plus vraiment à ces caractéristiques rassurantes. Le MTE devrait se positionner sur le principe de réglementer ou non de telles sources fin 2024. L'ASN participera à chaque étape de la réflexion.

01

02

03

04

05

06

07

08

09

10

11

12

13

14

15

AN

SOMMAIRE

1

p. 276

Les flux de transport de substances radioactives

2

p. 278

La réglementation encadrant les transports de substances radioactives

- 2.1 Les risques associés au transport de substances radioactives
- 2.2 Le principe de défense en profondeur
- 2.3 Les exigences assurant la robustesse des différents types de colis
 - 2.3.1 Les colis exceptés
 - 2.3.2 Les colis de type A et les colis industriels contenant des substances non fissiles
 - 2.3.3 Les colis de type B et les colis contenant des substances fissiles
 - 2.3.4 Les colis contenant de l'hexafluorure d'uranium
 - 2.3.5 Les colis de type C
- 2.4 Les exigences assurant la fiabilité des opérations de transport
 - 2.4.1 La radioprotection des travailleurs et du public
 - 2.4.2 La signalisation des colis et des véhicules
 - 2.4.3 Les responsabilités des différents acteurs du transport
- 2.5 La préparation à la gestion des situations d'urgence
- 2.6 La réglementation encadrant les opérations de transport à l'intérieur des périmètres des installations nucléaires

3

p. 282

Rôles et responsabilités pour le contrôle du transport de substances radioactives

- 3.1 Le contrôle de la sûreté et de la radioprotection
- 3.2 La protection contre les actes de malveillance
- 3.3 Le contrôle du transport de marchandises dangereuses

4

p. 283

L'action de l'ASN dans le domaine du transport de substances radioactives

- 4.1 Délivrer les certificats d'agrément et les approbations d'expédition
- 4.2 Contrôler toutes les étapes de la vie d'un colis
 - 4.2.1 Le contrôle de la fabrication des emballages
 - 4.2.2 Le contrôle de la maintenance des emballages
 - 4.2.3 Le contrôle des colis non soumis à agrément
 - 4.2.4 Le contrôle de l'expédition et du transport des colis
 - 4.2.5 L'analyse des événements relatifs au transport
- 4.3 Participer à l'élaboration de la réglementation applicable aux transports de substances radioactives
 - 4.3.1 Participation aux travaux de l'Agence internationale de l'énergie atomique
 - 4.3.2 Participation à l'élaboration de la réglementation nationale
- 4.4 Contribuer à l'information du public
- 4.5 Participer aux relations internationales dans le domaine des transports
 - 4.5.1 Travaux de l'Association européenne des autorités compétentes dans le domaine des transports
 - 4.5.2 Relations bilatérales avec les homologues étrangers de l'ASN



Le transport de substances radioactives



09

Le [transport de substances radioactives](#) constitue un secteur particulier du transport de marchandises dangereuses, caractérisé par les risques liés à la radioactivité. Le champ du [contrôle de la sûreté](#) du transport de substances

radioactives couvre de nombreux domaines d'activité dans les secteurs industriels, médicaux et de la recherche. Il s'appuie sur une [réglementation internationale](#) exigeante.

1 Les flux de transport de substances radioactives

Les marchandises dangereuses susceptibles d'être transportées sont réparties par la réglementation en neuf « classes », en fonction de la nature du risque associé (par exemple : matières explosibles, toxiques, inflammables, etc.). La classe 7 correspond aux substances radioactives.

Le transport de substances radioactives se distingue par sa grande diversité. Les colis de substances radioactives peuvent peser de quelques centaines de grammes à plus de 100 tonnes et l'activité radiologique de leur contenu peut s'étendre de quelques milliers de becquerels à des milliards de milliards de becquerels pour les colis de combustibles nucléaires irradiés. Les enjeux de sûreté sont également très variés. La très grande majorité des colis présente individuellement des enjeux de sûreté limités, mais une faible part des colis présente de très forts enjeux de sûreté.

Environ 770 000 transports de substances radioactives ont lieu chaque année en France. Cela correspond à environ 980 000 colis de substances radioactives, ce qui représente quelques pour cent du total des colis de marchandises dangereuses transportés chaque année en France. La très grande majorité des transports sont effectués par route, mais quelques-uns ont également lieu par voies ferrée, maritime et aérienne (voir tableau 1). Ces transports concernent trois secteurs d'activité : l'industrie non nucléaire, le secteur médical et l'industrie nucléaire (voir graphique 1).

Une majorité des colis transportés sont à destination de l'industrie ou de la recherche, non nucléaire : il s'agit le plus souvent d'appareils contenant des sources radioactives qui ne sont pas utilisés à poste fixe et doivent donc être transportés très fréquemment. On peut, par exemple, citer les appareils de détection de plomb dans les peintures, utilisés pour les diagnostics immobiliers, ou les appareils de gammagraphie utilisés pour détecter par radiographie des défauts dans les matériaux. Les déplacements vers les différents chantiers expliquent le très grand nombre de transports pour l'industrie non nucléaire. Les enjeux de sûreté sont très variables ; en effet, la source radioactive contenue dans les détecteurs de plomb a une très faible activité radiologique, alors que celle contenue dans les appareils de gammagraphie a une activité nettement plus élevée.

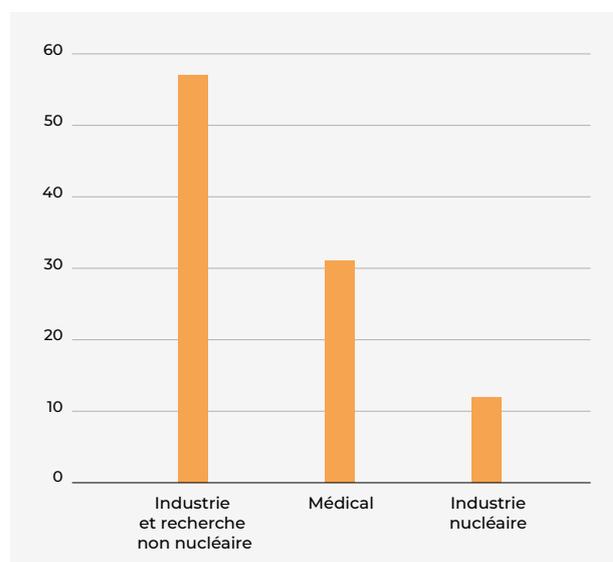
Environ un tiers des colis transportés sont utilisés dans le secteur médical : il s'agit de fournir les centres de soins en sources radioactives, par exemple des sources scellées utilisées en radiothérapie ou des produits radiopharmaceutiques, et d'en évacuer les déchets radioactifs. L'activité des produits radiopharmaceutiques décroît rapidement (par exemple, la période radioactive du fluor-18 est proche de deux heures). Par conséquent, ces produits doivent être très régulièrement acheminés vers les services de médecine nucléaire, ce qui occasionne un nombre élevé de transports, dont la bonne réalisation est critique pour la continuité des soins. La plupart de ces produits ont des activités faibles ; néanmoins, une petite proportion d'entre eux, comme les sources utilisées en radiothérapie ou les sources irradiées servant

à la production du technétium (utilisé en imagerie médicale), présente des enjeux de sûreté significatifs.

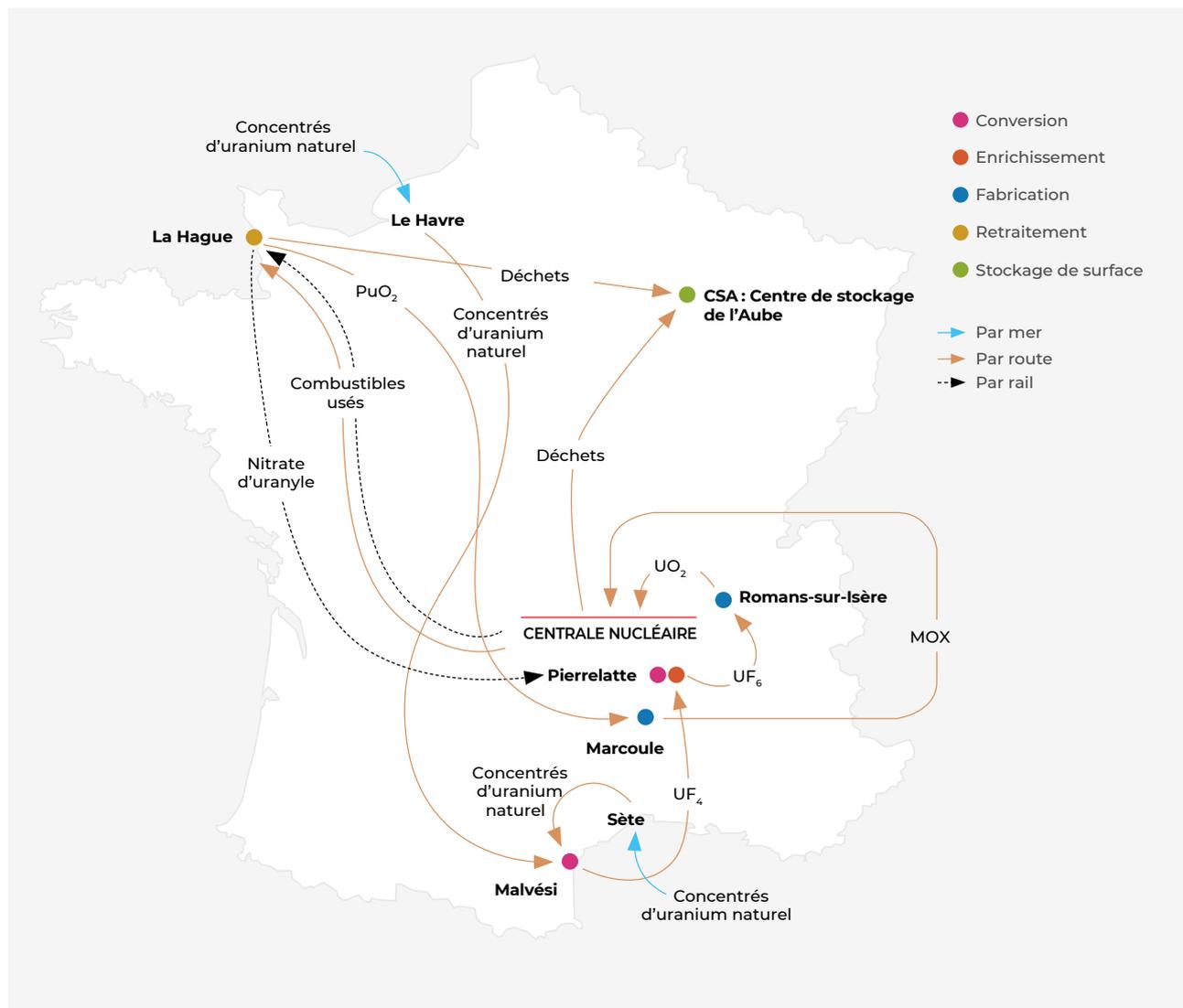
Enfin, 12% des colis transportés en France sont en lien avec l'industrie nucléaire. Cela représente environ 19 000 transports annuels pour 114 000 colis. Ces transports sont nécessaires au fonctionnement du « [cycle du combustible](#) », du fait de la répartition des différentes installations et des centrales nucléaires sur le territoire national (voir carte ci-après). Suivant l'étape du « cycle », la forme physico-chimique et l'activité radiologique des substances varient fortement. Les transports à très forts enjeux de sûreté sont notamment les transports d'hexafluorure d'uranium (UF_6) enrichi ou non (dangereux notamment du fait des propriétés toxiques et corrosives de l'acide fluorhydrique formé par l' UF_6 au contact de l'eau), les évacuations de combustibles irradiés en direction de l'usine de retraitement de La Hague et les transports de certains déchets nucléaires. Parmi les transports liés à l'industrie nucléaire, on dénombre annuellement environ :

- 200 transports organisés pour acheminer les combustibles irradiés des centrales électronucléaires exploitées par EDF vers l'usine de retraitement [Orano Recyclage de La Hague](#) ;
- une centaine de transports de plutonium sous forme d'oxyde entre l'usine de retraitement de La Hague et l'usine de production de combustible de [Melox](#), située dans le Gard ;
- 250 transports d' UF_6 servant à la fabrication du combustible ;
- 400 transports de combustible neuf à base d'uranium et une cinquantaine de transports de combustible neuf « [MOX](#) » (Mélange d'OXYdes) à base d'uranium et de plutonium ;

GRAPHIQUE 1 Proportion des colis transportés par domaine d'activité en %



Transports associés au « cycle du combustible » en France



- 2000 transports en provenance ou à destination de l'étranger ou transitant par la France, pour environ 58000 colis transportés (colis de type industriel, A et B).

Les données statistiques présentées dans ce chapitre sont issues d'une étude menée par l'ASN en 2012. Celle-ci s'appuie sur des informations collectées auprès de tous les expéditeurs de substances radioactives (installations nucléaires de base - INB,

laboratoires, hôpitaux, fournisseurs et utilisateurs de sources, etc.), ainsi que sur les rapports des conseillers à la sécurité des transports. Une synthèse est disponible sur asn.fr (rubrique « L'ASN informe/Dossiers pédagogiques/Transport des substances radioactives en France »). Les éléments dont dispose l'ASN montrent que ces ordres de grandeur restent d'actualité.

TABLEAU 1 Répartition par mode de transport (chiffres arrondis)

ORDRE DE GRANDEUR DU NOMBRE DE COLIS ET DE TRANSPORTS		ROUTE	ROUTE ET AIR	ROUTE ET RAIL	ROUTE ET MER	ROUTE, MER ET RAIL	ROUTE, MER ET AIR
Colis agréés par l'ASN	Nombre de colis	18 000	1 300	460	1 900	0	0
	Nombre de transports	12 500	1 250	380	390	0	0
Colis non soumis à l'agrément de l'ASN	Nombre de colis	870 000	47 000	2 900	6 800	34 500	5 300
	Nombre de transports	740 000	21 000	530	910	80	5 300

2 La réglementation encadrant les transports de substances radioactives

Étant donné que les transports peuvent franchir les frontières, la **réglementation** encadrant les transports de substances radioactives repose sur des prescriptions à caractère international élaborées par l'Agence internationale de l'énergie atomique (AIEA). Elles sont regroupées dans le document *Specific Safety Requirements – 6 (SSR-6)*, qui sert de base aux réglementations européenne et française sur le sujet.

2.1 LES RISQUES ASSOCIÉS AU TRANSPORT DE SUBSTANCES RADIOACTIVES

Les risques majeurs associés au transport de substances radioactives sont les suivants :

- le risque d'**irradiation** externe de personnes en cas de détérioration de la protection radiologique des colis (matériau qui permet de réduire le rayonnement au contact des colis de substances radioactives) ;
- le risque d'inhalation ou d'ingestion de particules radioactives en cas de relâchement de substances radioactives hors de l'emballage ;
- la contamination de l'environnement en cas de relâchement de substances radioactives ;
- le démarrage d'une réaction nucléaire en chaîne non contrôlée (risque de **criticité**) pouvant occasionner une irradiation grave des personnes. Ce risque ne concerne que les substances fissiles.

Par ailleurs, les substances radioactives peuvent également présenter un risque chimique. C'est le cas, par exemple, pour le transport d'uranium naturel, faiblement radioactif, et dont le risque prépondérant pour l'homme est lié à la nature chimique du composé, notamment en cas d'ingestion. De même, l'UF₆, utilisé dans le cadre de la fabrication des combustibles pour les centrales électronucléaires, peut conduire, en cas de relâchement et de contact avec l'eau, à la formation d'acide fluorhydrique, qui est un puissant agent corrosif et toxique.

Par nature, les transports ont lieu sur l'ensemble du territoire national et sont soumis à de nombreux aléas difficiles à contrôler ou à anticiper, comme le comportement des autres véhicules empruntant la même voie de circulation. Il n'est donc pas possible d'exclure la possibilité qu'un accident de transport se produise en un point donné du territoire national, éventuellement à proximité immédiate des populations. Contrairement aux événements se déroulant au sein des INB, le personnel des industriels concernés est généralement dans l'incapacité d'intervenir immédiatement, voire de donner l'alerte (si le chauffeur est tué dans l'accident), et les premiers services de secours à intervenir ne sont *a priori* pas spécialisés dans la gestion du risque radioactif.

Pour faire face à ces risques, une réglementation spécifique a été mise en place pour encadrer les transports de substances radioactives.

2.2 LE PRINCIPE DE DÉFENSE EN PROFONDEUR

La sûreté des transports, comme la sûreté des installations, est fondée sur le concept de défense en profondeur, qui consiste à mettre en œuvre plusieurs niveaux de protection, techniques ou organisationnels, afin de garantir la sûreté du public, des travailleurs et de l'environnement, en conditions de routine, en cas d'incident et en cas d'accident sévère. Dans le cas du transport, la défense en profondeur repose sur trois niveaux de protection complémentaires :

- la **robustesse du colis**, qui permet d'assurer un maintien des fonctions de sûreté, y compris en cas d'accident sévère si les enjeux le justifient. Afin de garantir cette robustesse, la réglementation prévoit des épreuves de référence auxquelles le colis doit résister ;

- la **fiabilité des opérations de transport**, qui permet de réduire l'occurrence des anomalies, des incidents et des accidents. Cette fiabilité est assurée par le respect des exigences réglementaires, telles que la formation des différents intervenants, la mise en place d'un système d'assurance de la qualité pour toutes les opérations, le respect des conditions d'utilisation des colis, l'arrimage efficace des colis, etc. ;
- la **gestion des situations d'urgence**, qui permet de limiter les conséquences des incidents et des accidents. Ce troisième niveau passe, par exemple, par la préparation et la diffusion de consignes à appliquer par les différents acteurs en cas d'urgence, la mise en place de plans d'urgence, la réalisation d'exercices de crise.

La robustesse des colis est particulièrement importante : le colis doit en dernier recours apporter une protection suffisante pour limiter les conséquences d'un incident ou d'un accident (en fonction de la dangerosité du contenu).

2.3 LES EXIGENCES ASSURANT LA ROBUSTESSE DES DIFFÉRENTS TYPES DE COLIS

On distingue cinq grandes familles de colis : colis exceptés, colis de type industriel, colis de type A, colis de type B, colis de type C. Ces familles sont définies en fonction des caractéristiques de la matière transportée, comme l'activité radiologique totale, l'activité spécifique, qui correspond au caractère plus ou moins concentré de la matière, et la forme physico-chimique.

La réglementation définit des épreuves qui simulent des incidents ou des accidents, à l'issue desquelles les fonctions de sûreté restent assurées. La sévérité des épreuves réglementaires est adaptée au danger potentiel de la substance transportée. De plus, des exigences supplémentaires s'appliquent aux colis transportant de l'UF₆ ou des matières fissiles, du fait des risques spécifiques présentés par ces substances.

2.3.1 Les colis exceptés

Les colis exceptés permettent de transporter des quantités faibles de substances radioactives, comme les produits radiopharmaceutiques de très faible activité. Du fait des enjeux de sûreté très limités, ces colis ne sont soumis à aucune épreuve de qualification. Ils doivent toutefois respecter un certain nombre de spécifications générales, notamment relatives à la radioprotection, pour garantir que le niveau de rayonnement autour des colis exceptés reste très bas.

TABLEAU 2 Répartition des colis transportés par type

TYPE DE COLIS		PART APPROXIMATIVE DES COLIS TRANSPORTÉS ANNUELLEMENT
Colis agréés par l'ASN	Colis de type B, colis contenant des matières fissiles et colis contenant de l'UF ₆	2%
Colis non soumis à l'agrément de l'ASN	Colis de type A ne contenant pas de substances radioactives fissiles	32%
	Colis industriels ne contenant pas de substances radioactives fissiles	8%
	Colis exceptés	58%

2.3.2 Les colis de type A et les colis industriels contenant des substances non fissiles

Les colis de type A permettent, par exemple, de transporter des radionucléides à usage médical couramment utilisés dans les services de médecine nucléaire, comme les générateurs de technétium. L'activité totale pouvant être contenue dans un colis de type A est limitée par la réglementation.

Les colis de type A doivent être conçus pour résister aux incidents pouvant être rencontrés lors du transport ou des opérations de manutention ou d'entreposage (petits chocs, empilement des colis, chute d'un objet perforant sur le colis, exposition à la pluie). Ces situations sont simulées par les épreuves suivantes :

- exposition à un orage important (hauteur de précipitation de 5 centimètres par heure pendant au moins 1 heure) ;
- chute sur une surface indéformable d'une hauteur variable selon la masse du colis (maximum 1,20 mètre) ;
- compression équivalente à cinq fois la masse du colis ;
- pénétration d'une barre standard par chute d'une hauteur d'1 mètre sur le colis.

Des épreuves supplémentaires sont nécessaires lorsque le contenu est sous forme liquide ou gazeuse.

Les colis industriels permettent de transporter de la matière avec une faible concentration d'activité ou des objets ayant une contamination surfacique limitée. Les matières uranifères extraites de mines d'uranium à l'étranger sont, par exemple, acheminées en France à l'aide de fûts industriels de 200 litres chargés dans des colis industriels. Trois sous-catégories de colis industriels existent en fonction de la dangerosité du contenu. Selon leur sous-catégorie, les colis industriels sont soumis aux mêmes épreuves que les colis de type A, à une partie d'entre elles ou seulement aux dispositions générales applicables aux colis exceptés.

Grâce aux restrictions imposées sur les contenus autorisés, les conséquences en cas de destruction d'un colis de type A ou d'un colis industriel resteraient limitées, à condition de prendre des mesures adaptées de gestion des accidents. La réglementation n'impose donc pas que ces types de colis résistent à un accident sévère.

Du fait de leurs enjeux limités, les colis industriels et de type A ne font pas l'objet d'un agrément par l'ASN : la conception et la réalisation des épreuves relèvent de la responsabilité du fabricant. Ces colis et leurs dossiers de démonstration de sûreté sont contrôlés par sondage lors des inspections de l'ASN.

2.3.3 Les colis de type B et les colis contenant des substances fissiles

Les colis de type B sont les colis permettant de transporter les substances les plus radioactives, comme les [combustibles irradiés](#) ou les [déchets nucléaires vitrifiés de haute activité](#). Les colis contenant des substances fissiles sont des colis de type industriel, A ou B qui sont, de plus, conçus pour transporter des matières contenant de l'uranium-235 ou du plutonium et pouvant, de ce fait, conduire au démarrage d'une réaction nucléaire en chaîne incontrôlée. Il s'agit essentiellement de colis utilisés par l'industrie nucléaire. Les appareils de gammagraphie relèvent également de la catégorie des colis de type B.

Compte tenu du niveau de risque élevé présenté par ces colis, la réglementation impose qu'ils soient conçus de façon à garantir, y compris en cas d'accident sévère de transport, le maintien de leurs fonctions de confinement de la matière radioactive et de protection radiologique (pour les colis de type B), ainsi que de sous-criticité (pour les colis contenant des matières fissiles). Les conditions accidentelles sont simulées par les épreuves suivantes :

- une épreuve de chute de 9 mètres de haut sur une cible indéformable. Le fait que la cible soit indéformable signifie que toute

l'énergie de la chute est absorbée par le colis, ce qui est très pénalisant. En effet, si un colis lourd chute sur un sol réaliste, le sol se déformera et absorbera donc une partie de l'énergie. Une chute sur une cible indéformable de 9 mètres peut donc correspondre à une chute d'une hauteur nettement plus élevée sur un sol réaliste. Cette épreuve permet également de simuler le cas où le véhicule percuterait un obstacle. Lors de la chute libre de 9 mètres, le colis arrive à environ 50 kilomètres à l'heure sur la cible. Cependant, cela correspond à un choc réel à bien plus grande vitesse car, dans la réalité, le véhicule et l'obstacle absorberaient tous deux une partie de l'énergie ;

- une épreuve de poinçonnement : le colis est lâché depuis 1 mètre de hauteur sur un poinçon métallique. Le but est de simuler l'agression du colis par des objets perforants (par exemple, des débris arrachés au véhicule lors d'un accident) ;
- une épreuve d'incendie de 800°C pendant 30 minutes. Cette épreuve simule le fait que le véhicule puisse prendre feu après un accident ;
- une épreuve d'immersion sous 15 mètres d'eau pendant 8 heures. Cette épreuve permet de tester la résistance du colis à la pression, pour le cas où il tomberait dans de l'eau (dans un fleuve en bord de route ou dans un port lors du déchargement d'un navire). Certains colis de type B doivent de plus subir une épreuve poussée d'immersion, qui consiste en une immersion sous 200 mètres d'eau pendant une heure.

Les trois premières épreuves (chute, poinçonnement et incendie) doivent être réalisées successivement sur le même spécimen de colis. Elles doivent être réalisées dans la configuration la plus pénalisante (orientation du colis, température extérieure, position du contenu, etc.).

Les modèles de colis de type B et ceux contenant des substances fissiles doivent recevoir un agrément de l'ASN ou, dans certains cas, d'une autorité compétente étrangère, pour être autorisés à circuler. Pour obtenir cet agrément, le concepteur du modèle de colis doit démontrer dans le dossier de sûreté la résistance aux épreuves mentionnées ci-dessus. Cette démonstration est habituellement apportée au moyen d'épreuves réalisées sur une maquette à échelle réduite représentant le colis et de calculs numériques (pour simuler le comportement mécanique et thermique du colis, ou pour évaluer le risque de criticité).

2.3.4 Les colis contenant de l'hexafluorure d'uranium

L' UF_6 est utilisé dans le « cycle du combustible ». C'est sous cette forme que l'uranium est enrichi. On trouve donc de l' UF_6 naturel (c'est-à-dire formé d'uranium naturel), de l' UF_6 enrichi (c'est-à-dire avec une composition isotopique enrichie en uranium-235) et de l' UF_6 appauvri.

Outre les dangers présentés du fait de sa radioactivité, voire de son caractère fissile, l' UF_6 présente aussi un fort risque chimique. La réglementation prévoit donc des prescriptions particulières pour les colis d' UF_6 . Ils doivent satisfaire aux prescriptions de l'édition 2020 de la [norme ISO 7195](#), qui régit la conception, la fabrication et l'utilisation des colis. Ces colis sont de plus soumis à trois épreuves :

- une épreuve de chute libre entre 0,3 et 1,2 mètre (selon la masse du colis) sur cible indéformable ;
- une épreuve thermique, avec un feu de 800°C durant 30 minutes ;
- une épreuve de tenue hydrostatique à 27,6 bars.

Les colis contenant de l' UF_6 enrichi, donc fissile, sont également soumis aux prescriptions présentées précédemment (voir point 2.3.3).

L'UF₆ est transporté dans des cylindres métalliques, de type 48Y ou 30C. Dans le cas de l'UF₆ enrichi, ce cylindre est transporté avec une coque de protection, qui fournit la protection nécessaire pour résister aux épreuves applicables aux colis contenant des matières fissiles. Les modèles de colis contenant de l'UF₆ doivent également obtenir un agrément de l'ASN, ou d'une autorité compétente étrangère, pour être autorisés à circuler.

2.3.5 Les colis de type C

Les modèles de colis de type C sont destinés à transporter des substances hautement radioactives par voie aérienne. Il n'existe en France aucun agrément pour des colis de type C à usage civil.

2.4 LES EXIGENCES ASSURANT LA FIABILITÉ DES OPÉRATIONS DE TRANSPORT

2.4.1 La radioprotection des travailleurs et du public

La [radioprotection](#) des travailleurs et du public doit être une préoccupation constante lors des transports de substances radioactives. Le public et les travailleurs non spécialisés ne doivent pas être [exposés](#) à une dose supérieure à 1 millisievert par an (mSv/an). Cependant, cette limite n'est pas destinée à constituer une autorisation d'exposer le public jusqu'à 1 mSv. Notamment, les [principes](#) de justification et d'optimisation applicables à toute activité nucléaire s'appliquent aussi au transport de substances radioactives (voir chapitre 2).

La radioprotection fait l'objet de prescriptions précises dans la réglementation applicable au transport de substances radioactives. Ainsi, pour le transport par route, la réglementation prévoit que le débit de dose à la surface du colis ne doit pas dépasser 2 millisieverts par heure (mSv/h). Cette limite peut être augmentée à 10 mSv/h en « utilisation exclusive⁽¹⁾ », car l'expéditeur ou le destinataire peuvent alors donner des consignes pour limiter les actions à proximité du colis. Dans tous les cas, le débit de dose ne doit pas dépasser 2 mSv/h au contact du véhicule et doit être inférieur à 0,1 mSv/h à 2 mètres du véhicule. En supposant qu'un véhicule de transport atteigne la limite de 0,1 mSv/h à 2 mètres, une personne devrait séjourner 10 heures en continu à 2 mètres du véhicule avant que la dose reçue n'atteigne la limite annuelle d'exposition du public.

Ces limites sont complétées par des exigences relatives à l'organisation de la radioprotection au sein des entreprises. En effet, les entreprises intervenant dans les opérations de transport doivent mettre en place un programme de protection radiologique, qui regroupe les dispositions prises pour protéger les travailleurs et le public des risques liés à l'exposition aux rayonnements ionisants. Ce programme repose notamment sur une évaluation prévisionnelle des doses auxquelles sont exposés les travailleurs et le public. En fonction des résultats de cette évaluation, des actions d'optimisation doivent être mises en place pour rendre ces doses aussi basses que raisonnablement possible (principe ALARA⁽²⁾): par exemple, des chariots plombés peuvent être mis à disposition des manutentionnaires pour réduire leur exposition. Cette évaluation permet également de décider de la mise en place d'une dosimétrie pour mesurer la dose reçue par les travailleurs, s'il est prévu que celle-ci risque de dépasser 1 mSv/an.

Enfin, l'ensemble des acteurs du transport doit être formé aux risques liés aux rayonnements, afin de connaître la nature des risques, ainsi que la manière de s'en protéger et d'en protéger les autres.

Les travailleurs qui interviennent lors des transports de substances radioactives sont par ailleurs soumis aux dispositions du code du travail relatives à la protection contre les rayonnements ionisants.

L'ASN a actualisé le [Guide n° 29](#) destiné à accompagner les transporteurs dans la mise en œuvre de leurs obligations réglementaires relatives à la radioprotection des travailleurs et du public. Cette mise à jour vise à prendre en compte les nouvelles dispositions introduites par la [directive 2013/59/Euratom](#) dite « directive BSS », notamment la vérification périodique de la propreté radiologique des véhicules servant à l'acheminement des substances radioactives.

2.4.2 La signalisation des colis et des véhicules

Afin que les travailleurs puissent être informés du niveau de risque présenté par chaque colis, et donc pour qu'ils puissent s'en protéger efficacement, la réglementation impose que les colis soient étiquetés. Les étiquettes sont de trois types; elles correspondent à différents niveaux de débit de dose au contact et à 1 mètre du colis. Les travailleurs intervenant à proximité du colis ont ainsi un moyen visuel de savoir quels sont les colis engendrant les débits de dose les plus importants et peuvent limiter leur temps à proximité de ceux-ci et les éloigner le plus possible (par exemple, en les chargeant à l'arrière du véhicule).

Les colis contenant des matières fissiles doivent, en outre, porter une étiquette spécifique. En effet, pour prévenir le risque de démarrage d'une réaction nucléaire en chaîne, ces colis doivent être éloignés les uns des autres. L'étiquette spécifique permet de vérifier facilement le respect de cette prescription.

Enfin, le marquage des colis doit comporter leur type, l'adresse de l'expéditeur ou du destinataire et un numéro d'identification. Cela permet d'éviter les erreurs de livraison et de pouvoir identifier les colis en cas de perte.

Les véhicules transportant des colis de substances radioactives doivent également avoir une signalisation spécifique. Comme tous les véhicules transportant des marchandises dangereuses, ils portent une plaque orange à l'avant et à l'arrière. De plus, ils doivent arborer une plaque-étiquette présentant un trèfle et indiquant « Radioactive ». L'objectif de la signalisation des véhicules est de fournir de l'information aux services de secours en cas d'accident.

2.4.3 Les responsabilités des différents acteurs du transport

La réglementation définit les responsabilités des différents acteurs qui interviennent au cours de la vie d'un colis, depuis sa conception jusqu'à son transport à proprement parler. Des exigences spécifiques sont associées à ces responsabilités. Ainsi:

- le concepteur du modèle de colis doit avoir conçu et dimensionné l'emballage en fonction des conditions d'utilisation prévues et des exigences réglementaires. Pour les colis de type B ou fissiles ou contenant de l'UF₆, il doit obtenir un agrément de l'ASN (ou, dans certains cas, d'une autorité étrangère);
- le fabricant doit réaliser l'emballage conformément à la description qui en est faite par le concepteur;

1. L'utilisation exclusive correspond au cas où le véhicule est utilisé par un seul expéditeur. Celui-ci peut alors donner des instructions spécifiques pour le déroulement de l'ensemble des opérations de transport.

2. Le principe ALARA (As Low As Reasonably Achievable – « au plus faible niveau que l'on peut raisonnablement atteindre ») est apparu dans la publication 26 de 1977 de la Commission internationale de protection radiologique. Il était l'aboutissement d'une réflexion autour du principe d'optimisation de la radioprotection.

- l'expéditeur a la responsabilité de remettre au transporteur un colis conforme aux exigences réglementaires. Il doit en particulier s'assurer que le transport de substance est autorisé, vérifier que le colis est adapté à son contenu, utiliser un colis en bon état et agréé (si besoin), effectuer les mesures de débit de dose et de contamination et étiqueter le colis ;
- le transport peut être organisé par un commissionnaire de transport. Celui-ci est chargé, pour le compte de l'expéditeur ou du destinataire, d'obtenir toutes les autorisations nécessaires et d'envoyer les différentes notifications requises par la réglementation. Il doit aussi sélectionner le moyen de transport, la société de transport et l'itinéraire en fonction des exigences réglementaires ;
- le chargeur est responsable du chargement du colis dans le véhicule et de son arrimage conformément aux instructions spécifiques de l'expéditeur et aux règles de l'art ;
- le transporteur, et notamment le conducteur, a la charge du bon déroulement de l'acheminement. Il doit notamment veiller au bon état du véhicule, à la présence de l'équipement de bord (extincteurs, équipements de protection individuelle du conducteur, etc.), au respect des limites de débit de dose autour du véhicule et à l'apposition des plaques orange et plaques-étiquettes ;
- le destinataire a l'obligation de ne pas différer, sans motif impératif, l'acceptation de la marchandise et de vérifier, après le déchargement, que les prescriptions le concernant sont bien respectées. Il doit notamment effectuer des mesures de débit de dose sur le colis après réception pour détecter un éventuel problème qui aurait pu survenir au cours du transport ;
- le propriétaire des emballages doit mettre en place un système de maintenance conforme à ce qui est décrit dans le dossier de sûreté et le certificat d'agrément, afin de garantir le maintien en bon état des éléments importants pour la sûreté.

Tous les acteurs du transport doivent mettre en place un système de gestion de la qualité (auparavant dénommé « système de gestion »), qui consiste en un ensemble de dispositions permettant de garantir le respect des exigences réglementaires et d'être en mesure d'en apporter la preuve. Cela consiste, par exemple, à effectuer des doubles contrôles indépendants des opérations les plus importantes, à mettre en place des listes à remplir pour s'assurer que les opérateurs n'oublient aucune action, à garder une trace de toutes les opérations et de tous les contrôles effectués, etc. Le système de gestion de la qualité est un élément fondamental pour assurer la fiabilité des opérations de transport.

L'ASN a actualisé le 6 juillet 2023 son [Guide n°44](#) destiné aux professionnels intervenant dans les opérations de transport de substances radioactives et qui précise les attentes de l'ASN relatives au contenu d'un système de gestion de la qualité. Cette mise à jour décline notamment l'approche graduée, en proportionnant le niveau des exigences attendues pour le système de gestion aux enjeux de sûreté présentés par l'activité de ces professionnels et à la taille de l'entreprise concernée.

De plus, la réglementation prévoit que tous les opérateurs intervenant dans le transport reçoivent une formation adaptée à leurs fonctions et responsabilités. Cette formation doit notamment porter sur les mesures à prendre en cas d'accident.

Les entreprises qui acheminent, chargent, déchargent ou manutentionnent (après leur chargement et avant leur déchargement) des colis de substances radioactives sur le territoire français doivent déclarer ces activités de transport sur le portail [Télé-services](#) de l'ASN avant de les mettre en œuvre. Ce téléservice est également disponible en [langue anglaise](#).

Les transports de certaines substances radioactives (notamment les substances fissiles) font l'objet d'une notification préalable adressée par l'expéditeur à l'ASN et au ministère de l'Intérieur sept jours avant le départ. Cette notification indique les matières transportées, les emballages utilisés, les conditions d'exécution du transport et les coordonnées de l'expéditeur, du transporteur et du destinataire. Elle permet aux pouvoirs publics de disposer rapidement des informations utiles en cas d'accident.

En 2023, 1 427 notifications ont été adressées à l'ASN.

2.5 LA PRÉPARATION À LA GESTION DES SITUATIONS D'URGENCE

La [gestion des situations d'urgence](#) est le dernier niveau de la défense en profondeur. En cas d'accident impliquant un transport, elle doit permettre d'en limiter les conséquences sur les personnes et l'environnement.

Un accident de transport pouvant avoir lieu n'importe où sur le territoire, il est vraisemblable que les premiers services de secours arrivant sur les lieux n'aient pas de formation spécifique au risque radiologique et que la population à proximité ne soit pas sensibilisée à ce risque. Il est donc particulièrement important que l'organisation de crise au niveau national soit suffisamment robuste pour tenir compte de ces éléments.

À ce titre, la réglementation prévoit des obligations pour les différents intervenants dans le domaine du transport. Ainsi, tous les intervenants doivent alerter immédiatement les services de secours en cas d'accident. Cela vaut notamment pour le transporteur, qui sera *a priori* le premier informé. Il doit également transmettre l'alerte à l'expéditeur. De plus, l'équipage du véhicule doit avoir à sa disposition dans la cabine des consignes écrites, indiquant notamment les premières actions à effectuer en cas d'accident (par exemple : activer le coupe-circuit, si le véhicule en est équipé, pour éviter le démarrage d'un incendie). Une fois l'alerte donnée, les intervenants doivent se mettre à la disposition des pouvoirs publics pour aider aux actions de secours, notamment en leur fournissant toutes les informations pertinentes. Cela concerne en particulier le transporteur et l'expéditeur, dont la connaissance du colis et de son contenu est précieuse pour déployer les mesures adaptées. Pour remplir ces obligations réglementaires, l'ASN recommande que les intervenants mettent en place des plans d'urgence afin de définir à l'avance une organisation et des outils qui leur permettront de réagir efficacement en cas de situation d'urgence réelle.

Le [Guide de l'ASN n°17](#) présente les thèmes essentiels qu'il convient de développer dans un plan de gestion des incidents et accidents impliquant un transport de substances radioactives à usage civil.

Il pourrait arriver que le conducteur soit dans l'incapacité de donner l'alerte, s'il est blessé ou tué lors de l'accident. Dans ce cas, la détection de la nature radioactive du chargement reposerait entièrement sur les premiers services de secours. Les plaques portant la signalisation d'un trèfle indiquant la présence de substances radioactives, présentes sur les véhicules, permettent ainsi de signaler la présence de marchandises dangereuses : les services de secours ont alors la consigne de faire évacuer de façon réflexe une zone autour du véhicule, le plus souvent d'un rayon de 100 mètres, et d'indiquer le caractère radioactif du chargement à la préfecture, qui alertera l'ASN.

La [gestion de l'accident](#) est pilotée par le préfet, qui commande les opérations de secours. En attendant que les experts nationaux soient en mesure de lui apporter des conseils, le préfet s'appuie sur le plan d'urgence mis en place pour faire face à ces situations.

L'ASN est en mesure d'offrir son concours au préfet, en lui apportant des conseils techniques sur les actions plus spécifiques à mettre en place. L'Institut de radioprotection et de sûreté nucléaire (IRSN) appuie l'ASN dans cette mission, en évaluant l'état du colis accidenté et en prévoyant l'évolution de la situation. De plus, la division territoriale de l'ASN dépêche un agent auprès du préfet afin de faciliter la liaison avec le centre national d'urgence (voir le chapitre 4 consacré aux situations d'urgence radiologique et post-accidentelles).

En parallèle, des moyens humains et matériels seraient envoyés dès que possible sur le lieu de l'accident (appareils de mesure de la radioactivité, moyens médicaux, moyens de reprise des colis, etc.). Les équipes de pompiers spécialisées dans le risque radioactif (les cellules mobiles d'intervention radiologique – CMIR) seraient mises à contribution, ainsi que les cellules mobiles de l'IRSN, voire celles de certains exploitants nucléaires (comme le Commissariat à l'énergie atomique et aux énergies alternatives – CEA, ou EDF), qui pourraient être réquisitionnées par le préfet en cas de besoin, même si le transport impliqué ne concernait pas ces exploitants.

Comme pour les autres types de situations d'urgence, la communication est un enjeu important en cas d'accident de transport pour informer les populations de la situation et transmettre des consignes sur la conduite à tenir.

Afin de préparer les pouvoirs publics à l'éventualité d'un accident impliquant un transport de substances radioactives, des [exercices](#) sont organisés et permettent de tester l'ensemble de l'organisation qui serait mise en place.

L'ASN continuera en 2024 à œuvrer pour une bonne préparation des pouvoirs publics aux situations d'urgence impliquant un transport, notamment en promouvant la réalisation d'exercices de crise locaux et en diffusant des recommandations sur les actions à mener en cas d'accident.

Enfin, l'ASN a prévu de mettre à jour le guide relatif à la réalisation des études de danger exigées pour les installations ou infrastructures de transport (gares de triage, ports, etc.) pouvant accueillir des marchandises dangereuses. L'objectif de ce guide est que les risques liés aux substances radioactives soient convenablement évalués pour permettre aux exploitants de définir, le cas échéant, des dispositions pertinentes pour les diminuer, sous le contrôle du préfet.

Recommandations de l'ASN en cas d'accident de transport

La réponse des pouvoirs publics en cas d'accident de transport se déroule en trois phases :

- les services de secours arrivent sur les lieux et effectuent des actions de façon « réflexe » pour limiter les conséquences de

l'accident et protéger la population. Le caractère radioactif des substances en jeu est découvert durant cette phase ;

- l'entité coordonnant l'action des secours confirme qu'il s'agit de substances radioactives, alerte l'ASN et l'IRSN et donne des consignes plus spécifiques aux intervenants en attendant le gréement des centres de crise nationaux ;
- une fois les centres de crise de l'ASN et de l'IRSN créés, une analyse plus poussée de la situation est menée afin de conseiller le directeur des opérations de secours.

Durant les deux premières phases, les services de secours doivent gérer la situation sans l'appui des experts nationaux. L'ASN a donc élaboré en 2017, avec le concours de l'IRSN et de la Mission nationale d'appui à la gestion du risque nucléaire, un document destiné à guider l'action des services de secours. Il contient des informations générales sur la radioactivité, des conseils généraux aux services de secours pour intervenir en tenant compte des spécificités des transports de substances radioactives et des fiches organisées par type de substance, qui visent à fournir des informations et des conseils plus détaillés au coordinateur des actions de secours durant la phase 2.

2.6 LA RÉGLEMENTATION ENCADRANT LES OPÉRATIONS DE TRANSPORT À L'INTÉRIEUR DES PÉRIMÈTRES DES INSTALLATIONS NUCLÉAIRES

Des opérations de transport dites « opérations de transport interne » de marchandises dangereuses peuvent être réalisées sur les voies privées de sites nucléaires. Ces opérations ne sont alors pas soumises à la réglementation relative aux transports de marchandises dangereuses, qui ne s'applique que sur la voie publique. Pourtant, ces opérations présentent les mêmes risques et inconvénients que les transports de matières dangereuses sur la voie publique. Aussi, la sûreté de ces opérations doit être encadrée avec la même rigueur que tout autre risque ou inconvénient présent dans le périmètre des INB.

C'est pourquoi les opérations de transport interne de marchandises dangereuses sont soumises aux exigences de l'[arrêté du 7 février 2012](#) fixant les règles générales relatives aux INB. Cet arrêté prévoit que les opérations de transport interne soient intégrées au référentiel de sûreté des INB.

Le code de l'environnement, complété par la [décision n° 2017-DC-0616 de l'ASN du 30 novembre 2017](#), définit les opérations de transport interne qui doivent faire l'objet de demandes d'autorisation à l'ASN. Par ailleurs, l'ASN a publié le [Guide n° 34](#), qui comporte des recommandations destinées aux exploitants pour la mise en œuvre des exigences réglementaires relatives aux opérations de transport interne.

3 Rôles et responsabilités pour le contrôle du transport de substances radioactives

3.1 LE CONTRÔLE DE LA SÛRETÉ ET DE LA RADIOPROTECTION

En France, l'ASN est chargée depuis 1997 du contrôle de la sûreté et de la radioprotection du transport de substances radioactives pour les usages civils ; l'Autorité de sûreté nucléaire de défense (ASND) assure ce rôle pour les transports liés à la défense nationale. Dans son domaine de compétence, l'ASN contrôle, du point de vue de la sûreté et de la radioprotection, toutes les étapes de la vie d'un colis : conception, fabrication, maintenance, expédition, transport à proprement parler, réception, etc.

3.2 LA PROTECTION CONTRE LES ACTES DE MALVEILLANCE

La lutte contre la malveillance consiste à prévenir les actes de sabotage, les pertes, disparitions, vols et détournements des matières nucléaires (au sens de l'[article R*. 1411-11-19 du code de la défense](#)), qui pourraient être utilisées pour fabriquer des armes. Le Haut Fonctionnaire de défense et de sécurité (HFDS) placé auprès du ministre chargé de l'énergie représente réglementairement l'autorité responsable de la lutte contre les actes de malveillance pour les matières nucléaires.

TABLEAU 3 Administrations chargées du contrôle du mode de transport et des colis

MODE DE TRANSPORT	CONTRÔLE DU MODE DE TRANSPORT	CONTRÔLE DES COLIS
Voie maritime	Direction générale des infrastructures, des transports et de la mer (DGITM) du ministère chargé de l'environnement. La DGITM est en particulier chargée du contrôle du respect des prescriptions s'appliquant aux navires contenues dans le <i>Recueil international de règles de sécurité pour le transport de combustibles nucléaires irradiés, de plutonium et de déchets hautement radioactifs en colis à bord des navires</i> (recueil INF – Irradiated Nuclear Fuel).	La DGITM est compétente pour le contrôle des colis de marchandises dangereuses en général et, en coordination étroite avec l'ASN, des colis de substances radioactives.
Voies routières, ferrées et navigables	Direction générale de l'énergie et du climat (DGECL) du ministère chargé de l'environnement.	La Direction générale de la prévention des risques (DGPR) est chargée du contrôle des colis de marchandises dangereuses en général et, en coordination étroite avec l'ASN, des colis de substances radioactives.
Voie aérienne	Direction générale de l'aviation civile (DGAC) du ministère chargé de l'environnement.	La DGAC est compétente pour le contrôle des colis de marchandises dangereuses en général et, en coordination étroite avec l'ASN, des colis de substances radioactives.

Dans le domaine de la sécurité des transports, l'échelon opérationnel des transports (EOT) de l'IRSN est chargé de la gestion et du traitement des demandes d'accord d'exécution des transports de matières nucléaires, du suivi de ces transports et de la transmission aux autorités des alertes les concernant. Cette mission de sécurité est définie par l'[arrêté du 28 février 2023](#) relatif à la sécurité du transport des matières nucléaires pris en application des articles R. 1333-4 et R. 1333-17 à R. 1333-19 du code de la défense. Ainsi, avant transport, le code de la défense impose aux transporteurs d'obtenir un accord d'exécution. L'EOT instruit les dossiers de demande correspondants. Cette instruction consiste à vérifier la conformité des dispositions prévues par rapport aux exigences définies par le code de la défense et l'arrêté du 28 février 2023 précité.

L'ASN a engagé le processus de mise à jour de sa [décision n° 2015-DC-0503 du 12 mars 2015](#) relative au régime de déclaration des entreprises réalisant des transports de substances radioactives sur le territoire français. Cette mise à jour vise à introduire un régime d'autorisation pour les activités de transport des sources les plus radioactives au vu des enjeux qu'elles présentent en matière de sécurité. L'interface entre les dispositions issues de la nouvelle réglementation relative à la protection des sources de rayonnements ionisants et des lots de sources radioactives de catégories A, B, C et D contre les actes de malveillance ([arrêté du 29 novembre 2019 modifié](#)) et de la réglementation transport sera traitée.

3.3 LE CONTRÔLE DU TRANSPORT DE MARCHANDISES DANGEREUSES

La réglementation du transport de marchandises dangereuses relève de la Mission du transport des matières dangereuses (MTMD) du ministère chargé de l'environnement. Cette structure est chargée des actions relatives à la sécurité du transport de marchandises dangereuses hors classe 7 (radioactive) par voies routière, ferroviaire et de navigation intérieure. Elle dispose d'un organisme de concertation (sous-commission permanente chargée du transport des marchandises dangereuses au sein du Conseil supérieur de la prévention des risques technologiques – CSPRT), appelé à donner son avis sur tout projet de réglementation relative au transport de marchandises dangereuses par voies ferroviaire, routière et de navigation intérieure. Les contrôles sur le terrain sont assurés par les contrôleurs des transports terrestres, rattachés aux directions régionales de l'environnement, de l'aménagement et du logement.

Afin que le contrôle des marchandises dangereuses soit aussi cohérent que possible, l'ASN collabore régulièrement avec les administrations concernées.

La répartition des différentes missions de contrôle est synthétisée dans le tableau 3.

4 L'action de l'ASN dans le domaine du transport de substances radioactives

4.1 DÉLIVRER LES CERTIFICATS D'AGRÈMENT ET LES APPROBATIONS D'EXPÉDITION

Les colis de types B et C, ainsi que les colis contenant des matières fissiles et ceux qui contiennent plus de 0,1 kilogramme d'UF₆, doivent disposer d'un [agrément de l'ASN](#) pour pouvoir être utilisés pour les transports. Les concepteurs des modèles de colis qui font une demande d'agrément auprès de l'ASN doivent fournir, à l'appui de leur demande, un dossier de sûreté permettant de démontrer la conformité du colis à l'ensemble des prescriptions réglementaires. Avant de prendre la décision de délivrer ou non un agrément, l'ASN instruit ce dossier, en s'appuyant le cas échéant sur l'expertise de l'IRSN, pour vérifier que les démonstrations sont pertinentes et probantes. Le cas échéant, la délivrance de l'agrément est accompagnée de demandes afin que la démonstration de sûreté soit améliorée.

Dans certains cas, l'expertise de l'IRSN est complétée par une réunion du Groupe permanent d'experts pour les transports de substances radioactives (GPT). Les avis des groupes permanents d'experts sont systématiquement publiés sur [asn.fr](#). Le certificat d'agrément précise les conditions de fabrication, d'utilisation et de maintenance du colis de transport. Il est délivré pour un modèle de colis, indépendamment de l'opération de transport à proprement parler, pour laquelle aucun avis préalable n'est en général requis de l'ASN. Cette opération peut cependant être soumise à des contrôles au titre de la sécurité (protection physique des matières contre la malveillance sous le contrôle du HFDS du ministère chargé de l'environnement).

Les agréments sont délivrés en général pour une période de cinq ans. Dans le cas où un colis ne peut pas satisfaire à toutes les prescriptions réglementaires, la réglementation prévoit

1^{ER} CERTIFICAT FRANCAIS D'APPROBATION D'EXPÉDITION EN SCO-III

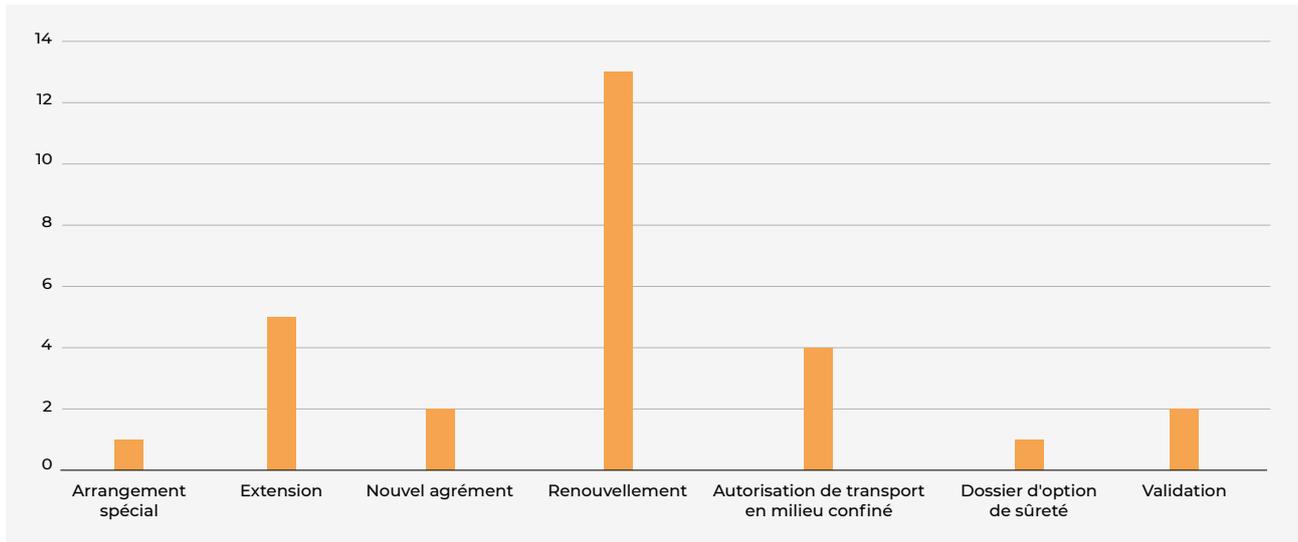
La société EDF souhaite expédier en Suède les parties inférieures des générateurs de vapeur usés de la centrale nucléaire de Fessenheim à des fins de valorisation des parties métalliques. Elle a déposé à cet effet auprès de l'ASN, en juillet 2022, une demande d'autorisation de transport multimodal en tant qu'objets contaminés superficiellement, dits «SCO III».

L'édition 2018 du règlement international du transport de l'AIEA n° SSR-6 a créé cette catégorie supplémentaire d'objets contaminés superficiellement afin de répondre à des besoins de transport d'objets contaminés de très grande taille, issus notamment d'opérations de démantèlement d'installations ou de remplacement de composants lourds, tels que les générateurs de vapeur. En effet, ces objets, compte tenu de leurs dimensions, ne peuvent pas être chargés dans un emballage de transport dédié. À l'issue de l'instruction, l'ASN a délivré en juillet 2023 le premier certificat d'approbation d'expédition en SCO-III.

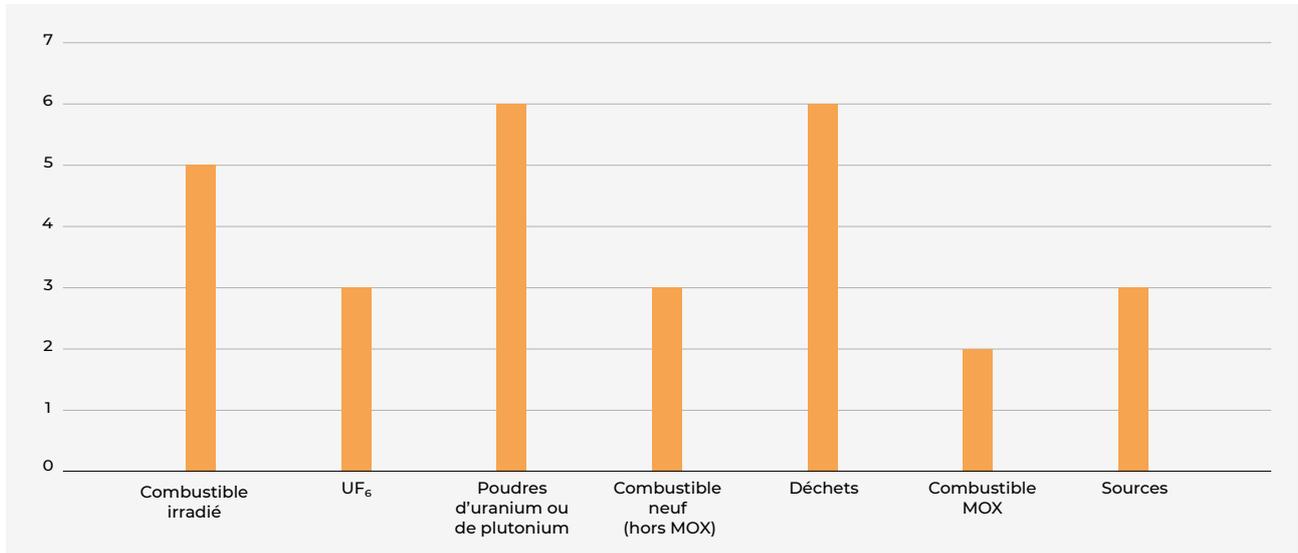
néanmoins la possibilité de réaliser son transport en effectuant une expédition sous arrangement spécial. L'expéditeur doit alors définir des mesures compensatoires permettant d'atteindre un niveau de sûreté équivalant à celui qui aurait été obtenu si les prescriptions réglementaires avaient été satisfaites. Par exemple, s'il n'est pas complètement démontré qu'un colis résiste à la chute de 9 mètres, une mesure compensatoire peut être de réduire la vitesse du véhicule, de le faire escorter et de choisir un itinéraire évitant une telle hauteur de chute. La probabilité d'un accident sévère, et donc d'un choc violent sur le colis, est ainsi fortement diminuée. Une expédition sous arrangement spécial ne peut se faire qu'avec l'accord de l'autorité compétente, qui émet alors une approbation d'expédition sous arrangement spécial prescrivant les mesures compensatoires à appliquer.

Dans le cas de certificats émis à l'étranger, la réglementation internationale prévoit leur reconnaissance par l'ASN. Dans certains cas, cette reconnaissance est automatique et le certificat étranger est directement valable en France. Dans d'autres cas, le certificat étranger n'est valable que s'il est validé par l'ASN, qui délivre alors un nouveau certificat.

GRAPHIQUE 2 Répartition du nombre des agréments émis en 2023, en fonction de leur type



GRAPHIQUE 3 Répartition du nombre des agréments émis en 2023, en fonction du contenu transporté



En 2023, 20 demandes d'agrément ont été déposées par des industriels auprès de l'ASN.

L'ASN a délivré 28 certificats d'agrément ou d'approbation d'expédition, dont la répartition selon le type est présentée dans le graphique 2. La nature des transports et colis concernés par ces certificats est présentée dans le graphique 3.

4.2 CONTRÔLER TOUTES LES ÉTAPES DE LA VIE D'UN COLIS

L'ASN réalise des inspections à toutes les étapes de la vie d'un colis : de la fabrication et la maintenance d'un emballage à la préparation des colis, leur acheminement et leur réception.

En 2023, l'ASN a réalisé 100 inspections dans le domaine du transport de substances radioactives (tous secteurs confondus). Les lettres de suite de ces inspections sont disponibles sur asn.fr.

Depuis 2023, l'ASN publie deux fois par an sur son site Internet la liste de certificats d'agrément des modèles de colis en vigueur qu'elle a émis.

4.2.1 Le contrôle de la fabrication des emballages

La fabrication des emballages de transport est une activité soumise à la réglementation applicable aux transports de substances radioactives. Le fabricant est responsable de la production d'emballages conformes aux spécifications du dossier de sûreté, qui démontre la conformité réglementaire du modèle de colis correspondant. Pour cela, il doit mettre en place un système de gestion de la qualité, couvrant toutes les opérations depuis l'approvisionnement des pièces et matières premières jusqu'aux contrôles finaux. De plus, le fabricant doit être en mesure de démontrer à l'ASN qu'il respecte les dispositions réglementaires et, en particulier, que les emballages fabriqués sont conformes aux spécifications du dossier de sûreté.

Les contrôles effectués par l'ASN dans ce domaine visent à s'assurer que le fabricant remplit ses responsabilités de façon satisfaisante.

En 2023, l'ASN a mené dix inspections d'opérations de fabrication de divers emballages disposant d'un agrément de l'ASN, à différentes étapes du processus : soudage, assemblage final, contrôles de fin de fabrication, montage des aménagements internes (servant à caler le contenu), etc.

Au cours de ces inspections, l'ASN examine les procédures de gestion de la qualité mises en place pour fabriquer un emballage à partir des données de conception, et contrôle leur mise en œuvre effective. Elle s'assure de la traçabilité des contrôles et des écarts éventuels lors de la fabrication. Elle se rend également dans les ateliers de fabrication, afin de vérifier les conditions d'entreposage des composants de l'emballage, l'étalonnage des appareils de contrôle et le respect des procédures techniques aux différentes étapes de la fabrication (soudage, assemblage, etc.).

ORGANISMES DE CONTRÔLE DES CITERNES ET DES EMBALLAGES D'UF₆

L'ASN a renouvelé en janvier 2023 les agréments des organismes chargés d'effectuer les contrôles de conformité, de délivrer les agréments pour les citernes destinées au transport de substances radioactives et d'effectuer les contrôles de conformité des emballages contenant de l'UF₆. Ces agréments ont été délivrés après avis favorable du CSPRT. Seuls Bureau Veritas Exploitation et Apave Exploitation France sont agréés pour cinq ans pour réaliser ces opérations.

L'ASN contrôle le suivi de la fabrication du colis par le maître d'ouvrage et peut intervenir directement sur les sites de ses éventuels sous-traitants, qui se trouvent parfois dans des pays étrangers.

L'ASN peut également contrôler la fabrication des spécimens servant aux épreuves réglementaires de chute et aux essais de feu. Les objectifs sont les mêmes que pour le modèle de série, car les spécimens doivent être représentatifs et respecter les exigences maximales données par le dossier de fabrication de la maquette, qui fixeront les caractéristiques minimales des emballages réels à fabriquer.

L'ASN a prévu de poursuivre en 2024 des inspections portant sur la fabrication d'emballages de transport. En effet, les [irrégularités détectées en 2016 au sein de l'usine Framatome Le Creusot](#), qui ont notamment concerné certains emballages de transport, de même que la découverte en 2022 de falsifications pour des produits conventionnels chez le fabricant d'acier moulé et forgé japonais Japan Steel Works Ltd. (JSW) qui produit également des pièces pour des emballages de transport, ont confirmé l'importance de contrôler les opérations de fabrication et de maintenance des emballages.

4.2.2 Le contrôle de la maintenance des emballages

L'expéditeur ou l'utilisateur d'un emballage chargé de substances radioactives doit pouvoir prouver à l'ASN que cet emballage est inspecté périodiquement et, le cas échéant, réparé et maintenu en bon état, de sorte qu'il continue à satisfaire à toutes les prescriptions et spécifications pertinentes de son dossier de sûreté et de son certificat d'agrément, même après un usage répété. Pour les emballages agréés, les inspections réalisées par l'ASN concernent, par exemple, les activités de maintenance suivantes :

- les contrôles périodiques des composants de l'enveloppe de confinement (vis, soudures, joints, etc.) ;
- les contrôles périodiques des organes d'arrimage et de manutention ;
- la définition de la fréquence de remplacement des composants de l'emballage, qui doit prendre en compte toute réduction de performance due à l'usure, à la corrosion, au vieillissement, etc.

4.2.3 Le contrôle des colis non soumis à agrément

Pour les colis non soumis à un agrément de l'ASN, l'expéditeur doit être en mesure de fournir, sur demande de l'ASN, les documents prouvant que le modèle de colis est conforme à la réglementation applicable. En particulier, pour chaque colis, un dossier démontrant que le modèle respecte les exigences réglementaires, notamment qu'il résiste aux épreuves requises, et une attestation délivrée par le fabricant indiquant que les spécifications du modèle ont été pleinement respectées doivent être tenus à disposition de l'ASN.

Les différentes inspections réalisées ces dernières années confirment des progrès dans le respect de cette exigence et dans la prise en compte des recommandations de l'ASN formulées dans son guide relatif aux colis non soumis à agrément ([Guide n° 7](#), tome 3).

Ce guide propose une structure et un contenu minimal des dossiers de sûreté démontrant la conformité des colis non soumis à agrément à l'ensemble des prescriptions applicables, ainsi que le contenu minimal d'une attestation de conformité à la réglementation d'un modèle de colis.

L'ASN a ainsi noté des améliorations dans le contenu du certificat de conformité et du dossier de sûreté élaborés par les intervenants concernés, notamment pour les modèles de colis industriels.

La représentativité des essais réalisés et la démonstration de sûreté associée restent des points d'attention lors des inspections de l'ASN, notamment pour les colis de type A.

Par ailleurs, l'ASN relève encore, chez certains intervenants (concepteurs, fabricants, distributeurs, propriétaires, expéditeurs, entreprises réalisant les essais de chute réglementaires, la maintenance des emballages, etc.), des insuffisances dans les éléments visant à démontrer la conformité des colis à la réglementation. Les axes d'amélioration portent notamment sur les points suivants :

- la description des contenus autorisés par type d'emballage ;
- la démonstration de l'absence de perte ou de dispersion du contenu radioactif en conditions normales de transport ;
- le respect des prescriptions réglementaires en matière de radioprotection, notamment la démonstration, dès la conception, de l'impossibilité de dépasser les limites de débit de dose avec le contenu maximal autorisé.

4.2.4 Le contrôle de l'expédition et du transport des colis

Les inspections de l'ASN portent sur l'ensemble des exigences réglementaires incombant à chacun des acteurs du transport, à savoir le respect des exigences du certificat d'agrément ou de l'attestation de conformité, la formation des intervenants, la mise en œuvre d'un programme de protection radiologique, le bon arrimage des colis, les mesures de débit de dose et de contamination, la conformité documentaire, la mise en œuvre d'un programme d'assurance de la qualité, etc.

S'agissant plus particulièrement des transports liés aux activités nucléaires de proximité, les inspections de l'ASN confirment des disparités significatives d'un opérateur de transport à l'autre. Les écarts les plus fréquemment relevés portent sur le programme d'assurance de la qualité, le respect effectif des procédures mises en place et la radioprotection des travailleurs.

La connaissance de la réglementation applicable au transport de substances radioactives semble notamment imparfaite dans le secteur médical, où les dispositions mises en place par certains centres hospitaliers ou centres de médecine nucléaire pour les expéditions et réceptions de colis sont à renforcer. Leur système de gestion de la qualité reste encore à formaliser et à déployer, notamment en ce qui concerne les responsabilités de chacun des personnels impliqués pour la réception et l'expédition des colis.

Plus généralement, dans les activités de transport du nucléaire de proximité, les programmes de protection radiologique et les protocoles de sécurité ne sont encore pas systématiquement élaborés. L'ASN a également constaté que les contrôles menés

avant l'expédition sur les véhicules et les colis doivent encore être améliorés. Les inspections portant sur le transport de gammagraphes mettent régulièrement en lumière un calage ou un arrimage inapproprié.

Dans le secteur des INB, l'ASN estime que les expéditeurs doivent améliorer la démonstration du fait que le contenu chargé dans l'emballage est effectivement conforme aux spécifications des certificats d'agrément et des dossiers de sûreté correspondants, y compris si cette démonstration est réalisée par une entreprise tierce. Dans ce dernier cas, l'expéditeur doit alors, au titre de ses responsabilités, vérifier que cette démonstration est appropriée et surveiller l'entreprise tierce selon les modalités usuelles d'un système d'assurance de la qualité.

Comme de plus en plus d'exploitants d'INB font appel à des prestataires pour la préparation et l'expédition des colis de substances radioactives, l'ASN porte une attention particulière à l'organisation mise en place pour assurer la surveillance de ces prestataires.

Enfin, en ce qui concerne les transports internes au sein des centrales nucléaires, l'ASN estime que l'exploitant doit rester vigilant sur l'application des règles d'arrimage des colis.

4.2.5 L'analyse des événements relatifs au transport

La sûreté du transport de substances radioactives repose notamment sur l'existence d'un système fiable de détection et de traitement des anomalies, des écarts ou, plus généralement, des événements anormaux pouvant survenir. Ainsi, une fois détectés, ces événements doivent être analysés afin :

- de prévenir le renouvellement d'événements identiques ou similaires par la mise en œuvre de mesures correctives et préventives appropriées ;
- d'éviter qu'une situation aggravée puisse se produire, en analysant les conséquences potentielles d'événements pouvant être précurseurs d'événements plus graves ;
- d'identifier les bonnes pratiques à promouvoir afin d'améliorer la sûreté des transports.

La réglementation prévoit de plus que les événements les plus importants soient [télédéclarés](#) auprès de l'ASN, afin qu'elle puisse s'assurer du bon fonctionnement du système de détection, de la démarche d'analyse et de la prise en compte du retour d'expérience (REX). Cela permet également à l'ASN de disposer d'une vision d'ensemble des événements afin de favoriser le partage du REX entre les différents acteurs – y compris au niveau international – et d'alimenter ses réflexions sur les potentielles évolutions des dispositions encadrant le transport de substances radioactives.

Comme demandé dans l'article 7 de l'[arrêté du 29 mai 2009 modifié](#) relatif aux transports de marchandises dangereuses par voies terrestres, tout événement significatif concernant le transport de substances radioactives, que ses conséquences soient réelles ou potentielles, doit faire l'objet d'une déclaration à l'ASN sous quatre jours ouvrés, selon les modalités de son [Guide n° 31](#) relatif à la déclaration des événements. Ce guide est consultable sur [asn.fr](#). Après la déclaration, un compte-rendu détaillé de l'événement doit être adressé sous deux mois à l'ASN.

Événements déclarés en 2023

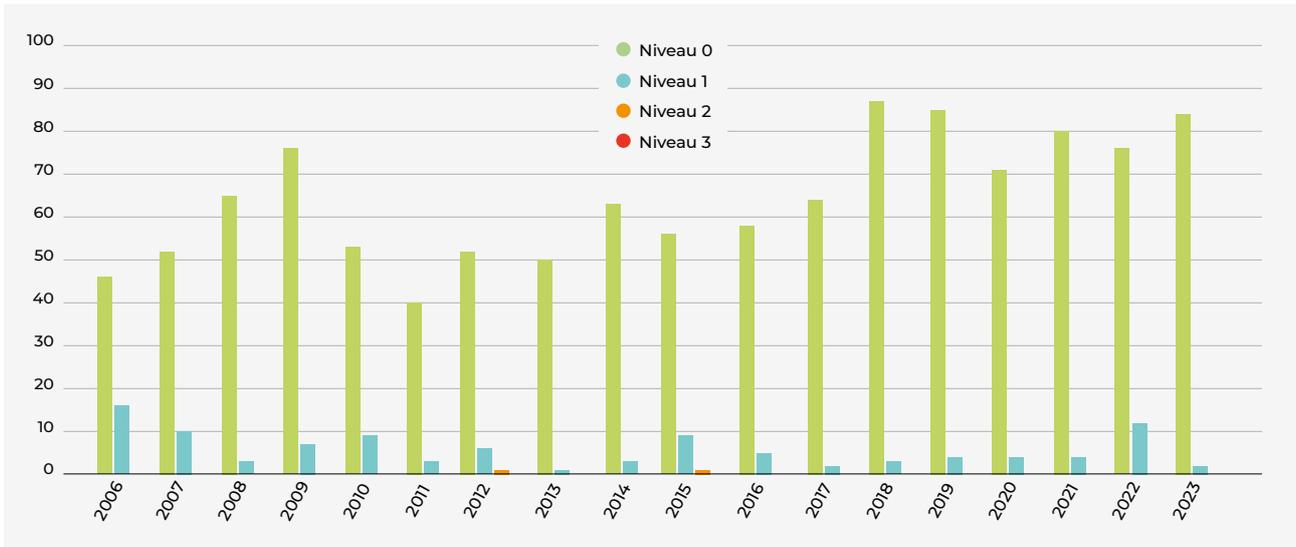
En 2023, dans le domaine du transport de substances radioactives, 84 événements classés au niveau 0 de l'échelle internationale des événements nucléaires et radiologiques (*International Nuclear and Radiological Event Scale – INES*) et 2 événements de niveau 1 ont été déclarés à l'ASN. Par rapport à 2022, on observe une légère augmentation du nombre d'événements de niveau 0, alors que celui des événements de niveau 1 a sensiblement diminué. Le graphique 4 présente l'évolution du nombre d'événements significatifs déclarés depuis 2006.



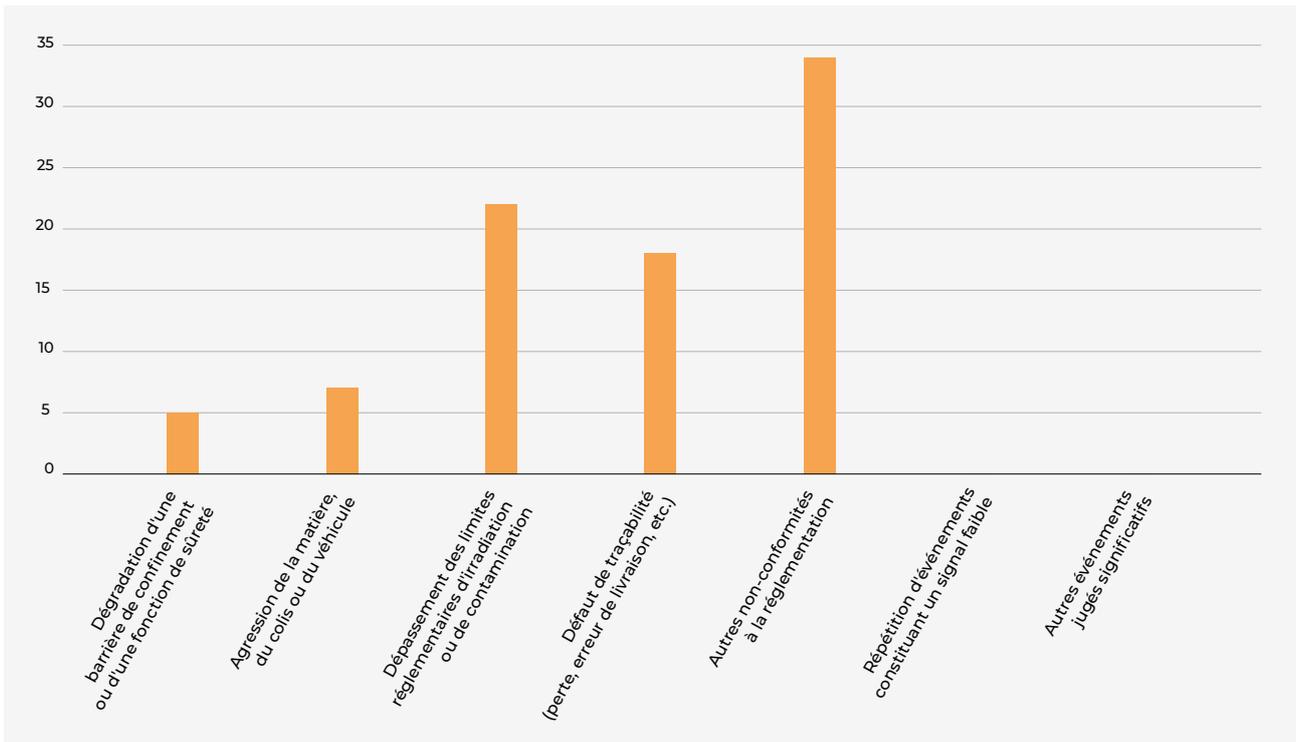
INSPECTION INOPINÉE D'UN CHANTIER DE GAMMAGRAPHIE EN SOIRÉE

Le 7 septembre 2023, des inspecteurs de l'ASN se sont rendus sur un chantier où une société de contrôle non destructif devait contrôler la soudure d'une canalisation d'un réseau de chaleur urbain par radiographie industrielle dans le 14^e arrondissement de Paris. Ils ont assisté à l'arrivée du véhicule contenant le gammagraphe. Ils ont constaté l'absence de signalisation extérieure et de placardage du véhicule, et après ouverture de la camionnette, l'absence d'arrimage du gammagraphe. Pourtant, les plaques orange et les plaques-étiquettes réglementaires dites « 7D », ainsi que des chaînettes et cadenas destinés à l'arrimage du colis étaient à bord du véhicule. Ces nombreux manquements relevant d'une contravention de 5^e classe, un procès-verbal a été dressé à l'encontre de la société de gammagraphie et transmis au procureur de la République.

GRAPHIQUE 4 Évolution du nombre d'événements significatifs de transport de substances radioactives déclarés entre 2006 et 2023



GRAPHIQUE 5 Répartition des événements significatifs déclarés en 2023 par critère de déclaration



En complément, l'ASN a reçu la déclaration de 61 événements intéressants pour la sûreté des transports (EIT), chiffre en légère hausse par rapport à 2022. Du fait de leur absence de conséquences réelles ou potentielles, ces événements ne sont pas classés sur l'échelle INES. Leur déclaration auprès de l'ASN ne constitue pas une obligation, mais cette dernière encourage son information périodique afin d'avoir une vision globale des EIT et de détecter potentiellement une récurrence ou des tendances qui pourraient être révélatrices d'un problème.

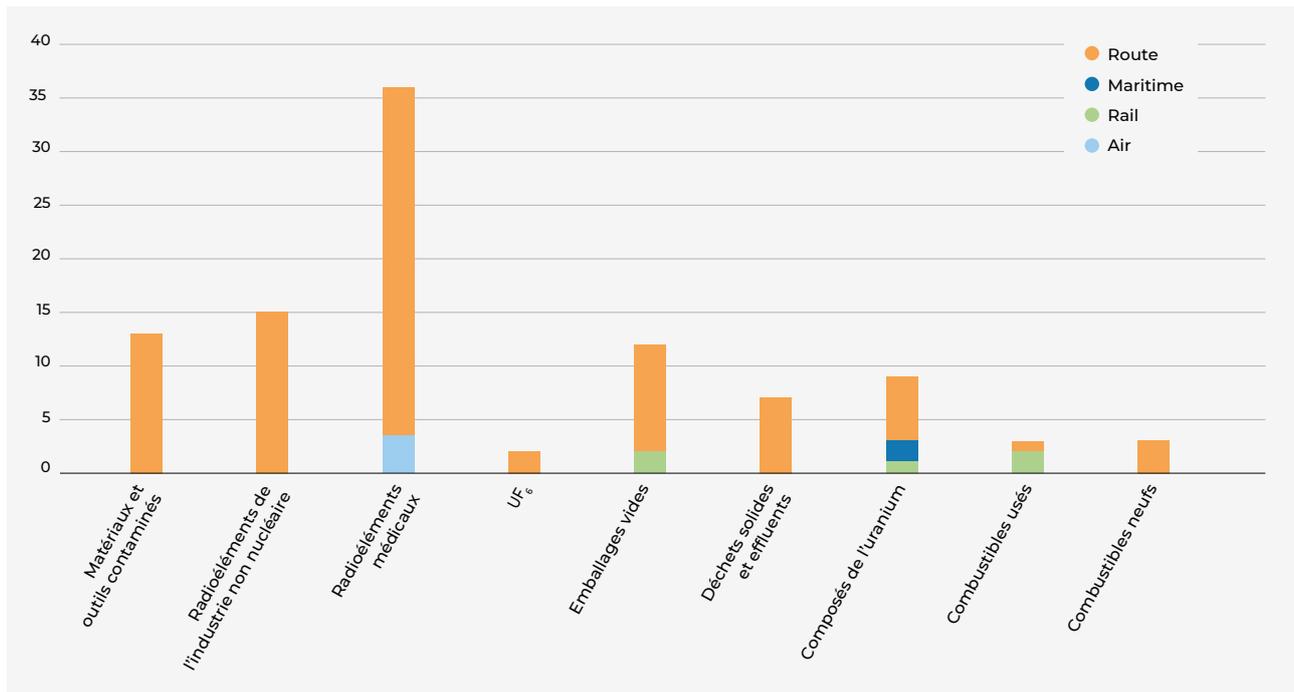
Enfin, s'agissant du transport interne, trois événements classés au niveau 0 de l'échelle INES, ainsi qu'un événement de niveau 1 ont été déclarés en 2023. Le nombre d'événements classés au

niveau 0 est stable par rapport à 2022. Pour l'événement classé au niveau 1, il s'agit d'une première en matière de transport interne depuis l'instauration de la déclaration sur le téléservice de l'ASN.

Domaines d'activité concernés par ces événements

Comme en 2022, la majorité des événements significatifs déclarés concerne l'industrie nucléaire. Seuls 15% des événements sont liés aux transports de l'industrie non nucléaire. Par ailleurs, par rapport à 2022, le nombre d'événements de transport impliquant des produits radiopharmaceutiques a légèrement diminué: ils représentent 31% des événements significatifs (contre 38% en 2022).

GRAPHIQUE 6 Répartition des événements de transport déclarés, selon le contenu et le mode de transport en 2023



Les événements classés au niveau 1 de l'échelle INES en 2023 sont :

- le [vol d'une source radioactive scellée de faible activité durant son transport](#) a été classé au niveau INES 1 pour défaut de culture de radioprotection ;
- le [deuxième événement](#), de transport sur voie publique, classé INES 1 est relatif à des défauts d'engagement de cinq broches à billes participant au système de fermeture de coques UX-30 contenant un cylindre 30B chargé d'UF₆. Il s'agit d'un non-respect du dossier de sûreté du modèle de colis ;
- et enfin, le dernier événement classé en INES 1 est relatif au [non-respect d'une limite réglementaire pour la maîtrise du risque de criticité lors de transports internes](#).

Aucun de ces trois événements de niveau 1 sur l'échelle INES n'a eu de conséquences pour les travailleurs, la population et l'environnement.

Le graphique 5 présente la répartition des événements significatifs déclarés par critère de déclaration et le graphique 6 présente leur répartition en fonction du contenu et du mode de transport.

Causes des événements

Parmi les causes récurrentes des événements significatifs déclarés en 2023, on peut citer :

- des non-conformités affectant le colis : elles concernent principalement des défauts d'étiquetage (erreur ou oubli) ou de signalisation et des écarts relatifs aux prescriptions des dossiers de sûreté des modèles de colis. Ces événements n'ont pas entraîné de conséquences réelles sur la sûreté ou sur la radioprotection ;
- la présence de points de contamination surfacique dépassant légèrement les limites réglementaires, détectés sur des moyens de transport ayant servi à transporter des colis de combustible usé, des gammagraphes ou de l'outillage contaminé, ou sur la surface externe des emballages. Ces événements ont eu très peu d'impact sur la radioprotection pour les travailleurs mais également pour le public, ce dernier ne pouvant avoir accès aux zones contaminées ;
- des légers dépassements de la limite réglementaire du débit de dose des colis. Ces événements n'ont pas eu de conséquence réelle sur la radioprotection des travailleurs, du public ou de l'environnement ;

- des erreurs de livraison de produits radiopharmaceutiques, sans conséquence réelle, les médicaments livrés étant sensiblement identiques. Ils ont donc pu, pour la plupart, être utilisés sans impact sur la prise en charge des patients ni sur l'environnement.

Les EIT déclarés à l'ASN sont principalement des écarts liés à l'étiquetage des colis (décollement ou erreur) ou à la détection de corps étrangers dans des emballages vides.

Quant aux événements significatifs relevés en transport interne, ils concernent l'absence d'un couvercle interne d'un conteneur lors de son transport, la récurrence d'événements concernant le dépassement du seuil des 45 g de matière fissile par colis et une erreur d'étiquetage d'une bouteille transportant de l'UF₆.

4.3 PARTICIPER À L'ÉLABORATION DE LA RÉGLEMENTATION APPLICABLE AUX TRANSPORTS DE SUBSTANCES RADIOACTIVES

4.3.1 Participation aux travaux de l'Agence internationale de l'énergie atomique

L'ASN représente la France au sein du comité des normes de sûreté concernant le transport (*Transport Safety Standards Committee - TRANSSC*) de l'AIEA, qui regroupe des experts de tous les pays et examine les normes de sûreté de l'AIEA qui sont à la source des réglementations relatives aux transports de substances radioactives. Dans un souci d'amélioration continue du niveau de sûreté, l'ASN a notamment participé activement à l'élaboration de l'édition 2018 de ce document, [SSR-6](#). Le guide AIEA d'application du règlement de transport des matières radioactives ([SSG-26](#)) a été publié en 2022. L'ASN a également soutenu en 2022 le lancement d'un nouveau cycle de révision du SSR-6 en adressant une soixantaine de propositions de modifications à l'AIEA en 2023.



Participants au Comité TRANSSC n°47 de l'AIEA – 6 au 10 novembre 2023

4.3.2 Participation à l'élaboration de la réglementation nationale

L'ASN participe à l'élaboration de la réglementation française relative aux transports de substances radioactives. Cette réglementation est principalement composée de l'[arrêté du 29 mai 2009](#) et des [arrêtés du 23 novembre 1987](#) relatif à la sécurité des navires et du [18 juillet 2000](#) relatif au transport et à la manutention des matières dangereuses dans les ports maritimes. À ce titre, l'ASN siège au sein du CSPRT, qui est appelé à donner son avis sur tout projet de réglementation relatif au transport de marchandises dangereuses par voies ferrée, routière et navigation intérieure. L'ASN est également consultée par le ministère chargé des transports lorsqu'une modification des trois arrêtés cités ci-dessus peut avoir un impact sur les transports de substances radioactives.

4.4 CONTRIBUER À L'INFORMATION DU PUBLIC

L'[ordonnance n° 2012-6 du 5 janvier 2012](#) modifiant les livres I^{er} et V du code de l'environnement étend les obligations d'information du public aux responsables d'activité nucléaire. C'est l'[article L. 125-10 du code de l'environnement](#) qui fixe le seuil à partir duquel le responsable du transport doit communiquer les informations qu'un citoyen lui demande. Les seuils sont

définis comme étant ceux « au-dessus desquels, en application des conventions et règlements internationaux régissant le transport des marchandises dangereuses, du code des transports et des textes pris pour leur application, le transport de substances radioactives est soumis à la délivrance, par l'ASN ou par une autorité étrangère compétente dans le domaine du transport de substances radioactives, d'un agrément du modèle de colis de transport ou d'une approbation d'expédition, y compris sous arrangement spécial ». Tout citoyen peut donc solliciter des informations auprès des responsables de transport sur les risques présentés par les transports visés par le code de l'environnement.

Par ailleurs, l'ASN met à disposition, sur [asn.fr](#), un [dossier pédagogique](#) présentant le transport de substances radioactives.

4.5 PARTICIPER AUX RELATIONS INTERNATIONALES DANS LE DOMAINE DES TRANSPORTS

L'élaboration et la mise en œuvre de la réglementation internationale font l'objet d'échanges fructueux entre les pays. L'ASN inscrit ces échanges dans une démarche de progrès continu du niveau de sûreté des transports de substances radioactives et favorise les échanges avec ses homologues des autres États.



REMPACEMENT PROGRAMMÉ DES SUR-COQUES UX-30 PAR DES SUR-COQUES DN-30

L'UX-30 est une sur-coque venant entourer un cylindre 30B rempli d'UF₆ enrichi, afin d'apporter une protection mécanique et thermique lors des épreuves réglementaires. L'UX-30 a fait l'objet d'un certificat américain expirant le 31 décembre 2024, qui a été validé par l'ASN en novembre 2019 puis en décembre 2020. Les agréments F/538/AF-96 (w) et F/538/AF-96 (x) délivrés par l'ASN expiraient le 15 novembre 2022.

La société Orano NPS s'est engagée à remplacer, au plus tard le 31 décembre 2024, tous les transports d'UF₆ réalisés avec des sur-coques UX-30 par des transports avec des sur-coques DN-30, dont la conception est plus récente et qui ont également obtenu le certificat d'agrément requis.

Orano NPS a demandé à l'ASN une dernière prolongation de la validation d'agrément de l'emballage UX-30 pour deux années supplémentaires afin de permettre une transition entre l'utilisation des emballages UX-30 et celle des emballages DN-30 en sécurisant la fabrication d'un nombre suffisant de coques DN-30.

La validité des deux agréments français F/538/AF-96 (w) et F/538/AF-96 (x) a été délivrée le 29 avril 2022, en ajoutant les mesures compensatoires suivantes proposées par les exploitants et acceptées par les autorités des pays européens utilisant la sur-coque UX-30 :

- deux extincteurs de 6 kg de poudre chimique ou de CO₂ sont placés de chaque côté du moyen de transport ;

- les chauffeurs du moyen de transport sont formés aux techniques de lutte contre l'incendie avec un recyclage de la formation dispensé au plus tard tous les deux ans ;
- le code de restriction en tunnels est B ;
- le moyen de transport est équipé d'un dispositif de géolocalisation ou un membre de l'équipage (ou le cas échéant du convoi) est en mesure de communiquer régulièrement sa position à l'expéditeur et, le cas échéant, aux services de secours.

Les autorités compétentes anglaise, belge, néerlandaise et allemande ont également repris ces mesures compensatoires dans leur renouvellement d'agrément.

4.5.1 Travaux de l'Association européenne des autorités compétentes dans le domaine des transports

Une association européenne des autorités compétentes pour le transport de substances radioactives (*European Association of Competent Authorities on the Transport of Radioactive Material* – [EACA](#)) a été créée en 2008. Son objectif est d'œuvrer pour l'harmonisation des pratiques relatives au contrôle de la sûreté des transports de substances radioactives et de favoriser les échanges et le REX entre les différentes autorités. La France, qui est à l'origine de la création de cette association, participe activement à ses travaux en y exposant notamment le fruit de ses réflexions sur les évolutions réglementaires nécessaires, en particulier à l'occasion de la réunion annuelle de cette association.

4.5.2 Relations bilatérales avec les homologues étrangères de l'ASN

L'ASN s'attache à entretenir des relations étroites avec les autorités compétentes des pays concernés par de nombreux transports à destination ou en provenance de France. Parmi ceux-ci figurent notamment l'Allemagne, la Belgique, le Royaume-Uni et la Suisse.

Allemagne

Les autorités française et allemande ont décidé en 2016 de se rencontrer régulièrement afin d'échanger sur certains dossiers techniques. De plus, l'ASN participe aux comités techniques franco-allemands concernant le programme de retour des déchets issus du retraitement du combustible irradié allemand.

Belgique

Dans le cadre de la production d'énergie électrique d'origine nucléaire en Belgique, des emballages de conception française sont parfois utilisés pour réaliser des transports liés au « cycle du combustible ». Afin d'harmoniser les pratiques et de progresser dans le domaine de la sûreté de ces transports, l'ASN et l'autorité compétente belge (Agence fédérale pour le contrôle nucléaire – [AFCN](#)) échangent régulièrement leur savoir-faire et leur expérience. Les échanges portent plus particulièrement sur l'instruction des dossiers de sûreté relatifs aux modèles de colis français dont l'agrément est validé en Belgique et sur les pratiques d'inspection dans chaque pays.

PARTICIPATION DE L'ASN AU COLLOQUE PATRAM DE 2023

Le colloque PATRAM (*Packaging and Transportation of Radioactive Materials*) est le seul événement international spécifiquement dédié aux emballages et aux transports des matières radioactives. Il réunit tous les quatre ans en moyenne 800 participants autour de conférences plénières, de sessions techniques ou encore de posters. L'objectif de cet événement est de rassembler au niveau international des experts de l'industrie et des représentants des autorités compétentes et des organismes de recherche à des fins d'échanges scientifiques et techniques, en relation avec tous les aspects liés à l'emballage et au transport de matières radioactives. La 18^e édition du colloque PATRAM s'est tenue en France à Juan-les-Pins (Alpes-Maritimes), du 11 au 16 juin 2023. L'ASN a présidé ou co-présidé des ateliers d'échanges techniques et a exposé ses positions sur la réglementation applicable aux transports.

Royaume-Uni

L'ASN et l'autorité compétente britannique (*Office for Nuclear Regulation* – [ONR](#)) ont de nombreux sujets d'intérêt commun, notamment en ce qui concerne les validations des agréments anglais par l'ASN et réciproquement. De fait, des contacts bilatéraux ont lieu régulièrement pour assurer la bonne communication entre ces deux autorités.

Suisse

L'ASN a engagé en 2012 des échanges bilatéraux concernant les transports avec l'Inspection fédérale suisse de la sécurité nucléaire ([IFSN](#), appelée en allemand *Eidgenössisches Nuklearsicherheitsinspektorat* – ENSI). Depuis, l'ASN et l'IFSN se rencontrent annuellement pour échanger sur les dossiers de sûreté des modèles d'emballage et sur les contrôles des prescriptions associées à la bonne utilisation des colis de transport.

01

02

03

04

05

06

07

08

09

10

11

12

13

14

15

AN

SOMMAIRE

1

p. 294

Généralités sur les centrales nucléaires

- 1.1 Présentation générale d'un réacteur à eau sous pression
- 1.2 Principes de sûreté
- 1.3 Le cœur, le combustible et sa gestion
- 1.4 Le circuit primaire et les circuits secondaires
- 1.5 Le circuit de refroidissement du circuit secondaire
- 1.6 L'enceinte de confinement
- 1.7 Les principaux circuits auxiliaires et de sauvegarde
- 1.8 Les autres systèmes importants pour la sûreté

2

p. 298

Le contrôle de la sûreté nucléaire des réacteurs en fonctionnement

- 2.1 Le combustible
 - 2.1.1 Le combustible en réacteur
 - 2.1.2 L'évaluation de l'état du combustible en réacteur
- 2.2 Les équipements sous pression nucléaires
 - 2.2.1 La conception et la fabrication des équipements sous pression nucléaires
 - 2.2.2 L'évaluation de la conception et de la fabrication des équipements sous pression nucléaires
 - 2.2.3 L'exploitation des équipements sous pression nucléaires
 - 2.2.4 L'évaluation de l'exploitation des équipements sous pression nucléaires
- 2.3 Les enceintes de confinement
 - 2.3.1 Les enceintes de confinement
 - 2.3.2 L'évaluation des enceintes de confinement
- 2.4 L'organisation pour l'exploitation des réacteurs
 - 2.4.1 L'exploitation des réacteurs
 - 2.4.2 L'évaluation de l'exploitation des réacteurs et de la documentation opérationnelle
 - 2.4.3 Le processus de retour d'expérience
 - 2.4.4 L'évaluation du processus de retour d'expérience
 - 2.4.5 La protection contre les agressions d'origine interne ou externe
 - 2.4.6 L'évaluation de la maîtrise des risques liés aux agressions
- 2.5 La conformité et la maintenance des installations
 - 2.5.1 La maintenance des installations et la maîtrise des activités sous-traitées
 - 2.5.2 L'évaluation de la maintenance et des activités sous-traitées
 - 2.5.3 Le contrôle de la conformité des installations aux exigences qui leur sont applicables
 - 2.5.4 L'évaluation du contrôle de la conformité des installations aux exigences qui leur sont applicables
- 2.6 La prévention et la maîtrise des impacts environnementaux et sanitaires et des risques non radiologiques
 - 2.6.1 Les rejets, la gestion des déchets et les impacts sanitaires
 - 2.6.2 La prévention et la maîtrise des risques non radiologiques
 - 2.6.3 L'évaluation de la maîtrise des impacts environnementaux et sanitaires et des risques non radiologiques
- 2.7 La radioprotection des travailleurs
 - 2.7.1 L'exposition des travailleurs aux rayonnements ionisants
 - 2.7.2 L'évaluation de la radioprotection des travailleurs
- 2.8 Le droit du travail dans les centrales nucléaires
 - 2.8.1 Le contrôle du travail dans les centrales nucléaires
 - 2.8.2 L'évaluation de la santé et de la sécurité, des relations professionnelles et de la qualité de l'emploi dans les centrales nucléaires

3

p. 318

La poursuite du fonctionnement des centrales nucléaires

- 3.1 L'âge des centrales nucléaires
- 3.2 Le réexamen périodique
- 3.3 Les réexamens périodiques en cours des centrales nucléaires

4

p. 321

Le contrôle de la sûreté du réacteur EPR de Flamanville

- 4.1 L'instruction des demandes d'autorisation
- 4.2 La construction, les essais de démarrage et la préparation au fonctionnement
- 4.3 L'évaluation de la conception, de la construction, des essais de démarrage et de la préparation au fonctionnement du réacteur EPR de Flamanville

5

p. 323

Le contrôle du projet de réacteurs EPR 2



Les centrales nucléaires d'EDF



10

Les réacteurs de production d'électricité sont au cœur de l'industrie nucléaire en France. De nombreuses autres installations décrites dans d'autres chapitres de ce rapport produisent le combustible destiné aux centrales nucléaires ou le retraitent, entreposent des déchets provenant des centrales nucléaires ou encore servent à étudier des phénomènes physiques liés à l'exploitation ou à la sûreté de ces réacteurs.

Les réacteurs français sont techniquement proches les uns des autres et forment un [parc standardisé](#) exploité par EDF. Si cette homogénéité permet à l'exploitant et à l'Autorité de sûreté nucléaire (ASN) de disposer d'une solide expérience de leur fonctionnement, elle conduit aussi à un risque accru en cas de défaut générique de conception, de fabrication ou de maintenance détecté sur l'une de ces installations, pouvant affecter l'ensemble des réacteurs. L'ASN exige donc d'EDF une forte réactivité et une grande rigueur dans l'analyse du caractère générique de ces défauts et de leurs conséquences pour la protection des personnes et de l'environnement, ainsi que dans leur traitement.

L'ASN exerce un [contrôle exigeant de la sûreté, des mesures de protection de l'environnement et de la radioprotection](#) dans les centrales nucléaires et l'adapte continuellement au regard du retour d'expérience (REX).

L'ASN développe une [approche intégrée du contrôle des installations](#). Elle intervient à tous les stades de la vie des réacteurs électronucléaires, depuis leur conception jusqu'à leur démantèlement et leur déclassement. Son périmètre d'intervention élargi la conduit à examiner, à chacun des stades, les domaines de la sûreté nucléaire, de la protection de l'environnement, de la radioprotection, de la sécurité des travailleurs et de l'application des lois sociales. Pour chacun de ces domaines, elle contrôle tant les aspects techniques qu'organisationnels et humains. Cette approche lui impose de prendre en compte les interactions entre ces domaines et de définir les modalités de son action de contrôle en conséquence. La vision intégrée qui en résulte permet à l'ASN d'affiner son appréciation de l'état de la sûreté nucléaire, de la radioprotection, de la protection de l'environnement et de la protection des travailleurs des centrales nucléaires.

1 Généralités sur les centrales nucléaires

1.1 PRÉSENTATION GÉNÉRALE D'UN RÉACTEUR À EAU SOUS PRESSION

Toute centrale électrique thermique produit, en faisant passer de la chaleur d'une source chaude vers une source froide, de l'énergie mécanique qu'elle transforme en électricité. Les centrales thermiques classiques utilisent la chaleur dégagée par la combustion de combustibles fossiles (fioul, charbon, gaz). Les centrales nucléaires utilisent celle dégagée par la fission d'atomes d'uranium ou de plutonium. La chaleur produite dans un réacteur à eau sous pression (REP) permet la formation de vapeur d'eau qui n'entre pas en contact avec le combustible nucléaire. La vapeur est ensuite détendue dans une turbine qui entraîne un alternateur générant un courant électrique triphasé dont la tension est élevée à 400 000 volts (V) par un transformateur. La vapeur, après détente, est refroidie dans un condenseur au contact de tubes dans lesquels circule de l'eau froide provenant de la mer, d'un cours d'eau (fleuve, rivière) ou d'un circuit de réfrigération atmosphérique. L'eau condensée est réutilisée dans le cycle de production de vapeur.

Chaque [réacteur](#) comporte un îlot nucléaire, un îlot conventionnel, des ouvrages de prise et de rejet d'eau et éventuellement un aéroréfrigérant.

L'îlot nucléaire comprend essentiellement la cuve du réacteur, le [circuit primaire](#), les générateurs de vapeur (GV) et des circuits et systèmes assurant le fonctionnement et la sûreté du réacteur: les circuits de contrôle chimique et volumétrique, de refroidissement à l'arrêt, d'injection de sécurité, d'aspersion dans l'enceinte et d'alimentation en eau des GV, les systèmes électriques, de [contrôle-commande](#) et de protection du réacteur. À ces éléments sont

également associés des circuits et systèmes assurant des fonctions support: contrôle et traitement des effluents primaires, alimentation en eau, ventilation et climatisation, alimentation électrique de sauvegarde (groupes électrogènes à moteur diesel).

L'îlot nucléaire comprend également les systèmes d'évacuation de la vapeur vers l'îlot conventionnel, ainsi que le bâtiment abritant la piscine d'entreposage et de refroidissement des combustibles neufs et usés. L'eau de celle-ci, mélangée à de l'acide borique, sert à absorber les neutrons émis par les noyaux des éléments fissiles des combustibles usés, pour éviter d'entretenir une fission nucléaire et à assurer le refroidissement des combustibles usés et la protection radiologique des travailleurs.

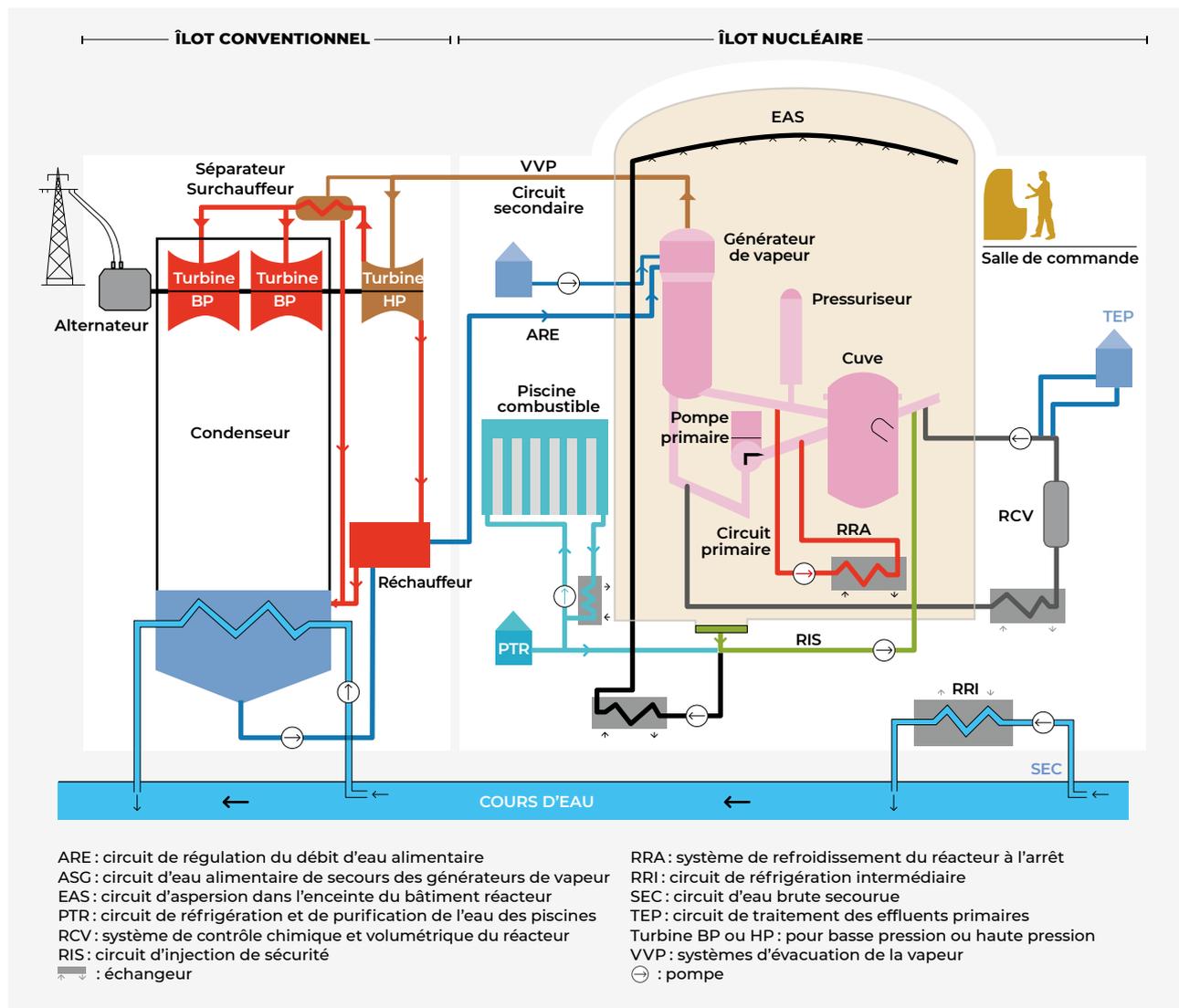
L'îlot conventionnel comprend notamment la turbine, l'alternateur et le condenseur. Certains composants de ces matériels participent à la sûreté du réacteur. Le circuit secondaire appartient pour partie à l'îlot nucléaire et pour partie à l'îlot conventionnel.

1.2 PRINCIPES DE SÛRETÉ

La conception des réacteurs nucléaires repose sur des principes de sûreté visant à assurer les fonctions de sûreté:

- la maîtrise de la réactivité du cœur, c'est-à-dire le contrôle des réactions nucléaires en chaîne;
- l'évacuation de la puissance thermique issue des substances radioactives et des réactions nucléaires;
- le confinement des substances radioactives. Il s'agit d'empêcher la dispersion des substances radioactives dans l'environnement, et d'assurer la protection des personnes et de l'environnement contre les rayonnements ionisants.

Le principe de fonctionnement d'un réacteur à eau sous pression



La conception des installations nucléaires repose sur le principe de défense en profondeur, qui conduit à la mise en œuvre de niveaux de défense successifs (caractéristiques intrinsèques, dispositions matérielles et procédures), destinés à prévenir les incidents et accidents puis, en cas d'échec de la prévention, à en limiter les conséquences.

Le confinement des substances radioactives est assuré par l'interposition de trois barrières de confinement entre ces substances et le milieu extérieur :

- la gaine qui enveloppe les crayons de combustible retient les produits radioactifs contenus dans les pastilles de combustible ;
- le circuit primaire qui constitue une deuxième enveloppe capable de retenir la dispersion des produits radioactifs contenus dans le combustible si les gaines sont défectueuses ;
- l'enceinte de confinement qui est constituée par le bâtiment en béton qui abrite le circuit primaire. Elle est destinée en cas d'accident à retenir les produits radioactifs qui seraient libérés lors d'une rupture du circuit primaire.

1.3 LE CŒUR, LE COMBUSTIBLE ET SA GESTION

Le cœur du réacteur est constitué d'assemblages de combustible qui sont constitués de « crayons », composés de « pastilles » d'oxyde d'uranium ou d'oxyde d'uranium appauvri et de plutonium (pour les combustibles dits « MOX »), contenues dans des tubes

métalliques fermés, appelés « gaines ». Lors de leur fission, les noyaux d'uranium ou de plutonium, dits « fissiles », émettent des neutrons qui provoquent, à leur tour, d'autres fissions : c'est la réaction en chaîne. Ces fissions nucléaires dégagent une grande quantité d'énergie sous forme de chaleur. L'eau du circuit primaire, qui pénètre dans le cœur par la partie inférieure à une température d'environ 285°C, s'échauffe en remontant le long des crayons de combustible et ressort par la partie supérieure à une température proche de 320°C.

Au début d'un cycle de fonctionnement, le cœur présente une réserve d'énergie très importante. Celle-ci diminue progressivement pendant le cycle, au fur et à mesure de la consommation des noyaux fissiles. La réaction en chaîne, et donc la puissance du réacteur, est contrôlée par :

- l'introduction plus ou moins importante dans le cœur de dispositifs appelés « grappes de commande », qui contiennent des éléments absorbant les neutrons. Elles permettent de contrôler la réactivité du réacteur et d'ajuster sa puissance à la puissance électrique que l'on veut produire. La chute des grappes par gravité permet l'arrêt d'urgence du réacteur ;
- l'ajustement de la concentration en bore (élément absorbant les neutrons) de l'eau du circuit primaire pendant le cycle en fonction de l'épuisement progressif du combustible en éléments fissiles ;

- la présence, dans les crayons de combustible, d'éléments absorbant les neutrons, qui compensent en début de cycle l'excès de réactivité du cœur après le renouvellement partiel du combustible.

En fin de cycle, le cœur du réacteur est déchargé afin de renouveler une partie du combustible.

EDF utilise deux types de combustible dans ses REP :

- des combustibles à base d'oxyde d'uranium (UO₂) enrichi en uranium-235, à 4,2% en masse au maximum. Ces combustibles sont fabriqués dans plusieurs usines, françaises et étrangères, par Framatome et Westinghouse ;
- des combustibles constitués par un mélange d'oxyde d'uranium appauvri et de plutonium (MOX). Le combustible MOX est produit par l'[usine Melox](#) d'Orano. La teneur maximale en plutonium autorisée est actuellement limitée à 9,08% (en moyenne par assemblage de combustible) et permet d'obtenir une performance énergétique équivalente à du combustible UO₂ enrichi à 3,7% en uranium-235. Ce combustible peut être utilisé dans les 24 réacteurs de 900 mégawatts électriques (MWe) dont les décrets d'autorisation de création (DAC) autorisent l'utilisation de combustible au plutonium. EDF prépare actuellement l'introduction de combustible MOX dans quelques réacteurs de 1300 MWe.

1.4 LE CIRCUIT PRIMAIRE ET LES CIRCUITS SECONDAIRES

Le circuit primaire et les [circuits secondaires](#) permettent de transporter l'énergie dégagée par le cœur sous forme de chaleur jusqu'au groupe turbo-alternateur qui assure la production d'électricité.

Le circuit primaire est composé de boucles de refroidissement, au nombre de trois pour un réacteur de 900 MWe, et de quatre pour les réacteurs de 1300 MWe, de 1450 MWe ou de 1650 MWe de type EPR. Le rôle du circuit primaire est d'extraire la chaleur dégagée dans le cœur par circulation d'eau sous pression, dite « eau primaire » ou « réfrigérant primaire ». Chaque boucle, raccordée à la cuve du réacteur qui contient le cœur, comprend une pompe de circulation, dite « pompe primaire », et un GV.

L'eau primaire, chauffée à plus de 300°C, est maintenue à une pression de 155 bars par le pressuriseur pour éviter l'ébullition. Le circuit primaire est contenu en totalité dans l'enceinte de confinement.

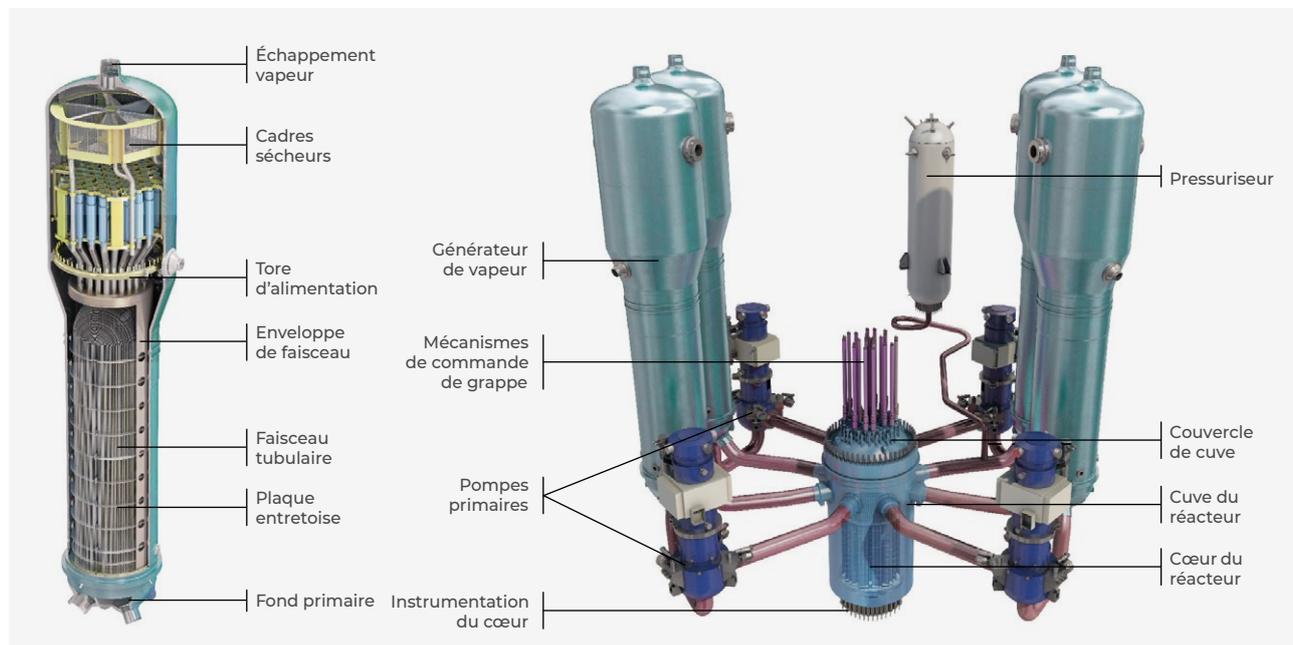
L'eau du circuit primaire cède sa chaleur à l'eau des circuits secondaires dans les GV. Les GV sont des échangeurs de chaleur qui contiennent, selon le modèle, de 3500 à 6000 tubes dans lesquels circule l'eau primaire. Ces tubes baignent dans l'eau du circuit secondaire, qui est ainsi portée à ébullition sans entrer en contact avec l'eau primaire.

Chaque circuit secondaire est constitué principalement d'une boucle fermée parcourue par de l'eau, sous forme liquide dans une partie et sous forme de vapeur dans l'autre partie. La vapeur produite dans les GV subit une détente partielle dans une turbine haute pression, puis traverse des sécheurs surchauffeurs avant d'être admise pour une détente finale dans les turbines basse pression d'où elle s'échappe vers le condenseur. Condensée, l'eau est ensuite renvoyée vers les GV par des pompes d'extraction relayées par des pompes alimentaires après avoir traversé des réchauffeurs.

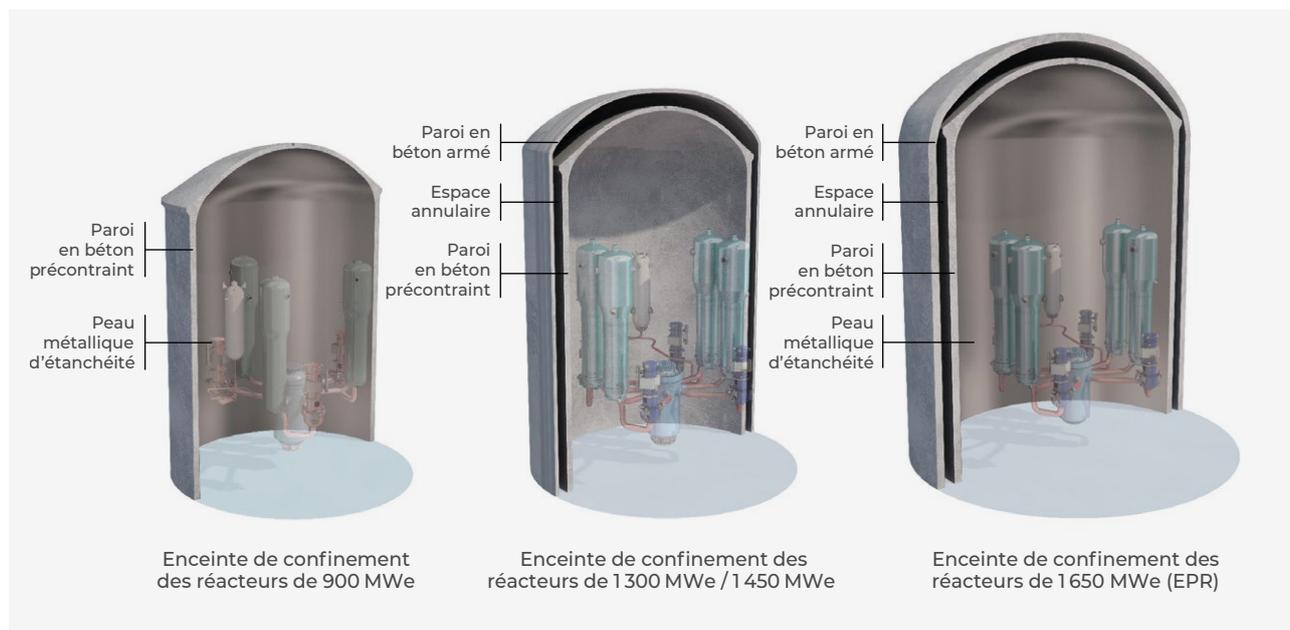
1.5 LE CIRCUIT DE REFOUILLISSEMENT DU CIRCUIT SECONDAIRE

Le circuit de refroidissement du circuit secondaire a pour fonction de condenser la vapeur sortant de la turbine. Il comporte pour cela un condenseur composé d'un échangeur thermique comportant des milliers de tubes dans lesquels circule l'eau froide provenant du milieu extérieur (mer ou rivière). Au contact de ces tubes, la vapeur se condense et peut être renvoyée sous forme liquide vers les GV (voir point 1.4). L'eau du circuit de refroidissement échauffée dans le condenseur est ensuite soit rejetée dans le milieu (circuit ouvert), soit, lorsque le débit de la rivière est trop faible ou l'échauffement trop important par rapport à la sensibilité du milieu, refroidie par une tour aéroréfrigérante (circuit fermé ou semi-fermé).

Un générateur de vapeur et un circuit primaire principal d'un réacteur de 1300 MWe



Enceintes de confinement des réacteurs



Les circuits de refroidissement sont des milieux favorables au développement de micro-organismes pathogènes. Le remplacement du laiton par du titane ou des aciers inoxydables comme matériau des condenseurs des réacteurs en bord de rivière, pour réduire les rejets métalliques dans le milieu naturel, impose la mise en œuvre de moyens de désinfection, principalement par traitement biocide. Le cuivre contenu dans le laiton a en effet des propriétés bactéricides que n'ont pas le titane et les aciers inoxydables. Les tours aéroréfrigérantes peuvent contribuer à la dispersion atmosphérique de légionelles dont la prolifération peut être prévenue par un entretien renforcé des ouvrages (détartrage, mise en place d'un traitement biocide, etc.) et une surveillance.

1.6 L'ENCEINTE DE CONFINEMENT

L'enceinte des réacteurs nucléaires assure deux fonctions :

- le confinement des substances radioactives susceptibles d'être dispersées en cas d'accident ; à cette fin, les enceintes ont été conçues pour résister aux températures et pressions qui résulteraient de l'accident d'une brèche sur le circuit primaire ou sur le circuit secondaire, et pour présenter une étanchéité satisfaisante dans ces conditions ;
- la protection du réacteur contre les agressions externes.

Ces enceintes ont été conçues selon trois modèles :

- celles des réacteurs de 900 MWe sont constituées d'une seule paroi en béton précontraint (béton comportant des câbles d'acier tendus de manière à assurer la compression de l'ouvrage dans l'objectif d'augmenter la résistance à la traction de celui-ci). Cette paroi assure la résistance mécanique à la pression, ainsi que l'intégrité de la structure vis-à-vis d'une agression externe. L'étanchéité est assurée par un revêtement métallique recouvrant l'ensemble de la face interne de la paroi en béton ;
- celles des réacteurs de 1300 et 1450 MWe sont constituées de deux parois : la paroi interne en béton précontraint et la paroi externe en béton armé. L'étanchéité est assurée par la paroi interne et par un système de ventilation qui assure, entre les deux parois, la collecte et la filtration des fuites résiduelles de la paroi interne avant leur rejet. La résistance aux agressions externes est principalement assurée par la paroi externe ;
- celle de l'EPR de Flamanville est constituée de deux parois en béton et d'un revêtement métallique qui recouvre l'ensemble de la face interne de la paroi interne.

1.7 LES PRINCIPAUX CIRCUITS AUXILIAIRES ET DE SAUVEGARDE

Les circuits auxiliaires assurent en fonctionnement normal, en puissance ou dans les états d'arrêt du réacteur, la maîtrise des réactions nucléaires, l'évacuation de la chaleur du circuit primaire et de la puissance résiduelle du combustible dans les états d'arrêt, et le confinement des substances radioactives. Il s'agit principalement du système de contrôle chimique et volumétrique du réacteur (RCV) et du système de refroidissement du réacteur à l'arrêt (RRA).

Le rôle des systèmes de sauvegarde est de maîtriser et de limiter les conséquences des incidents et des accidents. Il s'agit principalement des circuits suivants :

- le circuit d'injection de sécurité (RIS), dont le rôle est d'injecter de l'eau dans le circuit primaire en cas de fuite de ce dernier ;
- le circuit d'aspersion dans l'enceinte du bâtiment réacteur (EAS), dont le rôle est de diminuer la température, et donc la pression, dans l'enceinte de confinement en cas de fuite importante du circuit primaire ;
- le circuit d'alimentation de secours des générateurs de vapeur (ASG), qui intervient pour alimenter en eau les GV en cas de perte du système d'alimentation normale, et ainsi permettre l'évacuation de la chaleur du circuit primaire. Ce système est également utilisé en fonctionnement normal, lors des phases d'arrêt ou de redémarrage du réacteur. Après l'[accident de la centrale nucléaire de Fukushima](#) (Japon), il a été décidé de mettre en place une source d'eau diversifiée, appelée source d'eau ultime, qui peut être utilisée en situation extrême pour alimenter en eau les GV lorsque les réserves d'eau du système ASG sont vides et que les différentes solutions pour les réalimenter ne sont plus disponibles.

1.8 LES AUTRES SYSTÈMES IMPORTANTS POUR LA SÛRETÉ

Les principaux autres systèmes ou circuits importants pour la sûreté et nécessaires au fonctionnement du réacteur sont :

- le circuit de réfrigération intermédiaire (RRI), qui assure le refroidissement d'un certain nombre d'équipements nucléaires. Ce circuit fonctionne en boucle fermée entre, d'une part, les circuits auxiliaires et de sauvegarde ; d'autre part, les circuits véhiculant l'eau provenant de la rivière ou de la mer (source froide) ;

- le circuit d'eau brute secourue (SEC), qui assure le refroidissement du circuit RRI au moyen de l'eau provenant de la rivière ou de la mer (source froide). C'est un circuit de sauvegarde constitué de deux lignes redondantes. Chacune de ses lignes est capable d'assurer seule, dans certaines situations, l'évacuation de la chaleur du réacteur vers la source froide;
- le circuit de réfrigération et de purification de l'eau des piscines (PTR), qui permet en particulier d'évacuer la chaleur résiduelle des éléments de combustible entreposés dans la piscine du bâtiment du combustible. La conception de la source d'eau ultime mise en place dans le cadre des suites de l'accident de la centrale nucléaire de Fukushima permet également d'injecter de l'eau en situation extrême dans la piscine du bâtiment du combustible, en cas de perte du système PTR et des systèmes d'appoint en eau;
- les systèmes de ventilation, qui assurent le confinement des substances radioactives par la mise en dépression des locaux et la filtration des rejets;
- les circuits d'eau destinés à la lutte contre l'incendie;
- le système de contrôle-commande, qui traite les informations reçues de l'ensemble des capteurs de la centrale. Il utilise des

- réseaux de transmission et donne des ordres aux actionneurs à partir de la salle de commande, grâce à des automatismes de régulation ou à des actions des opérateurs. Son rôle principal vis-à-vis de la sûreté du réacteur consiste à contrôler la réactivité, à piloter l'évacuation de la puissance résiduelle vers la source froide et à participer au confinement des substances radioactives;
- les systèmes électriques, qui sont composés des sources et de la distribution électriques. Les réacteurs électronucléaires français disposent de deux sources électriques externes : le transformateur de soutirage et le transformateur auxiliaire. À ces deux sources externes s'ajoutent deux sources électriques internes : les groupes électrogènes de secours à moteur diesel. En cas de perte totale de ces sources externes et internes, chaque réacteur dispose d'un autre groupe électrogène, constitué d'un turbo-alternateur, et chaque centrale nucléaire dispose d'une source ultime, dont la nature varie selon la centrale considérée. Enfin, ces moyens ont été complétés, après l'accident de la centrale nucléaire de Fukushima, d'un groupe électrogène de secours à moteur diesel par réacteur dit « d'ultime secours » (DUS).

2 Le contrôle de la sûreté nucléaire des réacteurs en fonctionnement

2.1 LE COMBUSTIBLE

2.1.1 Le combustible en réacteur

L'étanchéité des gaines des crayons de combustible, présents à raison de plusieurs dizaines de milliers dans chaque cœur et qui constituent la première barrière de confinement, fait l'objet d'une attention particulière.

En fonctionnement normal, l'étanchéité est suivie par EDF par la mesure permanente de l'activité des radioéléments contenus dans le circuit primaire. L'augmentation notable de l'activité est le signe d'une perte d'étanchéité des gaines des assemblages. Si l'activité dans le circuit primaire dépasse un seuil prédéfini, les règles générales d'exploitation (RGE) imposent l'arrêt du réacteur avant la fin de son cycle normal.

Lors de chaque arrêt, EDF a l'obligation de rechercher et d'identifier les assemblages contenant des crayons non étanches : le rechargement d'assemblages de combustible contenant des crayons inétanches n'est pas autorisé.

EDF réalise des examens des crayons non étanches afin de déterminer l'origine des défaillances et de prévenir leur réapparition. Les actions préventives et correctives peuvent concerner la conception des crayons et des assemblages, leur fabrication ou les conditions d'exploitation des réacteurs.

Les conditions de manutention des assemblages, de chargement et de déchargement du cœur, ainsi que la prévention de la présence de corps étrangers dans les circuits et les piscines font également l'objet de dispositions d'exploitation afin de prévenir les risques de perte d'étanchéité des crayons de combustible.

2.1.2 L'évaluation de l'état du combustible en réacteur

En 2023, l'intégrité de la première barrière, constituée par la gaine des crayons de combustible, a été gérée de manière satisfaisante dans l'ensemble des centrales nucléaires.

Trois réacteurs ont présenté des défauts d'étanchéité du combustible. Ce chiffre reste très bas, notamment grâce à l'intégration progressive d'assemblages de combustible fabriqués par Framatome bénéficiant d'un traitement thermique des ressorts de leurs grilles de mélange, qui améliore leur résistance.

Les échanges techniques menés avec EDF au sujet de la corrosion généralisée de certaines gaines de combustible en alliage M5 ont permis, après justification, de lever pour tous les réacteurs les mesures compensatoires d'exploitation qui avaient été mises en place depuis plusieurs années. Dans l'attente de la généralisation, dans les cœurs de réacteurs, de gaines à teneur en fer augmentée permettant de prévenir la survenue de cette corrosion, EDF maintient des mesures de surveillance du combustible à chaque déchargement et de sélection des assemblages pour les cycles suivants.

Par ailleurs, des erreurs de calibrage ou d'implantation de paramètres dans des applications informatiques de surveillance du cœur ont été mises en évidence en 2023. Ces erreurs sont pour la plupart attribuées au facteur humain (oubli, utilisation d'une mauvaise procédure). Elles n'ont pas eu de conséquences sur les personnes et l'environnement.

2.2 LES ÉQUIPEMENTS SOUS PRESSION NUCLÉAIRES

2.2.1 La conception et la fabrication des équipements sous pression nucléaires

Le fabricant d'un équipement sous pression nucléaire (ESPN) est responsable de la conformité de cet équipement aux exigences de sécurité qui lui sont applicables pour garantir l'absence de défaillance durant son exploitation. Ces exigences sont définies par une directive européenne portant sur les équipements sous pression (ESP) et sont complétées par des exigences spécifiques aux ESPN, tenant compte de leur importance pour la sûreté de l'installation. Le fabricant doit définir et appliquer des dispositions qui lui permettent de justifier le respect de ces exigences.

Les industriels, en particulier EDF et Framatome, ont engagé depuis 2015 des évolutions importantes de leurs processus industriels afin de les mettre en conformité avec les exigences réglementaires. La plus grande partie de ces actions a été réalisée dans le cadre du « Programme ESPN » de l'Association française pour les règles de conception, de construction et de surveillance en exploitation des matériels des chaudières électronucléaires (AFCEN), qui implique la majorité de la profession. Les travaux réalisés ont conduit l'AFCEN à publier des guides méthodologiques et plusieurs révisions du code RCC-M (règles de conception et de construction des matériels mécaniques des îlots nucléaires des

REP), sur lesquels l'ASN a pris position. En particulier, l'ASN a reconnu le caractère globalement approprié de l'édition 2018 du code RCC-M. Cette position sera prochainement mise à jour et complétée par une position sur l'édition 2020.

Les travaux de l'AFCEN ont également conduit à définir un processus d'intégration du REX au code RCC-M, qui est en cours de revue par l'ASN. Il s'agit d'un axe de travail essentiel pour la profession, dans la mesure où ce code doit servir de base à la conception et la fabrication de l'ensemble des ESPN du programme EPR 2.

2.2.2 L'évaluation de la conception et de la fabrication des équipements sous pression nucléaires

L'ASN évalue la conformité aux exigences réglementaires des ESPN les plus importants pour la sûreté, dits « de niveau N1 », qui correspondent principalement à la cuve, aux GV, au pressuriseur, aux groupes motopompes primaires, à des tuyauteries, notamment celles des circuits primaire et secondaires principaux, ainsi qu'à des vannes et des soupapes de sûreté.

Cette évaluation de la conformité concerne les équipements destinés aux nouvelles installations nucléaires (plus de 200 équipements pour le [réacteur EPR de Flamanville](#)) et les équipements de rechange destinés aux installations nucléaires en fonctionnement (GV de remplacement notamment). L'ASN peut s'appuyer pour cette mission sur des organismes qu'elle habilite. Ces derniers peuvent être mandatés par l'ASN pour réaliser une partie des inspections portant sur les équipements dits de « niveau N1 » et sont chargés de l'évaluation de la conformité aux exigences réglementaires des ESPN moins importants pour la sûreté, dits de « niveau N2 ou N3 ». Le contrôle de l'ASN et des organismes habilités s'exerce aux différents stades de la conception et de la fabrication des ESPN. Il se traduit par un examen de la documentation technique de chaque équipement et par des inspections dans les ateliers des fabricants, ainsi que de leurs fournisseurs et sous-traitants. [Quatre organismes](#) ou organes d'inspection sont actuellement habilités par l'ASN pour l'évaluation de la conformité des ESPN : Apave Exploitation France, Bureau Veritas Exploitation, Vinçotte International et l'organe d'inspection des utilisateurs d'EDF.

En ce qui concerne la conception et la fabrication des ESPN, les organismes habilités ont réalisé, en 2023, environ 5 000 actions de contrôle pour les ESPN destinés au réacteur EPR de Flamanville et environ 5 200 actions de contrôle pour les ESPN de remplacement destinés aux réacteurs électronucléaires en fonctionnement. Ces actions de contrôle ont été réalisées sous la surveillance de l'ASN.

En 2023, Framatome a renforcé ses actions d'amélioration de la qualité au sein de ses trois usines dans le contexte de l'engagement du programme EPR 2. Framatome et EDF ont poursuivi le déploiement d'une démarche de mise sous contrôle des procédés industriels les plus sensibles, tels que les procédés de soudage et de traitement thermique, ainsi qu'une démarche d'agrément, d'évaluation et de surveillance des fournisseurs. L'ASN a évalué, au travers de ses inspections, les résultats de ces actions. Elle souligne l'ampleur des programmes mis en place.

De la même façon, Westinghouse a poursuivi la déclinaison de son plan d'amélioration du système qualité et de la surveillance interne dans son usine de fabrication de GV en Italie. À la suite des progrès réalisés, l'ASN considère que la surveillance particulière qui était en place sur cette usine peut être levée.

L'ASN constate également que les organismes habilités, les fabricants et les exploitants déploient actuellement au sein de leurs structures des organisations et des moyens destinés à la prévention et à la détection des fraudes. Bien que des avancées soient observées en ce sens, la déclinaison effective de ces plans d'action est encore à poursuivre au sein de tous les acteurs de la filière.

2.2.3 L'exploitation des équipements sous pression nucléaires

Les circuits primaire et secondaires principaux (CPP et CSP) des réacteurs, qui contribuent au confinement des substances radioactives, au refroidissement et au contrôle de la réactivité, fonctionnent à haute température et haute pression.

La surveillance de l'exploitation de ces circuits est réglementée par l'[arrêté du 10 novembre 1999](#) relatif à la surveillance de l'exploitation du CPP et des CSP des réacteurs électronucléaires à eau sous pression. Dans ce cadre, ces circuits font l'objet d'une surveillance et d'une maintenance périodique par EDF.

Ces circuits sont soumis à une requalification périodique réalisée tous les dix ans, qui comprend une visite complète des circuits impliquant des examens non destructifs, une épreuve hydraulique sous pression et une vérification du bon état et du bon fonctionnement des accessoires de protection contre les surpressions.

L'exploitant est tenu de conserver et de mettre à jour, aussi souvent que nécessaire et au moment des requalifications périodiques, les dossiers portant sur la conception, la fabrication, la protection contre les surpressions, les matériaux, les constatations faites au cours de l'exploitation et, le cas échéant, le traitement des [écarts](#).

Sont détaillés ci-dessous certains des enjeux présentés, pour la sûreté, par les composants du circuit primaire ou des circuits secondaires.

Les cuves des réacteurs

La cuve, composant essentiel d'un REP, contient le cœur du réacteur, ainsi que son instrumentation.

En fonctionnement normal, la cuve est entièrement remplie d'eau, à une pression de 155 bars et une température de 300°C. Elle est composée d'acier ferritique, avec un revêtement interne en acier inoxydable.

Le contrôle régulier de l'état de la cuve est essentiel pour deux raisons :

- la cuve est un composant dont le remplacement n'est pas envisagé, pour des raisons à la fois de faisabilité technique et de coût ;
- le contrôle contribue à la démarche d'exclusion de rupture de cet équipement. Cette démarche repose sur des dispositions particulièrement exigeantes en matière de conception, de fabrication et de contrôle en service afin de garantir sa tenue pendant toute la durée de vie du réacteur, y compris en cas d'accident.

Durant son fonctionnement, le métal de la cuve se fragilise progressivement, sous l'effet des neutrons issus des réactions de fission dans le cœur. Cette fragilisation rend en particulier la cuve plus sensible aux chocs thermiques sous pression ou aux montées brutales de pression à froid. Cette sensibilité est par ailleurs accrue en présence de défauts technologiques, ce qui est le cas pour quelques cuves qui présentent des défauts liés à leur fabrication sous leur revêtement en acier inoxydable.

Les coudes moulés

Le circuit primaire de certains réacteurs du parc français comporte plusieurs coudes en acier inoxydable austéno-ferritique, fabriqués par moulage. La phase ferritique de cet acier subit un vieillissement en fonctionnement sous l'effet de la température. Certains éléments d'alliage présents dans le matériau favorisent cette sensibilité au vieillissement, notamment pour les réacteurs de 900 MWe et les premiers réacteurs de 1 300 MWe. Il en résulte une dégradation de certaines propriétés mécaniques, telles que la résilience et la résistance à la déchirure ductile.

Par ailleurs, ces coudes comportent des défauts inhérents au mode de fabrication par moulage statique. Les effets du vieillissement thermique diminuent les marges de résistance à la rupture brutale en présence de défauts.

ANOMALIES LIÉES AUX SÉGRÉGATIONS DU CARBONE DANS CERTAINS FONDS PRIMAIRES DE GÉNÉRATEURS DE VAPEUR

L'anomalie de ségrégation du carbone de la cuve du réacteur EPR de Flamanville a permis de mettre en évidence en 2016 que des fonds primaires de GV équipant 17 réacteurs d'EDF étaient également concernés par la problématique. Ces fonds primaires ont été fabriqués par [l'usine Creusot Forge](#) et Japan Casting and Forging Corporation (JCFC).

À la suite de cette découverte, EDF a mené des contrôles non destructifs sur les fonds primaires concernés, notamment ceux prescrits par l'ASN le 18 octobre 2016. Ces contrôles ont été achevés début 2017. Ils ont permis de

justifier le maintien en fonctionnement des réacteurs concernés.

En complément, un vaste programme d'essais a été mené entre 2017 et 2021 sur des fonds primaires représentatifs des composants exploités sur les réacteurs français, afin de confirmer les hypothèses de calcul. L'ASN a réuni le Groupe permanent d'experts pour les ESPN ([GPESPN](#)) le 17 novembre 2023 pour se prononcer sur les conclusions d'EDF, les résultats des analyses thermohydrauliques, chimiques et métallurgiques et les essais mécaniques réalisés.

Ces éléments permettent de considérer que les propriétés mécaniques de l'acier ne sont pas affectées par la ségrégation du carbone des fonds fabriqués par JCFC. Pour ce qui concerne les fonds fabriqués par l'usine Creusot Forge, les hypothèses de réduction des propriétés mécaniques retenues par EDF pour tenir compte de la présence de ségrégation ont été jugées suffisamment pénalisantes. Ces calculs ont permis de confirmer l'aptitude au service de ces fonds.

EDF a mené de nombreux travaux afin d'approfondir sa connaissance de ces matériaux, de leur cinétique de vieillissement et d'évaluation des marges vis-à-vis du risque de rupture brutale.

Les zones en alliage à base de nickel

Plusieurs parties des REP sont fabriquées en alliages à base de nickel, en raison de leur résistance à la corrosion généralisée ou par piqûre. Cependant, dans les conditions de fonctionnement des réacteurs, l'un des alliages retenus, l'Inconel 600, s'est révélé sensible au phénomène de [corrosion sous contrainte](#) (CSC). Ce phénomène particulier se produit en présence de contraintes mécaniques importantes. Il peut conduire à l'apparition de fissures, comme observé sur certains tubes de GV au début des années 1980 ou, plus récemment en 2011, sur une pénétration de fond de cuve du réacteur 1 de la centrale nucléaire de [Gravelines](#) et, en 2016, sur une pénétration de fond de cuve du réacteur 3 de la centrale nucléaire de [Cattenom](#). Ces fissures ont conduit EDF à réparer les zones concernées ou à isoler la partie concernée du circuit.

À la demande de l'ASN, EDF a adopté une approche globale de surveillance et de maintenance pour les zones concernées. Plusieurs zones du circuit primaire en alliage Inconel 600 font ainsi l'objet d'un contrôle particulier. Pour chacune d'elles, le programme de surveillance, défini et mis à jour annuellement par EDF, est examiné par l'ASN qui vérifie que les performances et la fréquence des contrôles mis en place sont satisfaisantes pour détecter les dégradations redoutées.

Les générateurs de vapeur

Les GV sont composés de deux parties, l'une appartenant au circuit primaire et l'autre au circuit secondaire. L'intégrité des principaux éléments constitutifs des GV est surveillée, tout particulièrement celle des tubes qui constituent le faisceau tubulaire. En effet, une dégradation du faisceau tubulaire (corrosion, usure, fissure, etc.) peut créer une fuite du circuit primaire vers le circuit secondaire. La rupture de l'un des tubes du faisceau conduirait à contourner l'enceinte de confinement du réacteur, qui constitue la troisième barrière de confinement. Les GV font donc l'objet d'un programme spécifique de surveillance en exploitation, établi par EDF, révisé périodiquement et examiné par l'ASN. À la suite des contrôles, les tubes présentant des dégradations trop importantes sont bouchés pour être mis hors service.

Les GV ont tendance à s'encrasser au cours du temps en raison des produits de corrosion issus des échangeurs du circuit secondaire. Sur les tubes, la couche de dépôt de produits de corrosion (encrassement) diminue l'échange thermique. Au niveau des

plaques entretoises, les dépôts empêchent la libre circulation du mélange eau-vapeur (colmatage), ce qui crée un risque d'endommagement des tubes et des structures internes et peut dégrader le fonctionnement global du GV.

Pour minimiser cet encrassement, diverses solutions peuvent être mises en œuvre pour limiter les dépôts métalliques : nettoyages chimiques préventifs ou nettoyages mécaniques curatifs (lançages à l'aide de jets hydrauliques), remplacement du matériau (laiton par acier inoxydable ou alliage de titane, plus résistants à la corrosion) de certains faisceaux tubulaires d'échangeurs de circuit secondaire, modification des produits chimiques de conditionnement des circuits et augmentation du pH du circuit secondaire. Certaines de ces opérations nécessitent l'obtention d'une autorisation car elles impliquent des rejets de certains produits mis en œuvre.

LES PRINCIPES DE LA DÉMONSTRATION DE LA RÉSISTANCE EN SERVICE DES CUVES

Le risque de rupture brutale de la cuve d'un réacteur découle de la présence conjointe de trois facteurs : la présence d'un défaut (comme une fissure), une sollicitation thermomécanique et une résistance mécanique du matériau insuffisante.

L'analyse du risque de rupture brutale des cuves des réacteurs comporte donc les étapes suivantes :

- la détermination des dimensions des défauts à étudier ;
- l'évaluation des caractéristiques du matériau en prenant en compte la fragilisation de l'acier sous l'effet de l'irradiation ;
- l'évaluation des chargements susceptibles d'amorcer le défaut, dans toutes les situations de fonctionnement du réacteur (normal ou accidentel).

La démarche d'analyse du risque de rupture brutale consiste en la comparaison de la sollicitation en pointe de défaut avec la résistance mécanique du matériau irradié. Des coefficients de sécurité sont pris en compte à cette étape. Cette démarche est appliquée en considérant à la fois les défauts existants détectés et un défaut hypothétique, correspondant à la plus grande fissure non détectable par les essais non destructifs réalisés et positionné à l'endroit où le matériau est le plus fragilisé par l'irradiation.

Depuis les années 1990, EDF conduit un programme de remplacement des GV constitués des faisceaux tubulaires les plus dégradés. La campagne de remplacement des GV de 26 réacteurs dont le faisceau tubulaire est en alliage Inconel 600 non traité thermiquement est achevée. Elle se poursuit par le remplacement des GV des réacteurs dont le faisceau est en alliage Inconel 600 traité thermiquement (22 réacteurs sont encore concernés).

2.2.4 L'évaluation de l'exploitation des équipements sous pression nucléaires

La surveillance de l'exploitation des circuits primaires et secondaires principaux des réacteurs

L'ASN considère que la surveillance menée par EDF de l'exploitation des CPP et CSP, qui constituent la deuxième barrière de confinement des réacteurs, reste un point de vigilance. L'année 2023 a été à nouveau particulièrement marquée par le phénomène de CSC affectant des tuyauteries auxiliaires de ces circuits (voir encadré ci-dessous). Ce phénomène illustre la possibilité que des modes de dégradation non redoutés apparaissent sur ces circuits, y compris en l'absence de REX international sur des phénomènes similaires.

La déclinaison des programmes de surveillance en exploitation de ces circuits, ainsi que leur adaptation pour tenir compte de l'évolution du REX et des connaissances des modes de dégradation, font donc l'objet d'une attention particulière de la part de l'ASN. À ce titre, l'ASN est attentive à ce qu'EDF ait recours à des moyens de contrôle non destructifs adaptés et dont les performances sont qualifiées et à ce qu'elle déploie de manière réactive des contrôles, éventuellement non qualifiés, pour approfondir les connaissances vis-à-vis de risques particuliers.

Les cuves des réacteurs

Dans le cadre des [réexamens périodiques](#), l'ASN examine tous les dix ans la justification de la résistance en service des cuves. La démarche générique mise en place par EDF consiste à vérifier,

suyant une approche enveloppe, que toutes les cuves d'un type de réacteurs présentent une résistance à la rupture brutale suffisante en tenant compte des chargements auxquelles elles sont soumises en exploitation (que ce soit lors des situations d'exploitation courantes, incidentelles ou accidentelles) et de leur fragilisation sous irradiation. Lors de cette phase, il est tenu compte des propriétés mécaniques de chaque cuve et de la présence d'un défaut hypothétique positionné de manière pénalisante. Pour les cuves présentant des défauts particuliers, EDF vérifie également la résistance mécanique de ces défauts.

Au terme de son instruction, l'ASN a conclu favorablement sur la capacité des cuves des réacteurs de 900 MWe à fonctionner jusqu'à leur cinquième visite décennale. Elle instruit actuellement les justifications apportées par EDF pour les cuves des réacteurs de 1300 MWe.

EDF mène également lors de la visite décennale de chaque réacteur des contrôles pour s'assurer de l'absence d'évolution des défauts existants, ou d'apparition de défauts préjudiciables dans l'acier des cuves. Elle réalise également une épreuve hydraulique sous pression du circuit primaire.

L'ASN émet des procès-verbaux à la suite des contrôles effectués lors de chaque visite décennale sur le circuit primaire, et en particulier les cuves. En 2023, les résultats des contrôles menés ont été satisfaisants.

Les coudes moulés

Les dossiers établis par EDF en vue de la justification du maintien en service des coudes et piquages moulés du circuit primaire au-delà de la quatrième visite décennale des réacteurs de 900 MWe et de 1300 MWe ont fait l'objet d'une instruction par l'ASN. Afin d'asseoir sa position sur cette démarche, l'ASN a réuni le GPESPN à deux reprises. L'instruction a conclu que la quasi-totalité des coudes peut être maintenue en service au moins jusqu'à la cinquième visite décennale. Elle s'est notamment focalisée sur le cas de quelques



BILAN DES EXPERTISES ET RÉPARATIONS D'EDF ET DES CONTRÔLES APPROFONDIS DE L'ASN DEPUIS LA DÉCOUVERTE DE FISSURES DE CORROSION SOUS CONTRAINTE

EDF a poursuivi en 2023 le déploiement du plan d'action défini à la suite de la découverte de fissures de CSC à la fin de l'année 2021. EDF a continué à mobiliser d'importants moyens pour en identifier les causes et procéder aux contrôles des réacteurs et aux réparations des tuyauteries affectées.

Ainsi, EDF a poursuivi la mise en œuvre du programme approfondi de contrôle et d'expertise qui avait été engagé en 2022 sur les différents types de réacteur. Une partie de ce programme est dédiée aux soudures qui ont été réparées lors de leur fabrication et qui sont susceptibles de présenter des risques plus importants. Ainsi, 301 soudures ont fait l'objet d'un contrôle en 2023, dont 170 soudures réparées. Les contrôles de ces soudures ont mis en évidence quatre fissures de grande taille qui auraient pu conduire à un risque de fuite en cas de sollicitation mécanique importante.

En parallèle de ce programme de contrôle, les tuyauteries jugées les

plus sensibles au phénomène de CSC ont fait l'objet de remplacements. Ainsi, les lignes d'injection de sécurité en branche froide des réacteurs de type P4 ont fait l'objet de ces travaux en 2023.

En 2023, le programme de contrôle a également mis en évidence la présence de quelques fissures de fatigue thermique sur les mêmes types de tuyauteries. EDF a élaboré un programme d'investigation, afin d'améliorer la compréhension du phénomène de CSC en lui-même, mais également la compétition entre ce phénomène et la fatigue thermique. Le programme de contrôle est adapté pour la détection des deux phénomènes. L'ASN a poursuivi son contrôle des actions menées par EDF. Fin 2023, elle a mené plus de 65 inspections dédiées à cette problématique depuis fin 2021. Ces inspections ont notamment eu lieu dans les services d'ingénierie d'EDF, dans les centrales nucléaires et chez les sous-traitants d'EDF, dans le cadre

des opérations de contrôle ou de remplacement de tuyauteries.

L'ASN a également poursuivi les échanges avec ses homologues étrangères, dont plusieurs ont réalisé des contrôles sur ce sujet.

D'ici fin 2025, EDF procèdera à des contrôles des tuyauteries des systèmes RIS et RRA de l'ensemble de ses réacteurs. Elle étendra en 2024 ses contrôles aux soudures réparées des autres lignes connectées au CPP.

L'ASN restera mobilisée, avec l'appui technique de l'Institut de radioprotection et de sûreté nucléaire (IRSN), sur cette problématique en 2024, et suivra avec attention les résultats des contrôles mis en œuvre par EDF. Elle instruira les évolutions de la stratégie d'EDF qui pourraient en découler.

Les dernières informations sur le sujet sont disponibles sur asn.fr.

coudes, difficilement remplaçables. Seul le cas d'un coude du réacteur 2 de la [centrale nucléaire de Paluel](#) reste à approfondir. EDF doit proposer une stratégie pour la justification de la poursuite d'exploitation de ce coude.

À l'issue de cette analyse, l'ASN a demandé à EDF de poursuivre ses investigations sur les possibilités de dépose, de réparation et de contrôle non destructif des coudes les plus sensibles, dans l'objectif de définir une stratégie suffisamment en amont des cinquièmes visites décennales pour les coudes qui ne pourraient pas être justifiés au-delà.

Les générateurs de vapeur

La situation des GV est restée un point de vigilance pour l'ASN en 2023. Les constats de niveaux d'encrassement importants dans certains GV susceptibles d'altérer la sûreté de leur fonctionnement, amènent la programmation de nettoyages préventifs. La maintenance en vue de garantir un état de propreté satisfaisant a été insuffisante par le passé et doit être maintenant une priorité. La stratégie de contrôle de la partie secondaire des GV déployée par EDF a été revue mi-2020 afin de mieux prévenir ces situations.

Des opérations de remplacement de GV sont planifiées au rythme d'un réacteur par an dans les années à venir à partir de 2024.

Les tuyauteries auxiliaires du circuit primaire principal

De nombreuses fissures liées à de la CSC ont été découvertes, en particulier sur les tuyauteries des circuits RIS et RRA des réacteurs de 1450 MWe et de 1300 MWe de type P'4, à proximité immédiate de certaines soudures. Elles ont conduit à de très nombreuses expertises destructives et réparations (voir encadré page précédente).

2.3 LES ENCEINTES DE CONFINEMENT

2.3.1 Les enceintes de confinement

Les enceintes de confinement, qui constituent la troisième barrière de confinement, font l'objet de contrôles et d'essais destinés à vérifier leur conformité aux exigences de sûreté. En particulier, leur comportement mécanique doit garantir une bonne étanchéité du bâtiment réacteur si la pression à l'intérieur de celui-ci venait à dépasser la pression atmosphérique, ce qui peut survenir dans certains types d'accident. C'est pourquoi ces essais comprennent, à la fin de la construction, puis lors des visites décennales, une montée en pression de l'enceinte interne avec une mesure du taux de fuite. Ces essais sont imposés par l'[arrêté du 7 février 2012](#) fixant les règles générales relatives aux installations nucléaires de base (INB).

D'autres matériels participent à la fonction de confinement, tels que les systèmes pour accéder à l'intérieur de l'enceinte de confinement (dénommés sas et tampon matériel), le circuit de mise en dépression de l'espace inter-enceinte des enceintes de confinement à double paroi ou le circuit de ventilation de la salle de commande.

2.3.2 L'évaluation des enceintes de confinement

Gestion globale de la fonction de confinement

Dans son ensemble, la fonction de confinement fait l'objet d'une gestion assez satisfaisante de la part d'EDF. L'ASN constate toutefois encore des indisponibilités ponctuelles mais répétées affectant certains matériels participant à cette fonction. Ces indisponibilités concernent notamment le système de pressurisation des pénétrations de l'enceinte et de contrôle des fuites, ainsi que le système de ventilation de la salle de commande.

EDF a engagé depuis 2014 un plan d'action afin de garantir, compte tenu des évolutions des réacteurs depuis leur construction, que les débits des systèmes de ventilation répondent aux exigences

de sûreté requises à la fois pour le confinement et pour le conditionnement thermique des installations. Le plan d'action est déployé, réacteur par réacteur, sur tous les systèmes de ventilation concernés, et inclut un état des lieux des matériels et des gaines. EDF procède, le cas échéant, à des remises en état et à des améliorations ainsi qu'au réglage des débits de ventilation. La dernière phase de ce plan d'action national intègre un programme visant à s'assurer de la pérennité des réglages réalisés. L'ASN prendra position en 2024 sur la pertinence de ce programme.

Les enceintes à simple paroi revêtue sur la face interne d'une peau d'étanchéité métallique

Les épreuves décennales des enceintes des réacteurs de 900 MWe réalisées depuis 2019 dans le cadre de leur quatrième visite décennale n'ont pas mis en lumière de problème générique susceptible de remettre en cause leur exploitation.

En 2023, cinq réacteurs avec enceinte à simple paroi ont réalisé leur épreuve enceinte, dont les résultats ont été satisfaisants.

Les enceintes à double paroi

Les épreuves des enceintes à double paroi réalisées lors des premières visites décennales des réacteurs de 1300 MWe avaient permis de détecter une augmentation des taux de fuite de la paroi interne de certaines d'entre elles plus importante qu'anticipée lors de la conception, sous l'effet combiné de déformations du béton et de pertes de la précontrainte de certains câbles.

EDF a alors engagé d'importants travaux consistant à recouvrir localement, par un revêtement d'étanchéité en résine, l'intrados et l'extrados de la paroi interne des enceintes des réacteurs de 1300 MWe les plus affectés, ainsi que des réacteurs de 1450 MWe.

Ces travaux ont permis, pour l'ensemble des réacteurs sur lesquels ils ont été effectués, de respecter les critères de taux de fuite lors des épreuves des enceintes.

Sur le réacteur 1 de la [centrale nucléaire de Civaux](#), un revêtement d'étanchéité a été appliqué sur une partie importante de l'enceinte interne. Malgré ces travaux, le taux de fuite constaté lors de l'épreuve réalisée lors de la deuxième visite décennale est resté élevé, même s'il est inférieur au critère à respecter. Pour cette raison, l'ASN restera vigilante sur l'évolution de la situation de cette enceinte et, plus largement, à l'évolution de l'étanchéité de l'ensemble des enceintes et au maintien de l'efficacité des revêtements sur le long terme.

2.4 L'ORGANISATION POUR L'EXPLOITATION DES RÉACTEURS

2.4.1 L'exploitation des réacteurs

L'arrêté du 7 février 2012 prévoit que l'exploitant doit disposer des compétences techniques nécessaires pour assurer la maîtrise des activités d'exploitation. Par ailleurs, cet arrêté prescrit à l'exploitant de définir et de mettre en œuvre un [système de gestion intégrée](#) (SGI) permettant d'assurer que les exigences relatives à la sûreté et à la protection de l'environnement sont systématiquement prises en compte dans toute décision concernant l'installation. Ce SGI doit préciser les dispositions prises en matière d'organisation et de ressources de tout ordre, en particulier celles retenues pour maîtriser les activités importantes pour la protection des personnes et de l'environnement.

Le fonctionnement normal

Les centrales nucléaires d'EDF sont surveillées en permanence depuis une salle de commande par une équipe de conduite qui est aussi chargée du pilotage des installations.

Les limites d'exploitation entre lesquelles les équipes doivent maintenir l'installation sont définies dans les RGE. L'exploitant s'assure de ce maintien grâce à la documentation d'exploitation normale, notamment les consignes de conduite et les fiches d'alarme. L'exploitant est régulièrement amené à modifier la configuration de l'installation pour assurer l'intervention des équipes de maintenance, pour tester la disponibilité d'un système ou pour changer l'état du réacteur.

Des essais sont régulièrement effectués pour vérifier le bon fonctionnement des systèmes qui pourraient être nécessaires en situation d'incident ou d'accident et pour contrôler le bon comportement du cœur du réacteur. Certains essais sont réalisés lorsque le réacteur fonctionne alors que d'autres ne peuvent être faits que lors des arrêts du réacteur. Les équipes de conduite effectuent elles-mêmes certains de ces essais, tandis que d'autres nécessitent l'intervention d'équipes spécialisées.

La conduite en cas d'incident ou d'accident

Les stratégies et pratiques de conduite à mettre en œuvre en situation d'incident ou d'accident sont développées dans différents documents (règles et consignes de conduite) mis à leur disposition. Ils prescrivent les actions à réaliser par l'équipe de conduite. Pour la gestion de ces situations, l'organisation de l'équipe de conduite évolue et chaque acteur dispose d'un rôle spécifique. Les équipes de conduite sont régulièrement formées à la mise en œuvre de ces stratégies de conduite.

En complément des stratégies de conduite, un plan d'urgence interne (PUI), mis en œuvre par les équipes de crise, est déclenché pour aider les équipes de conduite dans les situations d'incident ou d'accident qui présentent un risque de conséquences à l'extérieur du site.

À la suite d'un accident, si les fonctions de sûreté (maîtrise de la réactivité, du refroidissement et du confinement) ne sont pas assurées du fait d'une succession de défaillances, la situation est susceptible d'évoluer vers un accident grave avec endommagement sévère du combustible. Face à de telles situations, les stratégies de conduite de l'installation privilégient la préservation de l'intégrité de l'enclume de confinement afin de limiter autant que possible les rejets dans l'environnement. La mise en œuvre de ces stratégies mobilise les compétences des équipes de crise constituées au niveau local et au niveau national.

2.4.2 L'évaluation de l'exploitation des réacteurs et de la documentation opérationnelle

L'ASN instruit le contenu des RGE avant leur mise en œuvre et contrôle leur bonne application au moyen d'inspections.

Plus largement, elle s'assure que les mesures prises par EDF dans le cadre de l'exploitation des réacteurs sont adaptées aux risques que cette exploitation génère.

L'ASN s'intéresse aux conditions qui favorisent ou pénalisent la contribution des intervenants et des collectifs de travail à la sûreté des centrales nucléaires. Elle définit les facteurs organisationnels et humains (FOH) comme l'ensemble des éléments des situations de travail et de l'organisation qui ont une influence sur l'activité de travail des opérateurs.

L'organisation générale

L'organisation mise en place par EDF pour assurer la maîtrise des risques est satisfaisante dans son ensemble mais reste perfectible dans quelques centrales nucléaires. En particulier, l'ASN constate régulièrement une prise en compte insuffisante du REX et des analyses de risques préalables aux activités qui doivent être améliorées. Des évolutions sont ainsi attendues en matière de préparation des activités. L'implication de la ligne managériale sur ce sujet est nécessaire pour l'atteinte de résultats concrets et satisfaisants.

Les fragilités identifiées ces dernières années en matière de coordination entre les métiers et les projets ou au sein de services de maintenance ont perduré en 2023. Les défauts observés sont souvent liés à des organisations complexes, au nombre important d'interlocuteurs, aux interfaces non définies ou non formalisées entre les entités (relèves, relations entre les équipes de quart et les équipes hors quart ou entre l'exploitant et les prestataires), à l'éloignement géographique et à la non-anticipation des coactivités.

Le fonctionnement normal

Lors de ses inspections dans les centrales nucléaires, l'ASN vérifie notamment que l'exploitant respecte les RGE et, le cas échéant, les mesures compensatoires associées à leurs modifications temporaires. Elle contrôle également la cohérence entre la documentation de conduite et les modifications qui ont pu être apportées aux installations. Elle s'assure aussi que les procédures utilisées pour configurer les circuits ou consigner les matériels prennent bien en compte les exigences issues des RGE.

LES RÈGLES GÉNÉRALES D'EXPLOITATION

Les RGE sont l'une des pièces constitutives de la demande d'autorisation de mise en service d'un réacteur nucléaire. Elles présentent les dispositions que l'exploitant prévoit de mettre en œuvre pour exploiter son installation dans le respect de la démonstration de sûreté. Elles précisent notamment les règles à respecter en fonctionnement normal, les essais périodiques à réaliser et les opérations de conduite à mener en situation incidentelle ou accidentelle.

Les spécifications techniques d'exploitation qui figurent dans les RGE définissent les paramètres à respecter en fonctionnement normal. Elles identifient les systèmes essentiels au maintien des fonctions de sûreté et prescrivent les conduites à tenir en cas

d'indisponibilité momentanée d'un système requis ou de dépassement d'une limite.

En matière d'essais périodiques, les RGE détaillent les contrôles à effectuer, leur fréquence et les critères d'acceptation des résultats. Des essais sont notamment prévus pour vérifier que le cœur du réacteur est conforme au référentiel de conception et à la démonstration de sûreté, ainsi que pour calibrer les systèmes de régulation et de protection automatique.

Les procédures de conduite en situation incidentelle ou accidentelle, qui figurent dans les RGE, détaillent les actions à entreprendre par les équipes de conduite dans ces situations pour rétablir un fonctionnement normal

ou, dans le cas d'un accident, pour ramener l'installation dans un état sûr et limiter ses conséquences.

EDF met régulièrement à jour ces documents pour intégrer le REX et pour prendre en compte les modifications apportées aux réacteurs. Des amendements temporaires peuvent également être apportés. Ils nécessitent une justification et la définition de mesures compensatoires pour maîtriser les risques associés. Les modifications notables des RGE qui sont de nature à affecter la sûreté de l'installation font l'objet, selon leur importance, soit d'une demande d'autorisation auprès de l'ASN, soit d'une déclaration à l'ASN, préalablement à leur mise en œuvre.

Enfin, elle est attentive à la bonne compréhension et à la bonne application par les équipes de conduite de ces différents documents et à la bonne gestion des activités sensibles, qui sont régulièrement à l'origine d'écarts. Elle mène pour cela des entretiens avec les équipes de conduite et assiste à des opérations nécessaires à l'exploitation des centrales nucléaires.

Les non-respects des RGE constituent des événements significatifs qui doivent être déclarés à l'ASN. L'ASN analyse l'origine et les conséquences de ces événements et vérifie lors de ses inspections que des mesures ont bien été prises par l'exploitant pour corriger les écarts et éviter qu'ils ne se reproduisent.

Sur le plan de l'exploitation et de la conduite des réacteurs, l'ASN considère que les performances se sont améliorées en 2023. Les plans d'action sur la rigueur d'exploitation lancés par les centrales nucléaires ces dernières années semblent efficaces. Le nombre de situations pour lesquelles les réacteurs ont été exploités en dehors des limites prévues est resté stable en 2023, bien que l'activité industrielle ait été plus chargée que celle de l'année 2022 (allégée en raison de la gestion de la CSC pour de nombreux réacteurs). Toutefois, l'ASN constate que la qualité de la surveillance en salle de commande s'est à nouveau dégradée en 2023. L'ASN a renforcé ses inspections sur les thématiques de maîtrise de configuration des circuits (voir encadré page suivante). Même si elle a constaté en 2023 la diminution du nombre d'événements significatifs pour la sûreté (ESS) liés aux défauts de configuration de circuits, l'ASN considère que la maîtrise des configurations de circuits doit être améliorée.

L'ASN vérifie que les essais périodiques des matériels importants pour la sûreté permettent de contrôler leur bon fonctionnement et leur niveau de performance. Elle exerce cette vérification lors de l'instruction des demandes d'autorisation de modification des RGE. Elle vérifie aussi au cours d'inspections que ces essais périodiques sont exécutés conformément aux programmes d'essais prévus dans les RGE.

Comme les années précédentes, plusieurs ESS ont eu pour origine les essais périodiques. Les causes principales de ces événements significatifs sont la mauvaise déclinaison des règles d'essais dans les documents opératoires, des défauts d'application de la gamme d'essais lors de la réalisation des essais, des incohérences entre les documents, ou encore des défauts de programmation des essais périodiques.

Dans le cadre du REX de ces événements, EDF adapte ses organisations pour assurer un meilleur partage d'informations entre les différents acteurs responsables de la définition des essais, de leur programmation et de leur réalisation.

La gestion des compétences

L'ASN avait mené en 2022 une campagne d'inspection sur la gestion des compétences des équipes chargées de la conduite des installations. Elle a à nouveau mené en 2023 des inspections sur les sites qu'elle avait jugés les plus en difficulté et a pu constater des améliorations dans le fonctionnement des services de formation (renforcement des équipes, relances des comités de formation et compétences, clarté et ancrage des processus, augmentation des équipements de formation). Des fragilités persistantes dans le processus d'acquisition des compétences des personnels de la conduite ont cependant encore été constatées lors de certaines inspections ou lors de l'analyse de certains événements significatifs, ce qui peut questionner l'efficacité et le périmètre des formations. L'ASN constate un recours fréquent à l'autoformation par apprentissage en ligne (*e-learning*) ou par questionnaire pour les recyclages. La mise en pratique sur le terrain est limitée ou manquante avec ce type de dispositif. Des défauts dans le compagnonnage des nouveaux arrivants sont aussi constatés.

L'ASN constate par ailleurs la persistance en 2023 d'un déficit d'accompagnement et de formation en ce qui concerne les modifications matérielles des installations. Ce déficit est imputable à des défaillances organisationnelles diverses (manque de ressources, anticipation insuffisante du besoin de formation, manque de coordination entre les métiers lors de la phase finale du déploiement d'une modification, etc.).

La maîtrise de la documentation opérationnelle

En 2023, comme les années précédentes, les comptes-rendus d'événements significatifs mettent régulièrement en cause la qualité insuffisante de la documentation. Il s'agit d'un problème de fond depuis plusieurs années. Les difficultés identifiées sont de natures diverses (documentation pas assez synthétique, non explicite, incomplète ou inexistante). Cette situation a des conséquences sur un large éventail d'activités, dont les activités de conduite (essais périodiques, consignations et condamnations administratives, lignages) et de maintenance (contrôles techniques, interventions sur équipements, requalifications, manœuvres en local). Les défauts de documentation opérationnelle réduisent l'efficacité du rôle de la ligne de défense du support documentaire.

Ces écarts récurrents sur la documentation opérationnelle restent en bonne partie liés à des dysfonctionnements organisationnels. Des défaillances dans la maîtrise du processus de gestion documentaire sont présentes à toutes les étapes du cycle de vie des documents, de l'identification du besoin à l'archivage du document.

La filière indépendante de sûreté

L'ASN examine lors de ses inspections les actions menées par la FIS (voir encadré ci-dessous) et vérifie la bonne prise en compte de ses avis par les services opérationnels. Les inspecteurs ont relevé la compétence, le bon fonctionnement et l'indépendance de la FIS des différents sites inspectés en 2023. Certains sites rencontrent encore des problèmes de ressources, le nombre d'ingénieurs sûreté étant parfois inférieur au nombre requis pendant de longues périodes. EDF a pris des mesures pour disposer à l'avenir d'effectifs supplémentaires d'ingénieurs sûreté, afin que ceux-ci puissent effectuer sereinement leur vérification indépendante de la sûreté des réacteurs.

La conduite en cas d'incident, d'accident ou d'accident grave

L'ASN contrôle les processus d'élaboration et de validation des procédures de conduite en cas d'incident ou d'accident, leur pertinence et leurs modalités de mise en œuvre. Dans ce cadre, l'ASN a mené en 2023 plusieurs inspections sur les dispositions organisationnelles et techniques prévues par EDF en situation d'incident ou d'accident. Ces inspections intègrent quasi systématiquement une mise en situation des équipes de conduite de



LA FILIÈRE INDÉPENDANTE DE SÛRETÉ

Au sein d'EDF, la filière indépendante de sûreté (FIS) assure la vérification, en matière de sûreté, des actions et décisions prises par les services chargés de l'exploitation des installations. Au sein de chaque centrale nucléaire, la FIS est composée d'ingénieurs sûreté et d'auditeurs, qui réalisent notamment chaque jour une vérification du niveau de sûreté des réacteurs. Le fonctionnement de chaque FIS est contrôlé et évalué, au niveau national, par la FIS de la division de la production nucléaire d'EDF. Enfin, les services d'inspection interne d'EDF, notamment l'inspecteur général rattaché au président du groupe EDF, assisté d'une équipe d'inspecteurs, constituent le plus haut niveau de vérification indépendante de la sûreté nucléaire au sein du groupe EDF.



CAMPAGNE D'INSPECTIONS SUR LA MAÎTRISE DES CONFIGURATIONS DE CIRCUITS

La maîtrise de la bonne configuration des circuits hydrauliques et électriques des réacteurs nucléaires concourt à la sûreté des installations. La maîtrise de la configuration des circuits couvre les activités de lignage (mise en configuration d'un ensemble d'organes permettant à un circuit de fonctionner conformément à ce pourquoi il a été conçu ou de répondre à un objectif d'exploitation particulier), de consignation (mise en configuration d'un ensemble d'organes dans des positions définies et condamnées afin de garantir les conditions de sécurité requises pour une intervention de maintenance) et de condamnation administrative (immobilisation physique d'un ensemble d'organes dont le maintien en position est essentiel à la sûreté de l'installation).

L'ASN a constaté fin 2022 une augmentation des défauts de lignage et de consignation qui fragilisent la sûreté des installations ou induisent des risques d'accident des personnels. Elle a donc décidé de mener une campagne d'inspections dédiée au contrôle des mesures prises par les exploitants pour assurer la maîtrise de la configuration des circuits des installations.

En 2023, l'ASN a ainsi réalisé dix inspections dédiées. Sur chaque centrale nucléaire inspectée, l'ASN a examiné le pilotage de l'ensemble des processus qui contribuent à la maîtrise de la configuration des circuits. Les inspecteurs ont également procédé à des contrôles de la conformité des configurations des installations et ont pu observer la réalisation de certaines activités. Les inspecteurs ont enfin procédé à des entretiens d'explicitation avec des personnels chargés de ces activités.

Ces inspections ont mis en lumière la qualité du suivi des processus liés à ces thématiques par les instances concernées des centrales nucléaires. Toutefois, les inspecteurs ont pointé plusieurs sujets qui méritent des améliorations de la part d'EDF.

Les défauts de préparation et la rigueur dans l'appropriation et la réalisation des activités sont les contributeurs majeurs aux défauts de mise en configuration des circuits. Certains intervenants rencontrent par ailleurs des difficultés à percevoir l'impact sur la sûreté que pourrait avoir la mauvaise réalisation de certaines interventions sur les matériels.

L'ASN a noté favorablement la réactivité de certains sites qui, conscients de leurs difficultés, ont mis en place des plans d'action visant notamment à sacrifier le temps de préparation et de réalisation des activités.

Par ailleurs, cette campagne d'inspections a permis d'identifier des manques de coordination entre les équipes chargées de la maintenance de l'installation et celles chargées de son exploitation. Les équipes d'exploitation sont régulièrement amenées à configurer des circuits pour que les équipes de maintenance puissent réaliser en sécurité leurs opérations. Dans certains cas, ces opérations de maintenance ne sont finalement pas réalisées. Dans une telle situation, des équipements sont rendus indisponibles inutilement alors qu'ils pourraient être utiles à la gestion d'un incident ou d'un accident.

Chacune des inspections a conduit l'ASN à formuler à l'attention d'EDF des demandes d'amélioration. Cette campagne sera poursuivie en 2024 pour couvrir l'ensemble des centrales nucléaires.

l'installation en salle ou sur simulateur, pour contrôler les modalités d'application des consignes et les pratiques d'intervention et de communication au sein de ces équipes. L'ASN a aussi mené en 2023 des inspections réactives sur les sites où la conduite des installations a été perturbée par des aléas d'exploitation ; ces inspections visaient à vérifier le respect des procédures applicables lors de la gestion de ces aléas.

À l'issue de ces inspections, l'ASN a jugé satisfaisante la mise en œuvre des dispositions de conduite en cas d'incident ou d'accident. Néanmoins, l'ASN a constaté lors des mises en situation que des erreurs et imprécisions entachent encore les documents opératoires alors que des vérifications régulières sont normalement prévues pour éviter ces anomalies. L'ASN reste donc attentive à la bonne mise en œuvre des processus de vérification des documents opératoires et au traitement des anomalies constatées. Par ailleurs, l'ASN a constaté des écarts d'application de procédures lors de certains transitoires incidentels. EDF doit analyser l'origine de ces défauts d'application et faire évoluer si besoin la documentation, l'organisation ou la formation des intervenants afin qu'ils ne se reproduisent pas.

L'organisation de crise

Lorsque la situation de l'installation se dégrade ou que des moyens supplémentaires sont nécessaires à la gestion de la situation, les procédures de conduite en cas d'incident ou d'accident prévoient le déclenchement du PUI, qui entraîne la mise en place d'une organisation de crise.

En 2023, quatre centrales nucléaires ont déclenché leur organisation de crise, décrite dans le PUI :

- pour un incendie en zone contrôlée à la [centrale nucléaire de Cattenom](#) le 3 mars ;
- pour un incendie hors zone contrôlée, c'est-à-dire dans un bâtiment industriel ne contenant pas de substances radioactives,

à trois reprises : le 14 avril à la [centrale nucléaire de Flamanville](#), le 30 juillet à la [centrale nucléaire du Bugey](#) et le 17 octobre à la [centrale nucléaire du Blayais](#).

Ces quatre situations ont eu un impact limité au sein de l'installation et n'ont pas nécessité d'action de protection des populations.

En 2023, afin d'éprouver l'organisation de crise d'EDF et des pouvoirs publics, l'ASN a participé à des [exercices nationaux](#). Quatre exercices de ce type ont eu lieu sur des centrales nucléaires (Saint-Laurent-des-Eaux, Golfech, Chooz et Nogent-sur-Seine) et ont permis de tester l'organisation de crise de ces sites et les échanges avec les autorités.

L'ASN a également procédé à plusieurs inspections sur l'organisation et les moyens de crise d'EDF. Ces inspections, dont certaines reposent sur une mise en situation inopinée induisant le déclenchement de l'organisation de crise du site, ont également été l'occasion de tester l'opérationnalité du dispositif sur des sujets spécifiques (résilience de l'organisation, matériels locaux de crise, documentation, formation, etc.). Dans l'ensemble, ces exercices et inspections ont permis de s'assurer que les sites d'EDF disposent d'un niveau d'appropriation des principes d'organisation, de préparation et de gestion des situations d'urgence leur permettant d'assurer les actions requises en cas de crise. L'ASN souligne en outre le professionnalisme et la motivation des équipiers d'astreinte mobilisés. Toutefois, EDF doit poursuivre ses efforts pour maintenir en condition opérationnelle certains moyens mobilisables en situation d'urgence et doit accroître sa vigilance sur les travaux réalisés dans les locaux de crise ou à proximité de matériels nécessaires à la crise. Enfin, EDF doit poursuivre ses efforts sur la préparation des situations d'urgence d'origine non radiologique.

2.4.3 Le processus de retour d'expérience

La prise en compte par EDF du REX issu de l'exploitation de ses installations et de celles d'autres exploitants est indispensable à l'amélioration continue de la sûreté. Cette prise en compte repose sur la collecte et l'analyse des événements.

Les événements significatifs sont analysés individuellement. Cette analyse vise à identifier leurs causes profondes et les évolutions à apporter pour éviter leur reproduction. Des analyses de tendances et des signaux faibles sont régulièrement réalisées par EDF pour identifier le plus en amont possible des dégradations du niveau de sûreté des installations.

EDF prête une attention particulière à la détection et à l'analyse des événements significatifs potentiellement génériques qui sont détectés sur un réacteur, mais qui pourraient en affecter plusieurs.

2.4.4 L'évaluation du processus de retour d'expérience

Le processus de retour d'expérience

L'ASN analyse les déclarations et comptes-rendus d'événement significatif transmis par EDF afin de s'assurer de leur pertinence. Elle mène aussi des inspections sur les centrales nucléaires pour s'assurer de la bonne mise en œuvre du processus de REX.

La qualité et la disponibilité des ressources affectées à l'analyse approfondie des événements significatifs sont satisfaisantes sur l'ensemble des sites, ce qui constitue un point positif. Pour les aspects techniques, les analyses révèlent que les causes apparentes et les causes profondes sont correctement identifiées et traitées par des mesures adéquates. L'ASN estime qu'EDF doit encore progresser sur l'évaluation de l'efficacité des actions correctives et sur les conditions de clôture de ces actions. La capitalisation des enseignements et le partage du REX restent des points à surveiller.

Pour ce qui est de l'investigation des causes en matière de FOH, l'ASN estime que les analyses se limitent encore trop souvent aux défaillances humaines sans suffisamment investiguer les déterminants de la situation de travail ou les processus organisationnels impliqués. Même si des améliorations sont observées depuis 2022 dans les analyses des ESS, l'implication des spécialistes des FOH reste hétérogène et insuffisante sur plusieurs sites.

Les déclarations d'événements significatifs par EDF

En application des règles relatives à la déclaration des [événements significatifs](#) (voir chapitre 3, point 3.3), l'ASN a reçu de la part d'EDF, en 2023, 714 déclarations d'événements significatifs au titre de la sûreté (ESS), 140 au titre de la radioprotection (ESR) et 46 au titre de la protection de l'environnement (ESE). Le nombre d'événements significatifs a augmenté de 2,4% en 2023 par rapport à l'année précédente, en particulier les ESS (740 en 2020, 762 en 2021, 687 en 2022).

Le graphique 1 présente l'évolution du nombre d'événements significatifs déclarés par EDF et classés sur l'[échelle INES](#) (*International Nuclear and Radiological Event Scale* – Échelle internationale des événements nucléaires et radiologiques, graduée de 0 à 7 par ordre croissant de gravité) depuis 2013.

Le graphique 2 présente l'évolution depuis 2013 du nombre d'événements significatifs en fonction du domaine de déclaration. Les événements hors échelle INES sont également pris en compte.

Les événements significatifs affectant plusieurs réacteurs nucléaires sont regroupés sous l'appellation d'événements significatifs à caractère générique. Ont été déclarés, en 2023, 16 événements de ce type dans le domaine de la sûreté nucléaire (26 en 2020, 31 en 2021, 21 en 2022).

En 2023, deux événements significatifs de niveau 2 ont été déclarés par EDF. Le premier événement est lié à la [découverte de fissures importantes de CSC](#). Le second événement concerne la contamination externe d'un intervenant à la centrale nucléaire de Cattenom (voir encadré page 317).

2.4.5 La protection contre les agressions d'origine interne ou externe

Les centrales nucléaires doivent pouvoir faire face à des agressions de natures variées, qui trouvent leur origine à l'intérieur ou à l'extérieur des installations. Les principales agressions présentant un enjeu pour la sûreté sont détaillées ci-dessous.

Les risques liés aux incendies

Un incendie peut entraîner des défaillances d'équipements nécessaires à la maîtrise des fonctions fondamentales de sûreté. Des dispositions doivent donc être mises en œuvre pour protéger les parties sensibles des installations contre l'incendie.

Les centrales nucléaires, comme les autres INB, sont soumises à la [décision n° 2014-DC-0417 de l'ASN du 28 janvier 2014](#) relative aux règles applicables aux INB pour la maîtrise des risques liés à l'incendie.

La prise en compte du risque d'incendie dans les centrales nucléaires repose sur le principe de défense en profondeur fondé sur les trois niveaux que sont la conception des installations, la prévention, ainsi que la détection et la lutte contre l'incendie.

Les règles de conception visent à empêcher l'extension d'un incendie et à en limiter les conséquences; elles reposent principalement sur la «sectorisation incendie». Il s'agit d'un découpage de l'installation en secteurs et zones de cantonnement conçu pour circonscrire le feu dans un périmètre donné et délimité par des éléments (portes, murs et clapets coupe-feu) présentant une durée de résistance au feu spécifiée. Celle-ci a notamment pour objectif d'éviter la transmission d'un incendie à deux matériels assurant de manière redondante une fonction fondamentale de sûreté.

Les risques liés aux explosions

Une explosion peut endommager des éléments essentiels au maintien de la sûreté ou conduire à une rupture du confinement et à la dispersion de substances radioactives dans l'installation, voire dans l'environnement. Des dispositions doivent donc être mises en œuvre par l'exploitant pour protéger les parties sensibles de l'installation.

Les risques liés aux inondations internes

Une inondation interne, c'est-à-dire provenant de l'intérieur de l'installation, peut entraîner des défaillances d'équipements nécessaires à la maîtrise des fonctions fondamentales de sûreté. L'inondation peut être notamment induite par un séisme. Des dispositions sont donc prises pour prévenir les inondations internes (maintenance des tuyauteries véhiculant de l'eau, etc.) ou maîtriser leurs conséquences (présence de siphons de sol et pompes d'exhaure permettant d'évacuer l'eau, mise en place de seuils ou de portes étanches pour éviter la propagation de l'inondation, etc.).

Les risques liés aux séismes

Bien que la sismicité soit modérée en France, la prise en compte de ce risque par EDF dans la démonstration de sûreté de ses réacteurs électronucléaires fait l'objet d'une attention soutenue de la part de l'ASN, compte tenu des conséquences potentielles sur la sûreté des installations. Des dispositions parasismiques sont prises dès la conception des installations et sont réexaminées périodiquement au regard de l'évolution des connaissances, à l'occasion des réexamens périodiques.

La [règle fondamentale de sûreté \(RFS\) n° 2001-01 du 31 mai 2001](#) définit la méthodologie pour déterminer le risque sismique pour les INB de surface.

Cette RFS est complétée par le [Guide de l'ASN 2/01](#) de mai 2006, qui définit les méthodes de calcul acceptables pour l'étude du comportement sismique des bâtiments nucléaires et d'ouvrages particuliers comme les digues, les galeries et les canalisations enterrées, les soutènements ou les réservoirs.

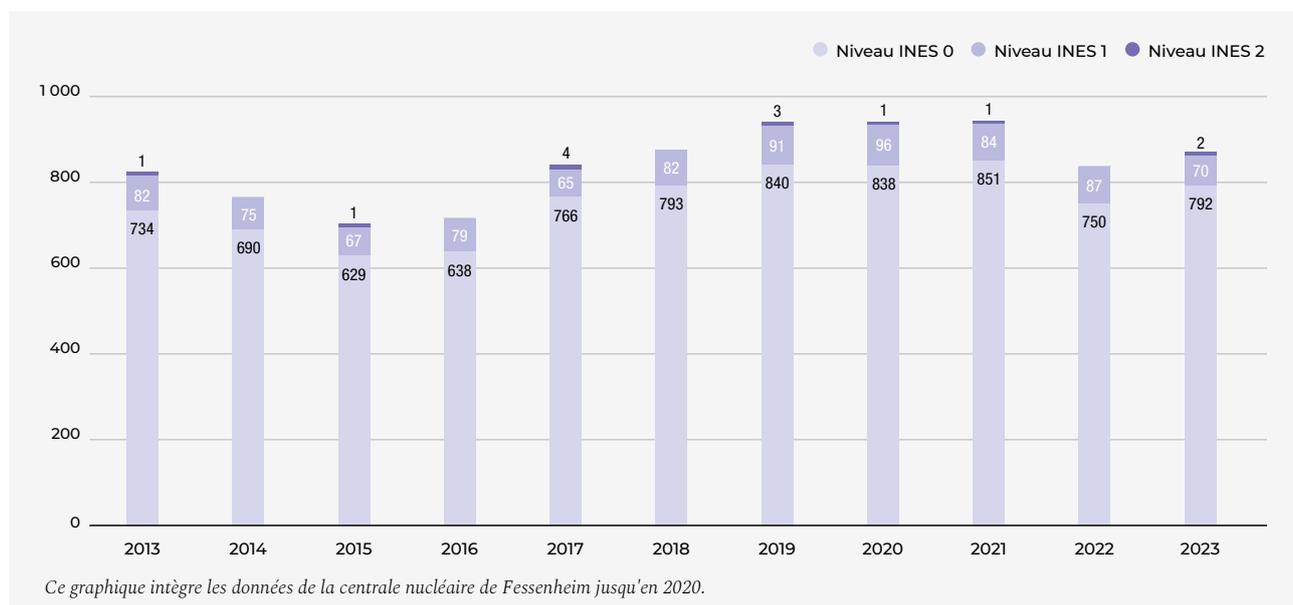
La conception des bâtiments et matériels importants pour la sûreté des centrales nucléaires doit ainsi leur permettre de résister à des séismes d'intensité supérieure aux plus forts séismes connus survenus dans la région. Les centrales nucléaires d'EDF doivent donc pouvoir faire face à des niveaux de séisme intégrant les spécificités géologiques locales de chacune d'entre elles.

Dans le cadre des réexamens périodiques, la réévaluation sismique consiste à vérifier la pertinence du dimensionnement sismique de l'installation en tenant compte du progrès des connaissances en matière de sismicité de la région du site ou aux méthodes d'évaluation du comportement sismique des éléments de l'installation. Les enseignements tirés du REX international sont également analysés et intégrés dans ce cadre. Les réévaluations sismiques conduisent régulièrement EDF à renforcer la résistance de ses installations.

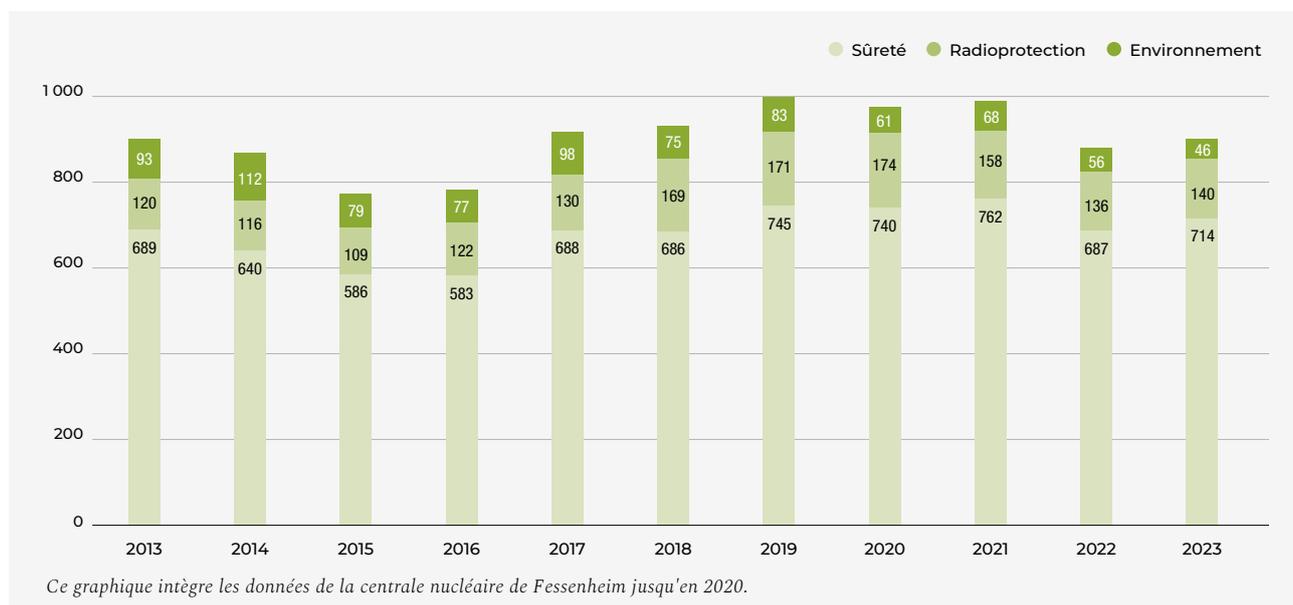
Les risques liés aux canicules et aux sécheresses

Au cours des événements caniculaires de 2003 et 2006, certains cours d'eau nécessaires au refroidissement de centrales nucléaires ont connu une réduction de leur débit et un échauffement significatifs. Par ailleurs, des augmentations notables de température ont été relevées dans certains locaux des centrales nucléaires abritant des équipements sensibles à la chaleur.

GRAPHIQUE 1 Évolution du nombre d'événements significatifs classés sur l'échelle INES dans les centrales nucléaires d'EDF de 2013 à 2023



GRAPHIQUE 2 Évolution du nombre d'événements significatifs par domaine dans les centrales nucléaires d'EDF de 2013 à 2023



[EDF a pris en compte ce REX](#) et a réalisé des études de réévaluation du fonctionnement de ses installations dans des conditions de températures de l'air et de l'eau plus sévères que celles retenues initialement à la conception. En parallèle du développement de ce référentiel de sûreté portant sur les situations dites de « grands chauds », EDF a modifié ses installations (par exemple pour augmenter la capacité de certains échangeurs) et mis en place des pratiques d'exploitation qui optimisent la capacité de refroidissement des équipements et améliorent la tenue des matériels sensibles aux températures élevées.

Dans le cadre des réexamens périodiques des réacteurs, EDF prend en compte le changement climatique et continue à améliorer la capacité de ses installations à se prémunir des effets d'une situation de canicule. Il est notamment prévu d'améliorer la capacité de certains systèmes de refroidissement de matériels requis pour la démonstration de sûreté nucléaire. EDF a également engagé un programme de veille climatique afin d'anticiper les évolutions du climat qui pourraient remettre en cause les hypothèses de températures retenues dans son référentiel.

Comme pour les autres agressions, l'ASN demande à EDF de tirer le REX des différents événements caniculaires, ainsi que leurs effets sur les installations.

La prise en compte des agressions naturelles d'intensité extrême

À la suite de l'[accident de la centrale nucléaire de Fukushima](#) survenu le 11 mars 2011, les [évaluations complémentaires de sûreté](#) ont conduit l'ASN à prescrire la mise en place d'un noyau dur de dispositions matérielles et organisationnelles pour faire face aux situations découlant d'agressions naturelles externes d'intensité extrême, dont la sévérité dépasse celle considérée jusqu'alors dans le référentiel de sûreté de chaque installation. Les agressions naturelles externes retenues pour la conception du noyau dur sont les suivantes : le séisme, l'inondation (dont les pluies de forte intensité) et les phénomènes associés (vents extrêmes, foudre, grêle), ainsi que la tornade.

2.4.6 L'évaluation de la maîtrise des risques liés aux agressions

L'ASN contrôle la prise en compte des risques liés aux agressions dans les centrales nucléaires en se fondant notamment sur la réévaluation de la conception des installations dans le cadre des réexamens périodiques, l'analyse des référentiels de sûreté de l'exploitant, l'examen des événements significatifs et les inspections réalisées sur les sites.

L'accident de la centrale nucléaire de Fukushima a conduit EDF à renforcer son organisation pour la maîtrise des risques liés aux agressions. En particulier, des réseaux de référents ont été constitués pour l'ensemble des centrales afin de piloter la mise en œuvre des actions définies pour faire face à ces risques. Des revues annuelles sont également menées afin d'améliorer cette organisation.

De manière générale, l'ASN considère que des efforts importants sont encore nécessaires sur la majorité des sites pour améliorer la maîtrise des risques liés aux agressions, en particulier en ce qui concerne :

- la maintenance des équipements (batardeaux, portes coupe-feu, capteurs, siphons de sol, etc.);
- les analyses de risque lors des opérations de maintenance et en cas de détection d'un dysfonctionnement d'un équipement;
- le respect des échéances des actions correctives identifiées lors des revues annuelles;
- la formation des référents et la sensibilisation du personnel d'EDF et de ses prestataires.

Les risques liés aux incendies

L'ASN ne constate pas d'évolution notable concernant la maîtrise des risques liés aux incendies au sein des centrales nucléaires. Si des progrès sont notés sur certains sites, la majorité reste stable, avec un niveau de performance global en deçà des attentes. Le nombre de départs de feu en 2023 est similaire à celui de 2022. Quatre départs de feu survenus en 2023, dont un en zone contrôlée, ont conduit au déclenchement du PUI sur le site concerné.

L'ASN a constaté certaines améliorations dans le pilotage de la gestion du risque d'incendie dans les centrales nucléaires, notamment dans la gestion de la détection et dans la formation des personnels. Toutefois, l'ASN a également noté la nécessité d'améliorer certains domaines, tels que le contrôle des éléments de sectorisation et le traitement des anomalies les concernant ou l'entreposage temporaire des matières combustibles lors des chantiers et des opérations de maintenance. EDF a également poursuivi ses actions visant à améliorer la maîtrise des risques liés à l'incendie dans les locaux identifiés comme étant particulièrement sensibles à cette agression au regard des conséquences potentielles pour la sûreté.

Enfin, l'ASN note qu'EDF travaille au déploiement d'une nouvelle organisation de lutte contre l'incendie sur ses sites afin de pouvoir attaquer plus efficacement les feux et éviter leur propagation. Des évolutions sont ainsi prévues en matière d'équipements de protection individuelle des personnels, de formation et d'organisation avec les services départementaux d'incendie et de secours (SDIS), qui doivent être déployées à partir de 2024 sur les centrales nucléaires. Cela se traduira sur plusieurs sites par une amélioration des capacités d'intervention en lien avec les SDIS.

Les risques liés aux explosions

L'ASN contrôle les mesures de prévention et de surveillance du risque d'explosion mises en œuvre par EDF. L'ASN s'assure également, en lien avec ses missions d'inspection du travail, du respect de la réglementation relative aux « atmosphères explosives » (ATEX) pour la protection des travailleurs.

L'ASN considère que le niveau de maîtrise des risques liés aux explosions n'est pas encore à l'attendu pour l'ensemble des sites. L'application de la doctrine de maintenance et de contrôle par EDF n'est pas satisfaisante, notamment en ce qui concerne les risques liés à la présence d'hydrogène sur les installations. L'ASN note toutefois les efforts entrepris par EDF pour réduire les écarts constatés, notamment par la mise en place d'un suivi renforcé et le déploiement de plans d'action spécifiques. L'ASN considère qu'EDF doit continuer à porter une attention toute particulière sur ce sujet, afin qu'il soit traité avec la rigueur nécessaire sur l'ensemble des sites.

Les risques liés aux inondations internes

En 2019, l'ASN a demandé à EDF de compléter sa démarche mise en œuvre pour mieux maîtriser le risque d'inondation interne, notamment pour s'assurer du bon fonctionnement des siphons de sol, renforcer la maintenance des tuyauteries susceptibles de conduire à une inondation interne et assurer une meilleure maîtrise de leur vieillissement. En réponse à ces demandes, EDF a mis en place des actions d'amélioration.

Par ailleurs, EDF poursuit ses visites sur le terrain visant à recenser les tuyauteries pouvant être à l'origine d'une inondation interne dans les bâtiments électriques, qui sont particulièrement sensibles à ce risque, afin d'évaluer la nécessité de renforcer leur maintenance. Conformément aux demandes de l'ASN, EDF étendra ces recensements aux autres bâtiments. L'ASN constate de façon positive qu'EDF a engagé une rénovation des circuits de certains systèmes de réfrigération particulièrement sensibles à la corrosion.

LE CONTRÔLE DES FOURNISSEURS DE MATÉRIELS IMPORTANTS POUR LA SÛRETÉ NUCLÉAIRE

L'ASN a réalisé, en 2023, 53 inspections de la chaîne d'approvisionnement des matériels importants pour la sûreté destinés aux centrales nucléaires.

Elles ont permis d'évaluer la maîtrise des fabrications par ces fournisseurs, ainsi que la surveillance exercée par EDF.

Parmi ces inspections, 38 étaient en lien avec la fabrication d'ESPN et l'approvisionnement des gros composants forgés à destination des premiers réacteurs EPR 2 et des réacteurs en fonctionnement d'EDF. Ces inspections se sont déroulées en France, en Espagne, en Italie et au Japon, principalement dans les usines de fabrication. L'ASN a ainsi pu contrôler la qualité des fabrications et vérifier comment étaient exercées les responsabilités des fabricants d'ESPN, des organismes habilités pour l'évaluation de la conformité des ESPN et d'EDF dans le cadre de la surveillance de l'approvisionnement des ESPN.

Ces inspections ont permis de relever certaines bonnes pratiques dans l'exécution des activités confiées aux fournisseurs. Cependant, elles ont également pu mettre en évidence un manque de connaissance et de diffusion au sein de la chaîne de sous-traitance de certaines exigences réglementaires, un manque de maîtrise de certains procédés spéciaux, ainsi que la nécessité d'améliorer la qualité de la surveillance exercée par EDF sur ses fournisseurs.

Lors de ces inspections, l'ASN a pu évaluer les dispositions prises pour limiter le risque de falsification et de contrefaçon pendant la fabrication des matériels. L'ASN constate que le nombre de cas d'irrégularités identifiés augmente.

Ces constats ont été partagés avec EDF, afin qu'ils donnent lieu à la mise en œuvre d'actions d'amélioration.

L'ASN poursuivra en 2024 son engagement à l'international sur le contrôle des fournisseurs, dans le cadre du Comité sur les activités nucléaires réglementaires (*Committee on Nuclear Regulatory Activities* – CNRA) de l'Agence pour l'énergie nucléaire (AEN). Cet engagement se traduit par une participation active au groupe de travail sur la chaîne d'approvisionnement (*Working Group on Supply Chain* – WGSUP) regroupant des autorités de sûreté nucléaire.

Au sein de ce groupe de travail, l'ASN partage avec ses homologues les conclusions des inspections réalisées et participe à des actions d'inspection communes, à l'image d'une inspection internationale pilotée par l'autorité de sûreté nucléaire britannique (*Office for Nuclear Regulation* – ONR) en 2023 chez un fournisseur d'équipements nucléaires au Japon.

Enfin, dans le cadre des quatrièmes réexamens périodiques des réacteurs de 900 MWe et de 1300 MWe, EDF a fait évoluer sa démonstration de sûreté relative aux risques d'inondation interne, en considérant notamment plusieurs possibilités de cheminement de l'eau et a défini des dispositions complémentaires pour limiter les risques.

Les risques liés aux séismes

Les programmes d'inspection mis en œuvre par EDF conduisent à déclarer régulièrement des événements significatifs pour la sûreté pour défaut de résistance au séisme de certains matériels. Ces événements résultent d'actions de contrôle ciblées, progressivement déployées par EDF. Ces non-conformités peuvent avoir, en cas de séisme, des conséquences importantes, qui sont alors systématiquement analysées.

[Le 11 novembre 2019, un séisme s'est produit](#) au niveau de la commune du Teil. Il a conduit EDF à mettre en œuvre, sur la [centrale nucléaire de Cruas-Meysses](#), la procédure de conduite prévue en cas de séisme. En effet, les mouvements sismiques détectés sur ce site ont atteint le niveau nécessitant la mise à l'arrêt des réacteurs afin de procéder à des vérifications. Un programme d'inspection a ensuite été défini et réalisé avant le redémarrage des réacteurs. L'ASN a demandé à EDF dès novembre 2019 de déterminer si ce séisme devait conduire à revoir les niveaux de séisme à retenir pour la protection des sites des centrales nucléaires du Tricastin et de Cruas-Meysses. Après des investigations de terrain, EDF a défini un nouveau spectre de dimensionnement pour le site de Cruas-Meysses. Ce spectre sera utilisé afin de lancer les études de réévaluation sismique associées au quatrième réexamen périodique de ce site.

Par ailleurs, l'ASN a demandé à EDF de poursuivre ses investigations afin d'obtenir une meilleure caractérisation des failles existantes autour des centrales nucléaires du Tricastin et de Cruas-Meysses.

Le 16 juin 2023, un séisme s'est produit au niveau de la commune de La Laigne, entre La Rochelle et Niort. Ce séisme a été ressenti sur les centrales de Civaux, du Blayais et de Chinon. L'intensité de ce séisme n'a pas entraîné le déclenchement des alarmes liées à l'ébranlement des bâtiments réacteurs. Cependant, par précaution, des rondes de sécurité sur les installations ont permis de vérifier l'absence d'anomalie au niveau du génie civil.

Les risques liés aux températures extrêmes

Les inspections portant sur les risques associés aux températures extrêmes mettent en évidence que l'organisation d'EDF doit être améliorée sur une majorité de sites. En particulier, l'ASN constate sur plusieurs sites un manque d'anticipation de la préparation de la mise en configuration estivale et hivernale de l'installation, ce qui a conduit à des demandes d'actions correctives.

EDF a mené lors des derniers étés, à la demande de l'ASN, des essais de fonctionnement des groupes électrogènes de secours à moteur diesel en période de température élevée. Ces essais permettent de conforter la démonstration de la qualification de ces matériels.

Le REX mené par EDF à la suite des épisodes caniculaires de l'été 2022 n'a pas conduit à identifier la nécessité de faire évoluer les mesures déjà en place.

2.5 LA CONFORMITÉ ET LA MAINTENANCE DES INSTALLATIONS

2.5.1 La maintenance des installations et la maîtrise des activités sous-traitées

La maintenance des installations

La maintenance préventive constitue une ligne de défense essentielle pour assurer la conformité d'une installation à son référentiel de sûreté.

Afin d'améliorer la fiabilité des équipements importants pour la sûreté, mais aussi la performance industrielle, EDF optimise ses activités de maintenance en s'inspirant des pratiques de l'industrie conventionnelle et des exploitants de centrales nucléaires à l'étranger. EDF a décidé en 2008 de déployer la méthodologie de maintenance dénommée « AP913 », développée par les exploitants nucléaires américains et reposant sur deux axes principaux : l'évolution des organisations pour développer le suivi de la fiabilité des matériels et des systèmes et la mise en œuvre d'un nouveau type de programmes de maintenance préventive.

Le diagnostic de la mise en œuvre de l'AP913 réalisé par EDF mi-2016 a fait apparaître des difficultés liées à la mise en œuvre du suivi des performances et à l'augmentation des tâches de maintenance générée par les programmes de maintenance AP913.

EDF a ainsi défini en 2017 de nouvelles orientations stratégiques en matière de maintenance et de fiabilité. Elle a précisé les rôles des différents services et métiers liés à la réalisation de la maintenance, en réaffirmant que les services de maintenance sont responsables de la maîtrise d'ouvrage des matériels qu'ils entretiennent, en particulier dans un contexte de poursuite du fonctionnement des réacteurs au-delà de 40 ans. EDF a également mis en place des bilans de fonction pour obtenir une vision intégrée des matériels et systèmes participant à chaque fonction, ainsi qu'une nouvelle phase de son projet de maîtrise des volumes de maintenance.

La maîtrise des activités sous-traitées

La réalisation des opérations de maintenance des réacteurs est en grande partie sous-traitée par EDF à des entreprises extérieures. EDF motive le recours à la sous-traitance par le besoin de faire appel à des compétences pointues ou rares et par la forte saisonnalité des arrêts de réacteur et donc le besoin d'absorber les pics de charge.

Le choix d'EDF de recourir à la sous-traitance ne doit pas remettre en cause les compétences techniques qu'elle doit conserver pour exercer sa responsabilité d'exploitant en matière de protection des personnes et de l'environnement et être en mesure de surveiller effectivement la qualité des travaux effectués par les sous-traitants. Une sous-traitance mal maîtrisée est en effet susceptible de conduire à une mauvaise qualité du travail réalisé et d'avoir un impact négatif sur la sûreté de l'installation et la radioprotection des intervenants.

EDF met en place les dispositions nécessaires pour maîtriser les risques associés aux activités sous-traitées et les actualise régulièrement. EDF a ainsi renforcé la préparation des arrêts de réacteur afin, notamment, de sécuriser la disponibilité des ressources humaines et matérielles.

2.5.2 L'évaluation de la maintenance et des activités sous-traitées

La maintenance des installations

La maintenance fait l'objet de contrôles réguliers par l'ASN lors de ses inspections au sein des centrales nucléaires. L'organisation des centrales nucléaires pour mener à bien les opérations de maintenance conséquentes a été assez satisfaisante en 2023.

À cet égard, l'ASN constate au travers de ses inspections que les différents sites ont, dans l'ensemble, déployé les évolutions de la politique de maintenance engagées par EDF à partir de 2016. Toutefois, l'ASN relève que la charge industrielle importante de certains sites est parfois un frein à la mise en place de ces évolutions. De plus, des axes d'amélioration demeurent, concernant par exemple la prise en compte des différents risques, la préparation des activités et l'exécution de la surveillance des activités confiées à des prestataires.

La gestion des pièces de rechange demeure également en 2023 une source de défauts de maîtrise des activités. Des documents nationaux d'EDF mal appliqués ou des documents opérationnels incorrects sont aussi à l'origine d'opérations de maintenance inadéquates ou de défauts de qualité de maintenance.

En 2022, l'ASN avait constaté plusieurs anomalies concernant des programmes de contrôle réalisés au titre de la maintenance de certains matériels (dispositifs autobloquants, ancrages). Ces anomalies avaient parfois conduit EDF à engager des programmes complets de nouveaux contrôles sur certains réacteurs. Après le retard pris initialement dans la mise en œuvre de ces programmes, il est à noter que, en 2023, des améliorations ont été observées dans leur mise en œuvre même si des difficultés persistent.

Enfin, les événements significatifs ayant pour cause des non-qualités de maintenance non détectées par la surveillance ou par les analyses de premier niveau sont restés nombreux. À cet égard,

LES ARRÊTS DE RÉACTEUR

Les réacteurs électronucléaires doivent être arrêtés périodiquement pour renouveler leur combustible, qui s'épuise pendant le cycle de production d'électricité. Un tiers ou un quart du combustible est ainsi renouvelé à chaque arrêt.

Ces arrêts rendent momentanément accessibles certaines parties de l'installation qui ne le sont pas en phase de production. Ils sont donc mis à profit par EDF pour réaliser des opérations de contrôle, d'essais et de maintenance, ainsi que pour réaliser des travaux sur l'installation.

Ces arrêts pour renouvellement du combustible peuvent être de plusieurs types :

- arrêt pour simple rechargement et arrêt pour visite partielle : d'une durée de quelques semaines, ces arrêts sont consacrés au renouvellement d'une partie du combustible et à la réalisation d'un programme de vérification et de maintenance, plus important lors d'une visite partielle que lors d'un arrêt pour simple rechargement ;
- arrêt pour visite décennale : il s'agit d'un arrêt faisant l'objet d'un programme de vérification et de maintenance approfondi. Ce type d'arrêt, qui dure plusieurs mois et intervient tous les dix ans, permet à l'exploitant de procéder à des opérations lourdes telles que la visite complète et l'épreuve hydraulique du circuit primaire, l'épreuve de l'enceinte de confinement ou l'intégration des évolutions de conception résultant des réexamens périodiques.

Ces arrêts sont planifiés et préparés par l'exploitant plusieurs mois à l'avance. L'ASN contrôle les dispositions prises par l'exploitant pour assurer la sûreté de l'installation, la protection de l'environnement et la radioprotection des travailleurs pendant l'arrêt, ainsi que la sûreté du réacteur pour le cycle de production à venir.

Le contrôle réalisé par l'ASN, au regard des dispositions de la [décision n° 2014-DC-0444 du 15 juillet 2014 relative aux arrêts et aux redémarrages des REP](#), s'effectue par sondage. Il porte principalement sur les activités présentant le plus d'enjeux pour la sûreté, ainsi que sur le traitement des éventuels aléas. Il se compose d'inspections sur site et de contrôles documentaires, tout au long de l'arrêt et particulièrement avant le redémarrage du réacteur. C'est à l'issue de ce contrôle que l'ASN donne ou non son accord au redémarrage du réacteur.

L'ASN constate que les essais de requalification ne permettent pas toujours de détecter les défauts des matériels à la suite d'activités de maintenance ou de modifications.

L'ASN considère important qu'EDF maintienne les efforts engagés pour remédier aux difficultés rencontrées et améliorer la qualité de ses activités de maintenance.

L'organisation pour la réalisation de la maintenance

L'ASN note que des problèmes de coordination avec les autres métiers et les équipes portant des projets subsistent. Concernant les activités de maintenance, des problèmes de coordination entre les différents services ont été relevés sur quelques sites, avec des organisations peu performantes pour la gestion de plusieurs activités en parallèle.

La maîtrise des activités sous-traitées

L'ASN contrôle les conditions de préparation (calendrier, ressources requises, etc.) et d'exercice des activités sous-traitées (relations avec l'exploitant, surveillance par l'exploitant, etc.). Elle vérifie aussi que les intervenants disposent des moyens nécessaires (outils, documents opératoires, etc.) à l'accomplissement de leur activité, notamment lorsque ces moyens sont mis à disposition par EDF.

Quelques améliorations ont été notées en 2023 dans la maîtrise de la qualité des activités sous-traitées. Des difficultés persistent cependant sur la qualité de la surveillance exercée (plans de surveillance inadaptés, surveillance trop axée sur l'assurance qualité et les règles de sécurité au détriment du geste technique, prestataires intervenant sans certaines compétences requises, etc.).

Les inspections de l'ASN montrent également une dynamique très positive au sein des centrales nucléaires pour améliorer la compétence des prestataires. EDF met en place des actions concrètes, comme la mise à disposition croissante d'espaces permettant une préparation sur maquette.

2.5.3 Le contrôle de la conformité des installations aux exigences qui leur sont applicables

Le maintien de la conformité des installations à leurs exigences de conception, de réalisation et d'exploitation est un enjeu majeur dans la mesure où cette conformité est essentielle pour s'assurer du respect de la démonstration de sûreté. Les processus mis en œuvre par l'exploitant, notamment lors des arrêts des réacteurs, contribuent au maintien de la conformité des installations.

L'identification et le traitement des écarts

Les contrôles engagés par EDF dans le cadre de son référentiel d'exploitation et les vérifications additionnelles demandées par l'ASN au titre, notamment, du REX peuvent conduire à la détection d'écarts par rapport aux exigences définies, qui doivent alors être traités. Ces écarts peuvent avoir diverses origines : problèmes de conception, défauts de réalisation lors de la construction, maîtrise insuffisante des opérations de maintenance, dégradations dues au vieillissement, défaillances organisationnelles, etc.

Les actions de détection et de correction des écarts, prescrites par l'[arrêté du 7 février 2012](#), jouent un rôle essentiel dans le maintien du niveau de sûreté des installations.

Les vérifications « au fil de l'eau »

La réalisation des programmes d'essais périodiques et de maintenance préventive sur les matériels et les systèmes contribue à identifier les écarts. Les visites de routine sur le terrain et les activités de contrôle technique et de vérification des activités considérées comme importantes pour la protection des personnes et de l'environnement constituent également des moyens efficaces pour détecter des écarts.

Les vérifications lors des arrêts de réacteur

EDF met à profit les arrêts des réacteurs nucléaires pour réaliser les travaux de maintenance et les contrôles qui ne peuvent pas être accomplis lorsque le réacteur est en production. Ces opérations permettent notamment de résorber les écarts déjà connus, mais peuvent également conduire à en détecter de nouveaux. Avant chaque redémarrage de réacteur, l'ASN demande à EDF de lister les écarts non résorbés, de mettre en œuvre des dispositions compensatoires adaptées et de justifier l'acceptabilité de ces écarts au regard de la protection des personnes et de l'environnement pour le cycle de production à venir.

Les vérifications décennales : les examens de conformité

EDF réalise des [réexamens périodiques](#) de la sûreté des réacteurs nucléaires tous les dix ans, conformément à la réglementation (voir point 3.2). EDF réalise alors une revue approfondie de l'état réel des installations par rapport aux exigences de sûreté qui leur sont applicables, notamment à partir du suivi en exploitation qu'elle a réalisé jusqu'alors, et répertorie les éventuels écarts. Ces vérifications sont complétées par un programme d'investigations complémentaires dont le but est de contrôler des parties de l'installation vis-à-vis de modes de dégradation qui ne font pas l'objet de contrôles dans le cadre du programme de maintenance préventive.

Les vérifications additionnelles en réponse à des demandes de l'ASN

En complément des actions menées par EDF dans le cadre de son référentiel d'exploitation, des vérifications complémentaires sont réalisées à la demande de l'ASN, que ce soit, par exemple, au titre du REX d'événements survenus sur d'autres installations, à la suite d'inspections ou à l'issue de l'examen des dispositions proposées dans le cadre des réexamens périodiques.

Les exigences de l'ASN en matière de remise en conformité

L'ASN a publié le 6 janvier 2015 le [Guide n° 21](#) relatif au traitement des écarts de conformité. Ce guide précise les attentes de l'ASN en matière de résorption des écarts de conformité et présente la démarche attendue de l'exploitant en application du principe de proportionnalité. Celle-ci s'appuie notamment sur une évaluation des conséquences potentielles ou avérées de tout écart identifié et sur la capacité de l'exploitant à assurer la sûreté du réacteur en cas d'accident par la mise en œuvre de dispositions compensatoires adaptées. Le guide rappelle par ailleurs le principe d'une résorption dès que possible des écarts de conformité, et définit en tout état de cause des délais maximaux.

2.5.4 L'évaluation du contrôle de la conformité des installations aux exigences qui leur sont applicables

État des matériels et conformité

L'ASN a constaté par le passé que les dispositions organisationnelles prises par EDF pour traiter les écarts présentaient des fragilités et que les délais de caractérisation, de contrôle et de traitement des écarts n'étaient pas toujours conformes aux exigences de l'arrêté du 7 février 2012. En conséquence, EDF a révisé en 2019 son référentiel interne relatif à la gestion des écarts afin d'améliorer leur traitement et d'assurer une information de l'ASN réactive et proportionnée aux enjeux de sûreté. Depuis l'application de ce nouveau référentiel interne, l'ASN constate qu'EDF résorbe, dans la majorité des situations, les écarts dans les délais requis. Ces efforts devront se poursuivre dans les années à venir, notamment à l'occasion des visites décennales.

Des événements significatifs portant sur plusieurs réacteurs ont à nouveau été déclarés en 2023 à la suite de la détection d'écarts de conformité ; certains écarts remontent à l'origine de la construction des réacteurs, d'autres ont été générés lors de la mise en œuvre de modifications ou d'actions de maintenance des installations.

L'ASN continuera à être particulièrement attentive à la conformité des installations en 2024, et poursuivra en conséquence les inspections sur l'état des matériels et des systèmes.

2.6 LA PRÉVENTION ET LA MAÎTRISE DES IMPACTS ENVIRONNEMENTAUX ET SANITAIRES ET DES RISQUES NON RADIOLOGIQUES

2.6.1 Les rejets, la gestion des déchets et les impacts sanitaires

La limitation des prélèvements et des rejets dans l'environnement

Les centrales nucléaires sont à l'origine de rejets d'effluents liquides et gazeux. Ces effluents, qui peuvent être radioactifs ou chimiques, ont pour origine le fonctionnement même du réacteur, dont principalement les opérations visant à assurer la qualité radiochimique du circuit primaire, le conditionnement chimique des circuits afin de contribuer à leur bon état, la production d'eau déminéralisée pour l'alimentation de certains circuits, les traitements biocides et les effluents de la station d'épuration des eaux usées du site.

Pour chaque site, l'ASN fixe les valeurs limites de prélèvement d'eau et de rejet d'effluents, en tenant compte des meilleures techniques disponibles dans des conditions techniquement et économiquement acceptables retenues par l'exploitant et en prenant en considération les caractéristiques de l'installation, son implantation et les conditions locales du milieu naturel. Elle vérifie que ces limites ont des impacts environnemental et sanitaire acceptables.

L'ASN fixe également les règles relatives à la maîtrise des nuisances et de l'impact sur la santé et l'environnement des réacteurs. Ces prescriptions concernent notamment la gestion et la surveillance des prélèvements d'eau et des rejets d'effluents, la surveillance de l'environnement et l'information du public et des autorités (voir chapitre 3, point 4.1).

Pour fixer ces prescriptions, l'ASN se fonde sur le REX de l'ensemble des réacteurs, tout en prenant en compte les évolutions de l'exploitation (changement du conditionnement des circuits, traitement antitartre, traitement biocide, etc.) et de la réglementation générale.

En 2023, l'ASN a mis à jour les décisions encadrant les modalités de prélèvement, de consommation d'eau et de rejet dans l'environnement et les limites de rejet d'effluents des centrales nucléaires du Blayais et du Tricastin.

Enfin, l'exploitant de chaque centrale nucléaire transmet chaque année à l'ASN un rapport annuel dédié à l'environnement qui contient notamment un bilan des prélèvements et des rejets dans l'environnement, de leurs impacts éventuels et des événements marquants survenus.

L'impact des rejets thermiques des centrales nucléaires

Les centrales nucléaires sont à l'origine de rejets d'effluents liquides chauds dans les cours d'eau ou dans la mer, soit de manière directe pour les centrales nucléaires fonctionnant en circuit dit « ouvert », soit après refroidissement de ces effluents par circulation dans des tours aéroréfrigérantes permettant une évacuation partielle de la chaleur dans l'atmosphère. Ces rejets thermiques conduisent à une élévation de la température du milieu naturel entre l'amont et l'aval du rejet qui peut aller, suivant les réacteurs, de quelques dixièmes de degrés à plusieurs degrés. Ces rejets thermiques sont réglementés par des décisions de l'ASN propres à chaque centrale nucléaire.

Depuis 2006, des dispositions sont intégrées aux décisions de l'ASN pour définir à l'avance les modalités de fonctionnement des centrales nucléaires dans des conditions climatiques exceptionnelles conduisant à un échauffement significatif des cours d'eau à l'amont des centrales nucléaires. Ces dispositions particulières ne sont néanmoins applicables que si la sécurité du réseau électrique est en jeu.

La gestion des déchets

Conformément aux dispositions du code de l'environnement, EDF procède à un tri à la source des déchets en distinguant notamment les déchets issus de zones nucléaires des autres déchets. EDF réalise pour chaque installation une synthèse de la gestion de ces déchets, présentant en particulier le descriptif des opérations à l'origine de la production des déchets, les caractéristiques des déchets produits ou à produire, une estimation des flux de production et un plan de zonage des déchets.

Par ailleurs, chaque site envoie annuellement à l'ASN le bilan de sa production de déchets et des filières d'élimination associées, une comparaison avec les résultats des années précédentes, un bilan de l'organisation du site et des différences constatées par rapport aux modalités de gestion prévues dans l'étude sur la gestion des déchets et la liste des faits marquants survenus et des perspectives.

La prévention des impacts sanitaires induits par le développement des légionelles et des amibes dans certains circuits de refroidissement des circuits secondaires des centrales nucléaires

Les circuits secondaires de refroidissement des réacteurs nucléaires équipés d'une tour aéroréfrigérante constituent des milieux favorables au développement des légionelles et des amibes. EDF assure la surveillance des concentrations en légionelles et amibes et engage des actions préventives et, le cas échéant, curatives conformément aux dispositions de la [décision n° 2016-DC-0578 de l'ASN du 6 décembre 2016](#) relative à la prévention des risques résultant de la dispersion de micro-organismes pathogènes (légionelles et amibes) par les installations de refroidissement des circuits.

Pour la plupart de ces réacteurs, les actions préventives et curatives, visant à limiter le développement des légionelles et amibes, reposent sur l'injection d'un biocide (la monochloramine) dans le circuit de refroidissement.

2.6.2 La prévention et la maîtrise des risques non radiologiques

La prévention des risques non radiologiques ayant des effets par voie aérienne

Les accidents dont les effets sont dits « non radiologiques » sont des accidents pouvant être induits par la libération de potentiels de danger non spécifiques à l'activité nucléaire, dans la mesure où ils ne concernent pas des substances radioactives. Ces potentiels de danger, qui peuvent être également présents dans d'autres industries relevant du régime des installations classées pour la protection de l'environnement (ICPE), sont associés aux entreposages et aux procédés mettant en œuvre des substances chimiques gazeuses ou liquides.

La prise en compte de ces accidents de nature non radiologique figure dans la démonstration de sûreté nucléaire selon les dispositions du titre III de l'[arrêté du 7 février 2012](#), au travers d'une étude spécifique dite étude des risques non radiologiques. Cette étude est établie avec la méthodologie applicable aux ICPE. L'objectif de cette étude est de justifier que les effets thermiques et toxiques, les projectiles ou les surpressions générés par la libération des potentiels de danger présents n'entraînent pas d'effets en dehors des limites du site. Cette justification repose, d'une part, sur l'identification des potentiels de dangers (entreposages ou procédés) et de leurs agresseurs potentiels; d'autre part, sur la caractérisation des phénomènes dangereux possibles et les mesures de prévention propres à en réduire la probabilité et les effets.

Chaque centrale dispose ainsi d'une étude des risques non radiologiques qui analyse et identifie, le cas échéant, les phénomènes dangereux possibles, ainsi que les dispositions matérielles et organisationnelles propres à prévenir ces phénomènes ou à en limiter les effets.

La prévention des pollutions liquides induites par les déversements accidentels de substances dangereuses

L'exploitation d'une centrale nucléaire induit, tout comme de nombreuses activités industrielles, la manipulation et l'entreposage de substances liquides chimiques dangereuses. La gestion de ces substances et la prévention des pollutions, qui relèvent de la responsabilité de l'exploitant, sont encadrées par l'[arrêté du 7 février 2012](#) et la [décision n° 2013-DC-0360 de l'ASN du 16 juillet 2013](#) et doivent répondre par ailleurs aux exigences des textes européens. L'exploitant a des obligations en matière de gestion opérationnelle de ces substances et d'identification des dangers potentiels associés. Il doit également pouvoir prendre les mesures nécessaires en cas de situation accidentelle ou accidentelle qui donnerait lieu à une pollution.

Ainsi, l'exploitant doit, par exemple, identifier précisément la localisation de chaque substance dangereuse sur son site, ainsi que les quantités associées. Les fûts et réservoirs sont tenus d'être étiquetés en conformité avec le règlement européen CLP (*Classification, Labelling, Packaging*) et de disposer de rétentions conçues pour pouvoir recueillir les éventuels déversements.

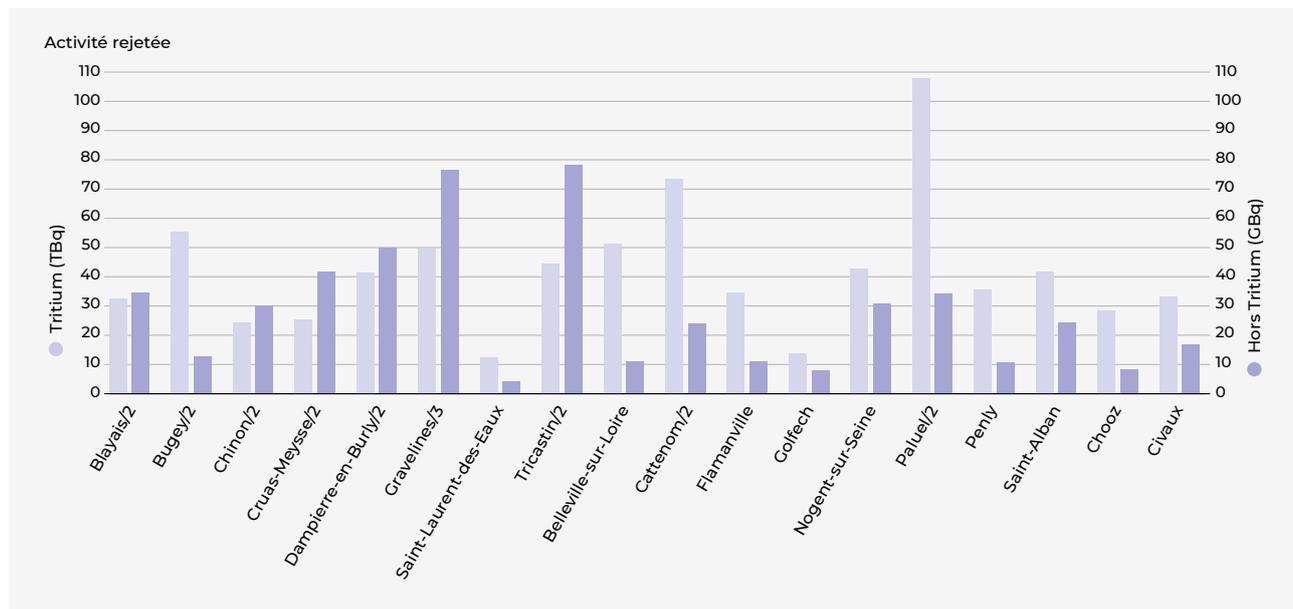
Par ailleurs, les centrales nucléaires doivent mettre en œuvre une organisation et des moyens pour prévenir la pollution du milieu naturel (nappe, fleuve, sol).

Depuis quelques années et à la demande de l'ASN, EDF mène des actions pour améliorer sa maîtrise du risque de pollution en travaillant à améliorer le confinement des substances liquides dangereuses sur ses sites.

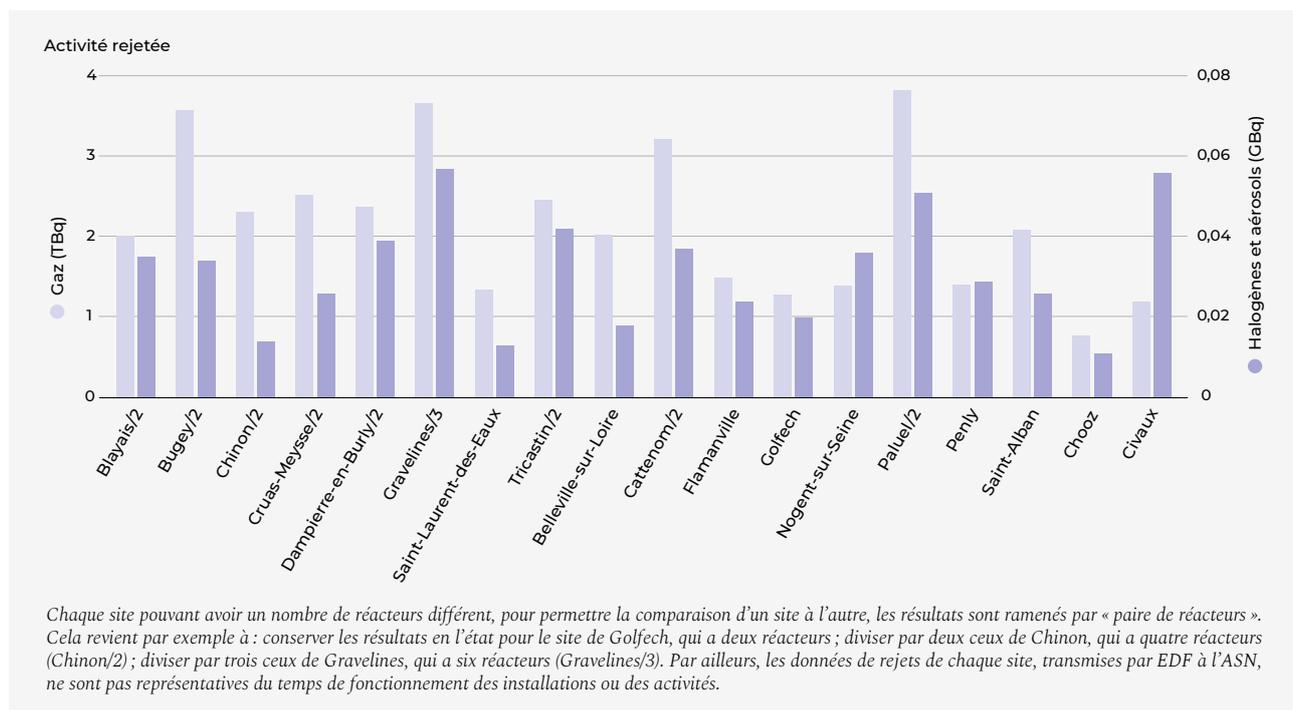
2.6.3 L'évaluation de la maîtrise des impacts environnementaux et sanitaires et des risques non radiologiques

L'ASN contrôle les dispositions organisationnelles et matérielles mises en place par EDF pour prévenir les risques non radiologiques et les pollutions liquides pouvant être induits par les substances dangereuses présentes dans ses installations. Elle contrôle également celles destinées à garantir la maîtrise des inconvénients issus de l'exploitation des installations tels que les prélèvements en eau, les rejets d'effluents dans le milieu naturel et les risques pathogènes. Comme chaque année, l'ASN a mené en 2023 des inspections sur ces dispositions.

GRAPHIQUE 3 Rejets radioactifs liquides pour les centrales nucléaires en 2023 (par paire de réacteurs)



GRAPHIQUE 4 Rejets radioactifs gazeux pour les centrales nucléaires en 2023 (par paire de réacteurs)



**LE FONCTIONNEMENT DES CENTRALES NUCLÉAIRES EN PÉRIODE DE CANICULE**

Une période de canicule et de sécheresse a trois conséquences principales sur le fonctionnement des réacteurs nucléaires.

Le fonctionnement des équipements participant à la sûreté du réacteur en période de canicule

Les fortes chaleurs entraînent des températures élevées de l'air, provoquant une augmentation de la température dans les locaux des centrales nucléaires. Au sein de ces locaux, le bon fonctionnement des équipements contribuant à la sûreté des réacteurs nucléaires est assuré jusqu'à une certaine température ambiante. Des équipements de ventilation et de climatisation permettent que cette température ne soit pas dépassée. Les températures auxquelles doivent faire face les réacteurs sont régulièrement réévaluées, notamment à l'occasion des réexamens périodiques. Ces réévaluations prennent en compte les évolutions climatiques.

L'évacuation de la chaleur produite par les réacteurs en situation de température élevée des cours d'eau

Pour contribuer au refroidissement de ses réacteurs, une centrale nucléaire prélève de l'eau dans un cours d'eau ou dans la mer. Cette eau est ensuite restituée au cours d'eau ou à la mer à une température plus élevée, soit directement (réacteur dit « en circuit ouvert »), soit après refroidissement dans des tours aéroréfrigérantes (réacteur dit « en circuit fermé ») qui

permettent une évacuation partielle de la chaleur dans l'atmosphère.

Cette eau rejetée par la centrale nucléaire entraîne une élévation de la température du cours d'eau entre l'amont et l'aval du rejet. Cette élévation peut aller, suivant les réacteurs, de quelques dixièmes de degrés (en cas de circuit fermé) à plusieurs degrés (en cas de circuit ouvert). Afin d'en maîtriser les conséquences sur l'environnement, les conditions thermiques de ces rejets sont encadrées par des décisions de l'ASN, propres à chaque centrale nucléaire. Les prescriptions fixées imposent des valeurs limites concernant la température de rejet des eaux de refroidissement dans le milieu naturel et l'échauffement en aval de la centrale nucléaire, ainsi que des modalités de surveillance de l'environnement. Ainsi, quand la température du cours d'eau à l'amont de la centrale est trop élevée, EDF doit réduire la puissance produite par les réacteurs, voire les arrêter, afin de respecter les valeurs limites associées à la température en aval.

Depuis 2006, l'ASN a intégré dans les décisions encadrant les rejets des centrales nucléaires des dispositions visant à définir à l'avance les modalités de fonctionnement des centrales nucléaires dans des conditions

climatiques exceptionnelles conduisant à un échauffement significatif des cours d'eau. Ces dispositions particulières sont applicables si la sécurité du réseau électrique est en jeu. Un assouplissement temporaire des valeurs limites des rejets thermiques peut aussi être autorisé par l'ASN, à la demande d'EDF, en cas de besoin du réseau électrique, comme cela a été le cas durant les épisodes caniculaires des étés 2003, 2006 et 2022. Dans ce cas, la surveillance de l'environnement est renforcée.

La gestion des effluents radioactifs en période de sécheresse

Le débit du cours d'eau peut également empêcher EDF de rejeter les effluents liquides issus des réacteurs nucléaires. Afin de limiter l'impact de ces rejets sur le milieu récepteur, l'ASN a fixé, pour chaque centrale implantée en bord de rivière, une valeur minimale du débit du cours d'eau en deçà de laquelle les rejets d'effluents radioactifs ne peuvent être réalisés. En deçà de ces valeurs, EDF doit entreposer ces effluents dans l'attente de conditions de débit favorables. Les centrales nucléaires disposent de réservoirs de secours offrant des capacités d'entreposage d'effluents supplémentaires pour faire face à des situations exceptionnelles, dont l'utilisation doit faire l'objet d'un accord préalable de l'ASN.

En particulier, l'ASN a mené une campagne d'inspections renforcées au sein des centrales nucléaires de [Dampierre-en-Burly](#), de [Belleville-sur-Loire](#) et de [Gravelines](#) sur ces thèmes. Lors de ces inspections, les inspecteurs ont procédé à des contrôles sur le terrain, à des exercices de mises en situation ainsi qu'à l'examen de l'organisation des centrales.

Concernant la maîtrise des risques non radiologiques, bien que quelques points d'amélioration aient été identifiés, en particulier au sujet de la préparation au risque de dégagement de substances dangereuses pour protéger les personnes à l'intérieur et à l'extérieur du site, les inspecteurs ont relevé l'investissement marqué des équipes EDF dans ce domaine. Ce point, confirmé par d'autres inspections spécifiques sur ce thème, constitue une avancée par rapport aux constats réalisés par l'ASN en 2022. En 2024, l'ASN maintiendra sa vigilance sur ce sujet.

Dans le domaine de la maîtrise des prélèvements et rejets, les inspecteurs ont constaté le vieillissement de certains matériels participant à la gestion des effluents radioactifs et chimiques, tels que les équipements contribuant au traitement des effluents, à la production d'eau déminéralisée et au traitement des boues issues de cette production. Ce vieillissement et les dysfonctionnements associés de certains matériels peuvent avoir des conséquences en matière de disponibilité, d'efficacité des traitements, de qualité des effluents rejetés, de consommation d'eau et de mobilisation des réservoirs de stockage des effluents avant rejet dans l'environnement. Par ailleurs, plusieurs incidents survenus en 2023 liés à des fuites de produits chimiques à l'intérieur des installations de quelques centrales nucléaires trouvent également leur origine dans le vieillissement des matériels.

Enfin, s'agissant de l'adaptation au changement climatique des centrales nucléaires, la campagne d'inspections renforcées a mis en évidence la nécessité d'élaborer, à l'échelle de chaque site, une stratégie de moyen et long terme prenant en compte leurs enjeux spécifiques (état des matériels participant aux effluents, dimensionnement et disponibilité des réservoirs d'entreposage des effluents avant rejet, contraintes associées aux prélèvements d'eau pendant les périodes d'étiage, etc.). Cette stratégie doit également aborder, au regard du REX de certaines centrales nucléaires, les enjeux de consommation d'eaux souterraines en veillant notamment à mieux identifier et prévenir les fuites pouvant affecter les réseaux enterrés.

Cette campagne d'inspections renforcées sera reconduite en 2024 sur trois autres centrales nucléaires sur les thématiques de la maîtrise du confinement des pollutions liquides incidentelles. En effet, plusieurs incidents de ce type sont survenus en 2023.

D'une manière plus générale, l'ASN a constaté en 2023, dans la continuité des années précédentes, que la gestion des rejets reste maîtrisée par la plupart des sites. Cependant, certains événements traduisent des fragilités révélatrices de défauts de fonctionnement de certains matériels tels que les déshuileurs ou les installations de traitement antitartre à l'acide sulfurique des tours aéroréfrigérantes.

En matière de gestion des déchets, les contrôles menés par l'ASN font apparaître que leur gestion opérationnelle doit encore être améliorée, même si la tendance à l'amélioration observée en 2022 s'est poursuivie en 2023. L'ASN constate encore lors de ses inspections des cas de non-respects des référentiels d'exploitation, en particulier concernant les durées d'entreposage et la tenue des inventaires, ainsi que des entreposages non-conformes.

2.7 LA RADIOPROTECTION DES TRAVAILLEURS

2.7.1 L'exposition des travailleurs aux rayonnements ionisants

L'exposition aux [rayonnements ionisants](#) dans un réacteur électro-nucléaire provient majoritairement de l'activation des produits de corrosion du circuit primaire et des produits de fission du combustible. Tous les types de rayonnement sont présents (neutrons, α , β et γ), avec un risque d'expositions externe et interne. Dans la pratique, les doses reçues proviennent majoritairement des expositions externes aux rayonnements β et γ et sont principalement liées aux opérations de maintenance lors des arrêts de réacteur.

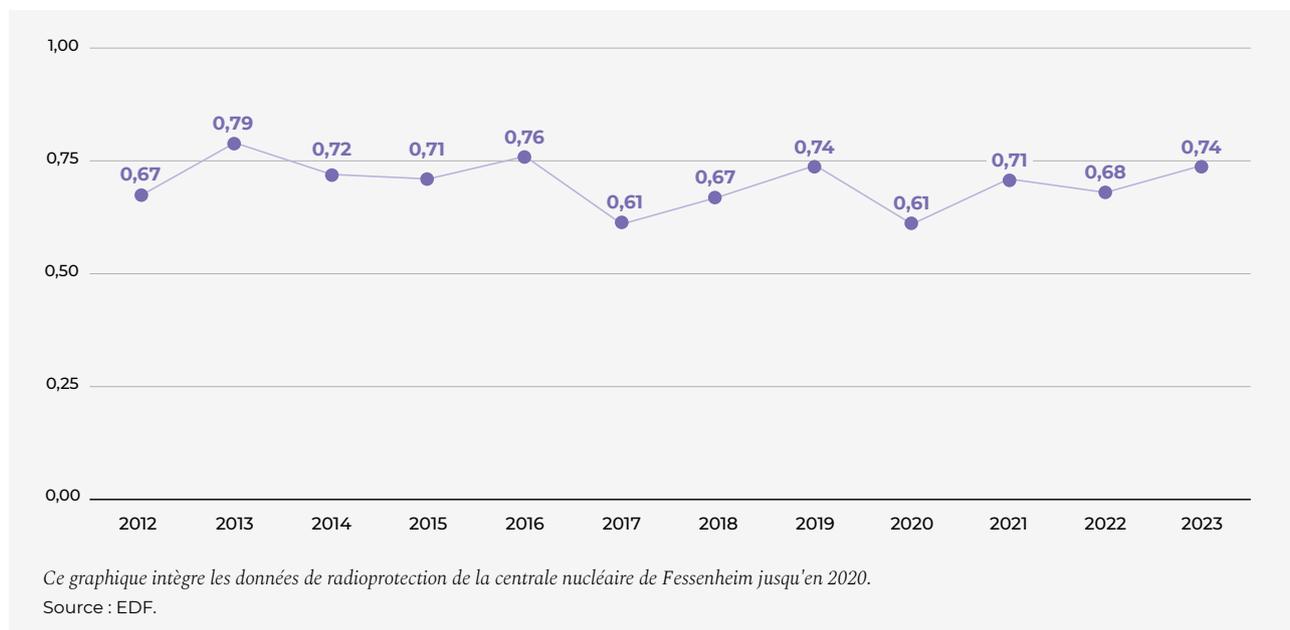
Au cours de l'année 2023, les travaux de maintenance en lien avec la problématique de CSC de lignes auxiliaires au circuit primaire se sont poursuivis sur plusieurs réacteurs et ont contribué à l'augmentation de la dosimétrie collective moyenne

(voir graphique 5 ci-dessous), ainsi que de la dose moyenne reçue par les travailleurs pour une heure de travail en zone contrôlée (voir graphique 6 ci-dessous) par rapport à l'année 2022.

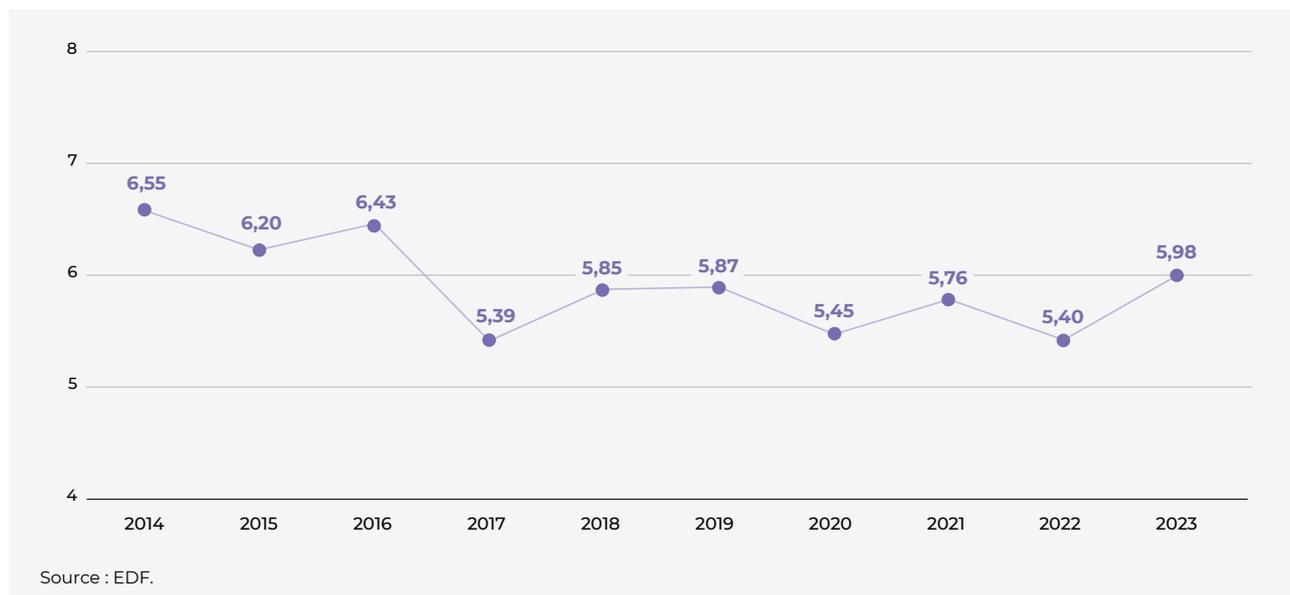
Le graphique 7 (voir page suivante) présente la répartition des intervenants en fonction de la dosimétrie externe pour le corps entier. En 2023, 76% des travailleurs ont été exposés à une dose inférieure à un millisievert (mSv), ce qui est comparable aux années précédentes. Aucun dépassement de la limite réglementaire annuelle relative à la dosimétrie externe pour le corps entier (20 mSv) n'a été relevé en 2023.

Le graphique 8 (voir page suivante) présente l'évolution de la dosimétrie individuelle moyenne pour le corps entier en fonction des catégories de métiers des travailleurs intervenant dans les centrales nucléaires. Comme les années précédentes, les travailleurs les plus exposés sont les personnels chargés du calorifugeage.

GRAPHIQUE 5 Dose collective moyenne par réacteur (Homme.Sv/réacteur)



GRAPHIQUE 6 Dose collective pour une heure de travail en zone contrôlée (en μ Sv)



Les autres catégories de métiers les plus exposés demeurent également inchangées : soudeurs, personnels chargés des activités de contrôles non destructifs, de la mécanique et des servitudes. Pour ces dernières catégories de métier, la dose individuelle moyenne a augmenté en 2023, en particulier pour les travailleurs chargés des contrôles non destructifs (augmentation de 33% de la dose individuelle moyenne par rapport à 2022) et les soudeurs (augmentation de 13%), qui ont particulièrement été sollicités dans le cadre des travaux en lien avec la problématique de CSC.

Les événements significatifs de contamination

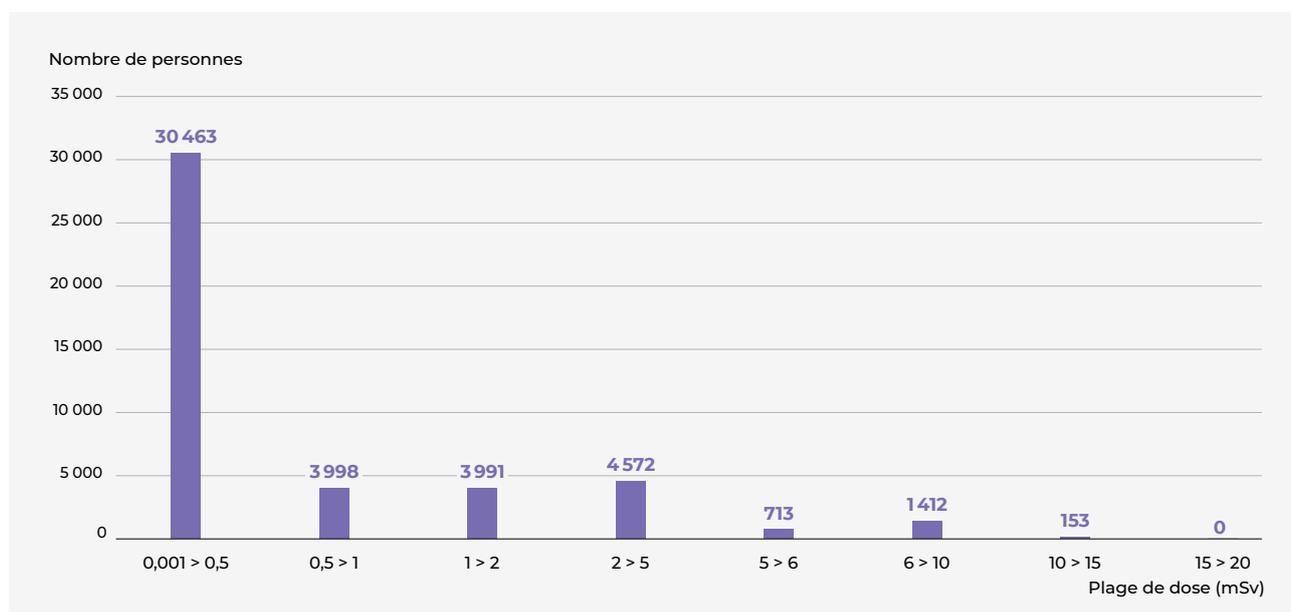
EDF a déclaré en 2023 deux événements de contamination significative des travailleurs dans les centrales nucléaires, contre six en 2022. Le premier a entraîné une exposition supérieure au quart de la limite réglementaire annuelle pour la peau et a été classé au

niveau 1 sur l'échelle INES. Le second a concerné une exposition supérieure à la limite réglementaire annuelle pour la peau et a été classé au niveau 2 sur l'échelle INES (voir encadré page suivante). Dans les deux situations, les travailleurs concernés par ces événements ont été pris en charge et les particules radioactives responsables de leur contamination ont été retirées.

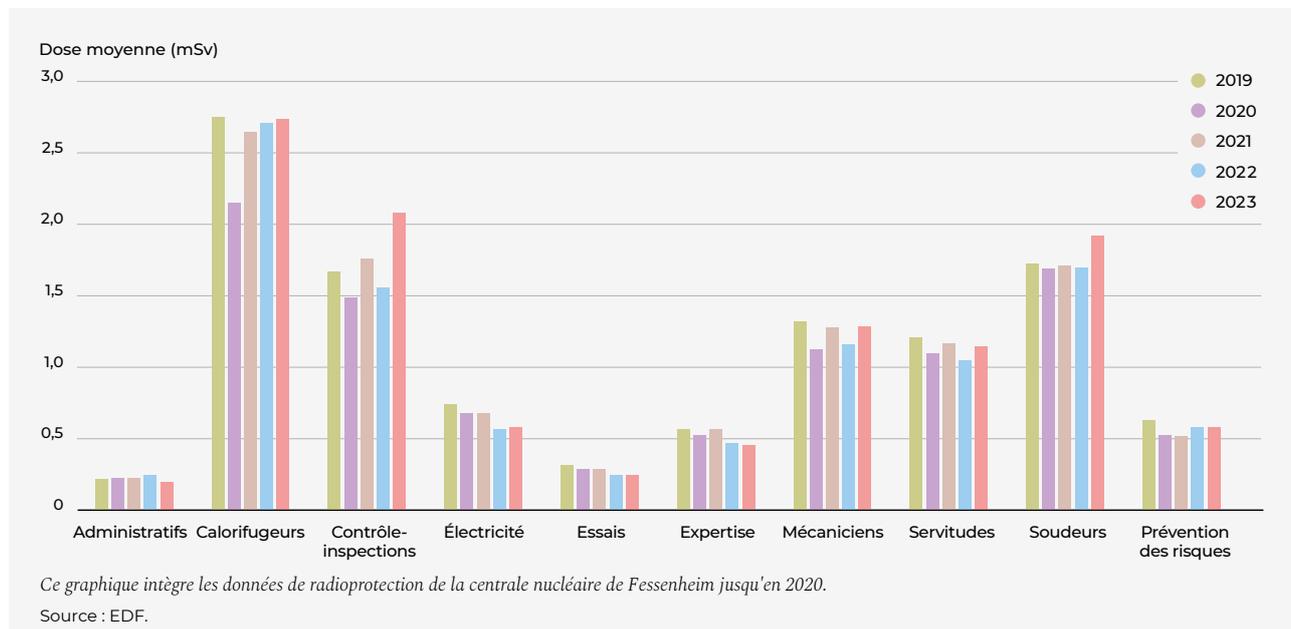
2.7.2 L'évaluation de la radioprotection des travailleurs

L'ASN contrôle le respect de la réglementation relative à la [protection des travailleurs](#) susceptibles d'être exposés aux rayonnements ionisants dans les centrales nucléaires. À ce titre, l'ASN s'intéresse à l'ensemble des travailleurs évoluant sur les sites, tant le personnel d'EDF que celui des entreprises prestataires.

GRAPHIQUE 7 Nombre d'intervenants par plage de dose (en mSv) sur l'année 2023



GRAPHIQUE 8 Évolution de la dose individuelle moyenne en fonction des catégories de métiers des travailleurs intervenant dans les centrales nucléaires



Ce contrôle est réalisé sur chaque centrale nucléaire lors d'inspections, soit spécifiquement sur le thème de la radioprotection, soit lors des opérations de maintenance réalisées pendant les arrêts de réacteurs, ou encore à la suite d'événements spécifiques. Ce contrôle est aussi réalisé à l'occasion de l'examen de dossiers abordant la radioprotection des travailleurs (rapports d'événement significatif, dossiers de conception, de maintenance ou de modification, documents d'application de la réglementation élaborés par EDF, etc.).

Au cours des inspections menées en 2023, en particulier lors d'inspections renforcées réalisées sur les centrales nucléaires du [Tricastin](#), de [Cruas-Meysses](#) et du [Bugey](#), l'ASN a constaté un fonctionnement globalement satisfaisant des pôles de compétence en radioprotection approuvés fin 2022 sur l'ensemble des centrales nucléaires. La démarche de préparation des interventions et d'optimisation des doses est également considérée comme satisfaisante sur la plupart des centrales nucléaires.

Néanmoins, l'ASN a relevé sur plusieurs centrales nucléaires des écarts concernant le respect des règles particulières de prévention des risques d'exposition aux rayonnements ionisants applicables pour les travailleurs les plus vulnérables (jeunes travailleurs de moins de 18 ans, personnel en contrat à durée déterminée) et sera vigilante à leur traitement.

L'ASN note que les difficultés sur les interventions de radiographie industrielle relevées en 2022 persistent, au regard du nombre d'événements significatifs déclarés en lien avec ces chantiers, malgré les actions engagées par EDF dans ce domaine.

Par ailleurs, les inspections ont permis d'identifier des points sur lesquels des améliorations sont attendues dans la maîtrise du risque de dispersion de la contamination au sein et hors des installations, dont en particulier les locaux dits « annexes » (tels que les bâtiments de conditionnement des déchets, les ateliers dédiés aux matériels contaminés ou les bâtiments de contrôle ultime des colis avant expédition).

À l'occasion des inspections programmées en 2024, dans le cadre notamment d'une nouvelle campagne d'inspections renforcées, l'ASN sera particulièrement vigilante sur l'ensemble de ces points.

2.8 LE DROIT DU TRAVAIL DANS LES CENTRALES NUCLÉAIRES

2.8.1 Le contrôle du travail dans les centrales nucléaires

L'ASN exerce les missions d'inspection du travail dans les 18 centrales nucléaires, le réacteur EPR en construction à Flamanville et 11 autres installations, pour la plupart des réacteurs en démantèlement. 800 à 2 000 personnes travaillent dans chaque centrale nucléaire. Environ 23 000 salariés d'EDF et 11 000 salariés des entreprises prestataires sont ainsi affectés sur ces sites nucléaires.

L'inspection du travail a pour mission de veiller à l'application de l'ensemble du code du travail par les employeurs, qu'il s'agisse d'EDF ou des entreprises prestataires.

L'inspection du travail, qui contribue à la vision intégrée du contrôle recherchée par l'ASN, mène ses actions de contrôle en lien avec les autres activités de contrôle de la sûreté des installations et de la radioprotection.

Le contrôle de la réglementation en matière de santé et de sécurité au travail

Dans la continuité des actions engagées en 2022, les inspecteurs du travail ont mené dans l'ensemble des centrales nucléaires des contrôles sur les vérifications des installations électriques qu'EDF est tenue de faire réaliser au titre du code du travail.

CONTAMINATION EXTERNE D'UN INTERVENANT À LA CENTRALE NUCLÉAIRE DE CATTENOM

Le 2 février 2023, une [contamination d'un intervenant prestataire d'EDF](#) a été détectée lors du contrôle réalisé à la sortie de la zone contrôlée du bâtiment du réacteur 3 de la [centrale nucléaire de Cattenom](#). La personne a été prise en charge par le service médical, qui a localisé la particule radioactive à l'origine de cette contamination au niveau de la joue. La particule a été retirée.

L'intervenant concerné réalisait une activité de pose de calorifuge sur des robinets de différents circuits dans le bâtiment du réacteur, qui était à l'arrêt dans le cadre des activités de contrôle et de réparation en lien avec le phénomène de CSC.

L'évaluation de la dose reçue par l'intervenant dépasse la limite réglementaire pour la dose équivalente à la peau fixée à 500 millisieverts (mSv) pour une surface de 1 cm² de peau.

EDF a déclaré un ESR. En raison du dépassement d'une limite réglementaire d'exposition d'un travailleur, cet événement a été classé au niveau 2 de l'échelle INES.

À la suite de la déclaration de cet événement, l'ASN a mené une inspection de la centrale nucléaire de Cattenom, afin de vérifier qu'EDF avait pris toutes les mesures nécessaires pour gérer l'événement de manière adéquate et pour en analyser les causes.

Le précédent ESR de niveau 2 déclaré par une centrale nucléaire d'EDF remonte à 2021.

Les différents contrôles menés par les inspecteurs du travail ont permis de mettre en évidence des faiblesses dans l'organisation des sites pour permettre le bon déroulement de ces vérifications ou pour coordonner celles-ci entre les différentes entités d'EDF.

Ils ont aussi réalisé des contrôles dans le cadre de deux campagnes visant l'ensemble des centrales nucléaires sur le thème de la prévention des risques liés aux travaux effectués par une entreprise extérieure, ainsi que sur les équipements de travail mobiles et de levage.

Parallèlement, les inspecteurs du travail ont poursuivi leurs actions de contrôle lors des opérations de maintenance présentant des risques liés à la non-conformité des équipements de travail et plus spécialement des appareils de levage.

Enfin, les inspecteurs du travail ont suivi tous les événements mettant en cause la sécurité des travailleurs survenus sur les sites, engageant systématiquement des enquêtes en cas d'accident ou de presque accident graves. Ils ont aussi été sollicités pour traiter des dossiers en lien avec les risques psychosociaux et la durée du travail.

2.8.2 L'évaluation de la santé et de la sécurité, des relations professionnelles et de la qualité de l'emploi dans les centrales nucléaires

L'ASN relève que, selon les données d'EDF portant sur les neuf premiers mois de 2023 comparés à la même période de 2022, l'accidentologie globale est en hausse de 10% (+17% pour les accidents avec arrêts de travail, +3% pour les accidents sans arrêt de travail) avec un nombre d'heures travaillées plus important en 2023.

Ces accidents de travail concernent principalement les chutes de plain-pied (44%), la manipulation d'objets ou d'outils (22%), la manutention manuelle (9%) et les malaises (7%). Cette accidentologie sur site, portée à 54% par les prestataires en 2023, est en baisse (63% en 2022).

Concernant les presque accidents, plus de la moitié portent sur les risques critiques (portée respectivement à 33% par le levage, 18% par les risques électriques, 12% par les chutes de hauteur). Certains contextes de risques professionnels, tels que ceux liés aux équipements de travail, notamment de levage, à l'amiante, ou aux risques électriques doivent encore être améliorés. L'ASN poursuivra en 2024 des actions de contrôle dans ces domaines.

En 2023, le climat social s'est dégradé, notamment dans les entreprises prestataires, conduisant l'inspection du travail à intervenir dans le règlement de situations litigieuses, individuelles ou collectives. Les centrales nucléaires ont aussi fait l'objet de mouvements sociaux, en début d'année, dans le cadre de la réforme des retraites.

Des rappels ont également été faits par les inspecteurs du travail sur les conditions de travail en cas de fortes chaleurs, le travail du 1^{er} mai et le respect des durées maximales du travail.

3 La poursuite du fonctionnement des centrales nucléaires

3.1 L'ÂGE DES CENTRALES NUCLÉAIRES

Les centrales nucléaires actuellement en fonctionnement en France ont été construites sur une période de temps assez courte : [45 réacteurs électronucléaires](#) représentant près de 50 000 MWe, soit les trois quarts de la puissance délivrée par l'ensemble des réacteurs électronucléaires français, ont été mis en service entre 1980 et 1990, et sept réacteurs, représentant 10 000 MWe, entre 1991 et 2000. En décembre 2023, la moyenne d'âge des 56 réacteurs en fonctionnement, calculée à partir des dates de première divergence, se répartit comme suit :

- 41 ans pour les 32 réacteurs électronucléaires de 900 MWe ;
- 36 ans pour les 20 réacteurs électronucléaires de 1 300 MWe ;
- 26 ans pour les quatre réacteurs électronucléaires de 1 450 MWe.

3.2 LE RÉEXAMEN PÉRIODIQUE

Le principe du réexamen périodique

Tous les dix ans, EDF doit procéder au [réexamen périodique](#) de ses installations. Les réexamens périodiques des réacteurs électronucléaires comportent les deux étapes suivantes :

- la vérification de l'état de l'installation et de sa conformité : cette première étape vise à évaluer la situation de l'installation au regard des règles qui lui sont applicables. Elle s'appuie sur un ensemble de contrôles et d'essais complémentaires à ceux réalisés au fil de l'eau. Ces vérifications peuvent comprendre des revues de conception, ainsi que des contrôles sur le terrain de matériels ou encore des essais décennaux comme les épreuves des enceintes de confinement. Les éventuels écarts détectés lors de ces investigations font ensuite l'objet de remises en conformité dans des délais adaptés aux enjeux. La maîtrise du vieillissement est également intégrée à ce volet du réexamen ;
- la réévaluation de sûreté : cette seconde étape vise à améliorer le niveau de sûreté en tenant compte notamment de l'expérience acquise au cours de l'exploitation, de l'évolution des connaissances, des exigences applicables aux installations les plus récentes, ainsi que des meilleures pratiques internationales. À l'issue des études de réévaluation, EDF identifie les modifications de ses installations qu'elle compte mettre en œuvre pour en renforcer la sûreté.

Le processus de réexamen des réacteurs électronucléaires d'EDF

Afin de tirer bénéfice de la standardisation de ses réacteurs électronucléaires, EDF met en œuvre tout d'abord un programme d'études génériques pour un type de réacteur donné (réacteurs de 900 MWe, de 1 300 MWe ou de 1 450 MWe). Les résultats de ce programme sont ensuite déclinés sur chacun des réacteurs électronucléaires à l'occasion de leur réexamen périodique. En particulier, EDF réalise une partie importante des contrôles et des modifications liés aux réexamens périodiques lors des visites décennales de ses réacteurs. Conformément aux dispositions de [l'article L. 593-19 du code de l'environnement](#), à l'issue de ce réexamen, l'exploitant adresse à l'ASN un rapport de conclusion du réexamen périodique. Dans ce rapport, l'exploitant prend

position sur la conformité de son installation et détaille les modifications réalisées visant à remédier aux écarts constatés ou à améliorer la sûreté de l'installation et précise, le cas échéant, les améliorations complémentaires qu'il mettra en œuvre.

L'analyse de l'ASN

L'ASN instruit les réexamens périodiques en plusieurs étapes. Elle prend tout d'abord position sur les objectifs du réexamen et les orientations des programmes génériques de vérification de l'état de l'installation et de la réévaluation de la sûreté proposée par EDF, après avoir recueilli l'avis des groupes permanents d'experts ([GPE](#)).

Sur cette base, EDF réalise les études de réévaluation de la sûreté et définit les modifications à mettre en œuvre. L'ASN prend ensuite position sur les résultats de ces études et sur ces modifications, après avoir consulté à nouveau le GPE. Cette position clôt la phase générique du réexamen, commune à tous les réacteurs.

Cet examen générique ne tenant pas compte d'éventuelles spécificités individuelles, l'ASN prend position sur l'aptitude à la poursuite du fonctionnement de chaque réacteur électronucléaire en s'appuyant notamment sur les résultats des contrôles de conformité et sur l'évaluation du rapport de conclusion du réexamen périodique du réacteur remis par EDF. À la suite de l'instruction du rapport de conclusion du réexamen périodique de chaque réacteur, l'ASN communique son analyse au ministre chargé de la sûreté nucléaire. Elle peut édicter de nouvelles prescriptions pour encadrer la poursuite de son fonctionnement.

Le rapport de conclusion des réexamens périodiques au-delà de la 35^e année de fonctionnement d'un réacteur électronucléaire fait l'objet d'une enquête publique. Cinq ans après la remise du rapport de conclusion du réexamen, l'exploitant remet à l'ASN un rapport intermédiaire rendant compte de la mise en œuvre des prescriptions prises à l'occasion du réexamen, au vu duquel l'ASN peut compléter ces prescriptions.

3.3 LES RÉEXAMENS PÉRIODIQUES EN COURS DES CENTRALES NUCLÉAIRES

Les réacteurs de 900 MWe

Le quatrième réexamen périodique

Les 32 réacteurs de 900 MWe d'EDF en fonctionnement ont été mis en service entre 1978 et 1987. Les premiers d'entre eux ont atteint l'échéance de leur [quatrième réexamen périodique](#).

Ce quatrième réexamen périodique présente des enjeux particuliers :

- certains matériels atteignent la durée de vie prise en compte pour leur conception. Les études portant sur la conformité des installations et la maîtrise du vieillissement des matériels doivent donc être réexaminées en prenant en compte les mécanismes de dégradation réellement constatés et les stratégies de maintenance et de remplacement mises en œuvre par EDF ;
- la réévaluation de la sûreté de ces réacteurs et les améliorations qui en découlent doivent être réalisées au regard des objectifs

Chronologie de première divergence des réacteurs électronucléaires français

Date de 1 ^{re} divergence									Puissance totale
1978	Bugey 2	Bugey 3							1800 MWe
1979	Bugey 4	Bugey 5							1800 MWe
1980	Tricastin 1	Gravelines 1	Tricastin 2	Tricastin 3	Gravelines 2	Dampierre 1	Gravelines 3	Saint-Laurent B1	7200 MWe
1981	Dampierre 2	Saint-Laurent B2	Blayais 1	Dampierre 3	Tricastin 4	Gravelines 4	Dampierre 4		6300 MWe
1982	Blayais 2	Chinon B1							1800 MWe
1983	Cruas 1	Blayais 4	Blayais 3	Chinon B2					3600 MWe
1984	Cruas 3	Paluel 1	Cruas 2	Paluel 2	Gravelines 5	Cruas 4			6200 MWe
1985	Saint-Alban 1	Paluel 3	Gravelines 6	Flamanville 1					4800 MWe
1986	Paluel 4	Saint-Alban 2	Flamanville 2	Chinon B3	Cattenom 1				6100 MWe
1987	Cattenom 2	Nogent 1	Belleville 1	Chinon B4					4800 MWe
1988	Belleville 2	Nogent 2							2600 MWe
1990	Cattenom 3	Penly 1	Golfech 1						3900 MWe
1991	Cattenom 4								1300 MWe
1992	Penly 2								1300 MWe
1993	Golfech 2								1300 MWe
1996	Chooz B1								1450 MWe
1997	Chooz B2	Civaux 1							2900 MWe
1999	Civaux 2								1450 MWe

● 900 MWe ● 1300 MWe ● 1450 MWe
Source: ASN.

de sûreté des réacteurs de nouvelle génération, comme l'EPR, dont la conception répond à des exigences de sûreté significativement renforcées.

Les modifications associées à ce réexamen périodique intègrent celles liées au déploiement du « [noyau dur](#) ».

Position de l'ASN sur la phase générique du réexamen

EDF a proposé en 2013 à l'ASN des objectifs pour ce réexamen périodique, c'est-à-dire le niveau de sûreté à atteindre pour poursuivre le fonctionnement des réacteurs.

Après instruction, avec l'appui de l'IRSN, des objectifs proposés par EDF et consultation de ses GPE, l'ASN a pris position sur ces objectifs et a formulé des demandes complémentaires en avril 2016. EDF a complété son programme de travail et présenté en 2018 à l'ASN les mesures qu'elle envisage pour répondre à ces demandes.

L'ASN a finalisé en 2020, avec l'appui de l'IRSN, l'instruction des études génériques liées à ce réexamen. Elle a [pris position](#), au début de l'année 2021, sur les conditions de la poursuite de fonctionnement des réacteurs. L'ASN a considéré que l'ensemble des dispositions prévues par EDF et celles qu'elle a prescrites ouvrent la perspective d'une poursuite de fonctionnement de ces réacteurs pour les dix ans qui suivent leur quatrième réexamen périodique.

En octobre 2023, EDF a sollicité auprès de l'ASN un report des échéances de certaines des prescriptions de la décision adoptée en février 2021. La survenue d'aléas techniques lors de la mise en œuvre de certaines dispositions, les évolutions de la programmation des arrêts pour renouvellement du combustible liées notamment à la découverte de CSC des lignes auxiliaires, à des arrêts fortuits de longue durée ou aux besoins du réseau électrique durant la période hivernale, ainsi que la concomitance

des autres réexamens périodiques, entraînant une tension sur ses capacités d'ingénierie, ont conduit EDF à revoir sa capacité à réaliser dans les délais les activités nécessaires au respect des prescriptions. L'ASN a considéré la demande d'EDF acceptable au vu des justifications apportées.

Le déploiement du réexamen périodique sur les sites

EDF a réalisé la première des quatrièmes visites décennales en 2019 (réacteur 1 de la [centrale nucléaire du Tricastin](#)). Fin 2023, EDF a réalisé ou engagé 17 de ces visites décennales. Ces visites constituent une étape majeure des quatrièmes réexamens périodiques. Pendant ces arrêts, EDF réalise les contrôles attendus et déploie la majeure partie des améliorations de sûreté associées au réexamen.

Par ailleurs, en 2023, les enquêtes publiques liées au quatrième réexamen périodique des réacteurs 2, 4 et 5 de la [centrale nucléaire du Bugey](#) et des réacteurs 1 et 2 de la [centrale nucléaire de Dampierre-en-Burly](#) ont été organisées.

Enfin, le 29 juin 2023, l'ASN a [pris position](#) sur la poursuite de fonctionnement du réacteur 1 de la centrale nucléaire du Tricastin. Il s'agissait de la première prise de position de l'ASN sur un réacteur au vu des conclusions de son quatrième réexamen périodique.

Le cinquième réexamen périodique

EDF a transmis à l'ASN en 2023 les orientations envisagées pour le programme d'études de la phase générique du cinquième réexamen périodique des réacteurs de 900 MWe.

L'ASN prendra position en 2024 sur ces orientations après consultation du Groupe permanent d'experts pour les réacteurs nucléaires (GPR). La position de l'ASN sera également soumise à la consultation du public à l'automne 2024.

LE VIEILLISSEMENT DES ÉQUIPEMENTS DES CENTRALES NUCLÉAIRES

Comme dans toute installation industrielle, les équipements des centrales nucléaires sont sujets au vieillissement. Ce vieillissement résulte de phénomènes physiques (corrosion des métaux, durcissement des polymères, durcissement de certains aciers sous l'effet de l'irradiation ou de la température, gonflement de certains bétons, etc.) qui peuvent dégrader leurs caractéristiques en fonction de leur âge ou de leurs conditions d'exploitation. Ces dégradations obligent l'exploitant à réparer ou remplacer des matériels ou à limiter la durée de vie des équipements irremplaçables, tels que la cuve (voir point 2.2.4).

Le processus de maîtrise du vieillissement mis en place par EDF

s'appuie sur trois axes principaux : l'anticipation dès la conception, la surveillance de l'état réel de l'installation et la réparation ou le remplacement des matériels dégradés par les effets du vieillissement. En particulier, les équipements importants pour la sûreté font l'objet, avant d'être installés, d'un processus de qualification visant à s'assurer de leur capacité à remplir leurs fonctions dans les conditions correspondant aux situations dans lesquels ils seront nécessaires, en particulier les situations d'accident.

La maîtrise du vieillissement des matériels, ainsi que celle du risque d'obsolescence – qui désigne les

difficultés liées au maintien dans le temps de l'approvisionnement en pièces de rechange – sont essentielles au maintien d'un niveau de sûreté satisfaisant. Elles contribuent également au maintien dans le temps de la conformité des réacteurs aux règles qui leur sont applicables.

L'ASN est particulièrement attentive à la maîtrise du vieillissement dans le cadre des quatrièmes réexamens périodiques. Les dispositions mises en œuvre ou prévues par EDF font l'objet d'instructions et d'inspections, afin de s'assurer que les risques associés au vieillissement et à l'obsolescence sont maîtrisés de façon satisfaisante.

Les réacteurs de 1 300 MWe

Le troisième réexamen périodique

L'ASN a [pris position](#) début 2015 sur les aspects génériques de la poursuite du fonctionnement des réacteurs de 1300 MWe au-delà de 30 années de fonctionnement. À cette occasion, l'ASN a souligné l'importance des modifications apportées par EDF à l'issue de leur troisième réexamen périodique. EDF déploie notamment dans le cadre de ce réexamen des modifications matérielles et de conduite en vue de limiter les conséquences des accidents de rupture d'un tube de GV, de prévenir l'occurrence des accidents graves avec perte précoce du confinement, et de réduire le risque de dénoyage des assemblages de combustible présents dans la piscine d'entreposage. Concernant les agressions, EDF modifie ses installations afin de garantir le fonctionnement des équipements nécessaires à la sûreté de ses réacteurs en cas de canicule, de protéger les matériels importants pour la sûreté à l'encontre des projectiles induits par des vents violents et de prévenir les risques d'explosion induits en cas de séisme.

Dans le cadre de la conclusion de la phase générique de ce réexamen, l'ASN a formulé en 2021 des demandes complémentaires applicables à tous les réacteurs de 1 300 MWe, visant à renforcer leur sûreté.

Les troisièmes visites décennales des réacteurs de 1300 MWe se dérouleront jusqu'en 2024.

Le quatrième réexamen périodique

En juillet 2017, EDF a établi un dossier présentant les orientations envisagées pour la phase générique du quatrième réexamen périodique des réacteurs de 1300 MWe. En 2019, l'ASN a [pris position](#) sur ces orientations, après avoir associé le public et consulté le GPR : l'ASN a jugé les objectifs généraux retenus par EDF pour ce réexamen acceptables dans leur principe. Ils visent notamment l'absence de mise en œuvre de mesure de protection de la population pour les accidents de dimensionnement et, pour les accidents graves, à tendre vers des mesures de protection des populations limitées dans l'espace et dans le temps. Concernant la sûreté de la piscine d'entreposage du combustible, l'ASN a demandé à EDF de retenir comme objectif l'absence de découverture des assemblages, et de ramener à terme et de maintenir durablement l'installation dans un état correspondant à une absence d'ébullition de l'eau de la piscine. Par ailleurs, les modifications associées à ce réexamen périodique intégreront celles liées au déploiement du « noyau dur » (voir point 2.4.5).

L'ASSOCIATION DU PUBLIC AU 4^E RÉEXAMEN PÉRIODIQUE DES RÉACTEURS DE 1300 MWE

L'ASN a renforcé l'association du public aux différentes étapes du quatrième réexamen périodique des réacteurs de 900 MWe. Elle en fait de même actuellement pour la phase générique du quatrième réexamen périodique des réacteurs de 1300 MWe.

Après avoir consulté le public en 2019 sur les orientations de ce réexamen, l'ASN a organisé en 2023 avec l'IRSN et l'Association nationale des comités et des commissions locales d'information ([Anccli](#)) des [journées de dialogue technique](#) sur les principaux enjeux du réexamen. Ainsi quatre réunions ont permis d'échanger avec des représentants des commissions locales d'information ([CLI](#)) et d'associations environnementales sur les accidents avec et sans fusion du cœur, les agressions auxquelles peuvent être soumis les réacteurs, le vieillissement des matériels, la protection de l'environnement, la résistance des cuves et les FOH.

Par ailleurs, l'ASN a également participé en 2023 à la préparation de la concertation nationale qui se tiendra sous l'égide du Haut Comité pour la transparence et l'information sur la sécurité nucléaire ([HCTISN](#)) au premier semestre 2024. Cette concertation portera sur les dispositions proposées par EDF dans le cadre de la phase générique du réexamen périodique. Elle s'appuiera notamment sur un site internet, des réunions publiques et des webinaires. L'ASN prendra en compte ses conclusions pour préparer sa position sur la phase générique de ce réexamen périodique prévue en 2025.

En 2023, l'ASN a poursuivi les instructions réalisées dans le cadre de la phase générique de ce réexamen périodique. Après avoir porté principalement sur les méthodes, les instructions ont concerné en 2023 les études d'application, en particulier concernant les enceintes de confinement, les études d'accident avec ou sans fusion du cœur, l'évaluation de la robustesse des installations aux agressions et les modalités de mise en œuvre de certains systèmes mis en œuvre dans le cadre du « noyau dur ». EDF a également poursuivi les études nécessaires à la mise à jour des dossiers de référence réglementaires des CPP et CSP ; cette mise à jour revêt un caractère particulier dans la mesure où les hypothèses de conception étaient établies initialement pour un fonctionnement de 40 ans.

EDF engagera la première visite décennale associée à ce réexamen fin 2025. L'ASN prendra position sur la phase générique de ce réexamen périodique six mois avant.

Les réacteurs de 1 450 MWe

Le deuxième réexamen périodique

EDF a transmis en 2011 les orientations envisagées pour le programme générique d'études du deuxième réexamen périodique des réacteurs de 1 450 MWe, qui portent notamment sur la prévention de la fusion du cœur et la limitation des conséquences des accidents graves.

L'ASN a [pris position en février 2015](#) sur les orientations de ce deuxième réexamen périodique. Elle a notamment demandé à EDF de rechercher des dispositions visant à limiter les conséquences radiologiques des accidents de dimensionnement et des dispositions à fort impact en matière de prévention et de limitation des conséquences des accidents graves.

L'ASN a [pris position en 2022](#) sur cette phase générique. Elle a souligné les améliorations significatives de sûreté apportées aux réacteurs à l'occasion de ce réexamen périodique.

Les quatre réacteurs de 1 450 MWe ont remis leurs rapports de conclusion de réexamen entre 2020 et 2023.

Le troisième réexamen périodique

L'ASN a [pris position](#), après consultation du public et avis du GPR, en juillet 2023 sur les orientations proposées par EDF pour son programme d'études de la phase générique du troisième réexamen périodique des réacteurs de 1 450 MWe. Ce réexamen permettra de définir les conditions de la poursuite de fonctionnement de ces réacteurs jusqu'à leurs 40 ans. L'ASN a considéré que les objectifs généraux retenus par EDF pour ce réexamen étaient acceptables dans leur principe. Ces objectifs sont cohérents avec ceux retenus pour les quatrième réexamens périodiques des réacteurs de 900 MWe et de 1 300 MWe. Toutefois, l'ASN a demandé à EDF de compléter ou de préciser certains de ces objectifs généraux, de la même façon qu'elle l'avait fait pour les réacteurs de 900 MWe et de 1 300 MWe. La réévaluation de la sûreté de ces réacteurs et les améliorations qui en découlent seront réalisées au regard des objectifs de sûreté des réacteurs de nouvelle génération, comme l'EPR, dont la conception répond à des exigences de sûreté significativement renforcées. De plus, les modifications associées à ce réexamen périodique intégreront celles liées au déploiement du « noyau dur ».

4 Le contrôle de la sûreté du réacteur EPR de Flamanville

L'EPR est un REP dont la conception comporte plusieurs évolutions par rapport à celle des réacteurs actuellement en fonctionnement en France. Il répond à des objectifs de sûreté renforcés : réduction du nombre d'événements significatifs, limitation des rejets, réduction du volume et de l'activité des déchets, réduction des doses individuelles et collectives reçues par les travailleurs (en fonctionnement normal et en situation d'incident), réduction de la fréquence globale de fusion du cœur, en tenant compte de tous les types de défaillances et d'agressions, et réduction des conséquences radiologiques des accidents.

EDF a déposé en mai 2006, auprès des ministres chargés de la sûreté nucléaire et de la radioprotection, une demande de DAC d'un réacteur de type EPR d'une puissance de 1 650 MWe sur le site de Flamanville, déjà équipé de deux réacteurs de 1 300 MWe.

Le Gouvernement en a autorisé la création par le [décret n° 2007-534 du 10 avril 2007](#), après un avis favorable rendu par l'ASN à l'issue de l'instruction. Ce décret a été modifié en 2017 et en 2020 pour prolonger le délai alloué avant la mise en service du réacteur.

Après la délivrance de ce DAC et du permis de construire, la construction du réacteur EPR de Flamanville a débuté au mois de septembre 2007. Les premiers coulages du béton pour les bâtiments de l'îlot nucléaire ont eu lieu en décembre 2007.

Le chargement du combustible est prévu au premier semestre 2024.

4.1 L'INSTRUCTION DES DEMANDES D'AUTORISATION

L'instruction de la demande d'autorisation de mise en service

EDF a adressé en mars 2015 à l'ASN une première demande d'autorisation de mise en service de l'installation, comprenant l'ensemble des pièces exigées par la réglementation. Cette demande a été renouvelée en juin 2021 et les pièces du dossier ont fait l'objet de plusieurs compléments et mises à jour.

Au cours de l'instruction, l'ASN a recueilli l'avis du GPR sur plusieurs thèmes et une séance a été consacrée à l'examen de la démonstration de sûreté. L'instruction de l'ASN prend également en compte les résultats des essais réalisés sur le site et le REX

des réacteurs EPR mis en service à l'étranger. À cette fin, l'ASN a entretenu des relations régulières avec les autorités de sûreté nucléaire finlandaise, chinoise et anglaise afin de bénéficier de leur expérience en matière d'essais de démarrage, de préparation à l'exploitation et de fonctionnement des réacteurs EPR.

Le dossier de demande d'autorisation de mise en service a fait l'objet d'une consultation du public.

4.2 LA CONSTRUCTION, LES ESSAIS DE DÉMARRAGE ET LA PRÉPARATION AU FONCTIONNEMENT

Les [enjeux du contrôle](#) de la construction, des essais de démarrage et de la préparation au fonctionnement du réacteur EPR de Flamanville sont multiples pour l'ASN. Il s'agit :

- de contrôler de manière proportionnée aux enjeux la qualité d'exécution des activités de fabrication des équipements et de construction de l'installation, afin de pouvoir prendre position sur la sûreté de l'installation ;
- de s'assurer que le programme des essais de démarrage est satisfaisant, que les essais sont correctement mis en œuvre et que les résultats sont conformes à l'attendu ;
- de veiller à ce que les différents acteurs tirent le REX de la phase de construction et de réalisation des essais de démarrage, y compris les phases amont (choix et surveillance des prestataires, construction, approvisionnements, etc.), afin d'améliorer la maîtrise de ces activités importantes pour la sûreté ;
- de veiller à ce que l'exploitant prenne les mesures nécessaires à la bonne préparation des équipes qui seront chargées du fonctionnement de l'installation après sa mise en service.

Pour cela, l'ASN a fixé des prescriptions portant sur la conception, la construction, les essais de démarrage du réacteur EPR de Flamanville et l'exploitation des réacteurs 1 et 2 existant à proximité du chantier.

S'agissant d'un réacteur électronucléaire, l'ASN est également chargée de l'inspection du travail sur le chantier de la construction. Enfin, l'ASN assure le contrôle de la fabrication des ESPN qui feront partie de la chaudière nucléaire.

En 2023, EDF a poursuivi les travaux d'achèvement de l'installation, l'intégration de modifications des équipements et l'élaboration des différents documents nécessaires à l'exploitation. EDF a également poursuivi l'analyse et la résorption d'écarts. Elle a en particulier achevé la remise à niveau des soudures des circuits secondaires. EDF a mis en œuvre un programme de contrôles complémentaires dans le cadre de la revue de qualité demandée par l'ASN du fait de lacunes importantes constatées dans la surveillance exercée sur ses prestataires. Enfin, EDF a également poursuivi la réalisation du programme d'essais de démarrage du réacteur et a terminé, en fin d'année 2023, la phase de requalification à chaud des équipements préalable à la mise en service du réacteur. Depuis décembre 2023, le site est entré dans une phase de préparation au chargement du combustible dans le réacteur.

4.3 L'ÉVALUATION DE LA CONCEPTION, DE LA CONSTRUCTION, DES ESSAIS DE DÉMARRAGE ET DE LA PRÉPARATION AU FONCTIONNEMENT DU RÉACTEUR EPR DE FLAMANVILLE

Les instructions en cours

L'ASN considère que la conception du réacteur EPR de Flamanville devrait permettre d'atteindre les objectifs de sûreté ambitieux fixés pour les réacteurs de troisième génération. Elle devrait ainsi permettre une réduction significative de la probabilité de fusion du cœur et des rejets radioactifs en cas d'accident par rapport aux réacteurs de deuxième génération. En particulier, la conception du réacteur EPR inclut des systèmes de gestion des accidents graves et est résistante à des niveaux extrêmes d'agression externe. Cette conception n'a nécessité que des évolutions marginales pour prendre en compte les enseignements de l'accident de la centrale nucléaire de Fukushima.

L'ASN a poursuivi en 2023 les instructions liées à la demande d'autorisation de mise en service et a conclu favorablement sur plusieurs sujets techniques à enjeux. C'est en particulier le cas de la conception des soupapes de sécurité du circuit primaire, des performances du système de filtration du réservoir d'eau interne à l'enceinte de confinement et de la prise en compte des enseignements de la mise en service des premiers réacteurs EPR à l'étranger, notamment des différentes anomalies constatées sur les cœurs des réacteurs EPR de Taishan (Chine), dont les percements de gaines de combustible observés en 2021.

Les dernières instructions en cours permettront de prendre en compte les résultats des essais de requalification d'ensemble afin de vérifier que le réacteur tel que construit et exploité est conforme à son référentiel de sûreté.

L'évaluation de la conformité des équipements sous pression nucléaires

Les ESPN du réacteur de Flamanville comprennent à la fois ceux constituant le CPP et les CSP présentés aux points 1.4 et 1.5 (cuve, GV, pressuriseur, groupes motopompes primaires, tuyauteries, vannes et soupapes de sûreté), mais également ceux faisant partie des autres éléments de la chaudière.

Au cours de l'année 2023, l'ASN a poursuivi l'évaluation de la conformité de la conception des ESPN. Les principales thématiques soulevées par ces évaluations ainsi que leurs conclusions ont été présentées lors des séances du GPESPN des 20 et 21 juin 2023. Les sujets associés aux réparations des soudures des [tuyauteries principales d'évacuation de la vapeur](#) (soumises au référentiel d'exclusion de rupture), ainsi que les opérations réalisées sur les autres tuyauteries non soumises à ce référentiel, au traitement thermique de détensionnement des soudures, ou à la prévention des risques de CSC, ont été présentés lors de ces séances. L'ASN a considéré que ces différents sujets ont été traités, *in fine*, d'une manière lui permettant de statuer sur la conformité des

SOUDES DES CIRCUITS SECONDAIRES DU RÉACTEUR EPR DE FLAMANVILLE

Les soudures des tuyauteries des CSP du réacteur EPR de Flamanville ont nécessité d'importantes réparations. La majorité de ces soudures sont situées sur les tuyauteries de vapeur principales, qui font l'objet d'une démarche dite « d'exclusion de rupture » : à ce titre, elles requièrent des propriétés mécaniques et un niveau de qualité de fabrication particulièrement élevés.

Huit de ces soudures sont situées au niveau de l'espace entre les deux parois de l'enceinte de confinement du bâtiment du réacteur. Les conditions d'accès difficiles ont nécessité le développement de moyens particuliers d'intervention et la qualification de procédés spécifiques de soudage, de contrôle et de traitement thermique.

La majorité des autres soudures des tuyauteries de vapeur principales à réparer – une cinquantaine – est située dans un environnement ne présentant pas de difficulté d'accès.

En parallèle, EDF a analysé la qualité des autres soudures, en particulier celles des tuyauteries d'eau alimentaire des GV. Ce travail l'a conduite à décider de réparer une dizaine de soudures supplémentaires.

Les travaux réalisés sur l'ensemble de ces soudures se sont achevés en 2023 par les activités de traitement thermique de détensionnement et de contrôle non destructif, et la réalisation des épreuves hydrauliques. Cette dernière étape constitue l'étape clé de la vérification finale de ces activités de réparation.

L'ASN a procédé à des contrôles à chacune des étapes de ces réparations, avec l'appui d'un organisme habilité.

équipements concernés. Sur certains sujets tels que la CSC ou le revêtement de certains robinets, des actions de suivi devront néanmoins être déployées par EDF lors des premières années d'exploitation.

Par ailleurs, plusieurs cas d'irrégularités intervenues lors de la fabrication d'équipements ont été signalés à l'ASN. L'ASN analyse systématiquement leurs conséquences potentielles pour la sûreté de l'installation.

Le contrôle de la construction, des essais de démarrage et de la préparation au fonctionnement

En 2023, l'ASN a mené une campagne d'inspections, portant sur EDF, Framatome, ainsi que sur l'organisme qu'elle a mandaté pour réaliser des actions de contrôle, centrée sur la remise à niveau des soudures des circuits secondaires. L'ASN considère que ces travaux ont été menés avec rigueur, avec une bonne surveillance de la part d'EDF, permettant ainsi d'apporter une confiance dans l'atteinte d'un haut niveau de qualité de réalisation.

Le contrôle de la construction a mis en évidence, à plusieurs reprises, des défauts de qualité de réalisation, qui ont nécessité des actions correctives. À la demande de l'ASN, EDF a réalisé des vérifications complémentaires dans le cadre d'une revue de qualité des matériels. En 2023, l'ASN a instruit les résultats qui ont conclu à la qualité de réalisation des matériels et ont permis d'identifier des axes d'amélioration à mettre en œuvre dans le cadre du projet EPR 2.

Au vu des nombreux décalages de planning, EDF a mis en œuvre une stratégie de conservation des matériels dans l'attente de la mise en service. Les activités de conservation ont fait l'objet d'une inspection sur site par l'ASN en 2023, qui a permis de constater que la stratégie d'EDF s'est avérée satisfaisante au vu des actes de maintenance complémentaires mis en œuvre et des vérifications menées sur les équipements à la fin de la phase de conservation.

Depuis 2022, l'ASN a également engagé une campagne d'inspections portant sur l'achèvement de l'installation, afin de contrôler la prise en compte par EDF des activités restant à mener (fin de montage, modifications, essais, traitement des écarts, etc.) et de la planification de leur réalisation avant la mise en service du réacteur. L'ASN considère qu'un travail important a été mené depuis plusieurs années permettant d'obtenir un état de finition satisfaisant. Elle restera néanmoins vigilante au solde des activités avant la mise en service.

L'ASN a poursuivi l'instruction du bilan des essais de démarrage de l'installation, afin de vérifier que l'installation telle que réalisée respecte les hypothèses retenues dans la démonstration de sûreté. Cette instruction se poursuivra en 2024, notamment sur la base des résultats des essais de préparation au chargement et des essais de démarrage du réacteur.

L'ASN a poursuivi son contrôle de la préparation à l'exploitation et a notamment mené en mai 2023 une inspection de revue de

cinq jours ayant mobilisé 15 inspecteurs et 11 experts de l'IRSN. Lors de cette inspection, l'ASN a relevé que les organisations d'exploitation étaient définies et pour la plupart déjà mises en œuvre et que les agents avaient une bonne connaissance de l'installation. Néanmoins, l'ASN a noté qu'un travail important restait à mener sur l'élaboration de la documentation opérationnelle pour la conduite et la maintenance de l'installation. L'ASN procédera en 2024 à une inspection de récolement avant la mise en service pour s'assurer que les actions définies en réponse à ses demandes ont bien été mises en œuvre et répondent aux objectifs fixés.

[Au global sur l'année 2023](#), l'ASN a réalisé 10 inspections d'EDF sur le site de Flamanville, dont une inspection de revue sur la préparation à l'exploitation et une inspection renforcée sur les essais de requalification à chaud, et trois inspections dans les services d'ingénierie. L'ASN a également procédé à des inspections au titre du code du travail. Les conclusions de ces inspections sont présentées dans le panorama régional en introduction de ce rapport.

5 Le contrôle du projet de réacteurs EPR 2

EDF a engagé un programme de construction de réacteurs de type [EPR 2](#) en France. Une première paire de réacteurs est prévue sur le site de [Penly](#) en Seine-Maritime, une deuxième sur le site de [Gravelines](#) dans le Nord et une troisième sur le site du [Bugey](#) dans l'Ain. EDF a pour objectif de mettre en service les réacteurs EPR 2 du site de Penly à l'horizon de 2035-2037. Dans cette perspective, un [débat public](#) a été organisé du 27 octobre 2022 au 27 février 2023, à la suite duquel EDF a déposé une demande de DAC auprès de la ministre chargée de la sûreté nucléaire fin juin 2023. Cette demande est en cours d'instruction par l'ASN, avec l'appui technique de l'IRSN. Cette instruction s'inscrit dans la continuité de l'évaluation des options de sûreté du réacteur EPR 2.

Options de sûreté des réacteurs EPR 2

L'EPR 2 est un nouveau réacteur qui a pour ambition d'intégrer le REX de conception, de construction et de mise en service des réacteurs EPR, ainsi que le REX d'exploitation des réacteurs actuellement en service. Comme les réacteurs EPR, il vise à répondre aux objectifs généraux de sûreté des réacteurs de troisième génération. Par ailleurs, il a vocation à intégrer, dès sa conception, l'ensemble des leçons de l'accident de la centrale nucléaire de Fukushima. Cela se traduit, en particulier, par un renforcement de la conception vis-à-vis des agressions naturelles externes et une consolidation de l'autonomie de l'installation et du site en situation accidentelle (avec ou sans fusion du cœur) avant l'intervention de moyens extérieurs au site.

L'ASN a mené l'instruction du dossier d'options de sûreté de ce projet de réacteur avec l'appui de l'IRSN, en tenant compte des recommandations du [Guide n° 22](#) relatif à la conception des réacteurs à eau sous pression. L'ASN a ainsi [publié le 16 juillet 2019 son avis](#) sur les options de sûreté proposées. L'ASN a considéré que les objectifs généraux de sûreté, le référentiel de sûreté et les principales options de conception sont globalement satisfaisants et a identifié, dans son avis et dans un courrier transmis à EDF en [juillet 2021](#) qui le complète, les sujets à approfondir en vue d'une future demande de DAC.

Instructions techniques menées en 2023

À la suite de l'instruction des options de sûreté de l'EPR 2, l'ASN a poursuivi, avec l'appui de l'IRSN, l'évaluation technique de ce modèle de réacteur, sur la base notamment d'une version préliminaire du rapport de sûreté qu'EDF lui a transmise en février 2021. En 2023, l'ASN a fait part à EDF de ses demandes sur la démarche d'étude des accidents, avec ou sans fusion de combustible, qui y est présentée. Les éléments qu'EDF apportera en réponse à ces demandes seront examinés au cours de l'instruction de la demande de DAC.

En janvier 2023, l'ASN a réuni le [GPESPN](#) sur le référentiel d'application de la démarche d'exclusion de rupture aux composants non ruptibles, aux tuyauteries principales des circuits primaire et secondaires des réacteurs EPR 2 et sur la définition des situations et charges des ESPN du CPP et des CSP. La démarche d'exclusion de rupture faisait en effet partie des sujets pour lesquels l'ASN avait demandé des compléments dans son avis de 2019.

L'ASN considère que, compte tenu des dispositions et justifications complémentaires apportées par EDF, le référentiel d'application de la démarche d'exclusion de rupture aux composants non ruptibles et aux tuyauteries principales des circuits primaire et secondaires du projet de réacteur EPR 2 est acceptable. Cette position reste encore à confirmer par l'aboutissement de certaines études et la validation du choix de certains matériaux.

Par ailleurs, l'ASN a examiné les dossiers d'options des principaux ESPN des réacteurs EPR 2. L'ASN a rendu des avis concernant la cuve en 2021, les GV en 2022 et le pressuriseur et les tuyauteries de vapeur principales en 2023.

En réponse à une sollicitation d'EDF, l'ASN a également exprimé, en juin 2023, ses attentes sur la prise en compte des spécificités liées au site du Tricastin, dans l'éventualité où ce site serait retenu pour l'implantation de réacteurs EPR 2.

SOMMAIRE

1

p. 326

L'appel à projets du Gouvernement

2

p. 326

**Des réacteurs de puissance
aux petits réacteurs modulaires**

3

p. 327

**Panorama par filière des projets
de petits réacteurs modulaires suivis
par l'ASN et l'IRSN**

4

p. 327

**Mise en place d'un cadre progressif
d'échanges techniques avec l'ASN et l'IRSN**

5

p. 328

**Des enjeux de sûreté nouveaux
et des objectifs de sûreté à adapter**

6

p. 329

**La nécessité d'une vision intégrant
le « cycle du combustible »**

7

p. 329

**Un enjeu de standardisation
et de coopération internationale**



L'émergence des projets de petits réacteurs modulaires



11

Plusieurs projets de petits réacteurs modulaires (PRM ou *Small Modular Reactors* – SMR) sont en cours de développement dans le monde. Il s'agit de réacteurs d'une puissance inférieure à 300 mégawatts électriques (MWe), principalement fabriqués en usine. Ils utilisent des technologies variées: celle des réacteurs à eau sous pression (REP) ou des technologies avancées (réacteurs à haute température, à sels fondus, à neutrons rapides, etc.).

Les caractéristiques des PRM, en particulier leur faible puissance et leur compacité, constituent des facteurs favorables pour la sûreté.

L'Autorité de sûreté nucléaire (ASN) considère que ces caractéristiques doivent être mises à profit par les concepteurs pour proposer des réacteurs visant des objectifs de sûreté plus ambitieux que les réacteurs de forte puissance de troisième génération.

L'ASN participe à des groupes de travail internationaux portant sur les PRM. Dans ce cadre, elle échange avec ses homologues étrangères dans l'objectif de promouvoir l'établissement de référentiels internationaux ambitieux, de partager ses pratiques et de bénéficier du retour d'expérience (REX) de ses homologues.

1 L'appel à projets du Gouvernement

Le Gouvernement a lancé en mars 2022 un programme d'appel à projets de réacteurs nucléaires innovants visant à faire émerger un nouvel écosystème de start-ups nucléaires, complémentaires avec les champions du secteur.

S'inscrivant dans le cadre du [plan France 2030](#) visant à décarboner l'économie, cet appel à projets vise notamment au développement de nouveaux concepts de réacteurs nucléaires permettant :

- en plus de la production d'électricité, de répondre également au besoin de production de chaleur avec des températures

de plusieurs centaines de degrés, constituant ainsi, pour de nombreux procédés industriels, une alternative à l'utilisation du gaz ;

- de favoriser la fermeture du « cycle du combustible nucléaire⁽¹⁾ » et d'améliorer la gestion des déchets radioactifs, en permettant la réduction de leur volume ou de leur activité.

C'est dans ce contexte que sont apparues en 2022 et 2023 une dizaine de nouvelles sociétés porteuses de projets de PRM (ou SMR).

2 Des réacteurs de puissance aux petits réacteurs modulaires

Jusqu'à présent, les réacteurs nucléaires industriels exploités en France visaient uniquement la production massive d'électricité. Le [parc électronucléaire français](#) s'est ainsi construit progressivement avec une tendance régulière à l'accroissement de la puissance de ces réacteurs, passant pour les premiers de 900 MWe, à 1 300 MWe, puis 1 450 MWe et, enfin, 1 600 MWe pour le [réacteur EPR de Flamanville](#).

Visant en particulier le marché de la fourniture directe d'énergie à des clients industriels, les nouveaux concepteurs de réacteurs répondant à l'appel à projets du Gouvernement s'inscrivent en rupture avec le modèle historique en développant des réacteurs

de 10 à 400 fois moins puissants que le réacteur EPR de Flamanville (voir tableau 1).

Cette réduction significative de puissance implique également une adaptation radicale du modèle économique de développement de ces petits réacteurs, d'une part en cherchant à réduire les délais de construction, d'autre part en s'appuyant sur une standardisation et une production de série.

C'est ce nouveau modèle industriel d'une production de série avec une large part de préfabrication en usine qui a déterminé ce qualificatif de petits réacteurs « modulaires ».

TABLEAU 1 Puissance thermique comparée des réacteurs

	PUISANCE THERMIQUE ^(*) DU CŒUR DU RÉACTEUR
Réacteur EPR de Flamanville 3	4 300 mégawatts thermiques (MWth)
Petits réacteurs modulaires ayant répondu à l'appel à projets	10 à 540 MWth

* Au regard d'une fourniture d'énergie dorénavant non exclusivement sous forme électrique, la puissance caractéristique de ces PRM est exprimée en matière de puissance thermique de leur cœur.

1. La France a fait le choix d'un « cycle du combustible nucléaire » incluant le retraitement des combustibles usés. Ce retraitement permet la récupération de matières valorisables (uranium et plutonium), tandis que les autres composés (produits de fission et actinides mineurs) constituent les déchets ultimes. À l'heure actuelle, seule une partie des matières issues du retraitement sont effectivement réemployées pour la fabrication de nouveaux combustibles. La notion de « cycle du combustible nucléaire "fermé" » correspond à l'objectif de retraiter plusieurs fois les combustibles et de réemployer la totalité des matières récupérées, voire, pour certains projets de réacteurs innovants, de consommer également les déchets tels que les produits de fission et actinides mineurs.

TABLEAU 2 Projets de PRM en cours d'étude

FILIÈRE TECHNOLOGIQUE	PROJET	PUISSANCE D'UN RÉACTEUR (MWth)	ÉTAPE VISÉE À COURT TERME
Réacteur à eau légère	NUWARD	540	Prototype industriel
	CALOGENA	30	
Réacteur refroidi au sodium	OTRERA	300	
	HEXANA	400	
Réacteur à haute température	JIMMY	10 à 20	
	BLUE CAPSULE	150	
Réacteur refroidi au plomb	NEWCLEO	80 (puis 450 à terme)	Réacteur expérimental
Réacteur à sels fondus	NAAREA	80	
	STELLARIA	250	
	THORIZON	250	

3 Panorama par filière des projets de petits réacteurs modulaires suivis par l'ASN et l'IRSN

Le tableau 2 présente la liste des dix projets de PRM actuellement suivis par l'ASN et l'Institut de radioprotection et de sûreté nucléaire (IRSN), classés en fonction du degré de maturité technologique de la filière du réacteur. Il convient en particulier de distinguer :

- **les réacteurs nucléaires refroidis et modérés par de l'eau légère**

Cette filière constitue la grande majorité des réacteurs exploités actuellement dans le monde.

- **les réacteurs dits de « génération IV »**

Ces filières de réacteurs, déjà connues et explorées depuis de nombreuses années, n'avaient jusqu'à présent fait l'objet que de développements de quelques réacteurs expérimentaux ou de prototypes, sans exploitation à une échelle industrielle.

En 2015, l'IRSN avait effectué une [évaluation](#) du niveau de maturité de ces différentes filières et avait identifié les besoins de développement de connaissances scientifiques et techniques. L'IRSN avait conclu que seuls les réacteurs à neutrons rapides (RNR) refroidis au sodium (tels que les réacteurs [Phénix](#) et [Superphénix](#) qui ont été exploités en France) et les réacteurs à haute température refroidis au gaz utilisant du graphite comme modérateur disposaient d'un REX exploitable pour envisager à court terme un passage vers une possible phase industrielle.

Cette différence de maturité des différentes filières technologiques conduit notamment certains projets à commencer par une étape de développement d'un réacteur expérimental avant d'envisager de développer un prototype industriel.

4 Mise en place d'un cadre progressif d'échanges techniques avec l'ASN et l'IRSN

Afin de se préparer au mieux à d'éventuelles [demandes d'autorisation de création](#) de ces différents projets de réacteurs innovants, et en vue d'une mobilisation des ressources proportionnée au niveau de maturité du développement de chaque projet, un cadre progressif d'échanges techniques (voir tableau 3) en quatre phases a été mis en place :

PHASE 1 Contact prospectif

Au cours d'une courte réunion, le porteur de projet est invité à présenter à l'ASN et à l'IRSN :

- les principales caractéristiques de son projet de réacteur (filière, puissance, forme d'énergie délivrée, taille du marché visé en nombre de réacteurs, type de site d'implantation, etc.),
- l'état d'avancement de la conception du réacteur et son planning de développement,
- les capacités techniques et financières actuelles de la société porteuse du projet, ainsi que son plan de croissance (appels de fonds et croissance des effectifs).

À l'issue de ce contact prospectif, le porteur du projet est invité à poursuivre son développement afin d'atteindre les trois objectifs suivants :

1. **Maturité minimale du projet technique** : le porteur de projet dispose d'une première esquisse conceptuelle complète de son projet ;
2. **Capacité du porteur de projet à engager des échanges techniques** : le porteur de projet dispose en propre d'une équipe technique suffisante (estimée à environ une vingtaine d'ingénieurs) pour pouvoir engager des échanges techniques avec l'ASN et l'IRSN sur l'ensemble des thématiques techniques associées à la démonstration de la sûreté de son réacteur ;
3. **Pérennité financière minimale du porteur de projet** : la société porteuse du projet dispose de garanties financières suffisantes pour assurer son développement au moins sur les 18 à 24 prochains mois.

TABLEAU 3 État des échanges techniques entre les porteurs de projet de PRM, l'ASN et l'IRSN

PROJET	CONTACT PROSPECTIF	REVUE PRÉPARATOIRE	PRÉ-INSTRUCTION (OPTIONS DE SÛRETÉ)	INSTRUCTION DEMANDE D'AUTORISATION DE CRÉATION
NUWARD			En cours	
CALOGENA		Planifiée		
OTRERA	À reconduire			
HEXANA	À reconduire			
JIMMY		Finalisée		
BLUE CAPSULE	À reconduire			
NEWCLEO		En cours		
NAAREA		En cours		
STELLARIA	À reconduire			
THORIZON	À reconduire			

PHASE 2 Revue préparatoire du projet

Dès lors que la maturité du projet est considérée comme suffisante au regard des trois critères précédemment cités, un cycle de réunions thématiques d'échange est mis en place.

Ce cycle de réunions vise à permettre à l'ASN et l'IRSN, au travers de présentations et d'échanges de questions-réponses, de disposer d'une vision d'ensemble précise du projet. En particulier, ces réunions permettent de comprendre sa conception particulière, de dresser un état des connaissances disponibles et à acquérir, et de bien appréhender les principales orientations de sûreté du projet.

Cette phase implique un premier niveau de mobilisation des spécialistes de l'IRSN mais ne constitue qu'un échange d'informations préparatoire à de futures instructions. Aucune position technique sur le projet n'est exprimée à ce stade par l'ASN et l'IRSN.

PHASE 3 Une pré-instruction des options de sûreté structurantes du projet

Avant de finaliser la conception détaillée de son réacteur, le porteur de projet a ensuite la possibilité de demander à l'ASN, au titre de l'[article R. 593-14 du code de l'environnement](#), son avis sur tout ou partie des éléments structurants de son projet préalablement à l'engagement d'une procédure d'autorisation de création.

Dans le cadre de projets de réacteurs innovants, l'ASN recommande aux porteurs de projet de recourir à cette phase de pré-instruction qui permet d'engager de premières expertises techniques et de disposer de positions de l'autorité sur une liste concertée de sujets identifiés à enjeu à l'issue de la phase de revue préparatoire.

PHASE 4 L'instruction de la demande d'autorisation de création

Enfin, une fois que la conception détaillée du projet de réacteur est prête, le dépôt d'une demande d'autorisation de création peut être envisagé.

Cette phase constitue une nouvelle montée en puissance de l'engagement des ressources de l'ASN et de l'IRSN. En effet, outre l'évaluation technique complète du projet, interviennent désormais également une évaluation des caractéristiques du site d'implantation et la réalisation d'un programme d'inspections du pétitionnaire, qui acquiert *de facto* le statut d'exploitant, visant notamment à contrôler son système de management et sa capacité à maîtriser sa sous-traitance.

5 Des enjeux de sûreté nouveaux et des objectifs de sûreté à adapter

Alors que le site d'implantation d'un nouveau réacteur électro-nucléaire de puissance est un des éléments du projet qui peut, dans une certaine mesure, faire l'objet d'un choix, ce n'est pas le cas pour de nombreux projets de PRM.

En effet, en visant en particulier le marché de la production de chaleur industrielle, le site d'implantation d'un PRM est imposé par la localisation du client à qui il va délivrer son énergie. Aussi, de nombreux projets de PRM ambitionnent de se déployer sur des sites industriels situés à proximité, voire au sein même de zones urbaines.

Une telle implantation près de zones de forte densité de population ou industrielles est envisagée par les porteurs de projet, car ces réacteurs sont susceptibles de pouvoir atteindre des niveaux de sûreté significativement supérieurs à ceux des gros réacteurs électrogènes actuels. La plus faible puissance à évacuer en cas d'accident devrait ainsi permettre de combiner des systèmes de sûreté passifs et actifs, apportant une diversification accrue des

dispositions de sûreté, des délais de grâce⁽²⁾ allongés et une meilleure protection des barrières de confinement. En outre, certaines des nouvelles filières proposées présentent des caractéristiques spécifiques (telles que la performance de confinement intrinsèque des combustibles particuliers des réacteurs à haute température) qui permettent également de viser une diminution significative des rejets radioactifs en cas d'accident, même les plus graves.

Si ces réacteurs peuvent prétendre *a priori* atteindre des niveaux de sûreté supérieurs à ceux des réacteurs électrogènes de grande puissance, l'ASN considère qu'il est nécessaire de définir les objectifs de sûreté à atteindre pour pouvoir envisager une telle implantation proche des populations.

L'ASN a pour cela mis en place un groupe de travail pluraliste pour mener une réflexion sur des objectifs de sûreté renforcés à fixer pour envisager de telles implantations.

2. Délai pendant lequel la sûreté peut être assurée sans qu'aucune intervention ne soit nécessaire (par exemple le délai pendant lequel, en cas de perte totale des alimentations électriques, la sûreté peut être assurée de manière passive en attendant le rétablissement d'une source d'alimentation de secours).

TABLEAU 4 Présentation des filières technologiques et des combustibles associés envisagés dans les PRM

FILIÈRE TECHNOLOGIQUE	DISPONIBILITÉ ACTUELLE DU COMBUSTIBLE SPÉCIFIQUE ASSOCIÉ
Réacteur à eau légère	• Capacité industrielle existante
Réacteur à neutrons rapides, refroidi au sodium ou au plomb	• Capacité de production industrielle à développer
Réacteur à haute température	• Aucune capacité industrielle de production de ce type particulier de combustible (TRISO ^(*)) • Nécessité de disposer d'uranium enrichi à près de 20 % (HALEU ^(**))
Réacteur à sels fondus	• Aucune capacité industrielle de production de ce type particulier de combustible (mélange U et PU intégré dans des sels de chlorure) • Nécessité de développer des capacités d'enrichissement du chlore naturel en chlore-37 ^(***)

* Le combustible à particules est dit « TRISO » pour « Tri-Structural Isotropic ». Le noyau constitué d'oxyde d'uranium, de carbone et d'oxygène est entouré de trois couches isolantes qui servent de première barrière de confinement pour retenir les produits de fission.

** L'uranium de type « HALEU » (*High-Assay Low-Enriched Uranium*) est enrichi à une teneur en isotope d'uranium-235 plus élevée (elle varie de 5 à 20%) que l'uranium faiblement enrichi (*Low Enriched Uranium – LEU*) conventionnel utilisé dans les combustibles des REP et des réacteurs à eau bouillante (REB).

*** Le chlore naturel est constitué de deux isotopes stables: le chlore-35 (à 75%) et le chlore-37 (à 25%). Dans le cœur du réacteur, le chlore-35 se transforme par capture d'un neutron en chlore-36 qui est un isotope radioactif de très longue durée de vie et dont la solubilité et la mobilité au travers des couches géologiques en font un déchet difficile à gérer.

6 La nécessité d'une vision intégrant le « cycle du combustible »

Le développement de ces projets de réacteurs modulaires est conditionné par la disponibilité du combustible nécessaire à leur fonctionnement. Cette disponibilité s'entend non seulement en matière d'existence de moyens de production industrielle des combustibles, mais également en matière de capacité de production (voir tableau 4).

Deux porteurs de projet de PRM ont également engagé en 2023 des échanges techniques avec l'ASN et l'IRSN sur des projets de développement d'usine de fabrication de leur combustible :

- JIMMY, concernant un projet d'usine de fabrication de combustible TRISO ;
- NEWCLEO, concernant un projet d'usine de fabrication de combustible MOX⁽³⁾ pour RNR.

Concernant les projets de réacteurs à sels fondus (NAAREA, STELLARIA et THORIZON), ces porteurs de projet travaillent en collaboration avec Orano qui pourrait envisager de développer à terme des moyens de production de ce type de combustible.

Au-delà du sujet de leur fabrication, l'ASN souligne également la nécessité de faire agréer les moyens de transport de ces nouveaux combustibles, neufs et usés, et de prévoir le développement des filières de retraitement et de gestion des déchets associés.

7 Un enjeu de standardisation et de coopération internationale

Malgré le niveau déjà élevé d'harmonisation au niveau international des standards de sûreté de l'Agence internationale de l'énergie atomique (AIEA) et, à l'échelle européenne, des objectifs et des niveaux de référence de sûreté adoptés par l'Association des autorités de sûreté nucléaire des pays d'Europe de l'Ouest (*Western European Nuclear Regulators' Association – WENRA*), chaque projet de construction d'un modèle de réacteur dans un nouveau pays conduit généralement à en modifier la conception originale pour s'adapter au contexte réglementaire national et aux exigences de l'exploitant local.

Si le coût de ces adaptations reste supportable dans le cas des gros réacteurs électronucléaires, cela n'est plus nécessairement le cas pour des PRM, dont le modèle économique repose sur une production de série pour réduire leur coût et atteindre leur seuil de rentabilité, impliquant donc qu'un même modèle puisse être autorisé par plusieurs pays.

Afin de lever les freins potentiels au développement de ces nouveaux réacteurs, plusieurs initiatives internationales ont émergé.

L'AIEA mobilise ses membres au travers d'une initiative baptisée « [NHSI](#) » (*Nuclear Harmonization and Standardisation Initiative*) visant à développer et à encourager des modes de coopération internationale pour réaliser des instructions conjointes d'un même modèle de réacteur par plusieurs autorités de sûreté, ou pour permettre à un pays de prendre connaissance des évaluations déjà réalisées par d'autres pays en vue d'éventuellement alléger sa propre charge d'instruction.

L'ASN participe à ces travaux et a présenté à l'occasion de la Convention internationale sur la sûreté nucléaire les enseignements et les résultats concrets de la [pré-évaluation conjointe](#) (*Joint Early Review – JER*) du réacteur Nuward (voir encadré page suivante) réalisée avec les autorités de sûreté nucléaire finlandaise (STUK) et tchèque (SUJB). Au regard de l'intérêt et du succès de cette coopération entre trois autorités de sûreté, Nuward a souhaité approfondir cette JER en lançant une seconde phase à laquelle, en plus de la participation des trois précédentes autorités déjà impliquées, se sont jointes également les autorités de sûreté nucléaire des Pays-Bas (ANVS), de la Pologne (PAA) et de la Suède (SSM).

3. Le combustible MOX est un combustible nucléaire constitué par un mélange d'oxyde d'uranium appauvri et de plutonium.

IDENTIFICATION DES ENJEUX DE SÛRETÉ ET DES ÉVOLUTIONS RÉGLEMENTAIRES NÉCESSAIRES POUR LES PRM AU TRAVERS DU CAS CONCRET DU RÉACTEUR NUWARD SMR



Projet de petit réacteur modulaire Nuward SMR.

Le réacteur Nuward SMR est un projet de petit réacteur modulaire à eau sous pression développé par [Nuward](#), filiale du groupe EDF, et ses partenaires (Commissariat à l'énergie atomique et aux énergies alternatives – CEA, Naval Group, TechnicAtome, Framatome et Tractebel). Chaque unité est composée de deux modules de 170 MWe chacun, immergés et hébergés au sein d'un même bâtiment, partiellement enterré. Ce concept intègre certaines innovations majeures en matière de sûreté, notamment une gestion passive du refroidissement du réacteur en cas d'accident.

Revue conjointe menée par plusieurs autorités de sûreté

Au premier trimestre 2022, l'ASN a engagé, avec ses homologues tchèque (SUJB) et finlandaise (STUK), avec l'appui de l'IRSN ainsi que son homologue tchèque (SÚRO), une [évaluation préliminaire](#) des principales options de sûreté du projet Nuward. Cet examen a conduit à l'identification, sur un cas concret, des avantages en matière de sûreté des PRM, ainsi que des questions qu'ils peuvent soulever. Il a également permis la comparaison des différentes exigences, pratiques et expériences des trois régulateurs impliqués et l'identification d'opportunités d'évolution des réglementations et pratiques nationales. Pour sa part, cet examen a permis à Nuward de disposer d'éléments pour développer une conception plus standardisée.



L'ASN a engagé, le 14 novembre 2023, avec cinq homologues européennes, la seconde phase de la revue des options de sûreté du projet de réacteur Nuward.

Le [rapport de clôture](#) de cette coopération multilatérale a présenté le programme et la méthode de travail adoptés, ainsi que les principaux enseignements.

Le 14 novembre 2023, l'ASN a engagé la seconde phase de cette revue. À cette occasion, les autorités de sûreté néerlandaise (ANVS), polonaise (PAA) et suédoise (SSM) rejoignent l'initiative. Cette phase implique également les appuis techniques des autorités de sûreté.

Dans la continuité de la première, la seconde phase aura pour objectif d'identifier, sur un projet concret, les atouts et les interrogations que soulèvent les PRM en matière de sûreté et d'adaptation aux différents cadres réglementaires nationaux. Lors de cette nouvelle phase, l'évaluation sera étendue à de nouveaux sujets techniques. La revue portera

notamment sur les barrières de confinement, l'évaluation des conséquences radiologiques d'un accident et l'architecture des systèmes électriques et de contrôle-commande.

Instruction par l'ASN des options de sûreté du réacteur

En parallèle de cette revue conjointe, EDF a sollicité en juin 2023 l'avis de l'ASN sur les options de sûreté du réacteur Nuward SMR comme prévu par l'[article R. 593-14 du code de l'environnement](#). Cette instruction portera sur l'ensemble du projet. Elle prendra en compte les recommandations du [Guide n°22 de l'ASN](#) relatif à la conception des REP. L'ASN portera une attention particulière sur l'évaluation des approches et dispositifs innovants du réacteur Nuward.

01

02

03

04

05

06

07

08

09

10

11

12

13

14

15

AN

SOMMAIRE

1

p. 334

Le « cycle du combustible »

- 1.1 Amont du « cycle du combustible »
- 1.2 Fabrication du combustible
- 1.3 Aval du « cycle du combustible »
- retraitement
- 1.4 La cohérence du « cycle du combustible » du point de vue de la sûreté et de la radioprotection
- 1.5 Perspectives : les installations en projet

2

p. 340

Les actions de l'ASN dans le champ des installations du « cycle du combustible » : une approche graduée

- 2.1 L'approche graduée en fonction des enjeux des installations
- 2.2 Les réexamens périodiques des installations du « cycle du combustible »



Les installations du « cycle du combustible nucléaire »



12

Le « cycle du combustible nucléaire » débute avec l'extraction du minerai d'uranium et s'achève avec le conditionnement, en vue de leur stockage, des [déchets radioactifs](#) provenant des combustibles usés. En France, les dernières mines d'uranium étant fermées depuis 2000, le « cycle du combustible » concerne la fabrication du combustible, son retraitement à l'issue de son utilisation dans les réacteurs nucléaires, la valorisation des produits issus du retraitement qui peuvent l'être et la gestion des déchets.

Les installations nucléaires concourant au « cycle du combustible », dont chacune est unique, constituent les maillons d'une chaîne dont le fonctionnement peut être significativement perturbé si l'une d'entre elles est défaillante.

Les exploitants des usines du « cycle » font partie des groupes Orano ou EDF (Framatome) : Orano exploite l'usine Melox à Marcoule, les usines de La Hague, l'ensemble des usines du Tricastin, ainsi que les installations de Malvési.

Framatome exploite les installations du site de Romans-sur-Isère. L'Autorité de sûreté nucléaire (ASN) contrôle la sûreté de ces installations industrielles, qui manipulent des substances radioactives comme de l'uranium ou du plutonium, et présentent des enjeux de sûreté spécifiques, notamment des risques radiologiques associés à des risques toxiques.

L'ASN contrôle la cohérence globale des choix industriels faits en matière de gestion du combustible qui pourraient avoir des conséquences sur la sûreté.

En 2023, Orano a procédé à la mise en service, sur le site de La Hague, de trois nouveaux évaporateurs concentrateurs de produits de fission (NCPF T2) de l'usine UP3-A, remplaçant ainsi les équipements précédents qui présentaient une corrosion plus avancée que prévue à leur conception, ainsi que d'une nouvelle extension des capacités d'entreposage des matières plutonifères. La situation de l'usine Melox s'est améliorée en 2023 par rapport aux années précédentes, en matière de qualité et de quantité de production de combustible MOX (Mélange d'Oxydes d'uranium et de plutonium). Ces éléments contribuent à stabiliser le fonctionnement du « cycle du combustible », même si celui-ci présente toujours peu de marges en cas d'aléas et que les parades à mettre en place pour pallier la saturation des piscines d'entreposage de combustibles usés restent à déployer.

Au regard des performances des sites en 2023 et des actions entreprises par leurs exploitants pour les améliorer, l'ASN considère que le fonctionnement d'ensemble du « cycle du combustible » est en voie d'amélioration, mais demeure fragile.

1 Le « cycle du combustible »

Le minerai d'uranium est extrait, puis purifié et concentré sous forme de *Yellow Cake* sur les sites miniers. Le concentré solide est ensuite transformé en hexafluorure d'uranium (UF_6) à la suite d'opérations de conversion. Ces opérations sont réalisées dans les usines Orano de Malvési et du Tricastin. Ces usines, réglementées au titre de la législation des installations classées pour la protection de l'environnement ([ICPE](#)), utilisent de l'uranium naturel dont la teneur en uranium-235 est de l'ordre de 0,7%.

La plupart des réacteurs électronucléaires dans le monde utilisent de l'uranium légèrement enrichi en uranium-235. La filière des réacteurs à eau sous pression (REP) nécessite, par exemple, de l'uranium enrichi en isotope-235. En France, l'enrichissement de l' UF_6 entre 3% et 6% est réalisé par ultracentrifugation dans l'[usine Georges Besse II](#) (GB II) du Tricastin.

Cet UF_6 enrichi est ensuite transformé en oxyde d'uranium sous forme de poudre dans l'usine Framatome de Romans-sur-Isère. Les pastilles de combustible fabriquées avec cet oxyde sont introduites dans des gaines pour constituer des « crayons », lesquels sont réunis pour former les assemblages de combustible.

Ces assemblages sont alors introduits dans le cœur des réacteurs où ils délivrent de l'énergie, notamment par fission des noyaux d'uranium-235. Avant leur utilisation dans les réacteurs, les combustibles nucléaires neufs peuvent être entreposés dans un des deux magasins interrégionaux (MIR) exploités par EDF au [Bugey](#) et à [Chinon](#). Par ailleurs, Framatome a repris en 2023 la fabrication d'assemblages combustibles à base d'uranium issu du retraitement enrichi (URE) à destination de la centrale nucléaire de Cruas-Meysses.

Après une période d'utilisation de l'ordre de trois à quatre ans, les assemblages de combustibles usés sont extraits du réacteur puis refroidis en piscine, d'abord sur le site même de la centrale où ils ont été mis en œuvre, puis dans l'[usine de retraitement Orano de La Hague](#).

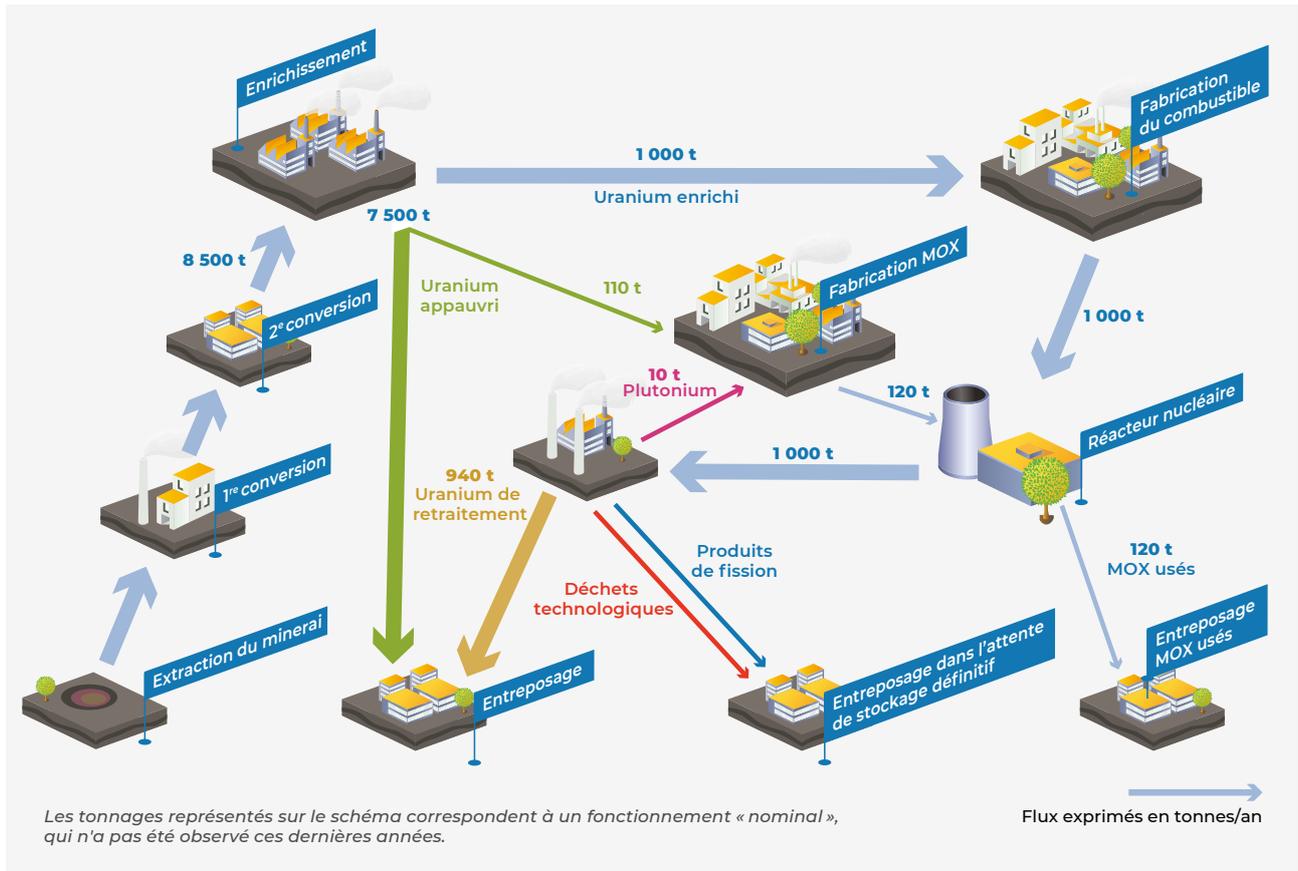
Dans cette usine, l'uranium et le plutonium des combustibles usés sont alors séparés des produits de fission et des autres éléments transuraniens¹⁾. L'uranium et le plutonium sont conditionnés puis entreposés en vue d'une réutilisation ultérieure.

1. Les éléments transuraniens sont des éléments chimiques qui sont plus lourds que l'uranium (numéro atomique 92). Les principaux sont le neptunium (93), le plutonium (94), l'américium (95), le curium (96). Dans un réacteur, ils dérivent de l'uranium lors de réactions secondaires, autres que la fission.

TABLEAU 1 Flux de l'industrie du « cycle du combustible » en 2023

INSTALLATION	PRODUIT TRAITÉ			PRODUIT ÉLABORÉ		PRODUIT EXPÉDIÉ	
	ORIGINE	PRODUIT TRAITÉ	TONNAGE	PRODUIT ÉLABORÉ	TONNAGE	DESTINATION	TONNAGE
Orano Tricastin Conversion	Orano Malvési	UF ₄	13 679	UF ₆	14 879	Parcs Orano Tricastin	14 879
Orano Tricastin Atelier TU5	Orano La Hague	Nitrate d'uranyle	3 468	U ₃ O ₈	1 048	Parcs Orano Tricastin	1 048
Orano Tricastin Usine W	Orano Tricastin GB II	UF ₆ appauvri	9 879	U ₃ O ₈	7 880	Parcs Orano Tricastin	7 880
Orano Tricastin GB II	Orano Tricastin Conversion	UF ₆	11 263	UF ₆ appauvri	9 451	Orano Usine W Tricastin	9 451
				UF ₆ enrichi	1 426	Usines de fabrication de combustibles	1 426
Framatome Romans	Orano Tricastin GB II	UF ₆ enrichi	518	Assemblages combustibles	568	EDF	428
						Taishan (Chine)	70
						Tihange (Belgique)	29
	Urenco (Pays-Bas, Allemagne et États-Unis)		Koeberg (Afrique du Sud)			28	
			Goesgen (Suisse)			7	
	Tenex (Russie)		Rignhals (Suède)			4	
			Trillo (Espagne)			2	
ANF Lingen (Allemagne)	Crayons gadolinium	7	Poudre UO ₂ et U ₃ O ₈	7	CEA	5	
					Framatome Richland (États-Unis)	3	
Orano Melox Marcoule	WSE Vasteras (Suède)	UO ₂ appauvri	81	Éléments combustibles MOX	72	EDF	61
	Orano La Hague	PuO ₂	8				
Orano La Hague	Combustibles traités dans l'établissement de La Hague						
	EDF et autres exploitants	UOX et MOX	882	Nitrate d'uranyle	998	Orano Tricastin	865
				PuO ₂	12	Melox Marcoule	6
	Combustibles entreposés dans les piscines de l'établissement de La Hague						
EDF et autres exploitants	Éléments combustibles irradiés	10 125	-	-	-	-	

Schéma du « cycle du combustible »



Le plutonium issu du traitement des combustibles d'oxyde d'uranium est utilisé dans l'[usine Melox](#) exploitée par Orano à Marcoule, pour fabriquer du combustible MOX qui est utilisé dans des réacteurs électronucléaires de 900 mégawatts électriques (MWe) en France. Les combustibles nucléaires MOX ne sont actuellement pas retraités après avoir été utilisés dans les réacteurs. Dans l'attente de leur retraitement ou de leur stockage, les combustibles MOX irradiés sont entreposés dans les piscines du site de La Hague.

Les principaux flux liés au « cycle du combustible » sont présentés dans le tableau 1 (voir page précédente).

D'autres installations sont nécessaires au fonctionnement des installations nucléaires de base (INB) citées ci-après, notamment l'installation IARU ([ex-Socatri](#)) qui assure la maintenance et le démantèlement d'équipements nucléaires, ainsi que le traitement des effluents nucléaires et industriels de la plateforme Orano du Tricastin.

1.1 AMONT DU « CYCLE DU COMBUSTIBLE »

En amont de la fabrication de combustibles pour les réacteurs, le minerai d'uranium doit subir un certain nombre de transformations chimiques, de la préparation du *Yellow Cake* jusqu'à la conversion en UF₆, forme sous laquelle il est enrichi. Ces opérations se déroulent principalement sur les sites Orano de [Malvésij](#), dans l'Aude, et du [Tricastin](#) dans la Drôme et le Vaucluse (également connu sous le nom de site de Pierrelatte).

Orano exploite sur le site du Tricastin :

- l'installation TU5 (INB 155) de conversion de nitrate d'uranyle UO₂(NO₃)₂, issu du retraitement de combustibles usés à La Hague, en sesquioxyde d'uranium (U₃O₈) ;

- l'usine W (ICPE dans le périmètre de l'INB 155) de conversion d'UF₆ appauvri en U₃O₈ ;
- l'installation ex-Comurhex (INB 105) de conversion de tétrafluorure d'uranium (UF₄) en UF₆ qui comprend l'usine Philippe Coste ;
- l'installation d'enrichissement de l'UF₆ par ultracentrifugation GB II (INB 168) ;
- le laboratoire d'analyse Atlas (INB 176) ;
- des parcs d'entreposage d'uranium et de thorium sous diverses formes (INB 93, 178, 179 et 180) ;
- l'installation IARU (INB 138) qui assure la gestion de déchets du site du Tricastin, ainsi que la maintenance et le démantèlement d'équipements nucléaires (ex-Socatri) ;
- une installation nucléaire de base secrète (INBS), qui regroupe notamment des parcs d'entreposage de substances radioactives, pour la quasi-totalité à usage civil.

L'installation TU5 et l'usine W d'Orano – INB 155

L'INB 155, dénommée [TU5](#), peut mettre en œuvre jusqu'à 2 000 tonnes (t) d'uranium par an, ce qui permet de traiter la totalité de l'UO₂(NO₃)₂ issu de l'usine Orano de La Hague pour le convertir en U₃O₈ (composé solide stable permettant de garantir des conditions d'entreposage de l'uranium plus sûres que sous forme liquide ou gazeuse). Une fois converti, l'uranium de retraitement est entreposé sur le site du Tricastin.

Les usines de conversion de l'uranium d'Orano – INB 105

L'[INB 105](#), qui transformait notamment le nitrate d'uranyle de retraitement en UF₄ ou en U₃O₈, est en démantèlement (voir chapitre 14).

L'usine Philippe Coste est incluse dans son périmètre et est dédiée à la fluoration de l'UF₄ en UF₆ pour permettre son enrichissement ultérieur dans l'usine GB II.

Elle a une capacité de production de l'ordre de 14 000 t d'UF₆ à partir de l'UF₄ provenant de l'établissement Orano de Malvési. Elle relève du statut des ICPE soumises à autorisation avec servitude (installations dites « [Seveso](#) ») et est contrôlée par l'ASN sous ce régime.

L'usine d'enrichissement par ultracentrifugation

Georges Besse II – INB 168

L'INB 168, dénommée [GB II](#) dont la création a été autorisée en 2007, est une usine d'enrichissement de l'uranium par ultracentrifugation gazeuse. Ce procédé consiste à injecter de l'UF₆ dans un cylindre en rotation à très grande vitesse. Sous l'effet de la force centrifuge, les molécules les plus lourdes (contenant l'uranium-238) sont séparées des plus légères (contenant l'uranium-235). En associant plusieurs centrifugeuses, qui constituent une cascade, il est possible de disposer d'un flux d'uranium enrichi en isotope 235 fissile et d'un flux appauvri. L'usine GB II est composée de deux unités d'enrichissement (unité Sud et unité Nord) et d'un atelier support, REC II. Le 19 juin 2023, Orano a transmis à la ministre chargée de la sûreté nucléaire une demande d'autorisation de modification substantielle visant à augmenter la capacité nominale de production de l'usine GB II de 30%.

L'enrichissement d'uranium issu du retraitement, qui serait soumis à autorisation préalable de l'ASN, n'est pas mis en œuvre actuellement dans cette usine.

L'installation Atlas – INB 176

L'installation [Atlas](#) a pour fonction :

- la réalisation d'analyses physico-chimiques et radiochimiques industrielles ;
- le suivi des rejets liquides et atmosphériques et la surveillance de l'environnement des installations du Tricastin.

L'installation Atlas, mise en service en 2017, répond aux exigences de sûreté les plus récentes.

L'installation Parcs uranifères du Tricastin – INB 178

À la suite du déclassé d'une partie de l'INBS de Pierrelatte par décision du Premier ministre, l'INB 178, dite « [Parcs uranifères du Tricastin](#) », a été créée. Cette installation regroupe des parcs d'entreposage d'uranium, ainsi que les nouveaux locaux de gestion de crise de la plateforme. L'ASN a enregistré cette installation en décembre 2016.

L'installation P35 – INB 179

Dans la continuité du processus de déclassé de l'INBS de Pierrelatte par décision du Premier ministre, l'INB 179, dite « [P35](#) » a été créée. Cette installation regroupe dix bâtiments d'entreposage d'uranium. L'ASN a enregistré cette installation en janvier 2018.

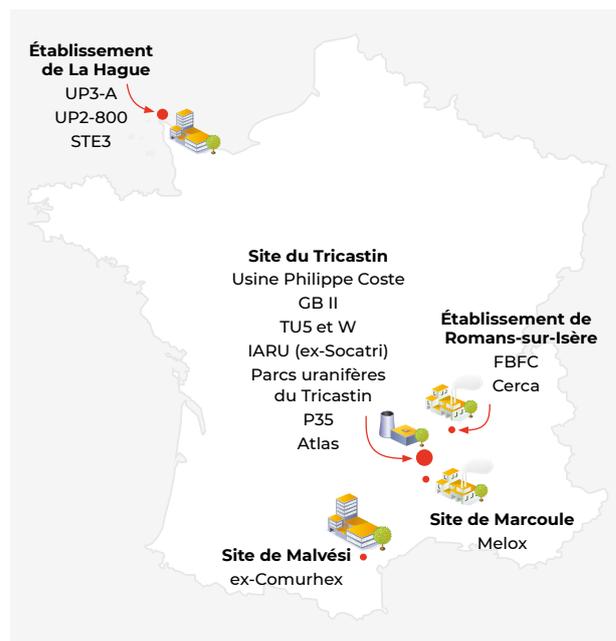
L'installation FLEUR – INB 180

Le [décret n° 2022-391 du 18 mars 2022](#) autorise la société Orano Chimie-Enrichissement à créer une INB d'entreposage dénommée « Fourniture locale d'entreposage d'uranium de retraitement » (FLEUR), destinée à l'entreposage de conteneurs d'uranium appauvri principalement issu du retraitement des combustibles usés. Elle est actuellement composée de deux bâtiments, et pourra, à terme, contenir jusqu'à quatre bâtiments.

L'installation IARU (ex-Socatri) – INB 138

L'installation réalise principalement des activités de réparation, de décontamination et de démantèlement de matériels industriels ou nucléaires, des activités de traitement d'effluents liquides radioactifs et industriels, et des activités de traitement et de conditionnement de déchets radioactifs.

Installations du « cycle du combustible » en fonctionnement



1.2 FABRICATION DU COMBUSTIBLE

La fabrication du combustible pour les réacteurs électronucléaires nécessite de transformer l'UF₆ en poudre d'oxyde d'uranium. Les pastilles fabriquées à partir de cette poudre dans l'usine Framatome de Romans-sur-Isère, dite « [FBFC](#) », sont placées dans des gaines métalliques en zirconium pour constituer les crayons de combustible, ensuite réunis pour former les assemblages.

Les combustibles utilisés dans les réacteurs expérimentaux sont plus variés, certains d'entre eux utilisent, par exemple, de l'uranium très enrichi sous forme métallique. Ces combustibles sont fabriqués dans l'usine Framatome de Romans-sur-Isère usuellement appelée « [Cerca](#) ».

Les usines FBFC et Cerca ont été réunies en une seule INB (63-U), par [décret du 23 décembre 2021](#).

Le combustible MOX est fabriqué dans l'INB 151 [Melox](#), exploitée par Orano, située sur le site nucléaire de Marcoule, par mélange et pastillage de poudres d'oxyde d'uranium et d'oxyde de plutonium, ensuite placées dans des gaines et assemblages de même géométrie que ceux produits par FBFC.

1.3 AVAL DU « CYCLE DU COMBUSTIBLE » – RETRAITEMENT

Les usines de retraitement Orano de La Hague en fonctionnement

Les usines de La Hague, destinées au traitement des assemblages de combustibles usés dans les réacteurs nucléaires, sont exploitées par Orano.

La mise en service des différents ateliers des usines de traitement d'éléments combustibles irradiés provenant des réacteurs nucléaires à eau ordinaire ([UP3-A](#) – INB 116 et [UP2-800](#) – INB 117) et de la Station de traitement des effluents [STE3](#) (INB 118) s'est déroulée de 1986 (réception et entreposage des assemblages combustibles usés) à 2002 (atelier de traitement du plutonium R4), avec la mise en service de la majorité des ateliers de procédé en 1989-1990.

Les [décrets du 10 janvier 2003](#) fixent la capacité individuelle de traitement de chacune des deux usines à 1 000 tonnes par an (t/an), comptées en quantité d'uranium et de plutonium contenus dans les assemblages combustibles avant irradiation (passage en réacteur) et limitent la capacité totale des deux usines à 1 700 t/an. Les limites et conditions de rejet et de prélèvement d'eau du site fixées en 2015 ont été mises à jour par deux décisions de l'ASN du 16 juin 2022 ([décision n°2022-DC-0724](#) et [décision n°2022-DC-0725](#)). Les décisions modifient notamment la valeur maximale mensuelle de l'activité volumique des gaz rares, dont le krypton-85, ainsi que l'encadrement des limites et modalités de contrôle des rejets en mer de onze substances chimiques, détectées par l'exploitant en faible quantité dans les rejets dans le cadre d'une démarche d'évaluation de la conformité réglementaire.

Les opérations réalisées dans les usines

Les [usines de retraitement](#) comprennent plusieurs unités industrielles, chacune destinée à une opération particulière. On distingue ainsi les installations de réception et d'entreposage des assemblages de combustibles usés; de cisailage et de dissolution de ceux-ci; de séparation chimique des produits de fission, de l'uranium et du plutonium; de purification de l'uranium et du plutonium et de traitement des effluents, ainsi que de conditionnement des déchets.

À leur arrivée dans les usines, les assemblages de combustibles usés disposés dans leurs emballages de transport sont déchargés soit « sous eau » en piscine, soit à sec en cellule blindée étanche. Les assemblages sont alors entreposés dans des piscines pour leur refroidissement.

Les assemblages sont ensuite cisailés et dissous dans l'acide nitrique afin de séparer les morceaux de gaine métallique du combustible nucléaire usé. Les morceaux de gaine, insolubles dans l'acide nitrique, sont transférés vers une unité de compactage et de conditionnement.

La solution d'acide nitrique comprenant les substances radioactives dissoutes est ensuite traitée afin d'en extraire l'uranium et le plutonium, et d'y laisser les produits de fission et les autres éléments transuraniens.

Après purification, l'uranium est concentré et entreposé sous forme d' $\text{UO}_2(\text{NO}_3)_2$. Il est destiné à être converti dans l'installation TU5 du site du Tricastin en un composé solide (U_3O_8), dit « uranium de retraitement ».

Après purification et concentration, le plutonium est retransformé en oxyde de plutonium, conditionné en boîtes étanches et entreposé. Il est ensuite destiné à la fabrication de combustibles MOX dans l'usine Orano de Marcoule (Melox).

Les effluents et les déchets produits par le fonctionnement des usines

Les produits de fission et autres éléments transuraniens issus du retraitement sont concentrés, vitrifiés et conditionnés en colis standards de déchets vitrifiés (CSD-V). Les morceaux de gaines métalliques sont compactés et conditionnés en colis standards de déchets compactés (CSD-C).

Par ailleurs, ces opérations de retraitement mettent en œuvre des procédés chimiques et mécaniques qui, par leur exploitation, produisent des effluents gazeux et liquides ainsi que des déchets solides.

Les effluents gazeux se dégagent principalement lors du cisailage des assemblages et pendant l'opération de dissolution. Le traitement de ces effluents gazeux s'effectue par lavage dans une unité de traitement des gaz. Les gaz radioactifs résiduels, en particulier le krypton et le tritium, sont contrôlés avant d'être rejetés dans l'atmosphère.

Les effluents liquides sont traités et généralement recyclés. Certains radionucléides, tels que l'iode et le tritium, sont dirigés, après contrôle et dans le respect des limites de rejet, vers l'émissaire marin de rejet en mer. Les autres sont dirigés vers des unités de conditionnement du site (en matrice solide de verre ou de bitume).

Les déchets solides sont conditionnés sur le site soit par compactage, soit par enrobage dans du ciment, soit par vitrification. Les déchets radioactifs solides issus du traitement des assemblages de combustibles usés dans des réacteurs français sont, selon leur composition, envoyés au Centre de stockage des déchets de faible et moyenne activité à vie courte (FMA-VC) de [Soulaines](#) (voir chapitre 15) ou entreposés sur le site Orano de La Hague dans l'attente d'une filière pour leur stockage définitif; c'est notamment le cas pour les CSD-V et CSD-C, dont le stockage définitif est envisagé dans l'installation Cigéo en projet (voir chapitre 15). Conformément à l'[article L. 542-2 du code de l'environnement](#), les déchets radioactifs issus du traitement des assemblages de combustibles usés d'origine étrangère sont réexpédiés vers le pays producteur. Cependant, il est impossible de séparer physiquement les déchets en fonction des combustibles dont ils proviennent. Afin de garantir une répartition équitable des déchets issus du traitement des combustibles de ses différents clients, l'exploitant a proposé un système comptable permettant le suivi des entrées et des sorties de l'usine de La Hague. Ce système, appelé « Exper », a été approuvé par [arrêté du ministre chargé de l'énergie du 2 octobre 2008](#).

1.4 LA COHÉRENCE DU « CYCLE DU COMBUSTIBLE » DU POINT DE VUE DE LA SÛRETÉ ET DE LA RADIOPROTECTION

La fabrication du combustible nucléaire utilisé dans les réacteurs des centrales nucléaires produisant de l'électricité, son entreposage, son retraitement après irradiation et la gestion des déchets qui en proviennent constituent le « cycle du combustible nucléaire ». Il implique différents exploitants : Orano, Framatome, EDF et l'Agence nationale pour la gestion des déchets radioactifs (Andra).

L'ASN contrôle la cohérence globale des choix industriels faits en matière de gestion du combustible qui pourraient avoir des conséquences sur la sûreté. Au-delà des enjeux de sûreté propres à chaque installation, le « cycle du combustible » présente en effet des enjeux de sûreté d'ordre systémique, notamment du point de vue de l'équilibre du fonctionnement des différentes installations, et de la maîtrise des inventaires de substances radioactives et des besoins en entreposage associés.

L'ASN a rendu le 18 octobre 2018 son [avis n°2018-AV-0316](#) sur le dossier « Impact cycle 2016 », rédigé conjointement avec les acteurs industriels du « cycle ». Ce dossier présente les conséquences sur chaque étape du « cycle du combustible » de la stratégie mise en œuvre par EDF pour l'utilisation des différents types de combustibles dans ses réacteurs, de différents scénarios de mix énergétique envisagés par la programmation pluriannuelle de l'énergie (PPE), ou encore d'aléas de fonctionnement d'usines contribuant au « cycle du combustible ».

Elle souligne le besoin d'anticiper au minimum d'une dizaine d'années toute évolution stratégique du fonctionnement du « cycle du combustible », afin qu'elle puisse être conçue et réalisée dans des conditions de sûreté et de radioprotection maîtrisées. Il s'agit, par exemple, de s'assurer que, compte tenu des délais incompressibles de développement des projets industriels, les besoins de création de nouvelles installations d'entreposage de combustibles usés, ou encore d'emballages de transport, sont suffisamment anticipés.

En décembre 2020, EDF, en collaboration avec Framatome, Orano et l'Andra, a mis à jour ses perspectives de gestion du « cycle du combustible » selon des scénarios de mix énergétique cohérents avec la PPE publiée en avril 2020. Ces perspectives ont été substantiellement reconsidérées au regard des orientations données depuis à la politique énergétique française ; des travaux prospectifs de simulation sont régulièrement présentés à l'ASN par les exploitants concernés, notamment dans le cadre d'auditions conjointes d'Orano et d'EDF par le collège de l'ASN. Au regard des perspectives quantitatives résultant de l'éventail des scénarios considérés, et des marges réduites que présentent les piscines du site de La Hague, il apparaît un risque de saturation des capacités d'entreposage de combustibles usés dès le début des années 2030, voire avant en cas de dysfonctionnement majeur d'une ou plusieurs installations du « cycle ». L'ASN souligne la nécessité que les installations du « cycle » et les capacités d'entreposage associées présentent des marges significatives par rapport aux différents scénarios énergétiques envisagés, et vis-à-vis des aléas susceptibles d'affecter leur fonctionnement opérationnel.

EDF a annoncé en 2020 un report de la mise en service de son projet de piscine d'entreposage centralisée à 2034 au mieux. Cela rend nécessaire le déploiement de parades pour faire face au retard de ce projet : ces parades sont la densification des piscines d'entreposage de La Hague, l'entreposage à sec des combustibles usés et l'utilisation accrue de combustible MOX en réacteur. L'ASN rappelle qu'aucune de ces parades ne présente les mêmes avantages établis en matière de sûreté que le projet de piscine d'entreposage centralisé, qui reste à ce jour une solution de référence, sans alternative équivalente sur le plan de la sûreté.

Après les dysfonctionnements concernant certaines étapes du « cycle du combustible » qui se sont manifestés et aggravés en 2021, la situation en 2023 est en voie d'amélioration mais demeure fragile :

- un plan d'action est mis en œuvre par Orano depuis 2019 pour surmonter les difficultés de production de Melox. L'utilisation d'une poudre d'uranium appauvri dite « voie humide » a pu être qualifiée en septembre 2022. La production de l'usine Melox en 2023 a ainsi pu être significativement supérieure à celle de 2022. La production de matières radioactives contenant du plutonium non conformes pour une utilisation comme combustible dans des réacteurs, qualifiées de « rebuts MOX », a également diminué. L'utilisation de cette poudre « voie humide » permet ainsi d'améliorer la situation, dans l'attente de l'utilisation d'une poudre d'uranium comparable provenant d'un nouvel atelier appelé « nouvelle voie humide » (NVH) de l'usine Orano de Malvési, dont la qualification est programmée en 2024 ;
- les difficultés de production de Melox entraînent toujours une saturation plus rapide que prévu des capacités d'entreposage des matières plutonifères, qui nécessite la création de nouveaux locaux d'entreposage pour ces matières à La Hague. Une première extension a été autorisée par l'ASN en avril 2022, une seconde en avril 2023 et une troisième est en cours d'instruction par l'ASN ;
- le remplacement des évaporateurs concentrateurs de produits de fission (chantier « NCPF ») de l'usine UP3-A a été achevé en 2023, et le remplacement de ceux de l'usine UP2-800 est prévu en 2024 ;
- le dossier de demande d'autorisation de densification des piscines de La Hague, déposé fin décembre 2022, est en cours d'instruction. Ce projet, consistant à remplacer les paniers actuellement utilisés dans les piscines C, D et E par des paniers plus compacts et dans le respect des limites fixées par les décrets d'autorisation de création (DAC) des INB 116 et 117, constitue une des parades pour faire face au retard de la mise en service d'une piscine d'entreposage centralisée.

1.5 PERSPECTIVES : LES INSTALLATIONS EN PROJET

Projet de « nouvelle concentration des produits de fission » (NCPF) sur le site de La Hague

Afin de remplacer les évaporateurs concentrateurs de produits de fission de La Hague qui présentent une corrosion plus avancée que prévu à leur conception, Orano construit de nouveaux ateliers, nommés « NCPF », comprenant six nouveaux évaporateurs. Ce projet particulièrement complexe a nécessité plusieurs autorisations et a fait l'objet d'une [décision de l'ASN en 2022](#) portant sur la mise en service de trois de ces évaporateurs (NCPF T2) en vue d'un démarrage en mars 2023. Ceux-ci ont été construits et mis en service conformément au planning prévu par l'exploitant. L'autorisation de mise en service des trois autres évaporateurs (NCPF R2) est envisagée en 2024.

Construction de nouvelles capacités d'entreposage de colis de déchets sur le site de La Hague

Afin d'anticiper la saturation des capacités d'entreposage des CSD-V (ateliers R7, T7 et E/EV/SE), la construction de nouveaux ateliers d'entreposage dits « extension d'entreposage des verres sur le site de La Hague » (E/EV/LH) a commencé en 2007. Ces ateliers sont constitués module par module, par construction successive d'unités identiques appelées « fosses ». Le [8 septembre 2022](#), l'ASN a autorisé l'introduction de colis de déchets radioactifs dans la fosse 50 de l'atelier E/EV/LH2. La fosse 60 est en construction pour accroître la capacité d'entreposage.

Par ailleurs, une extension de l'entreposage de CSD-C, autorisée par le [décret du 27 novembre 2020](#), est en cours de construction ; la première introduction de substances radioactives dans cette extension est envisagée en 2025 après autorisation délivrée par l'ASN.

En 2023, Orano a déposé une demande de modification substantielle du DAC de l'INB 116 (UP3-A) pour accroître la capacité d'entreposage de colis de déchets CSD-C et de colis de déchets CSD-V. Cette demande fera l'objet d'une enquête publique.

Projet d'extension de l'unité nord de l'usine George Besse II sur le site du Tricastin

En juillet 2022, Orano a transmis à l'ASN un dossier d'options de sûreté (DOS) portant sur un projet d'extension de l'unité Nord de l'usine GB II afin d'augmenter la capacité de production de l'usine d'environ 30 %. L'ASN a pris position sur le dossier le [7 février 2023](#). Une concertation préalable a été organisée sur ce projet par Orano, sous l'égide de la Commission nationale du débat public (CNDP) du 1^{er} février au 9 mars 2023. Les garants désignés par la CNDP ont remis le [bilan de la concertation](#) le 9 mai 2023 auquel Orano a répondu le 13 juin 2023, en indiquant souhaiter poursuivre le projet.

Le 19 juin 2023, Orano a déposé une demande de modification du DAC afin d'augmenter la capacité de production de l'usine GB II d'environ 30 %. La demande est en cours d'instruction par l'ASN et fera l'objet d'une enquête publique en 2024.

Projet de piscine d'entreposage centralisé d'EDF à La Hague

Lors du débat public préalable à la 5^e édition du Plan national de gestion de matières et déchets radioactifs ([PNGMDR](#)) qui a eu lieu en 2019, EDF a réaffirmé que sa stratégie d'augmentation des capacités d'entreposage de combustibles usés repose sur la construction d'une nouvelle piscine d'entreposage centralisée. Cette nouvelle installation doit permettre l'entreposage des combustibles usés dont le retraitement ou le stockage ne sont envisageables qu'à long terme. La durée d'exploitation envisagée pour cet entreposage est donc de l'ordre du siècle.

EDF a transmis en 2017 un DOS concernant ce projet. L'ASN a rendu en juillet 2019 son avis sur les options de sûreté présentées par EDF pour une telle installation et considère que les objectifs généraux de sûreté et les options de conception retenues sont satisfaisants.

En 2020, EDF a signalé un retard concernant ce projet de piscine d'entreposage, qui aurait vocation à être implantée sur le site de La Hague, mais ne serait pas mise en service avant 2034. En 2021, EDF a saisi la CNDP sur ce projet et une concertation préalable sous l'égide de la CNDP a été organisée par EDF du 22 novembre 2021 au 8 juillet 2022, avec une suspension du 2 février au 20 juin 2022. Les garants désignés par la CNDP ont remis le [bilan de la concertation](#) le 8 août 2022. EDF annonce désormais le dépôt du dossier de demande d'autorisation de création de l'installation au 1^{er} semestre 2024.

L'ASN rappelle l'importance de disposer au plus tôt de nouvelles capacités d'entreposage de combustibles usés répondant aux standards de sûreté les plus récents afin de répondre à la problématique de saturation des capacités actuelles, pour laquelle il n'existe pas d'alternative équivalente au projet de piscine d'entreposage centralisé.

L'ASN avait demandé dès 2018 à EDF de présenter les parades qu'elle envisagerait dans cette situation compte tenu d'une possible saturation des capacités françaises d'entreposage de combustibles usés d'ici à cette mise en service.

Les parades envisagées par EDF, en lien avec Orano, sont la densification des piscines de La Hague, une utilisation accrue des combustibles MOX en réacteurs, sous réserve d'un retour à un fonctionnement nominal de l'usine Melox, et un entreposage à sec des combustibles usés.

Projet de densification des piscines de La Hague

En novembre 2020, Orano a remis un DOS. Afin de favoriser les échanges techniques sur ce dossier, l'ASN a constitué début 2021 un sous-groupe de travail pluraliste dans le cadre des travaux du groupe de travail PNGMDR, auquel ont été conviés des membres de la commission locale d'information (CLI) de La Hague. [L'ASN a pris position sur le dossier](#) en février 2022. La demande d'autorisation de modification notable a été transmise par l'exploitant fin 2022 et fera l'objet d'une prise de position de l'ASN en 2024.

Projet d'entreposage à sec des combustibles usés sur le site de La Hague

Orano a remis en novembre 2021 une première version d'un DOS à l'ASN, insuffisante à ce stade pour permettre à l'ASN de se prononcer. La mise à jour du DOS transmise par Orano en 2023 est en cours d'instruction par l'ASN.

2 Les actions de l'ASN dans le champ des installations du « cycle du combustible » : une approche graduée

2.1 L'APPROCHE GRADUÉE EN FONCTION DES ENJEUX DES INSTALLATIONS

À chaque étape du « cycle du combustible », les installations présentent des enjeux différents :

- les installations de conversion et d'enrichissement induisent principalement des risques toxiques (du fait de la forme chimique des substances radioactives qu'elles mettent en œuvre), des risques de criticité (lorsqu'elles mettent en œuvre des matières enrichies) et de dissémination de substances radioactives (qui se présentent en poudre, sous forme liquide ou cristallisées) ;
- les installations de fabrication de combustible induisent principalement des risques toxiques (quand elles ont des unités de conversion), de criticité, d'incendie ou d'explosion (procédés utilisant des moyens de chauffe), de dissémination de substances radioactives (qui se présentent en poudre) et d'exposition à des rayonnements ionisants (lorsqu'elles mettent en œuvre des substances issues du retraitement) ;
- les installations de retraitement de combustible usé induisent principalement des risques de dissémination de substances radioactives (les substances mises en œuvre étant notamment liquides ou en poudre), de criticité (les substances fissiles mises en œuvre changent de forme géométrique) et d'exposition à des rayonnements ionisants (les combustibles contiennent des substances très irradiantes).

Leur point commun est que les réactions en chaîne n'y sont jamais recherchées (prévention du risque de criticité) et qu'elles mettent en œuvre des substances dangereuses, du fait de leurs propriétés radiologiques ou chimiques, dans des quantités industrielles.

Les risques industriels classiques y sont souvent prépondérants ; certaines usines d'Orano du Tricastin et à La Hague ou de Framatome à Romans-sur-Isère relèvent à ce titre de la directive Seveso.

L'ASN s'attache à appliquer un contrôle proportionné aux enjeux de chaque installation. Celles-ci sont ainsi classées par l'ASN dans l'une des trois catégories définies au regard de l'importance des risques et impacts sur la sûreté, la santé et l'environnement qu'elles présentent. Cette [classification](#) des INB permet d'adapter le contrôle des installations et de renforcer celui des installations à enjeux importants, en matière d'inspection et de profondeur des instructions menées par l'ASN.

Lorsque les installations sont modifiées de manière substantielle ou lorsqu'elles sont définitivement arrêtées, l'ASN est chargée de l'instruction de ces modifications qui font l'objet d'un décret modificatif par le Gouvernement, dont l'ASN est préalablement saisie. L'ASN établit aussi les prescriptions qui encadrent ces grandes étapes. Enfin, l'ASN instruit également les dossiers de sûreté justifiant le fonctionnement de chacune des INB.

L'ASN contrôle, pour chaque installation, l'organisation et les moyens retenus par l'exploitant pour lui permettre d'assurer ses responsabilités en matière de sûreté nucléaire, de radioprotection, de gestion de crise en cas d'accident, ainsi que de protection de l'environnement, de la santé et de la salubrité publiques. L'ASN contrôle le fonctionnement des organisations mises en place par les exploitants, principalement au travers d'inspections, notamment celles consacrées au management de la sûreté.

2.2 LES RÉEXAMENS PÉRIODIQUES DES INSTALLATIONS DU « CYCLE DU COMBUSTIBLE »

Depuis la publication du [décret du 2 novembre 2007](#), l'ensemble des exploitants d'INB doivent réaliser des [réexamens périodiques](#) de leurs installations au moins tous les dix ans. Ces exercices ont été conduits graduellement sur les installations du « cycle du combustible ». Le développement des démarches de réexamen peut présenter une certaine complexité car la plupart de ces installations, contrairement aux réacteurs électronucléaires, sont uniques en leur genre ; il existe donc peu de référentiels ou d'installations avec lesquelles une comparaison soit aisée.

L'instruction de ces réexamens périodiques a confirmé la pertinence de définir en amont, dans une phase dite « d'orientation », les sujets prioritaires à examiner par l'exploitant durant le réexamen périodique, et les méthodologies associées. Par ailleurs, les démonstrations de sûreté de l'ensemble des INB doivent s'enrichir d'analyses probabilistes. Le réexamen de l'usine UP2-800 (INB 117) s'est achevé avec l'édiction par l'ASN de prescriptions techniques encadrant la poursuite du fonctionnement de cette INB. Pour l'usine UP3-A (INB 116), Orano a transmis fin 2020 son rapport de conclusion du réexamen, qui fera l'objet d'un examen par le Groupe permanent d'experts pour les laboratoires et usines (GPU) au cours de plusieurs réunions prévues entre 2023 et 2025. En novembre 2022, à l'issue de l'instruction du rapport

de conclusion du réexamen de la STE3 (INB 118) et considérant que les dispositions mises en place ou planifiées par l'exploitant dans ce cadre sont appropriées, l'ASN a validé la poursuite du fonctionnement de cette installation. Concernant les usines de fabrication de combustible neuf, l'exploitant de l'usine Melox a remis son rapport de conclusion du réexamen en septembre 2021. L'instruction de ce rapport est en cours par l'ASN en vue d'un examen par le GPU en 2024. Le réexamen périodique des usines FBFC et Cerca, réunies en une seule INB (63-U) par décret du 23 décembre 2021, a été remis par Framatome en juin 2023.

En 2023 s'est achevé le réexamen périodique des parcs d'entreposage uranifères du Tricastin (INB 178, 179 et 180) avec l'édiction par l'ASN de prescriptions techniques encadrant la poursuite du fonctionnement de ces INB.

Les réexamens montrent l'importance d'une vérification *in situ* de la conformité des éléments importants pour la protection (EIP) la plus exhaustive possible, ou la plus représentative possible des EIP non accessibles. Ils illustrent aussi le besoin de disposer d'une démarche robuste pour la maîtrise du vieillissement des installations du « cycle du combustible ». C'est notamment le cas pour les installations de l'aval du « cycle », pour lesquelles la maîtrise du vieillissement constitue un enjeu prioritaire ; celui-ci fait l'objet d'inspections dédiées et d'une vigilance accrue lors de l'instruction des réexamens périodiques en cours.

SOMMAIRE

1

p. 344

Les installations de recherche, laboratoires et autres installations en France

- 1.1 Les réacteurs de recherche
- 1.2 Les laboratoires et installations industrielles diverses
 - 1.2.1 Les laboratoires
 - 1.2.2 Les accélérateurs de particules
 - 1.2.3 Les installations industrielles d'ionisation
- 1.3 Les installations d'entreposage de matières

2

p. 347

Les actions de l'ASN dans le champ des installations de recherche : une approche graduée

- 2.1 L'approche graduée en fonction des enjeux des installations
- 2.2 Les réexamens périodiques



Les installations nucléaires de recherche et industrielles diverses



13

Les [installations nucléaires de recherche ou industrielles](#) sont distinctes des installations nucléaires de base (INB) directement liées à la production d'électricité (réacteurs électronucléaires et installations du « cycle du combustible ») ou à la gestion des déchets. Elles sont, historiquement et majoritairement, exploitées par le Commissariat à l'énergie atomique et

aux énergies alternatives (CEA), mais également par d'autres organismes de recherche (par exemple, l'Institut Laue-Langevin – ILL, l'organisation internationale ITER et le Grand Accélérateur national d'ions lourds – Ganil) ou par des industriels (par exemple, CIS bio international, Steris et Ionisos, qui exploitent des installations de production d'éléments radiopharmaceutiques ou des irradiateurs industriels).

1 Les installations de recherche, laboratoires et autres installations en France

1.1 LES RÉACTEURS DE RECHERCHE

Les [réacteurs de recherche](#) ont pour objectif de contribuer à la recherche scientifique et technologique et à l'amélioration de l'exploitation des centrales nucléaires. Certaines de ces installations produisent également des radionucléides⁽¹⁾ à usage médical. Ce sont des installations dans lesquelles une réaction en chaîne est créée et entretenue, permettant de produire un flux de neutrons plus ou moins dense utilisé, en premier lieu, à des fins d'expériences scientifiques. Contrairement aux centrales nucléaires, l'énergie produite par les réacteurs de recherche n'est pas récupérée, elle constitue un « sous-produit » évacué par refroidissement. Les quantités de substances radioactives mises en œuvre sont moindres que dans les réacteurs électronucléaires.

Un panorama des différents types de réacteurs de recherche présents en France et des principaux risques associés est présenté ci-après.

Dans leur dimensionnement, ces réacteurs prennent en compte des accidents de référence de fusion du cœur « sous eau » (défaillance dans le système de refroidissement) et de fusion du cœur « en air » (après dénoyage du cœur ou lors d'une maintenance). En outre, ils prennent en compte des accidents spécifiques à certains réacteurs de recherche.

Les réacteurs à faisceaux de neutrons

Les [réacteurs à faisceaux de neutrons](#) sont de type piscine. Ils sont principalement destinés à la recherche fondamentale (physique du solide, physico-chimie moléculaire, biochimie, etc.), en utilisant la méthode de diffraction neutronique pour l'étude de la matière. Les neutrons sont produits dans le réacteur, à différentes gammes d'énergie, et sont captés par des canaux dans le réacteur pour être acheminés vers des aires expérimentales.

En France, il n'existe plus qu'un réacteur à faisceaux de neutrons en fonctionnement : le [réacteur à haut flux](#) (RHF – INB 67) exploité par l'ILL à Grenoble (puissance nominale limitée à 58 mégawatts thermiques – MWth). Le RHF fonctionne par cycles de 50 à 100 jours environ. Les principaux enjeux de sûreté sont la maîtrise de la réactivité, du refroidissement et du confinement.

Les programmes d'essais CIP et d'essai d'irradiation de composants électroniques se sont poursuivis en 2023. En parallèle de la réalisation de ces essais, l'ASN instruit la demande de réparation sous eau de l'hodoscope, dossier qui achève la remise en état complète du réacteur à la suite de la découverte de défauts en 2020.

Cette réparation devra intervenir à la fin de la réalisation du programme d'essais actuel, à l'horizon de la fin de l'année 2025. L'ASN contrôle la bonne mise en œuvre des actions engagées à la suite des conclusions du dernier réexamen périodique de l'installation, notamment concernant l'amélioration des dispositions de prévention des risques d'incendie et des risques liés aux opérations de maintenance.

Le réacteur [Orphée](#) (INB 101), exploité par le CEA à Saclay (puissance nominale limitée à 14 MWth), a été arrêté définitivement fin 2019.

Les réacteurs « d'essais »

Les [réacteurs « d'essais »](#) sont de type piscine. Ils sont destinés à l'étude de situations accidentelles. Ils permettent de reproduire, de façon contrôlée et à petite échelle, certains accidents postulés dans la démonstration de sûreté des réacteurs électronucléaires et de mieux connaître l'évolution de paramètres physiques lors des situations accidentelles.

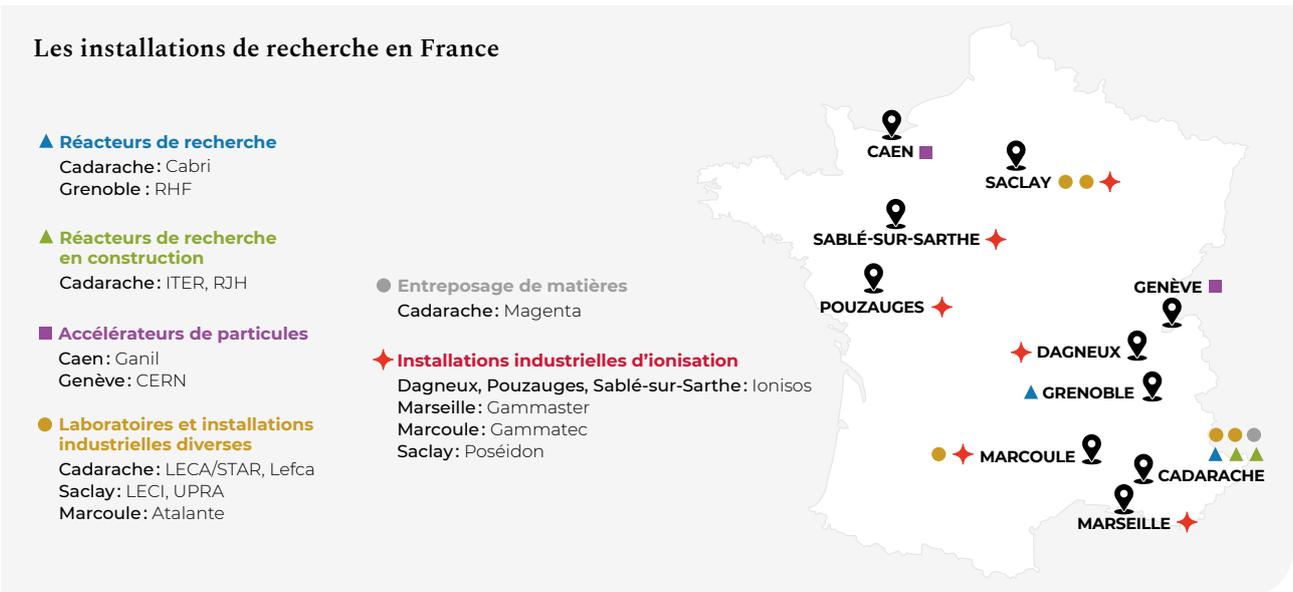
En France, il existe un réacteur « d'essais » en fonctionnement : le réacteur [Cabri](#) (INB 24), exploité par le CEA à Cadarache. Ce réacteur, d'une puissance limitée à 25 MWth, permet de produire le flux neutronique nécessaire aux expériences. Les enjeux de sûreté sont semblables à ceux des autres réacteurs : la maîtrise de la réactivité du cœur nourricier, le refroidissement pour évacuer la puissance et le confinement des substances radioactives situées dans les crayons de combustibles composant le cœur.

Des modifications de l'installation ont été réalisées pour mettre en œuvre de nouveaux programmes de recherche afin d'étudier le comportement du combustible à haut taux de combustion lors de situations accidentelles d'insertion de réactivité. La divergence du réacteur dans sa nouvelle configuration a été autorisée en 2015. [L'ASN a autorisé, le 30 janvier 2018](#), après d'importants travaux de rénovation, le premier essai expérimental actif de la boucle à eau sous pression de l'installation.

Le réacteur « d'essais » Cabri, dont la conception a été complétée afin de réaliser également des programmes expérimentaux d'irradiation d'objets, a été autorisé pour ce type d'utilisation par [décret du 2 août 2022](#).

Après une période d'arrêt liée à la survenue d'événements significatifs, l'installation a pu reprendre ses essais à partir de septembre 2022.

1. L'utilisation des radionucléides offre des possibilités d'analyse et de traitements médicaux : pour le diagnostic des cancers par le biais de scintigraphies et tomographies, autorisant des examens poussés d'organes en fonctionnement, ou pour le traitement des tumeurs grâce à la radiothérapie, qui emploie les rayonnements des radionucléides pour détruire les cellules cancéreuses (voir chapitre 7).



Les réacteurs d'irradiation

Les [réacteurs d'irradiation](#) sont de type piscine. Ils permettent d'étudier les phénomènes physiques liés à l'irradiation de matériaux et de combustibles ainsi que leurs comportements. Les flux neutroniques obtenus par ces installations étant plus puissants que ceux présents dans un réacteur électronucléaire de type réacteur à eau sous pression (REP), les expériences permettent de réaliser des études de vieillissement de matériaux et composants soumis à un flux important de neutrons. Après irradiation, les échantillons font l'objet d'examens destructifs, notamment dans des laboratoires de recherche, afin de caractériser les effets de l'irradiation. Ils constituent donc un outil important pour la qualification des matériaux soumis à un flux neutronique.

En outre, ces réacteurs de recherche sont des sources de production significatives de certains radionucléides à usage médical.

La puissance de ces réacteurs varie de quelques dizaines à une centaine de mégawatts thermiques. Ces réacteurs fonctionnent par cycle d'environ 20 à 30 jours.

En France, depuis 2015 et l'arrêt définitif du réacteur [Osiris](#) (INB 40) sur le site du CEA à Saclay, il n'existait plus de réacteur d'irradiation technologique en fonctionnement.

Le réacteur [Jules Horowitz](#) (RJH - INB 172), destiné à remplacer Osiris, est en cours de construction à Cadarache. La mise en service de l'installation, jalonnée dans le temps, est en cours d'instruction par l'ASN. Le 19 juillet 2023, le Conseil de politique nucléaire a en outre acté la poursuite des investissements de l'État et de la filière pour finaliser la construction du RJH, afin que la France dispose de cette nouvelle installation opérationnelle à l'horizon 2032-2034. Ce réacteur permettra à la fois d'appuyer la recherche sur la prolongation de la durée de vie du parc existant, sur les EPR 2, mais aussi pour les petits réacteurs modulaires (PRM ou *Small Modular Reactors* - SMR).

Les réacteurs à fusion

Contrairement aux réacteurs de recherche décrits précédemment, qui mettent en œuvre des réactions de fission nucléaire, certaines installations de recherche visent à produire des réactions de fusion nucléaire.

En France, l'installation [ITER](#) (INB 174) est un projet international de [réacteur à fusion](#) en cours de construction à Cadarache. L'objectif visé par ITER est la démonstration scientifique et

technique de la maîtrise de la fusion nucléaire par confinement magnétique d'un plasma deutérium-tritium, lors d'expériences de longue durée avec une puissance significative (500 mégawatts - MW, pendant 400 secondes).

Parmi les principaux enjeux de maîtrise des risques et inconvénients de ce type d'installation, on peut citer la maîtrise du confinement des matières radioactives (du tritium en particulier) et les risques d'exposition aux rayonnements ionisants du fait d'une forte activation des matériaux sous flux neutronique intense.

En 2023, des travaux ont été engagés par Iter Organization pour redéfinir le programme expérimental de l'installation et développer un « nouveau scénario de référence ». L'ASN souligne une amélioration de la transparence des échanges sur les enjeux de sûreté associés. Les points d'arrêt associés au projet, et notamment celui relatif à l'assemblage du tokamak, seront redéfinis dans le cadre de l'instruction associée à ce nouveau programme expérimental.

1.2 LES LABORATOIRES ET INSTALLATIONS INDUSTRIELLES DIVERSES

1.2.1 Les laboratoires

Les [laboratoires](#) menant des activités de recherche et de développement pour la filière nucléaire contribuent à l'approfondissement des connaissances pour la production électronucléaire, la fabrication et le retraitement du combustible, ou encore la gestion des déchets. Ils peuvent aussi produire des radionucléides à usage médical.

Principes et enjeux de sûreté

Les principaux enjeux inhérents à ces installations sont la protection des personnes contre les rayonnements ionisants, la prévention de la dispersion de substances radioactives, la maîtrise des risques d'incendie et celle de la réaction en chaîne (criticité).

Les principes de conception de ces laboratoires sont similaires. Des zones dédiées, dénommées « cellules blindées », permettent la manipulation de substances radioactives et la réalisation d'expérimentations, à l'aide de moyens de manutention adaptés. Ces cellules blindées sont dimensionnées avec des épaisseurs de murs et de vitres importantes, afin de protéger les opérateurs contre les rayonnements ionisants. Elles permettent également le confinement des matières radioactives, grâce à un système de ventilation et de filtres spécifiques. Le risque de criticité est maîtrisé au travers de

consignes strictes pour la manipulation, l'entreposage et le suivi des matériaux étudiés. Enfin, le risque d'incendie est géré à l'aide de dispositifs techniques (portes coupe-feu, clapets, détecteurs, équipements d'intervention, etc.) et d'une organisation limitant la présence de matières calorifiques. La formation du personnel et une organisation rigoureuse sont des facteurs essentiels pour garantir la maîtrise de ces quatre principaux risques.

Les laboratoires d'essais sur les combustibles et les matériaux

Une partie de ces laboratoires, exploités par le CEA, permet de réaliser diverses expérimentations sur les matériaux ou combustibles irradiés. Certains programmes de recherche ont, par exemple, pour objectif de permettre un taux de combustion plus élevé des combustibles ou d'améliorer leur sûreté. Certaines de ces installations sont également exploitées pour des activités de préparation et de reconditionnement de combustibles.

Appartiennent à cette catégorie de laboratoires :

- le Laboratoire d'examen des combustibles actifs ([LECA](#)), situé à Cadarache, et son extension, la Station de traitement, d'assainissement et de reconditionnement ([STAR](#)), qui constituent l'INB 55 ;
- le Laboratoire d'études et de fabrication de combustibles nucléaires avancés ([Lefca](#) – INB 123), situé à Cadarache ;
- le Laboratoire d'essais sur combustibles irradiés ([LECI](#) – INB 50), situé à Saclay.

Les laboratoires de recherche et de développement (R&D)

Des activités de R&D sont aussi menées pour l'industrie nucléaire dans des laboratoires sur les nouvelles technologies, notamment concernant le développement de nouveaux combustibles, leur recyclage ou encore la gestion des déchets ultimes.

L'atelier alpha et le laboratoire pour les analyses de transuraniens et études de retraitement ([Atalante](#) – INB 148), situés à Marcoule et exploités par le CEA, assurent un appui technique à Orano Cycle pour optimiser le fonctionnement des usines de La Hague. Des travaux expérimentaux y sont menés pour la qualification du comportement des matrices de verres nucléaires afin de garantir les propriétés de confinement sur le long terme des colis de déchets de haute activité.

L'ASN contrôle la bonne mise en œuvre des actions engagées à la suite du dernier réexamen périodique.

L'usine de production de radioéléments artificiels

L'usine de production de radioéléments artificiels ([UPRA](#)), située à Saclay et exploitée par CIS bio international, est une installation nucléaire conçue sur les mêmes principes qu'un

laboratoire (zones dédiées permettant la manipulation et des expérimentations de substances radioactives, à l'aide de moyens de manutention adaptés), destinée à la fois à mener des activités de recherche et à mettre au point des radionucléides à usage médical. CIS bio international est une filiale du groupe Curium, fabricant de produits radiopharmaceutiques.

L'instruction du réexamen périodique de l'installation est en cours par l'ASN, il a également fait l'objet d'un avis du Groupe permanent d'experts pour les laboratoires et les usines (GPU) en date du 16 mars 2023.

1.2.2 Les accélérateurs de particules

Certains [accélérateurs de particules](#) sont des INB. Ces installations utilisent des champs électriques ou magnétiques pour accélérer des particules chargées. Les faisceaux de particules accélérées produisent des champs importants de rayonnements ionisants, activant les matériaux en contact, qui émettent alors des rayonnements ionisants, même après l'arrêt des faisceaux. L'exposition aux rayonnements ionisants de la population, du personnel et de l'environnement constitue donc le risque principal de ce type d'installations.

Le Ganil

Le Grand Accélérateur national d'ions lourds ([Ganil](#) – INB 113), situé à Caen, permet de mener des travaux de recherche fondamentale et appliquée, notamment en physique atomique et en physique nucléaire. Cette installation de recherche produit, accélère et distribue des faisceaux d'ions à différents niveaux d'énergie pour étudier la structure de l'atome. Une instruction est actuellement en cours pour la construction d'un nouveau bâtiment de réception des faisceaux, dénommé « Désir », afin de permettre la conduite de nouveaux programmes expérimentaux en matière de recherche. À la suite de l'enquête publique menée en 2023, la publication du décret modificatif du décret d'autorisation de création de l'installation pour intégrer le bâtiment « Désir » est attendue d'ici la fin d'année 2024.

Le CERN

Situé entre la France et la Suisse, le Centre européen pour la recherche nucléaire ([CERN](#)) est une organisation internationale dont la mission est de mener à bien des programmes de recherche fondamentale à caractère purement scientifique concernant les particules de haute énergie. Le CERN exploite, sur plusieurs sites connectés entre eux, toute une chaîne de dispositifs de recherche sur la structure de la matière, qui comprend actuellement plusieurs accélérateurs linéaires et circulaires, ainsi que plusieurs détecteurs et systèmes d'acquisition. Du fait de sa nature extra-territoriale, le CERN fait l'objet de [modalités de vérifications particulières](#) de la part des autorités de sûreté française et suisse.

1.2.3 Les installations industrielles d'ionisation

Les [installations industrielles d'ionisation](#), dénommées « irradiateurs », utilisent les rayons gamma émis par des sources scellées de cobalt-60 afin d'irradier des cibles dans des cellules d'irradiation. Ces cellules d'irradiation sont dimensionnées avec des épaisseurs de murs et de vitres importantes, afin de protéger les opérateurs contre les rayonnements ionisants. Les sources scellées sont soit en position basse, entreposées en piscine sous une épaisseur d'eau qui garantit la protection des travailleurs, soit en position haute pour irradier le matériel cible. L'exposition du personnel aux rayonnements ionisants constitue le risque principal dans ces installations.

Les principales applications des irradiateurs sont la stérilisation de dispositifs médicaux, de produits agroalimentaires et de matières premières pharmaceutiques. Les irradiateurs peuvent aussi permettre l'étude de comportement des matériaux sous rayonnements ionisants, notamment pour qualifier des matériaux pour l'industrie nucléaire.



MISE EN DEMEURE DU LABORATOIRE D'ESSAIS SUR COMBUSTIBLES IRRADIÉS (LECI)

L'ASN a mis en demeure en 2023 le CEA de mettre en œuvre sur son installation du LECI (INB 50), située à Saclay, les dispositions opérationnelles permettant d'assurer l'atteinte et le maintien en état sûr de l'installation en cas d'incendie dans les zones attenantes aux zones nucléaires. Cette prescription technique avait été adressée au CEA à la suite du réexamen périodique de 2013 avec une échéance initiale au 31 décembre 2019. À la suite de la constatation par les inspecteurs de l'ASN du non-respect de cette échéance, le CEA a demandé un report au 31 décembre 2029. L'ASN considère que cette nouvelle demande n'est pas acceptable, notamment au vu de l'analyse du retour d'expérience des autres exploitants relatif aux travaux de renforcement incendie, et a donc mis en demeure l'exploitant, par [la décision CODEP-DRC-2023-015452 du 4 juillet 2023](#), de respecter la prescription technique au plus tard le 31 décembre 2026.

Ces irradiateurs sont utilisés par :

- le groupe Ionisos, qui exploite trois installations situées à [Dagneux](#) (INB 68), [Pouzauges](#) (INB 146) et [Sablé-sur-Sarthe](#) (INB 154) :
 - un projet de nouvel irradiateur (D7) est en cours d'instruction pour le site de Dagneux,
 - au vu d'une analyse des enjeux que présente l'installation et des inspections sur le thème du réexamen périodique de l'installation, l'ASN n'a pas émis d'objection à la poursuite du fonctionnement de l'INB 154 pour les prochaines années ;
- le groupe Steris, qui exploite les installations [Gammaster](#) (INB 147) et [Gammatec](#) (INB 170), à Marseille et à Marcoule ;
- le CEA, qui exploite l'irradiateur [Poséidon](#) (INB 77) sur le site de Saclay.

1.3 LES INSTALLATIONS D'ENTREPOSAGE DE MATIÈRES

Les installations d'entreposage de matières, exploitées par le CEA, sont essentiellement consacrées à la conservation de matières uranifères et plutonifères fissiles non irradiées (ou faiblement irradiées) provenant d'autres installations du CEA. Cette activité permet d'alimenter les laboratoires (Atalante, Lefca, etc.) en fonction des expériences. Elles sont devenues, plus récemment, un exutoire temporaire des matières fissiles présentes jusque-là dans des installations désormais à l'arrêt, telles que les réacteurs de recherche (Éole, Minerve, Osiris, Masurca, notamment).

2 Les actions de l'ASN dans le champ des installations de recherche : une approche graduée

2.1 L'APPROCHE GRADUÉE EN FONCTION DES ENJEUX DES INSTALLATIONS

Le [régime des INB](#) s'applique à plus d'une centaine d'installations en France. Ce régime concerne des installations diverses présentant des enjeux de sûreté nucléaire, de radioprotection et de protection de l'environnement très différents : réacteurs nucléaires de recherche ou électronucléaires, entreposage ou stockage de déchets radioactifs, usines de fabrication ou de traitement de combustibles, laboratoires, installations industrielles d'ionisation, etc.

Les principes de sûreté, appliqués aux installations nucléaires de recherche ou industrielles, sont similaires à ceux adoptés pour les réacteurs électronucléaires et les installations du « cycle du combustible », tout en tenant compte de leurs spécificités en matière de risques et d'inconvénients. L'ASN a mis en œuvre une approche proportionnée à l'importance des risques ou inconvénients présentés par l'installation. À cet égard, l'ASN a réparti les installations qu'elle contrôle en trois catégories, de 1 à 3 par ordre décroissant d'importance des risques et inconvénients qu'elles présentent pour les intérêts mentionnés à l'article L. 593-1 du code de l'environnement ([décision n° 2015-DC-0523 de l'ASN du 29 septembre 2015](#)). Cette classification des INB permet d'adapter le contrôle des installations et de renforcer ainsi celui des installations à enjeux importants, en matière d'inspections et d'instructions menées par l'ASN. À titre d'exemples, les réacteurs de recherche RHF et Cabri sont respectivement classés en catégories 1 et 2, et l'accélérateur de particules Ganil est classé en catégorie 3.

2.2 LES RÉEXAMENS PÉRIODIQUES

Le [code de l'environnement](#) impose aux exploitants de réaliser, tous les dix ans, un [réexamen périodique](#) de leur installation. Ce réexamen périodique permet d'apprécier la situation de l'installation au regard des règles qui lui sont applicables et

Principes et enjeux de sûreté

Les principaux enjeux inhérents à ces installations sont la prévention de la dispersion de substances radioactives et la maîtrise de la réaction en chaîne (criticité).

La sûreté de ces installations repose sur une succession de barrières physiques statiques (murs et portes des locaux et des bâtiments) pour prévenir la dispersion de substances radioactives. Lors de la réalisation d'opérations sur ces substances, le confinement statique est, par ailleurs, assuré par des dispositifs (boîte à gants, cellule blindée) dans lesquels sont réalisées ces opérations. Ce confinement statique est complété par un confinement dynamique constitué, d'une part, d'une cascade de dépressions entre les locaux présentant des risques de dissémination de substances radioactives ; d'autre part, d'une filtration des effluents gazeux rejetés dans l'environnement. La réaction en chaîne est maîtrisée au travers de consignes strictes pour la manipulation, l'entreposage et le suivi des matériaux entreposés.

Les installations d'entreposage dédiées

L'installation [Magenta](#) (INB 169), mise en service en 2011, exploitée par le CEA sur son site de Cadarache, est dédiée à l'entreposage de matières fissiles non irradiées ainsi qu'à la caractérisation, par des mesures non destructives, des matières nucléaires réceptionnées. Elle remplace notamment le magasin central des matières fissiles ([MCMF](#) – INB 53), définitivement arrêté fin 2017.

d'actualiser les risques ou inconvénients inhérents à l'installation en tenant compte notamment de son état, de l'expérience acquise au cours de l'exploitation, de l'évolution des connaissances et des règles applicables aux installations similaires. Ils sont ainsi l'occasion de remises à niveau ou d'améliorations dans des domaines où les exigences de sûreté ont évolué, notamment la résistance au séisme, la protection contre l'incendie et le confinement.

À ce jour, l'ensemble des installations nucléaires de recherche et installations diverses a fait l'objet d'un réexamen périodique. L'ASN a mis en œuvre un mode d'instruction adapté aux enjeux des installations : certaines d'entre elles méritent une attention particulière au regard des risques qu'elles présentent ; d'autres, présentant moins d'enjeux, font l'objet d'inspections et d'instructions dont l'ampleur est adaptée.

En 2023, l'ASN a poursuivi l'instruction des réexamens périodiques des installations Cabri (INB 24), Poséidon (INB 77) et Magenta (INB 169) exploitées par le CEA, ainsi que des irradiateurs situés à Dagneux et Pouzauges (INB 68 et 146) exploités par Ionisos, de l'accélérateur d'ions (INB 113) exploité par le Ganil et de l'usine de production de radioéléments artificiels (INB 29) exploitée par CIS bio international.

En 2023, l'ASN a en outre finalisé l'analyse des dossiers d'orientation du réexamen périodique de trois installations du CEA : le LECI (INB 50), le LECA (INB 55) et le Lefca (INB 123).

Cette étape, antérieure à l'envoi par l'exploitant du rapport de conclusions du réexamen périodique, permet de fixer la méthodologie, le périmètre et les modalités des études menées dans le cadre du réexamen périodique à venir. L'ASN a ainsi formulé plusieurs observations que le CEA devra prendre en compte dans l'élaboration des réexamens périodiques des installations précitées.

À titre d'exemple, ces demandes ont porté sur la méthodologie de prise en compte des risques liés aux produits chimiques dans les installations, notamment vis-à-vis de l'inventaire des substances à considérer.

SOMMAIRE

1

p. 350

Le cadre juridique et technique du démantèlement

- 1.1 Les enjeux du démantèlement
- 1.2 La doctrine de l'ASN en matière de démantèlement
 - 1.2.1 Le démantèlement immédiat
 - 1.2.2 L'assainissement et l'atteinte de l'état final
- 1.3 L'encadrement du démantèlement
- 1.4 Le financement du démantèlement et de la gestion des déchets radioactifs

2

p. 354

La situation des installations nucléaires en démantèlement : enjeux spécifiques

- 2.1 Les réacteurs électronucléaires
 - 2.1.1 Les réacteurs électronucléaires à eau sous pression
 - 2.1.2 Les réacteurs électronucléaires autres que les réacteurs à eau sous pression
- 2.2 Les installations de recherche
 - 2.2.1 Les laboratoires de recherche
 - 2.2.2 Les réacteurs de recherche
- 2.3 Les installations de l'amont du « cycle du combustible nucléaire »
- 2.4 Les installations de l'aval du « cycle du combustible nucléaire »
- 2.5 Les installations support (entreposage, traitement des effluents et de déchets radioactifs)

3

p. 364

Les actions de l'ASN dans le champ des installations en démantèlement : une approche graduée

- 3.1 L'approche graduée en fonction des enjeux des installations
- 3.2 Les réexamens périodiques des installations en démantèlement
- 3.3 Le financement du démantèlement : avis de l'ASN sur les rapports triennaux

4

p. 364

L'évaluation des stratégies de démantèlement des exploitants

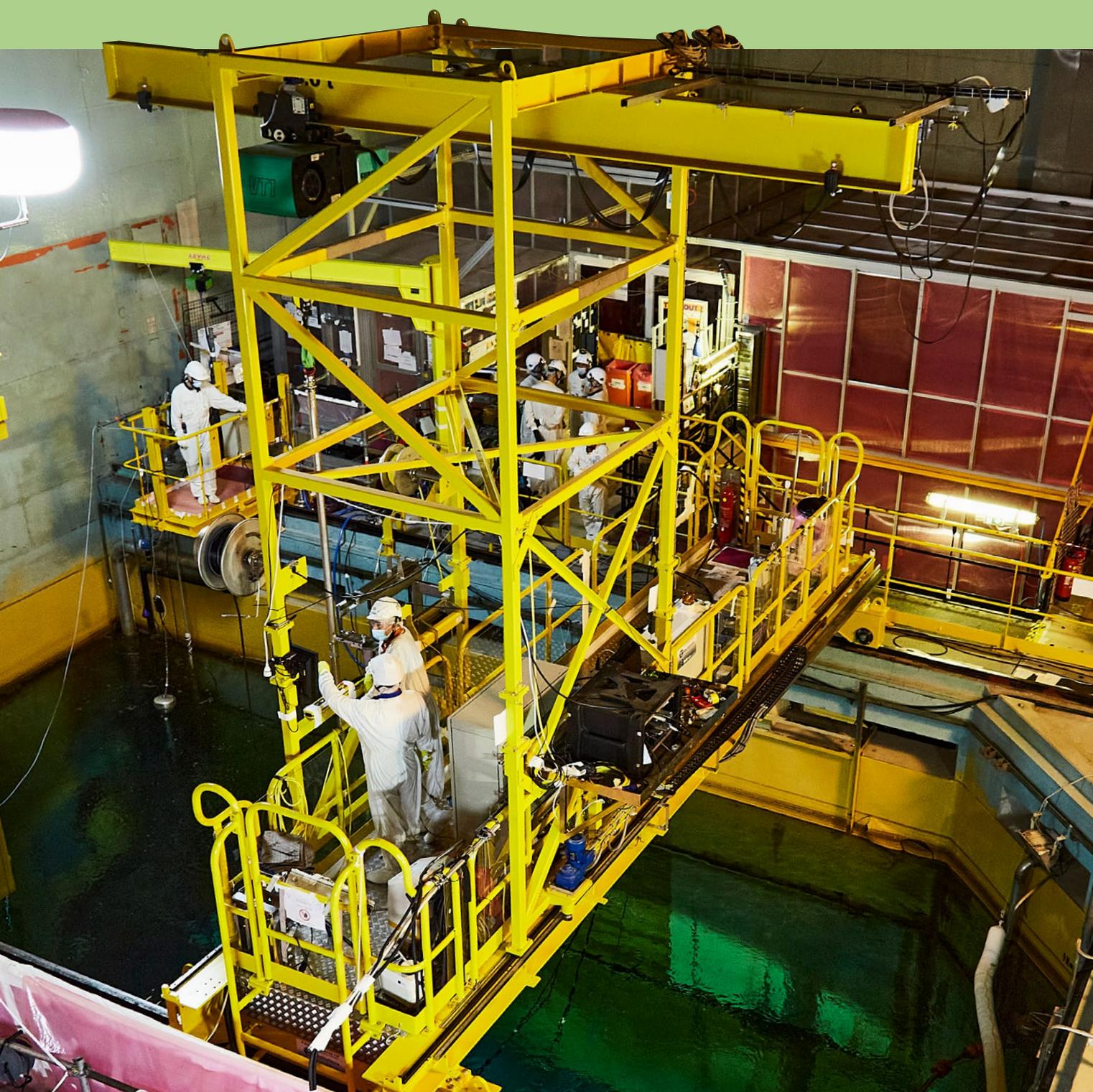
- 4.1 L'évaluation de la stratégie d'EDF
- 4.2 L'évaluation de la stratégie d'Orano
- 4.3 L'évaluation de la stratégie du CEA

p. 366

Annexe : liste des installations nucléaires de base en cours de démantèlement ou déclassées au 31 décembre 2023



Le démantèlement des installations nucléaires de base



14

Le terme de **démantèlement** couvre l'ensemble des activités, techniques et administratives, réalisées après l'arrêt définitif d'une installation nucléaire, à l'issue desquelles l'installation peut être déclassée, c'est-à-dire qu'elle peut être retirée de la **liste des installations nucléaires de base** (INB). Ces activités comprennent l'évacuation des **matières radioactives et des déchets** encore présents dans l'installation et les opérations de démontage des matériels, composants et équipements utilisés pendant le fonctionnement, ainsi que l'assainissement des locaux et des sols puis, éventuellement, des opérations de démolition de structures de génie civil.

Les opérations de démantèlement et d'assainissement visent à atteindre un état final prédéfini qui permet de prévenir les risques et les impacts que peut présenter le site pour l'environnement et les personnes, en tenant compte de ses usages futurs possibles.

Le démantèlement d'une installation nucléaire est prescrit par décret, pris après avis de l'Autorité de sûreté nucléaire (ASN). Cette phase de vie des installations est caractérisée par une succession d'opérations qui présentent une complexité parfois forte, des durées longues, la production de grandes quantités de déchets et des coûts importants; celles-ci doivent être anticipées au mieux – ce d'autant qu'elles doivent être effectuées dans les meilleurs délais possibles, comme prévu par la réglementation. Au fil des chantiers de démantèlement, les changements continus que connaissent les installations modifient la nature des risques et constituent des défis pour les exploitants en matière de gestion de projet.

En 2023, 36 installations nucléaires de tout type (réacteurs de production d'électricité ou de recherche, laboratoires, usines de retraitement de combustible, installations de traitement de déchets, etc.) étaient arrêtées ou en cours de démantèlement en France, ce qui correspond à plus du quart des INB en exploitation.

1 Le cadre juridique et technique du démantèlement

1.1 LES ENJEUX DU DÉMANTÈLEMENT

La réalisation, dans des délais maîtrisés, des opérations de démantèlement, souvent longues et coûteuses, constitue un défi pour les exploitants en matière de gestion de projet, de maintien des compétences ainsi que de coordination des différents travaux, qui font intervenir de nombreuses entreprises spécialisées. Pour autant, le choix du démantèlement immédiat en France impose aux exploitants de réaliser leurs opérations de démantèlement dans des délais aussi courts que possible, dans des conditions économiques acceptables (voir point 1.2).

Le démantèlement est caractérisé par une succession d'opérations qui tendent, progressivement, à diminuer la quantité de substances radioactives présentes dans l'installation, et donc par des risques évolutifs. Si la baisse des quantités de substances présentes dans l'installation réduit tendanciellement les risques, les travaux réalisés, parfois au plus près des substances radioactives, présentent toutefois des **enjeux de radioprotection** importants pour les travailleurs. D'autres risques augmentent également lors des chantiers, comme le risque de dissémination de substances radioactives dans l'environnement ou certains risques classiques, comme les risques de chutes de charges liées aux manutentions de gros composants, ou les risques d'incendies lors de travaux par points chauds avec présence de matériaux combustibles, d'instabilité de structures partiellement démontées, ou encore de risques chimiques durant les opérations de décontamination.

L'un des enjeux majeurs du démantèlement d'une installation est lié à la production d'un grand volume de **déchets**, généralement très supérieur aux volumes produits durant son fonctionnement.

Les démantèlements des installations anciennes du Commissariat à l'énergie atomique et aux énergies alternatives (CEA) et des usines de première génération d'**Orano** (en particulier les usines qui ont concouru à la politique de dissuasion de la France, comme les usines de diffusion gazeuse de l'installation nucléaire de base secrète (INBS – périmètre défense) de Pierrelatte au **Tricastin** et l'usine UP1 de l'INBS de **Marcoule**, vont ainsi conduire à une production très importante de déchets de très faible activité (TFA). Il est nécessaire d'apprécier l'ampleur et la difficulté des travaux dès que possible dans la vie des installations, et dès la conception pour les installations neuves, afin d'assurer que leur démantèlement pourra se faire en toute sûreté et dans des délais aussi courts que possible.

Le bon déroulement des opérations de démantèlement est également conditionné par la disponibilité des installations support au démantèlement (installations d'entreposage, de traitement et de conditionnement des déchets, installations de traitement d'effluents) et de filières de gestion adaptées à l'ensemble des déchets susceptibles d'être produits. Lorsque les exutoires finaux sont susceptibles de ne pas être disponibles au moment de la production des déchets issus du démantèlement, les exploitants, de façon prudente, doivent mettre en place les installations nécessaires à l'entreposage sûr de ces déchets, dans l'attente de l'ouverture de la filière de stockage correspondante. L'adéquation des capacités d'entreposage disponibles avec les besoins liés au fonctionnement et au démantèlement des INB, ainsi que l'avancement des études relatives aux différentes options de gestion définitive des déchets radioactifs, sont à cet égard régulièrement examinés dans le cadre du Plan national de gestion des matières et des déchets radioactifs (**PNGMDR** – voir chapitre 15).

L'ASN considère que la gestion des déchets issus des opérations de démantèlement constitue un point crucial pour le bon déroulement des programmes de démantèlement (disponibilité des filières, gestion des flux de déchets). Ce sujet fait l'objet d'une attention particulière lors de l'évaluation des stratégies de démantèlement et de gestion des déchets établies par le CEA, EDF et Orano (voir point 4 et [Les cahiers de l'ASN n°04](#)).

1.2 LA DOCTRINE DE L'ASN EN MATIÈRE DE DÉMANTÈLEMENT

De nombreux facteurs peuvent entrer en compte dans le choix d'une stratégie de démantèlement plutôt qu'une autre : la réglementation nationale, les facteurs socio-économiques, le financement des opérations, la disponibilité de filières d'élimination de déchets, de techniques de démantèlement et de personnel qualifié, la connaissance de l'historique d'exploitation, l'exposition du personnel et du public aux rayonnements ionisants induits par les opérations de démantèlement, etc.

1.2.1 Le démantèlement immédiat

Le principe de démantèlement « dans des délais aussi courts que possible dans des conditions économiques acceptables » figure dans la réglementation applicable aux INB ([arrêté du 7 février 2012](#) fixant les règles générales relatives aux INB). Ce principe, affirmé depuis 2009 par l'ASN en matière de démantèlement et de déclassement des INB, a été inscrit au niveau législatif par la [loi n° 2015-992 du 17 août 2015](#) relative à la transition énergétique pour la croissance verte (loi TECV). Cette approche vise à ne pas faire porter le poids du démantèlement sur les générations futures, sur les plans technique et financier. Elle permet également de bénéficier des connaissances et compétences des équipes présentes pendant le fonctionnement de l'installation, indispensables notamment lors des premières opérations de démantèlement.

La stratégie adoptée en France vise à ce que :

- l'exploitant prépare le démantèlement de son installation dès la conception de celle-ci et actualise cette préparation tout au long de la vie de l'installation ;
- l'exploitant anticipe le démantèlement et envoie à l'ASN son dossier de démantèlement avant l'arrêt du fonctionnement de son installation ;

- l'exploitant dispose de ressources financières pour assurer le financement du démantèlement, en couvrant les charges qu'il anticipe par des actifs dédiés ;
- les opérations de démantèlement se déroulent dans un délai aussi court que possible après l'arrêt de l'installation, délai qui peut néanmoins varier de quelques années à quelques décennies, selon la nature de l'installation et la complexité de son démantèlement.

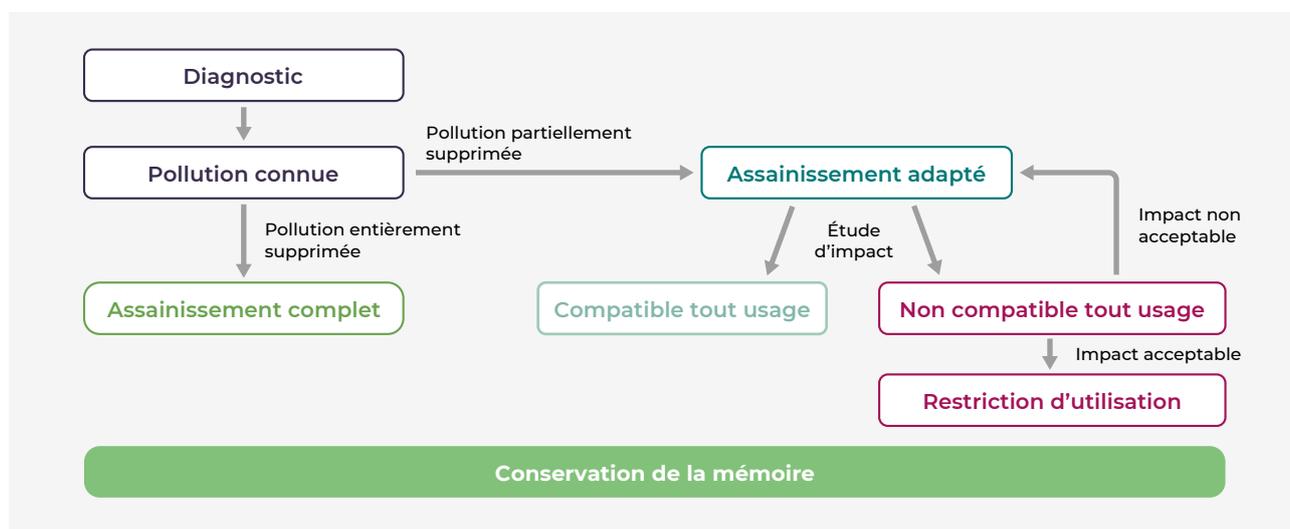
Le plan de démantèlement, document décrivant les opérations envisagées par l'exploitant pour démanteler son installation, vise à préparer et anticiper au mieux le démantèlement. Ce document est, depuis 2007, demandé dès la mise en service de l'installation, puis mis à jour régulièrement au cours de la vie de l'installation. Il capitalise le retour d'expérience (REX) d'exploitation, en identifiant les éventuels impacts sur les opérations de démantèlement à venir, et doit permettre à l'exploitant de justifier la stratégie de démantèlement retenue, sur la base de critères technico-économiques.

1.2.2 L'assainissement et l'atteinte de l'état final

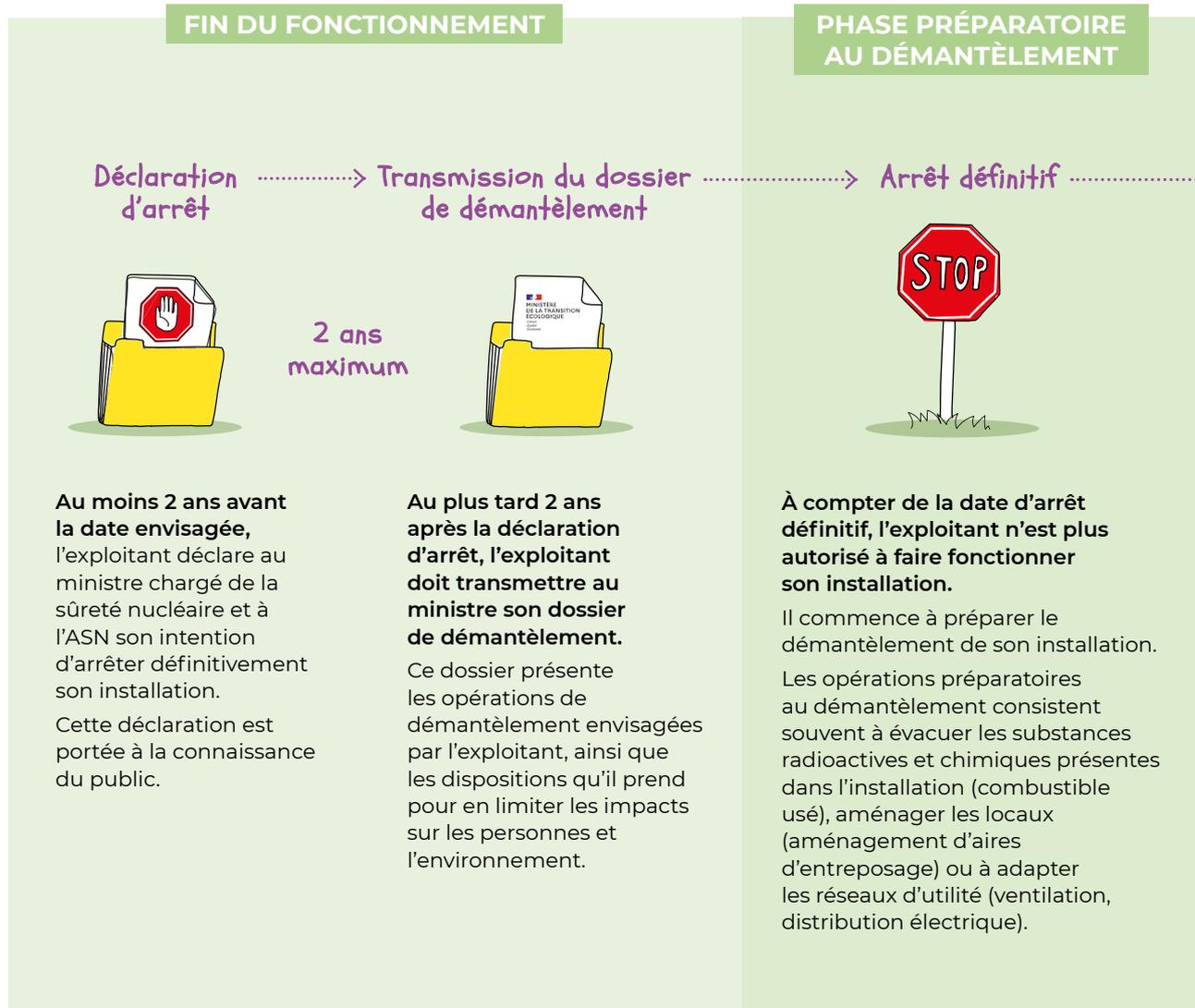
Les opérations de démantèlement et d'assainissement d'une installation nucléaire doivent conduire à retirer progressivement les substances radioactives ou dangereuses des structures et des sols, en vue du déclassement de l'installation, correspondant à son retrait de la liste des INB. Les substances radioactives peuvent être issues des phénomènes d'activation ou de dépôt engendrés par les activités de l'INB ou les incidents qu'elle a subis. Des substances chimiques dangereuses peuvent également se trouver dans l'installation, du fait de l'utilisation de certains procédés ou équipements (hydrocarbures, acide fluorhydrique, sodium, etc.).

Dans certains cas, les substances radioactives ou dangereuses sont entraînées par migration dans les structures des bâtiments de l'installation, voire dans les sols du site et ses alentours, qui doivent en ce cas faire l'objet d'un assainissement. L'assainissement correspond aux opérations de réduction ou d'élimination de la radioactivité ou de toute autre substance dangereuse restant, aussi bien dans les structures que dans les sols.

Logigramme simplifié de la doctrine « sites et sols pollués » de l'ASN



Phases de vie d'une installation nucléaire de base



L'ASN demande que les exploitants des installations nucléaires mettent en œuvre des pratiques d'assainissement tenant compte des meilleures méthodes et techniques disponibles, dans des conditions économiques acceptables. Le scénario d'assainissement complet doit être envisagé systématiquement en tant que scénario de référence. Ce scénario, qui conduit à une libération inconditionnelle des bâtiments et des sites, permet en effet de garantir, sans aucune réserve, la protection des personnes et de l'environnement dans le temps.

En cas de difficultés techniques, économiques ou financières identifiées, l'exploitant peut soumettre à l'ASN un ou plusieurs scénarios d'assainissement adaptés, compatibles avec les usages futurs du site (établis, envisagés et envisageables). Il doit, en tout état de cause, apporter les éléments justifiant que le scénario de référence ne peut être mis en œuvre dans des conditions technico-économiques acceptables et que les opérations d'assainissement envisagées constituent un optimum technico-économique. L'ASN examine alors les scénarios présentés par l'exploitant et s'assure que l'assainissement sera mené aussi loin que raisonnablement possible pour répondre aux objectifs fixés par le décret de démantèlement. Dès lors que l'assainissement réalisé ne permet pas une libération inconditionnelle du site, l'ASN peut conditionner le

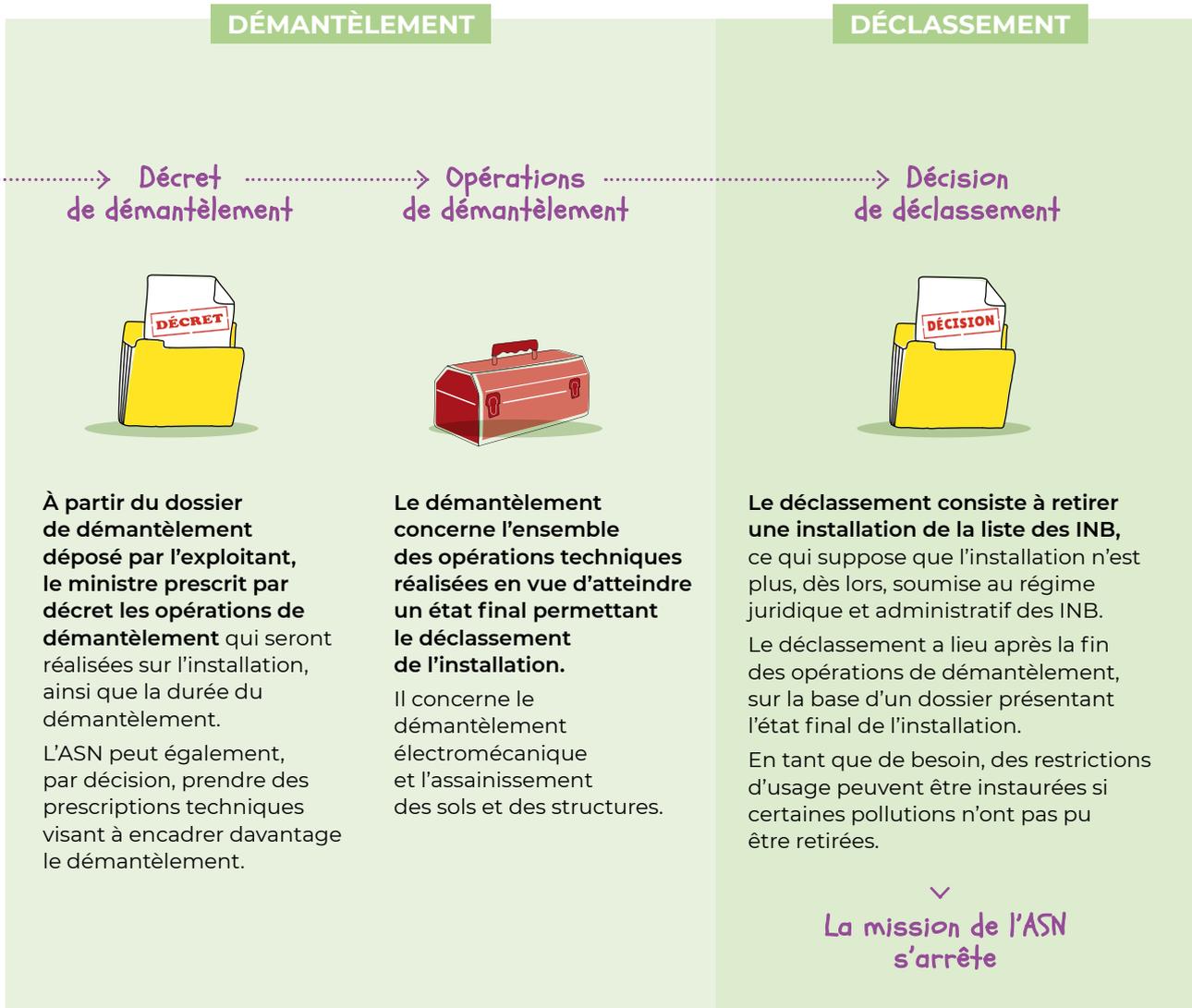
déclassement administratif de l'installation à la mise en place d'une servitude d'utilité publique, limitant le droit de propriété et d'usage du sol, instituée par l'autorité publique à la demande de l'exploitant (voir logigramme page précédente).

Dans tous les cas, la réglementation prévoit que la stratégie d'assainissement, mise en œuvre par l'exploitant, doit conduire à un état final de l'INB et de son site compatible avec un déclassement administratif (voir point 1.3).

Conformément aux principes généraux de radioprotection, l'impact dosimétrique du site sur les travailleurs et le public après déclassement doit être aussi faible que raisonnablement possible (principe ALARA⁽¹⁾). L'ASN n'est pas favorable à l'introduction de seuils généralisés et considère qu'il est préférable d'adopter une démarche d'optimisation, reposant sur des critères technico-économiques, en fonction des usages futurs du site (établis, envisagés et envisageables). Néanmoins, dans tous les cas, une fois le site déclassé, l'exposition radiologique induite ne doit pas excéder la valeur réglementaire de 1 millisievert (mSv) sur une année pour l'ensemble des scénarios d'usage, prescrite dans le code de la santé publique.

1. Principe ALARA (As Low As Reasonably Achievable - au plus faible niveau que l'on peut raisonnablement atteindre).

01
02
03
04
05
06
07
08
09
10
11
12
13
14
15
AN



La doctrine que l'ASN met en œuvre est précisée dans les guides (disponibles sur asn.fr) relatifs aux opérations d'assainissement des structures ([Guide n°14](#)) et à la gestion des sols pollués dans les installations nucléaires ([Guide n°24](#)). Les dispositions de ces guides ont déjà été mises en œuvre dans de nombreuses installations, présentant des caractéristiques variées: réacteurs de recherche, laboratoires, usines de fabrication de combustible, etc.

1.3 L'ENCADREMENT DU DÉMANTÈLEMENT

Dès lors qu'une INB est définitivement arrêtée, elle doit être démantelée. Elle change donc de finalité par rapport à ce pour quoi sa création a été autorisée, le décret d'autorisation de création (DAC) spécifiant les conditions de fonctionnement de l'installation. Par ailleurs, les opérations de démantèlement impliquent une évolution des risques présentés par l'installation. En conséquence, ces opérations ne peuvent être réalisées dans le cadre fixé par le DAC. Le démantèlement d'une installation nucléaire est donc prescrit par un nouveau décret, pris après avis de l'ASN. Ce décret fixe, entre autres, les principales étapes du démantèlement, la date de fin prévue du démantèlement et l'état final à atteindre. Dans le cadre de ses missions de contrôle, l'ASN vérifie la bonne mise en œuvre des opérations de démantèlement telles que prescrites par le décret de démantèlement.

Afin d'éviter le fractionnement des projets de démantèlement et d'améliorer leur cohérence d'ensemble, le dossier de démantèlement doit décrire explicitement l'ensemble des travaux envisagés, depuis l'arrêt définitif jusqu'à l'atteinte de l'état final visé, et expliciter, pour chaque étape, la nature et l'ampleur des risques présentés par l'installation ainsi que les moyens mis en œuvre pour les maîtriser. L'exploitant doit justifier, dans son dossier de démantèlement, que les opérations de démantèlement seront réalisées dans un délai aussi court que possible. Ce dossier fait l'objet d'une enquête publique, au cours de laquelle les riverains, les collectivités locales et la commission locale d'information (CLI) sont sollicités. Les dossiers de démantèlement présentant les enjeux les plus significatifs sont, par ailleurs, soumis à l'examen du Groupe permanent d'experts pour le démantèlement (GPDEM), mis en place en 2018.

Compte tenu du fait que les opérations de démantèlement des installations complexes sont souvent très longues, le décret prescrivant le démantèlement peut prévoir qu'un certain nombre d'étapes feront l'objet, le moment venu, d'un accord préalable de l'ASN, sur la base de dossiers de sûreté spécifiques.

Le schéma « Phases de vie d'une INB » ci-dessus décrit la procédure réglementaire associée.

La phase de démantèlement peut être précédée d'une étape de préparation au démantèlement, réalisée sous le couvert de l'autorisation d'exploitation initiale. Cette phase préparatoire permet par exemple d'évacuer une partie des substances radioactives et chimiques (dont le combustible d'un réacteur nucléaire), ainsi que de préparer des opérations de démantèlement (aménagement de locaux, préparation de chantiers, formation des équipes, etc.). C'est également lors de cette phase préparatoire que peuvent être réalisées les opérations de caractérisation de l'installation (cartographies radiologiques, analyse de l'historique de l'exploitation) indispensables pour établir les scénarios d'assainissement visés.

Le [code de l'environnement](#) prévoit que la sûreté d'une installation en phase de démantèlement, comme celle de toutes les autres INB, soit réexaminée périodiquement, au moins tous les dix ans. L'objectif de l'ASN est de s'assurer, par ces [réexamens périodiques](#), que l'installation respecte les dispositions de son décret de démantèlement et les exigences de sûreté et de radioprotection associées jusqu'à son déclassement, en appliquant les principes de la [défense en profondeur](#) propres à la sûreté nucléaire, dans une logique proportionnée aux enjeux.

En effet, si les opérations de démantèlement entraînent l'affaiblissement, voire la disparition des barrières physiques existantes, l'exploitant doit, en fonction des enjeux de sûreté et de radioprotection résiduels, maintenir des lignes de défense adaptées nécessaires à la protection des travailleurs et de l'environnement (mise en place de sas, ventilation nucléaire, balises de radioprotection, etc.).

À l'issue de son démantèlement, une INB doit être déclassée, sur décision de l'ASN homologuée par le ministre chargé de la sûreté nucléaire. Elle est alors retirée de la liste des INB et ne relève plus du régime correspondant. Une vingtaine d'installations, majoritairement d'anciens réacteurs de recherche, ont à ce jour été démantelées et déclassées.

Au 31 décembre 2023, l'ASN instruit 23 dossiers de démantèlement d'installations définitivement arrêtées, dont le démantèlement n'a pas été encore prescrit ou dont les conditions de démantèlement sont substantiellement modifiées.

1.4 LE FINANCEMENT DU DÉMANTÈLEMENT ET DE LA GESTION DES DÉCHETS RADIOACTIFS

Le [code de l'environnement](#), dans ses articles L. 594-1 à L. 594-10 et D. 594-1 à D. 594-18, définit le dispositif relatif à la sécurisation des charges nucléaires liées au démantèlement des installations nucléaires, à la gestion des combustibles usés et à la gestion des déchets radioactifs. Ce dispositif est précisé par l'[arrêté du 21 mars 2007](#) relatif à la sécurisation du financement des charges nucléaires.

Cet arrêté vise à sécuriser le financement des charges nucléaires, dans la logique du [principe « pollueur-payeur »](#). Les exploitants nucléaires doivent ainsi prendre en charge ce financement, par la constitution d'un portefeuille d'actifs dédiés, à hauteur des charges anticipées.

Ces charges doivent être évaluées de manière prudente, en prenant en compte les différentes incertitudes. Les exploitants sont ainsi tenus de remettre au Gouvernement des rapports triennaux relatifs à ces charges et des notes d'actualisation annuelles.

Le provisionnement se fait sous le contrôle direct de l'État, qui analyse la situation des exploitants et peut prescrire les mesures nécessaires en cas d'insuffisance ou d'inadéquation. La [Direction générale du Trésor](#) et la Direction générale de l'énergie et du climat ([DGEC](#)) constituent l'autorité administrative compétente pour ce contrôle.

La DGEC saisit l'ASN afin de rendre un avis technique sur les hypothèses prises par les exploitants.

Dans tous les cas, ce sont les exploitants nucléaires qui restent responsables du bon financement de leurs charges de long terme.

2 La situation des installations nucléaires en démantèlement : enjeux spécifiques

À la fin de l'année 2023, 36 installations sont définitivement arrêtées ou en cours de démantèlement en France, soit environ un quart des INB (voir carte page 356). Ces installations sont très variées (réacteurs électronucléaires, réacteurs de recherche, installations du « cycle du combustible », installations support, etc.) et les enjeux du démantèlement diffèrent d'une installation à l'autre. Ces enjeux sont cependant tous liés à la quantité importante de déchets à gérer pendant le démantèlement et aux conditions d'intervention au plus près de zones contaminées ou activées. Les enjeux de sûreté et de radioprotection sont d'autant plus élevés que les installations contiennent des déchets historiques ; c'est le cas, en particulier, des anciennes usines de traitement de combustibles irradiés d'Orano ou des anciennes installations d'entreposage du CEA. L'une des problématiques majeures du démantèlement est la mémoire de la conception et de l'exploitation de l'installation. Ainsi, le maintien de compétences et la phase de caractérisation de l'installation visant à définir son état initial (état de l'installation au début du démantèlement) présentent une importance cruciale.

2.1 LES RÉACTEURS ÉLECTRONUCLÉAIRES

2.1.1 Les réacteurs électronucléaires à eau sous pression

Le démantèlement des réacteurs électronucléaires à eau sous pression (REP) bénéficie d'un REX acquis sur de nombreux projets à l'international, et la conception de ces réacteurs facilite leur démantèlement par rapport à d'autres technologies de réacteur. Le démantèlement de ce type d'installation ne présente ainsi pas d'enjeu technique majeur et sa faisabilité est acquise. Toutefois, quelle que soit la durée de vie des réacteurs en fonctionnement, EDF sera confrontée au démantèlement simultané de plusieurs REP. EDF devra donc s'organiser pour industrialiser le démantèlement afin de respecter l'obligation de démantèlement de chaque installation dans un délai aussi court que possible.

Le premier chantier de démantèlement des REP en France est celui du réacteur [Chooz A](#) (INB 163). Il s'agit d'un modèle réduit par rapport aux réacteurs électronucléaires en fonctionnement. Il présente quelques difficultés techniques particulières liées à sa construction dans une caverne ; certaines opérations sont plus complexes, telle l'extraction de gros composants comme les générateurs de vapeur. Le démantèlement de la cuve de Chooz A est en cours depuis 2014 et se poursuit dans des conditions satisfaisantes.

La [centrale nucléaire de Fessenheim](#) a été arrêtée définitivement en 2020. Il s'agira des deux premiers réacteurs de 900 mégawatts électriques (MWe), représentatifs du parc actuel de réacteurs exploités par EDF, à être démantelés en France. Le démantèlement des réacteurs de Fessenheim constituera donc également un REX important pour les autres REP d'EDF (voir « Panorama régional » en introduction de ce rapport).

2.1.2 Les réacteurs électronucléaires autres que les réacteurs à eau sous pression

Les réacteurs électronucléaires autres que les REP correspondent tous à des prototypes industriels. Ce sont les réacteurs de première génération de type uranium naturel-graphite-gaz ([UNGG](#)), ainsi que le réacteur à eau lourde [EL4-D](#) sur le site de Brennilis, et les réacteurs à neutrons rapides refroidis au sodium, [Phénix](#) et [Superphénix](#). Le démantèlement de ces réacteurs est caractérisé par l'absence de REX en France et à l'international, et par le fait qu'au moment de leur conception la perspective de leur démantèlement futur n'était pas aussi structurante qu'elle a pu l'être pour les réacteurs de série plus récents. Compte tenu de leur caractère unique, il est donc nécessaire de concevoir et réaliser des opérations spécifiques et complexes pour les démanteler. En outre, certains de ces réacteurs sont arrêtés depuis plusieurs décennies, ce qui a conduit à une perte de connaissance de l'installation et de son exploitation, ainsi que des compétences associées.

Comme pour les REP, le démantèlement commence par le retrait du combustible nucléaire, qui permet de retirer 99 % de la radioactivité présente dans l'installation. Les puissances thermiques de ces réacteurs étant assez élevées (toutes supérieures à 250 mégawatts thermiques – MWth), leur démantèlement nécessite la mise en œuvre de moyens téléopérés dans certaines zones restées fortement irradiantes, en particulier au voisinage du cœur du réacteur.

Les réacteurs UNGG ont la particularité d'être des réacteurs de grandes dimensions et très massifs, nécessitant notamment des techniques de découpe et d'accès innovantes, dans des conditions d'irradiation élevées. Le démantèlement de ces réacteurs conduira EDF à gérer des volumes de déchets significatifs. L'exutoire final de certains de ces déchets est en cours de définition, comme les briques de graphite, représentant environ 15 000 tonnes de déchets qui seront produits, pour lesquelles un stockage adapté aux déchets nucléaires de faible activité à vie longue (FA-VL) est envisagé.

Le démantèlement du réacteur prototype à eau lourde (EL4-D), situé sur le site de Brennilis, a été ralenti, d'une part en raison de l'absence de REX concernant les techniques de démantèlement à mettre en œuvre; d'autre part en raison de difficultés concernant l'installation de conditionnement et d'entreposage de déchets activés ([Iceda](#) – voir « Panorama régional » en introduction de ce rapport) qui doit prendre en charge certains des déchets de ce démantèlement. Iceda étant désormais en service et le scénario de démantèlement du bâtiment réacteur établi, le démantèlement de l'installation reprendra en 2024, pour réaliser un démantèlement complet de l'installation d'ici fin 2041, encadré par le [décret n°2023-898 du 26 septembre 2023](#).

Le démantèlement des réacteurs refroidis au sodium (Phénix et Superphénix) n'est confronté à aucun obstacle technologique majeur. Les enjeux spécifiques résident principalement dans la maîtrise du risque d'incendie lié à la présence de sodium et à la sûreté de ses procédés de traitement.

2.2 LES INSTALLATIONS DE RECHERCHE

2.2.1 Les laboratoires de recherche

Quatre laboratoires de recherche sont en cours de démantèlement ou en préparation au démantèlement. Il s'agit du laboratoire de haute activité ([LHA](#)) de Saclay (INB 49), du laboratoire de purification chimique ([LPC](#)) de Cadarache (INB 54), de l'atelier des matériaux irradiés ([AMI](#)) de Chinon (INB 94) et du laboratoire dénommé « [Procédé](#) » de Fontenay-aux-Roses (INB 165).

Ces laboratoires ont démarré leur activité dans les années 1960; ils étaient dédiés à la recherche réalisée en soutien au développement de la filière électronucléaire en France.

Ces installations très anciennes sont toutes confrontées à la problématique de gestion des déchets dits « historiques », entreposés sur place à une époque où les filières de gestion n'avaient pas été mises en place: déchets nucléaires de moyenne activité à vie longue (MA-VL), déchets sans filière de gestion (par exemple, des huiles et liquides organiques non incinérables, ou des déchets contenant des composés du mercure potentiellement hydrosolubles). Par ailleurs, des incidents ont eu lieu lors de leur exploitation, contribuant à l'émission de substances radioactives à l'intérieur et à l'extérieur des enceintes de confinement et à des pollutions plus ou moins importantes des structures et des sols, ce qui rend les démantèlements et assainissements nécessaires plus complexes et plus longs. Une des étapes les plus importantes – et parfois difficile du fait d'archives incomplètes – du démantèlement de ce type d'installation consiste donc à établir le plus précisément possible l'inventaire des déchets et l'état radiologique de l'installation, pour pouvoir définir les étapes du démantèlement et les filières de gestion des déchets.

2.2.2 Les réacteurs de recherche

À la fin de l'année 2023, huit réacteurs expérimentaux sont définitivement arrêtés: [Rapsodie](#) (réacteur à neutrons rapides refroidi au sodium), [Masurca](#), [Éole](#) et [Minerve](#) (maquettes critiques), [Phébus](#) (réacteur d'essai), [Osiris](#) et [Orphée](#) (réacteurs de type « piscine ») et [Isis](#) (réacteur d'enseignement). Le réacteur d'enseignement [Ulysse](#) a quant à lui été déclassé en 2022. Ces réacteurs sont caractérisés par une puissance plus faible (de 100 watts thermiques à 70 MWth) que les réacteurs électronucléaires. Leur démantèlement n'avait pas été anticipé au moment de leur conception, dans les années 1960 à 1980.

Lors du démantèlement, ces installations présentent généralement un faible terme source radiologique, puisque l'une des premières opérations après l'arrêt définitif consiste à évacuer le combustible usé. L'un des principaux enjeux réside dans la production de volumes importants de déchets TFA et dans leur gestion, afin d'assurer leur entreposage puis leur élimination par une filière appropriée.

Les réacteurs de recherche bénéficient d'un REX significatif, lié au démantèlement de nombreuses installations similaires en France ([Siloé](#), [Siloette](#), [Mélusine](#), [Harmonie](#), Triton²), le réacteur universitaire de Strasbourg – [RUS](#), [Ulysse](#)) et à l'international. Leur démantèlement se fait habituellement sur des durées de l'ordre de la dizaine d'années, mais la multiplicité d'installations à démanteler simultanément peut conduire à envisager des durées de démantèlement significativement plus longues pour certains réacteurs du CEA. Après l'assainissement des zones activées ou contaminées, conduisant à l'évacuation de l'ensemble des déchets radioactifs vers des filières adaptées, la majorité de ces réacteurs ont été démolis avec envoi des déchets en filière conventionnelle.

2. Triton fut l'un des premiers réacteurs de recherche très compacts et très souples, de type piscine, dénommés « MTR » (Material Test Reactor). Triton (6,5 MWth) fut implanté en 1959 à Fontenay-aux-Roses.

BRENNILIS

RÉACTEUR EDF
INB 162 - EL4-D
 ● Mise en service: 1967
 ● En démantèlement

BUGEY

RÉACTEUR EDF
INB 45 - Bugey 1
 ● Mise en service: 1972
 ● En démantèlement

CADARACHE

RÉACTEURS DE RECHERCHE CEA
INB 25 - Rapsodie
 ● Mise en service: 1967
 ● En démantèlement
INB 39 - Masurca
 ● Mise en service: 1966
 ● Arrêt définitif
INB 42-U - Éole / Minerve
 ● Mise en service: 1965 / 1977
 ● En démantèlement
INB 92 - Phébus
 ● Mise en service: 1978
 ● Arrêt définitif

FABRICATION, TRANSFORMATION OU ENTREPOSAGE DE SUBSTANCES RADIOACTIVES

INB 22 - Pégase-Cascad
 ● Mise en service: 1964
 ● Arrêt définitif uniquement pour l'installation Pégase
INB 32 - Atelier de technologie du plutonium - ATPu
 ● Mise en service: 1962
 ● En démantèlement
INB 37-B - Station de traitement des effluents - STE
 ● Mise en service: 2015^(*)
 ● Arrêt définitif
INB 52 - Atelier d'uranium enrichi - ATUe
 ● Mise en service: 1963
 ● En démantèlement
INB 53 - Magasin central des matières fissiles - MCMF
 ● Mise en service: 1966
 ● Arrêt définitif
INB 54 - Laboratoire de purification chimique - LPC
 ● Mise en service: 1966
 ● En démantèlement
INB 56 - Parc d'entreposage
 ● Mise en service: 1968
 ● Arrêt définitif

CHINON

UTILISATION DE SUBSTANCES RADIOACTIVES CEA
INB 94 - Atelier des matériaux irradiés - AMI
 ● Mise en service: 1964
 ● En démantèlement

RÉACTEURS

INB 133 - INB 153 - INB 161 - Chinon A1D - A2D - A3D
 ● Mise en service: 1963 - 1965 - 1966
 ● A1D et A2D: arrêt définitif
 ● A3D: en démantèlement

CHOOZ

RÉACTEUR EDF
INB 163 - Chooz A
 ● Mise en service: 1967
 ● En démantèlement

CREYS-MALVILLE

RÉACTEUR EDF
INB 91 - Superphénix
 ● Mise en service: 1985
 ● En démantèlement

FESSENHEIM

RÉACTEURS EDF
INB 75 - Fessenheim 1 - 2
 ● Mise en service: 1977
 ● Arrêt définitif

FONTENAY-AUX-ROSES

INSTALLATION DE RECHERCHE CEA
INB 165 - Procédé
 ● Mise en service: 2006^(**)
 ● En démantèlement

INSTALLATION DE TRAITEMENT D'EFFLUENTS ET D'ENTREPOSAGE DE DÉCHETS

INB 166 - Support
 ● Mise en service: 2006^(**)
 ● En démantèlement

LA HAGUE

TRANSFORMATION DE SUBSTANCES RADIOACTIVES Orano Recyclage
INB 33 - Usine de traitement des combustibles irradiés - UP2-400
 ● Mise en service: 1964
 ● En démantèlement
INB 38 - Station de traitement des effluents et déchets solides - STE2
 ● Mise en service: 1964
 ● En démantèlement
INB 47 - Atelier ELAN IIB
 ● Mise en service: 1970
 ● En démantèlement
INB 80 - Atelier haute activité oxyde - HAO
 ● Mise en service: 1974
 ● En démantèlement

MARCOULE

RÉACTEUR CEA
INB 71 - Phénix
 ● Mise en service: 1973
 ● En démantèlement

SACLAY

RÉACTEURS DE RECHERCHE CEA
INB 40 - Osiris-Isis
 ● Mise en service: 1966
 ● Arrêt définitif
INB 101 - Orphée
 ● Mise en service: 1980
 ● Arrêt définitif

UTILISATION DE SUBSTANCES RADIOACTIVES

INB 49 - Laboratoire de haute activité - LHA
 ● Mise en service: 1954
 ● En démantèlement
INB 72 - Zone de gestion de déchets solides radioactifs - ZGDS
 ● Mise en service: 1971
 ● Arrêt définitif

SAINT-LAURENT-DES-EAUX

RÉACTEURS EDF
INB 46 - Saint-Laurent A1 - A2
 ● Mise en service: 1969 / 1971
 ● En démantèlement
INB 74 - Silos de Saint-Laurent
 ● Mise en service: 1971
 ● Arrêt définitif

TRICASTIN

TRANSFORMATION DE SUBSTANCES RADIOACTIVES Orano Chimie Enrichissement
INB 93 - Usine Georges Besse de séparation des isotopes de l'uranium par diffusion
 ● Mise en service: 1979
 ● En démantèlement
INB 105 - Usine Comurhex de préparation d'hexafluorure d'uranium
 ● Mise en service: 1978
 ● En démantèlement
UTILISATION DE SUBSTANCES RADIOACTIVES EDF
INB 157 - Base chaude opérationnelle du Tricastin (BCOT)
 ● Mise en service: 2000
 ● En démantèlement

* Cette date résulte de la séparation de l'INB 37 (mise en service en 1964) en deux INB: 37-A et 37-B.

** Cette date résulte de la réunion des anciennes INB mises en service en 1966 et 1968.

Observatoire des projets de reprise et de conditionnement des déchets et de démantèlement

Compte tenu du grand nombre de leurs installations à l'arrêt définitif ou en cours de démantèlement, le CEA, Orano et EDF doivent mener, en parallèle, différents projets de reprise et de conditionnement des déchets (RCD) et de démantèlement.

Certains de ces projets présentent, du fait d'un inventaire radiologique important ou de leur caractère inédit, des difficultés particulières. En effet, leur avancement nécessite parfois de concevoir des procédés spécifiques, qui reposent sur des technologies qui ne sont pas encore éprouvées, ou la mise en place de filières de gestion de déchets radioactifs pour lesquels il n'existe pas encore de solution de stockage définitif.

Un effort spécifique d'identification de jalons à court et à moyen termes participe de la bonne conduite de ces projets.

L'importance de ces projets, et les difficultés particulières qu'ils peuvent présenter, ont conduit le CEA et Orano à prioriser ceux qui présentent les enjeux les plus importants, dans une stratégie validée par l'ASN, et à définir les premières étapes nécessaires à leur avancement, sous le contrôle de l'ASN, même lorsque leur terme est très éloigné dans le temps.

Le tableau ci-après vise à présenter de manière synthétique, pour les principaux projets de RCD et de démantèlement, les prochaines échéances associées et les difficultés rencontrées dans leur mise en œuvre.

CEA Cadarache

	OPÉRATION ET DESCRIPTION	ENJEU	PROCHAINES ÉTAPES CLÉS	OBSERVATIONS DE L'ASN
INB 22	Démantèlement de l'installation Pégase	Sûreté de la piscine d'entreposage vis-à-vis d'un aléa sismique Limitation de la dépendance de Cascad en matière de servitudes d'utilité publique	<ul style="list-style-type: none"> Reprise et conditionnement des combustibles araldités de l'installation Pégase (prévus à partir de 2025^(*)). Découplage des installations Pégase et Cascad (envisagé de 2030 à 2035). 	<p>L'ASN a autorisé en 2022 le procédé « désentreposage des combustibles araldités de Pégase » (DECAP) permettant le reconditionnement des étuis de combustibles araldités pour leur entreposage dans l'installation Cascad.</p> <p>L'INB 22 est composée de deux installations: l'installation Pégase en démantèlement, l'installation Cascad en fonctionnement.</p> <p>La fin du démantèlement est prévue en 2065^(*).</p>
INB 37B	Reprise et conditionnement de l'ensemble des résidus présents dans les cuves de l'installation	Sûreté des fosses contenant des déchets vis-à-vis d'un aléa sismique et d'un incendie	<ul style="list-style-type: none"> Construction d'un nouveau bâtiment et mise en service d'un procédé de reprise entièrement automatisé nécessitant d'importantes opérations préalables (prévues en 2052). Définition du procédé de conditionnement définitif. 	<p>Le dossier de démantèlement de l'installation est en cours d'instruction; celui-ci présente des objectifs de délai très éloignés, au-delà de 2100, pour la fin du démantèlement; ceux-ci seront examinés avec une vigilance particulière.</p>

* Échéance telle que présentée dans le dernier dossier soumis à enquête publique, ou échéance prescrite par l'ASN.

CEA Cadarache

	OPÉRATION ET DESCRIPTION	ENJEU	PROCHAINES ÉTAPES CLÉS	OBSERVATIONS DE L'ASN
INB 54	Démantèlement de l'installation cryotraitement en vue de l'assainissement final des structures et des sols	Sûreté des opérations vis-à-vis du risque de dissémination de matières radioactives	<ul style="list-style-type: none"> Démantèlement des caissons procédés du cryotraitement. Caractérisations des terres situées sous l'installation. 	<p>L'ASN instruit actuellement une demande de modification du décret autorisant le démantèlement de l'INB 54.</p> <p>L'opération de démantèlement de l'installation de cryotraitement est prioritaire dans la stratégie « DEM/déchets » du CEA. Elle a débuté en 2021.</p> <p>La fin du démantèlement est prévue en 2024⁽¹⁾.</p>
INB 56	Reprise et conditionnement des déchets entreposés dans des tranchées	Risque d'inondation par remontée de nappes	<ul style="list-style-type: none"> Développement des filières de conditionnement pour certains déchets particuliers. Conception des moyens de reprise automatisés. 	Le scénario de reprise des déchets présents dans les tranchées sera transmis à l'ASN début 2024.
	Reprise et conditionnement de l'ensemble des déchets en vrac moyennement irradiants présents dans des fosses anciennes (projet « vrac MI »)	Sûreté des fosses contenant des déchets vis-à-vis d'un aléa sismique	<ul style="list-style-type: none"> Construction de nouveaux bâtiments et mise en service de procédés de reprise entièrement automatisés nécessitant d'importantes opérations préalables. 	<p>L'instruction par l'ASN du dossier de démantèlement est en cours.</p> <p>Le niveau de maturité du projet « vrac MI » est celui d'un avant-projet détaillé. Le niveau de maturité du projet « ATC » est celui d'un avant-projet sommaire.</p>
	Reprise et conditionnement de l'ensemble des déchets présents sous les hangars (projet « ATC »)	Sûreté des hangars contenant des déchets vis-à-vis d'un aléa sismique	<ul style="list-style-type: none"> Définition des procédés de conditionnement définitif. 	

* Échéance telle que présentée dans le dernier dossier soumis à enquête publique, ou échéance prescrite par l'ASN.

CEA Fontenay-aux-Roses

	OPÉRATION ET DESCRIPTION	ENJEU	PROCHAINES ÉTAPES CLÉS	OBSERVATIONS DE L'ASN
INB 165	Conditionnement des déchets MA-VL en fûts PETRUS et caractérisation des déchets issus du démantèlement de l'ensemble PETRUS	Accès aux terres contaminées sous l'ensemble PETRUS	<ul style="list-style-type: none"> Construction de la nouvelle enceinte de transfert et de conditionnement des déchets (ETCB). Réalisation d'aménagements pour prendre en charge et évacuer les fûts de déchets issus du démantèlement des équipements du bâtiment 18 (EDB). 	<p>L'ASN instruit actuellement une demande de modification des décrets autorisant le démantèlement des INB 165 et 166, dont certaines échéances sont déjà dépassées.</p> <p>Compte tenu de nombreuses difficultés techniques et organisationnelles, notamment la connaissance de l'état initial des cellules blindées contenant des déchets anciens, l'échéance de fin de reprise sera probablement reportée de plusieurs décennies.</p>
INB 166	Reprise des déchets entreposés dans les puits du bâtiment 58 de l'INB 166	Reprise des déchets pour permettre le démantèlement des installations situées dans une zone fortement urbanisée	Construction du nouvel équipement de mesure et de conditionnement (EMC).	La fin du démantèlement était prévue en 2017 ⁽¹⁾ et 2018 ⁽²⁾ respectivement pour les INB 165 et 166.

* Échéance telle que présentée dans le dernier dossier soumis à enquête publique, ou échéance prescrite par l'ASN.

CEA Marcoule

	OPÉRATION ET DESCRIPTION	ENJEU	PROCHAINES ÉTAPES CLÉS	OBSERVATIONS DE L'ASN
INB 71	Traitement du sodium	Risque incendie, pyrophoricité, explosion	<ul style="list-style-type: none"> Mise en service de l'installation de traitement du sodium Noah (prévue en 2037^(*)). Évacuation du combustible (prévue à partir de 2025^(*)). 	<p>Le traitement du sodium est un préalable au démantèlement de l'installation et permettra de diminuer significativement les risques présentés par celle-ci.</p> <p>La fin de l'évacuation du combustible sera reportée de quelques années.</p>

* Échéance telle que présentée dans le dernier dossier soumis à enquête publique, ou échéance prescrite par l'ASN.

CEA Saclay

	OPÉRATION ET DESCRIPTION	ENJEU	PROCHAINES ÉTAPES CLÉS	OBSERVATIONS DE L'ASN
INB 35	Vidange des cuves MA3 à MA8 du local 98	Sûreté des opérations vis-à-vis du risque de dissémination de matières radioactives	Investigations sur l'état physique des cuves et de leur rétention (fin prévue en 2026).	Les investigations doivent également permettre la caractérisation des effluents contenus dans les cuves; le processus de conditionnement devra quant à lui être fiabilisé.
	Assainissement de la fosse 99		Vidange des fonds de cuves présentes dans la fosse.	L'ASN a autorisé en octobre 2022 les opérations de vidange de la cuve 40/4, jugée prioritaire.
	Traitement des boues des cuves MA501 à MA507		Caractérisation des effluents et stratégie d'assainissement à consolider.	L'ASN considère la cuve MA507 comme prioritaire.
INB 72	Reprise et conditionnement de fûts contenant un mélange de déchets et de morceaux de combustibles	Sûreté des entreposages vis-à-vis du confinement et d'un aléa sismique	<ul style="list-style-type: none"> Construction des équipements de reprise (prévue en 2029). Adaptation des équipements de reprise quel que soit l'état envisagé des déchets. Mise en service des équipements de reprise (prévue en 2029). 	<p>La mise en service des équipements de reprise était initialement prévue en 2023. Cette échéance a été reportée en 2029 en raison de nombreuses difficultés techniques et organisationnelles.</p> <p>Cette échéance de mise en service nécessite d'être consolidée en raison de la nécessité de reprendre les études déjà réalisées.</p> <p>La fin du démantèlement est prévue en 2059^(*).</p>
	Reprise et conditionnement de l'ensemble des déchets solides, des combustibles, des combustibles irradiés et des sources radioactives		Désentreposage et vidange de la piscine (fin prévue en 2024 ^(*)).	Les opérations d'évacuation sont en cours. Compte tenu de nombreuses difficultés techniques et organisationnelles, les échéances initiales ont été reportées de plusieurs années.
			<ul style="list-style-type: none"> Zone des 40 puits – Désentreposage des déchets irradiants (fin prévue en 2030^(*)). Désentreposage des sources du bâtiment 116. (fin prévue en 2025^(*)). 	Les opérations de désentreposage des massifs 108 et 116 ont été achevées en 2022.

* Échéance telle que présentée dans le dernier dossier soumis à enquête publique, ou échéance prescrite par l'ASN.

EDF

	OPÉRATION ET DESCRIPTION	ENJEU	PROCHAINES ÉTAPES CLÉS	OBSERVATIONS DE L'ASN
Chinon A2	Démantèlement du caisson du réacteur	Projet « pilote » pour le démantèlement des autres réacteurs UNGG	<ul style="list-style-type: none"> • Ouverture du caisson et mise en place de la plateforme de démantèlement. • Démantèlement de l'empilement graphite. 	<p>L'évacuation du combustible de l'installation a permis d'en diminuer significativement les risques. L'installation a en outre été déjà partiellement démantelée.</p> <p>L'ASN se positionnera sur les délais présentés par EDF pour le démantèlement de ses réacteurs UNGG dans le cadre de l'instruction des dossiers de démantèlement remis fin 2022.</p>
	Reprise et conditionnement des chemises de graphite	Construction d'un nouvel entreposage répondant aux normes de sûreté actuelles	Construction du nouveau bâtiment d'entreposage et des équipements de reprise et de conditionnement.	L'ASN se positionnera sur la sûreté du projet de nouvel entreposage dans le cadre de l'instruction du dossier de démantèlement remis en 2022.

* Échéance telle que présentée dans le dernier dossier soumis à enquête publique, ou échéance prescrite par l'ASN.

Orano La Hague

	OPÉRATION ET DESCRIPTION	ENJEU	PROCHAINES ÉTAPES CLÉS	OBSERVATIONS DE L'ASN
INB 33	Démantèlement de l'atelier « Haute activité dissolution extraction » (HADE)	Sûreté à court terme vis-à-vis du séisme	Mise en service actif du bâtiment dénommé « déchets de faible granulométrie » (DFG) pour la reprise des déchets du dégainage (prévue en 2028).	<p>La priorité du démantèlement de cette installation est donnée à la reprise au plus vite des déchets historiques, qui présentent un enjeu prépondérant pour la sûreté compte tenu de l'inventaire radiologique élevé et des fragilités de leurs conditions actuelles d'entreposage.</p> <p>Les opérations de rinçage et de traitement d'effluents des cuves des solvants de l'atelier HAPF pourraient être décalées jusque vers 2035 en cas de difficulté technique.</p> <p>La fin du démantèlement est prévue en 2046⁽¹⁾.</p>
	Démantèlement de l'atelier « Haute activité produit de fission » (HAPF)		Opérations de rinçage et de traitement d'effluents des cuves des solvants de l'atelier HAPF (prévues avant fin 2031).	
	Démantèlement de l'atelier « Moyenne activité plutonium » (MAPu)	Sûreté à court terme vis-à-vis du séisme des ateliers environnants	Déconstruction des étages supérieurs pour limiter les risques d'agression vis-à-vis des ateliers en fonctionnement (prévue avant fin 2028).	

* Échéance telle que présentée dans le dernier dossier soumis à enquête publique, ou échéance prescrite par l'ASN.

Orano La Hague

	OPÉRATION ET DESCRIPTION	ENJEU	PROCHAINES ÉTAPES CLÉS	OBSERVATIONS DE L'ASN
INB 38	Reprise et conditionnement des déchets du silo 130	<p>Sûreté à court terme du silo vis-à-vis du confinement et d'un aléa sismique</p> <p>Conditionnement dans des délais compatibles avec la mise en service de l'installation Cigéo de stockage en couche géologique profonde</p>	<ul style="list-style-type: none"> Fin de reprise des déchets solides UNGG (déchets MA-VL). Fin de reprise des effluents actifs et boues. Fin de conditionnement des déchets MA-VL. 	<p>À ce jour, la reprise de l'ensemble des déchets du silo 130 est prévue fin 2025^(*).</p> <p>Néanmoins, les échéances de fin de reprise sont reportées de quelques années. En effet, la reprise a débuté en février 2020, mais des dysfonctionnements techniques nécessitent des aménagements en vue d'un passage à une cadence industrielle.</p> <p>Le scénario de reprise des boues et effluents est déterminé. Les études se poursuivent pour permettre la reprise des effluents avec la reprise des déchets solides UNGG MA-VL.</p> <p>Le conditionnement en colis définitif répondant aux critères d'acceptation dans une installation de stockage en couche géologique profonde est reporté de plusieurs décennies^(**).</p> <p>La fin du démantèlement est prévue en 2043^(*).</p>
	Reprise et conditionnement des boues entreposées dans des silos de la STE2 (projet « Reprise et conditionnement des boues » – RCB)	<p>Sûreté des silos vis-à-vis du confinement et d'un aléa sismique</p>	<ul style="list-style-type: none"> Construction et mise en service d'un nouvel entreposage. Définition de la matrice d'enrobage des boues, développement puis mise en service du procédé de traitement des boues. Définition du procédé de conditionnement définitif. 	<p>La nouvelle stratégie de reprise et de gestion des boues a été révisée en 2022 et validée en avril 2023. Orano s'est engagé à construire de nouveaux silos pour garantir les conditions d'entreposage des boues. Le début de la reprise des boues est reporté à l'horizon 2037.</p> <p>Les échéances de début et de fin de reprise sont donc reportées significativement.</p> <p>Le conditionnement en colis définitif acceptable dans une installation de stockage en couche géologique profonde sera reporté de plusieurs décennies^(**).</p> <p>La fin du conditionnement des boues des silos est prévue pour fin 2030^(**) (conformément à l'article L. 542-1-3 du code de l'environnement).</p>
INB 80	Reprise et conditionnement des déchets du silo HAO et des piscines du stockage organisé des coques (SOC)	<p>Sûreté du silo vis-à-vis du confinement, de l'aléa sismique ou de la tenue à une chute d'avion</p> <p>Conditionnement dans des délais compatibles avec la mise en service de l'installation Cigéo en couche géologique profonde</p>	<ul style="list-style-type: none"> Mise en service de la cellule de reprise des déchets solides MA-VL et des effluents actifs. Fin du conditionnement des déchets (prévue avant fin 2022^(*)). 	<p>Compte tenu de difficultés liées à l'exploitation et à la maintenance du procédé envisagé, le scénario de reprise a été actualisé en 2021. L'ASN instruit les demandes d'autorisation de mise en service actif des équipements.</p> <p>Les premiers essais sont prévus dans les prochaines années. L'échéance de début de reprise est désormais reportée à 2027. L'échéance de fin du conditionnement est reportée significativement.</p>
	Déconstruction partielle du bâtiment filtration en fin de démantèlement	<p>Réduction des interactions avec les piscines de l'atelier de déchargement et d'entreposage des éléments combustibles usés (NPH), en cas de séisme</p>	<ul style="list-style-type: none"> Déconstruction des étages supérieurs. Assainissement des « cellules 900 ». 	<p>La fin de déconstruction du bâtiment filtration est envisagée entre 2031 et 2036, et l'assainissement des « cellules 900 » autour de 2050 ; ces échéances doivent toutefois encore faire l'objet de dossiers complémentaires attendus dans les prochaines années.</p> <p>L'ASN instruit actuellement une demande de modification du décret autorisant le démantèlement de l'INB 80.</p> <p>La fin du démantèlement est prévue en 2033^(*).</p>

* Échéance telle que présentée dans le dernier dossier soumis à enquête publique, ou échéance prescrite par l'ASN.

** Compte tenu de la complexité des opérations, une modification de l'article L. 542-1-3 du code de l'environnement sera nécessaire.

2.3 LES INSTALLATIONS DE L'AMONT DU « CYCLE DU COMBUSTIBLE NUCLÉAIRE »

Deux installations de l'amont du « cycle du combustible » sont en démantèlement. Elles sont situées sur le site du Tricastin, l'une spécialisée dans l'enrichissement de l'uranium par diffusion gazeuse (usine Georges Besse I – [INB 93](#)), l'autre dans la conversion de l'uranium (usine ex-Comurhex – [INB 105](#)).

Les matières radioactives mises en œuvre lors du fonctionnement de ces usines étaient uniquement des substances uranifères. Une des spécificités de ces installations réside dans la présence de contaminations radioactives liées à la présence d'isotopes de l'uranium, émetteurs de particules « alpha ». Les enjeux de radioprotection sont donc en grande partie liés au risque de [contamination interne](#).

Par ailleurs, ces installations sont également des installations anciennes, dont l'historique de fonctionnement est mal connu. La détermination de l'état initial, et en particulier des pollutions présentes dans les sols sous les structures, demeure donc un enjeu important. De plus, les procédés industriels mis en œuvre à l'époque impliquaient l'utilisation de substances chimiques toxiques en quantités importantes (par exemple le trifluorure de chlore ou l'acide fluorhydrique, ainsi que l'uranium lui-même) : le confinement de ces substances chimiques représente donc également un enjeu sur ces installations et peut nécessiter la mise en place de moyens dédiés (ventilation, sas de confinement, masques de protection des voies respiratoires, etc.).

2.4 LES INSTALLATIONS DE L'AVAL DU « CYCLE DU COMBUSTIBLE NUCLÉAIRE »

Les installations civiles de l'aval du « cycle du combustible » sont constituées des piscines d'entreposage des combustibles usés, des usines de traitement des combustibles usés et des entreposages des déchets du procédé de traitement. Ces installations, exploitées par Orano, sont situées sur le site de [La Hague](#).

La première installation de traitement de La Hague a été mise en service en 1966, initialement pour le traitement du combustible des réacteurs de première génération UNGG. Cette installation, l'INB 33, dénommée « [UP2-400](#) », pour « unité de production 2400 tonnes », a été définitivement arrêtée le 1^{er} janvier 2004 avec des ateliers support : la [STE2](#) et l'atelier de traitement des combustibles usés [AT1](#) ([INB 38](#)), l'atelier de fabrication de sources radioactives [ELAN IIB](#) ([INB 47](#)) et l'atelier [HAO](#), créé pour le traitement des combustibles des réacteurs à « eau légère » ([INB 80](#)). Certaines de ces installations ont connu des accidents qui ont conduit à une contamination des locaux et de leur environnement proche, comme l'incendie du silo 130 appartenant à l'INB 38 en 1981.

Contrairement aux déchets conditionnés directement en ligne que produisent les usines en fonctionnement (usines de traitement d'éléments combustibles irradiés provenant des réacteurs nucléaires à eau ordinaire – [UP2-800](#) et [UP3-A](#)), la majeure partie des déchets produits par la première usine de retraitement ont été entreposés sans être traités ni conditionnés. Le démantèlement se fait donc en parallèle des opérations de RCD.

Actuellement, une dizaine de projets de ce type sont en cours dans les ateliers anciens (silos STE2, 115 et 130 dans l'[INB 38](#), silo HAO dans l'[INB 80](#)). Ils vont se dérouler sur plusieurs décennies et sont un préalable au démantèlement complet de ces ateliers, alors que le démantèlement des parties de procédé de l'usine se poursuit avec des techniques plus classiques.

2.5 LES INSTALLATIONS SUPPORT (ENTREPOSAGE, TRAITEMENT DES EFFLUENTS ET DE DÉCHETS RADIOACTIFS)

Un bon nombre de ces installations, la plupart mises en service dans les années 1960, dont le niveau de sûreté n'était pas conforme aux meilleures pratiques actuelles, ont été arrêtées.

Les anciennes installations d'entreposage n'ont pas initialement été conçues pour permettre l'évacuation de leurs déchets et, pour certaines, le stockage de ces déchets y était envisagé comme définitif. À titre d'exemples, on peut citer les silos de Saint-Laurent-des-Eaux ([INB 74](#)), les fosses, tranchées et hangars du Parc d'entreposage des déchets radioactifs ([INB 56](#)), les puits de la ZGDS ([INB 72](#)) et de l'installation Support ([INB 166](#)). La reprise des déchets y est complexe et s'étendra sur plusieurs décennies. Les déchets doivent être ensuite conditionnés et réentreposés dans de bonnes conditions de sûreté. De nouvelles installations de conditionnement et d'entreposage sont ainsi en projet ou en cours de construction.

Les STE ont quant à elles été arrêtées du fait de leur vieillissement ou de l'arrêt du fonctionnement des installations productrices des effluents destinés à ces stations. À titre d'exemples, on peut citer l'[INB 37-B](#) de Cadarache et la STE2 de l'usine de La Hague ([INB 38](#)). Les difficultés associées au démantèlement des STE dépendent étroitement des conditions de l'arrêt de ces dernières, en particulier de leur vidange et du rinçage des cuves.

Le démantèlement de ces installations support soulève de nombreuses problématiques. D'une part, la méconnaissance de l'historique d'exploitation et de l'état de l'installation à démanteler (prise en compte de la corrosion de fûts de déchets ou de la pollution des sols résultant d'événements significatifs survenus lors de l'exploitation, par exemple) nécessite une caractérisation préalable des déchets anciens entreposés et des boues ou dépôts présents dans certaines cuves. D'autre part, tenant compte des quantités, des formes physico-chimiques, de la radiotoxicité des déchets contenus dans ces installations, l'exploitant doit développer des moyens et des compétences faisant appel à des techniques d'ingénierie complexes (radioprotection, chimie, mécanique, électrochimie, robotique, intelligence artificielle, etc.). En effet, ces déchets sont très irradiants et hétérogènes, étant composés d'éléments de structure issus du traitement de combustibles, de déchets technologiques, de gravats, de terres, de boues. Certains déchets ont été entreposés en vrac, sans tri préalable. Les opérations de reprise nécessitent donc des moyens de préhension téléopérés, des systèmes de convoyage, de tri, des systèmes de pompage des boues et de conditionnement des déchets. Le développement de ces moyens et la réalisation des opérations dans des conditions acceptables de sûreté et de radioprotection constituent un enjeu majeur pour l'exploitant. Ces opérations pouvant durer plusieurs décennies, la maîtrise du vieillissement des installations est aussi un défi.

3 Les actions de l'ASN dans le champ des installations en démantèlement : une approche graduée

3.1 L'APPROCHE GRADUÉE EN FONCTION DES ENJEUX DES INSTALLATIONS

L'ASN assure le contrôle des installations en démantèlement, comme elle le fait pour les installations en fonctionnement. En particulier, le [régime des INB](#) s'applique également aux installations arrêtées définitivement. L'ASN met en œuvre une approche proportionnée à l'importance des risques ou inconvénients présentés par l'installation.

Les enjeux associés aux installations en démantèlement diffèrent de ceux en fonctionnement. Par exemple, les risques de rejets importants hors du site diminuent avec l'avancement des opérations de démantèlement, car la quantité de substances radioactives décroît. Aussi, les exigences liées à la maîtrise des risques et des impacts sont proportionnées aux enjeux portés par ces installations. L'ASN considère ainsi qu'il n'est généralement pas opportun d'engager des travaux de renforcement significatifs sur une installation en démantèlement, à condition que les opérations de démantèlement conduisent, dans des délais courts, à la réduction des sources de danger.

3.2 LES RÉEXAMENS PÉRIODIQUES DES INSTALLATIONS EN DÉMANTÈLEMENT

Compte tenu de la diversité des installations et des situations concernées, chaque réexamen nécessite la mise en œuvre d'une méthode d'instruction adaptée. Certaines installations en démantèlement méritent une attention particulière au regard des risques qu'elles présentent ; elles peuvent faire l'objet d'un examen par le [GPDEM](#). D'autres installations, présentant moins d'enjeux, font seulement l'objet d'inspections et d'instructions dont l'ampleur est adaptée. Ces inspections permettent de contrôler les moyens mis en œuvre par l'exploitant pour mener son réexamen ainsi que le suivi du plan d'action résultant de ses conclusions. Elles ont fait l'objet de différentes demandes d'actions correctives et de compléments.

3.3 LE FINANCEMENT DU DÉMANTÈLEMENT : AVIS DE L'ASN SUR LES RAPPORTS TRIENNAUX

Le cadre réglementaire de la sécurisation des fonds nécessaires à la gestion des charges de long terme pour le démantèlement et la gestion des déchets est présenté au point 1.4.

L'ASN a instruit en 2022 les rapports triennaux remis par les exploitants, portant sur les comptes clôturés fin 2021. Elle a publié l'[avis n° CODEP-CLG-2022-061286 du 14 décembre 2022](#) et transmis ses observations au ministère chargé de l'énergie. Les prochains rapports triennaux seront remis en 2025.

De manière générale, l'ASN relève que le périmètre d'évaluation des charges pris en compte dans la majorité de ces rapports doit être complété car il ne prend pas en compte certaines opérations susceptibles de présenter de forts enjeux financiers, notamment les opérations préparatoires au démantèlement.

De plus, l'ASN estime que les états initiaux des sites au début de leur démantèlement doivent être décrits plus précisément, en tenant compte des éventuelles pollutions présentes dans les sols et dans les structures, et en évaluant les coûts d'assainissement associés. En effet, les hypothèses relatives à l'état initial des sites ne sont globalement pas assez robustes, alors qu'il est fondamental d'avoir une bonne connaissance de l'état des sites afin de pouvoir évaluer, de manière prudente, les charges de démantèlement.

Enfin, l'ASN souligne que les hypothèses retenues pour l'évaluation des coûts complets doivent être réévaluées, afin d'être raisonnablement prudentes pour ce qui concerne la planification des projets et des programmes de démantèlement, en tenant compte des risques liés à l'indisponibilité des installations d'entreposage, de traitement et de stockage.

4 L'évaluation des stratégies de démantèlement des exploitants

Dans un contexte où de nombreuses installations sont arrêtées depuis plusieurs décennies, avec une perte de la connaissance des installations, des structures vieillissantes et parfois une quantité importante de déchets encore présente, le bon avancement des opérations de démantèlement est un enjeu majeur pour la sûreté de ces installations. Or, l'ASN a constaté que la plupart de ces opérations prenaient des retards importants. L'ASN demande donc régulièrement au CEA, à EDF et à Orano de présenter leur stratégie de démantèlement et de gestion des déchets radioactifs, ce qui permet de disposer d'une vision globale des projets de démantèlement et des filières de gestion nécessaires à l'évacuation des déchets radioactifs produits pendant les opérations de démantèlement.

En ce qui concerne le démantèlement, les exploitants doivent justifier, principalement par des analyses de sûreté, les opérations prioritaires. Cette hiérarchisation permet de contrôler que les moyens les plus importants seront consacrés aux opérations à plus fort enjeu, même si certains projets connaissent des retards significatifs.

En ce qui concerne la gestion des déchets radioactifs, l'ASN vérifie la cohérence des actions envisagées avec le cadre réglementaire

et les orientations du [PNGMDR](#). L'évaluation des stratégies de gestion des déchets radioactifs est présentée au chapitre 15.

4.1 L'ÉVALUATION DE LA STRATÉGIE D'EDF

Le premier dossier relatif à la stratégie de démantèlement des réacteurs définitivement à l'arrêt d'EDF (Chinon A1, A2, A3, Saint-Laurent A1 et A2, Bugey 1, EL4-D, Chooz A et Superphénix) a été transmis en 2001 à la demande de l'ASN. Le démantèlement immédiat avait été retenu comme stratégie de référence. Cette stratégie a été régulièrement mise à jour, afin d'ajuster le calendrier de démantèlement ou encore d'y intégrer les études complémentaires demandées par l'ASN et des éléments relatifs au démantèlement futur du parc de réacteurs en fonctionnement.

Pour les six réacteurs de première génération de type UNGG (Chinon A1, A2 et A3, Saint-Laurent A1 et A2, et Bugey 1), EDF a annoncé à l'ASN, en mars 2016, un changement complet de stratégie remettant en cause la principale technique retenue (démantèlement « sous eau ») pour réaliser le démantèlement de ces réacteurs et le cadencement des démantèlements, conduisant ainsi à retarder le démantèlement de l'ensemble des

réacteurs UNGG de plusieurs décennies. L'ASN se prononcera sur les délais de démantèlement présentés par EDF dans les dossiers de démantèlement qui ont été remis fin 2022 (en cours d'instruction par l'ASN), qui pourront également être revus s'il apparaît dans les décennies à venir que des optimisations de ce scénario sont possibles compte tenu du REX acquis. Cette stratégie de démantèlement des réacteurs UNGG est encadrée par deux [décisions n° 2020-DC-0686](#) et [n° CODEP-CLG-2020-021253 du 3 mars 2020 de l'ASN](#).

Ces décisions fixent les prochaines étapes nécessaires au changement de stratégie de démantèlement, notamment la définition d'une stratégie robuste de gestion des déchets de graphite, les opérations de démantèlement à poursuivre au cours des prochaines années et les informations à transmettre à l'ASN pour contrôler la mise en œuvre effective de la stratégie.

L'ASN considère qu'il est pertinent qu'EDF s'appuie sur le démonstrateur industriel graphite (mis en service en 2022 à Chinon) avant le démantèlement des caissons des réacteurs, mais qu'il convient néanmoins que le démantèlement des différents réacteurs soit engagé dans des délais raisonnables au regard de l'obligation de démantèlement dans des délais aussi courts que possible.

Concernant les autres installations d'EDF arrêtées (notamment Chooz A, l'AMI de Chinon, EL4-D, Superphénix), leurs démantèlements sont en cours et se déroulent globalement conformément à l'objectif d'un délai aussi court que possible.

4.2 L'ÉVALUATION DE LA STRATÉGIE D'ORANO

Le démantèlement d'installations anciennes constitue un enjeu majeur pour Orano, qui doit mener plusieurs projets de démantèlement de grande envergure sur des échelles de temps variables (usine UP2-400 de La Hague, usine Eurodif Production, installations individuelles de l'INBS de Pierrelatte, etc.). La mise en œuvre du démantèlement est étroitement liée à la stratégie de gestion des déchets radioactifs anciens, compte tenu de la quantité et du caractère non standard et difficilement caractérisable des déchets produits lors des opérations antérieures d'exploitation, ainsi que des opérations actuelles de démantèlement.

Par ailleurs, Orano doit réaliser, dans des installations anciennes d'entreposage, des opérations particulières de RCD. Des échéances de réalisation ont été prescrites par l'ASN, en particulier pour le site de La Hague. La réalisation de ces opérations de RCD conditionne la progression du démantèlement de l'usine UP2-400, la RCD figurant parmi les premières étapes du démantèlement de l'usine. Les chantiers de RCD revêtent une importance particulière, compte tenu de l'inventaire de substances radioactives présentes et du caractère ancien des installations les entreposant, qui ne répondent plus aux normes de sûreté actuelles.

Les projets de RCD se caractérisent, de plus, par une complexité importante, du fait des interactions avec les usines en fonctionnement sur le site. À la suite de difficultés constatées lors des instructions de dossiers relatifs aux opérations de RCD et de démantèlement du site d'Orano La Hague et des retards dans la réalisation des opérations par rapport aux échéances prescrites, l'ASN et Orano ont convenu de mettre en place un suivi régulier afin d'anticiper et traiter d'éventuelles situations de blocage et d'identifier les actions à mettre en place de façon pragmatique pour réaliser les opérations de RCD et de démantèlement dans les meilleurs délais.

Orano a transmis en juin 2016, à la demande de l'ASN et de l'Autorité de sûreté nucléaire de défense (ASND), sa stratégie de démantèlement et de gestion des déchets. Le dossier comprend également la déclinaison de cette stratégie sur les sites de La Hague et du Tricastin. Dans sa [lettre de position du 14 février 2022](#), l'ASN a souligné les progrès faits par l'exploitant dans l'appropriation des objectifs de démantèlement prioritaires suivant les enjeux des INB et les phases du démantèlement et le suivi par la gouvernance d'Orano des projets complexes de RCD et de démantèlement. L'ASN a également noté favorablement la décision d'Orano début 2023 de construire de nouveaux silos pour assurer la reprise des boues de l'ancienne STE (INB 38) sans attendre de disposer du procédé de conditionnement final de ces boues. Toutefois, l'ASN considère qu'Orano devrait poursuivre l'amélioration de sa connaissance de l'état actuel des installations et notamment des sols en vue de leur assainissement futur, progresser dans la fiabilisation industrielle des procédés de reprise des déchets et veiller à garantir les plannings des différents projets de RCD et de démantèlement annoncés.

4.3 L'ÉVALUATION DE LA STRATÉGIE DU CEA

Compte tenu du nombre et de la complexité des opérations à réaliser pour l'ensemble des installations nucléaires concernées, le CEA vise, en priorité, à réduire « l'inventaire dispersable » actuellement très important dans certaines installations, en particulier dans certaines installations individuelles de l'INBS de Marcoule, ainsi que dans les INB 56 et 72.

Dans leur [lettre de position du 27 mai 2019](#), l'ASN et l'ASND ont considéré qu'il était acceptable, compte tenu des moyens alloués par l'État et du nombre important d'installations en démantèlement pour lesquelles des capacités de reprise de déchets anciens, ainsi que d'entreposage devront être construites, que le CEA prévoie un échelonnement des opérations de démantèlement et que la priorité soit accordée aux installations aux plus forts enjeux de sûreté. Les autorités ont depuis constaté des évolutions dans les calendriers de RCD présentés par le CEA, en particulier des reports d'échéance concernant la gestion des déchets, y compris pour des opérations considérées comme prioritaires. L'ASN et le CEA ont mis en place un suivi régulier de ces opérations, notamment au travers d'indicateurs d'avancement.

Toutefois, l'ASN constate que les stratégies de démantèlement et de gestion des matières et de déchets du CEA présentent des vulnérabilités croisées relatives en particulier à la disponibilité d'installations support, souvent uniques mais nécessaires à la mise en œuvre de nombreux projets. Les stratégies du CEA s'appuient en effet sur la mutualisation des moyens entre ses centres et reposent sur l'utilisation d'installations qui sont pour certaines à l'état de projet, en phase de mise en service ou en cours de rénovation. La plupart d'entre elles sont uniques et sans alternative opérationnelle évidente en cas de défaillance. L'ensemble de ces éléments constitue des points de fragilité de la stratégie du CEA.

Annexe

INB  Liste des installations nucléaires de base en cours de démantèlement ou déclassées au 31 décembre 2022

INSTALLATION LOCALISATION	N° INB	TYPE D'INSTALLATION	MISE EN SERVICE	ARRÊT DÉFINITIF	DERNIERS ACTES RÉGLEMENTAIRES	ÉTAT ACTUEL
Néréide (Fontenay-aux-Roses)	(ex-INB 10)	Réacteur (500 kWth)	1960	1981	1987: retiré de la liste des INB	Démantelé
Triton (Fontenay-aux-Roses)	(ex-INB 10)	Réacteur (6,5 MWth)	1959	1982	1987: retiré de la liste des INB et classé en ICPE	Démantelé
ZOÉ (Fontenay-aux-Roses)	(ex-INB 11)	Réacteur (250 kWth)	1948	1975	1978: retiré de la liste des INB et classé en ICPE	Confiné (musée)
Minerve (Fontenay-aux-Roses)	(ex-INB 12)	Réacteur (0,1 kWth)	1959	1976	1977: retiré de la liste des INB	Démonté à Fontenay-aux-Roses et remonté à Cadarache
EL2 (Saclay)	(ex-INB 13)	Réacteur (2,8 MWth)	1952	1965	Retiré de la liste des INB	Partiellement démantelé, parties restantes confinées
EL3 (Saclay)	(ex-INB 14)	Réacteur (18 MWth)	1957	1979	1988: retiré de la liste des INB et classé en ICPE	Partiellement démantelé, parties restantes confinées
Ulysse (Saclay)	(ex-INB 18)	Réacteur (100 kWth)	1967	2007	–	Démantelé
Mélusine (Grenoble)	(ex-INB 19)	Réacteur (8 MWth)	1958	1988	2011: retiré de la liste des INB	Démantelé
Siloé (Grenoble)	(ex-INB 20)	Réacteur (35 MWth)	1963	2005	2015: retiré de la liste des INB	Démantelé-RUCPE ^(*)
Silhouette (Grenoble)	(ex-INB 21)	Réacteur (100 kWth)	1964	2002	2007: retiré de la liste des INB	Démantelé-RUCPE ^(*)
Peggy (Cadarache)	(ex-INB 23)	Réacteur (1 kWth)	1961	1975	1976: retiré de la liste des INB	Démantelé
César (Cadarache)	(ex-INB 26)	Réacteur (10 kWth)	1964	1974	1978: retiré de la liste des INB	Démantelé
Marius (Cadarache)	(ex-INB 27)	Réacteur (0,4 kWth)	1960 à Marcoule, 1964 à Cadarache	1983	1987: retiré de la liste des INB	Démantelé
Ancienne usine Le Bouchet (Vert-le-Petit)	(ex-INB 30)	Traitement de minerais	1953	1970	Retiré de la liste des INB	Démantelé
Ancienne usine de traitement de minerais (Gueugnon)	(ex-INB 31)	Traitement de minerais	1965	1980	Retiré de la liste des INB	Démantelé
STED (Fontenay-aux-Roses)	(ex-INB 34)	Traitement des déchets solides et liquides	Avant 1964	2006	2006: retiré de la liste des INB	Intégré à l'INB 166
STED et Unité d'entreposage de déchets de haute activité (Grenoble)	(ex-INB 36 et 79)	Station de traitement de déchets et entreposage de déchets	1964/1972	2008	2023: retiré de la liste des INB	Démantelé
STED (Cadarache)	(ex-INB 37)	Transformation de substances radioactives	1964	2015	2015: retiré de la liste des INB	Intégré aux INB 37-A et 37-B
Harmonie (Cadarache)	(ex-INB 41)	Réacteur (1 kWth)	1965	1996	2009: retiré de la liste des INB	Destruction du bâtiment, servitudes
ALI (Saclay)	(ex-INB 43)	Accélérateur	1958	1996	2006: retiré de la liste des INB	Démantelé-RUCPE ^(*)
Réacteur universitaire de Strasbourg	(ex-INB 44)	Réacteur (100 kWth)	1967	1997	2012: retiré de la liste des INB	Démantelé-RUCPE ^(*)
Saturne (Saclay)	(ex-INB 48)	Accélérateur	1966	1997	2005: retiré de la liste des INB	Démantelé-RUCPE ^(*)
Attila ^(**) (Fontenay-aux-Roses)	(ex-INB 57)	Pilote de retraitement	1968	1975	2006: retiré de la liste des INB	Intégré à l'INB 165
LCPu (Fontenay-aux-Roses)	(ex-INB 57)	Laboratoire de chimie du plutonium	1966	1995	2006: retiré de la liste des INB	Intégré à l'INB 165
BAT 19 (Fontenay-aux-Roses)	(ex-INB 58)	Métallurgie du plutonium	1968	1984	1984: retiré de la liste des INB	Démantelé
RM2 (Fontenay-aux-Roses)	(ex-INB 59)	Radio-métallurgie	1968	1982	2006: retiré de la liste des INB	Intégré à l'INB 165
LCAC (Grenoble)	(ex-INB 60)	Analyse de combustibles	1975	1984	1997: retiré de la liste des INB	Démantelé
LAMA (Grenoble)	(ex-INB 61)	Laboratoire	1968	2002	2017: retiré de la liste des INB	Démantelé

INSTALLATION LOCALISATION	N° INB	TYPE D'INSTALLATION	MISE EN SERVICE	ARRÊT DÉFINITIF	DERNIERS ACTES RÉGLEMENTAIRES	ÉTAT ACTUEL
SICN (Veurey-Voroize)	(ex-INB 65 et 90)	Usine de fabrication de combustibles	1963	2000	2019: retiré de la liste des INB	Bâtiments déconstruits, servitudes d'utilité publique
STEDs (Fontenay-aux-Roses)	(ex-INB 73)	Entreposage de décroissance de déchets radioactifs	1971	2006	2006: retiré de la liste des INB	Intégré à l'INB 166
ARAC (Saclay)	(ex-INB 81)	Fabrication d'assemblages combustibles	1981	1995	1999: retiré de la liste des INB	Démantelé
LURE (Bures-sur-Yvette)	(ex-INB 106)	Accélérateurs de particules	de 1956 à 1987	2008	2015: retiré de la liste des INB	Démantelé-SUP (***)
IRCA (Cadarache)	(ex-INB 121)	Irradiateur	1983	1996	2006: retiré de la liste des INB	Démantelé-RUCPE (*)
FBFC (Pierrelatte)	(ex-INB 131)	Fabrication de combustible	1990	1998	2003: retiré de la liste des INB	Démantelé-RUCPE (*)
Magasin d'uranium (Miramas)	(ex-INB 134)	Magasin de matières uranifères	1964	2004	2007: retiré de la liste des INB	Démantelé-RUCPE (*)
SNCS (Osmanville)	(ex-INB 152)	Ionisateur	1983	1995	2002: retiré de la liste des INB	Démantelé-RUCPE (*)
Pégase (Cadarache)	22	Réacteur et entreposage de substances radioactives	1964	2017	-	Préparation au démantèlement
Rapsodie (Cadarache)	25	Réacteur (40 MWth)	1967	1983	2021: décret de démantèlement partiel	En cours de démantèlement
ATPu (Cadarache)	32	Usine de fabrication de combustible	1962	2003	2009: décret de mise à l'arrêt définitif et de démantèlement	En cours de démantèlement
Usine de traitement des combustibles irradiés – UP2-400 (La Hague)	33	Transformation de substances radioactives	1964	2004	2022: décret de démantèlement partiel	En cours de démantèlement
STE (Cadarache)	37-B	Station de traitement des effluents (partie non pérenne de l'ex-INB 37)	2015	2016	-	Préparation au démantèlement
STE2 (La Hague)	38	Station de traitement des effluents	1964	2004	2022: décret de démantèlement partiel	En cours de démantèlement
Masurca (Cadarache)	39	Réacteur (5 kWth)	1966	2018	-	Préparation au démantèlement
Osiris-Isis (Saclay)	40	Réacteur (70 MWth)	1966	2015	-	Préparation au démantèlement
Éole / Minerve (Cadarache)	42-U	Réacteur (1 kWth) et Réacteur (100 Wth)	1965 et 1977	2017	2023: décret de démantèlement et de réunion des deux INB (Eole et Minerve)	En cours de démantèlement
Bugey 1 (Saint-Vulbas)	45	Réacteur (1920 MWth)	1972	1994	2008: décret de mise à l'arrêt définitif et de démantèlement	En cours de démantèlement
St-Laurent-des-Eaux A1 (St-Laurent-Nouan)	46	Réacteur (1662 MWth)	1969	1990	2010: décret de démantèlement	En cours de démantèlement
St-Laurent-des-Eaux A2 (St-Laurent-Nouan)	46	Réacteur (1801 MWth)	1971	1992	2010: décret de démantèlement	En cours de démantèlement
ELAN IIB (La Hague)	47	Fabrication de sources de césium-137	1970	1973	2013: décret de démantèlement	En cours de démantèlement
LHA (Saclay)	49	Laboratoire	1960	1996	2008: décret de mise à l'arrêt définitif et de démantèlement	En cours de démantèlement
ATUe (Cadarache)	52	Traitement d'uranium	1963	1997	2021: décret modifiant le décret de démantèlement de 2006	En cours de démantèlement
MCMF (Cadarache)	53	Entreposage de substances radioactives	1968	2017	-	Préparation au démantèlement
LPC (Cadarache)	54	Laboratoire	1966	2003	2009: décret de mise à l'arrêt définitif et de démantèlement	En cours de démantèlement
Parc d'entreposage	56	Entreposage de substances radioactives	1968	2023	-	Préparation au démantèlement
Phénix (Marcoule)	71	Réacteur (536 MWth)	1973	2009	2016: décret de démantèlement	En cours de démantèlement
ZGDS (Saclay)	72	Transformation de substances radioactives	1971	2022	2022: décret de démantèlement	Préparation au démantèlement

01
02
03
04
05
06
07
08
09
10
11
12
13
14
15
AN



INSTALLATION LOCALISATION	N° INB	TYPE D'INSTALLATION	MISE EN SERVICE	ARRÊT DÉFINITIF	DERNIERS ACTES RÉGLEMENTAIRES	ÉTAT ACTUEL
Silos de Saint-Laurent (St-Laurent-Nouan)	74	Entreposage de déchets radioactifs	1971	2022	–	Préparation au démantèlement
Centrale nucléaire de Fessenheim (Fessenheim)	75	Réacteurs (2660 MWth chacun)	1977	2020	–	Préparation au démantèlement
Atelier HAO (La Hague)	80	Transformation de substances radioactives	1974	2004	2009: décret de mise à l'arrêt définitif et de démantèlement	En cours de démantèlement
Superphénix (Creys-Malville)	91	Réacteur (3000 MWth)	1985	1997	2009: décret de mise à l'arrêt définitif et de démantèlement	En cours de démantèlement
Phébus (Cadarache)	92	Réacteur (40 MWth)	1978	2017	–	Préparation au démantèlement
Eurodif (Pierrelatte)	93	Transformation de substances radioactives	1979	2012	2020: décret de démantèlement partiel	En cours de démantèlement partiel
AMI (Chinon)	94	Utilisation de substances radioactives	1964	2015	2020: décret de démantèlement	En cours de démantèlement
Orphée (Saclay)	101	Réacteur (14 MWth)	1980	2019	–	Préparation au démantèlement
Comurhex (Tricastin)	105	Usine de transformation chimique de l'uranium	1979	2009	2019: décret de démantèlement	En cours de démantèlement
Chinon A1 D – ex-Chinon A1 (Avoine)	133 (ex- INB 5)	Réacteur (300 MWth)	1963	1973	1982: décret de confinement de Chinon A1 et de création de l'INB d'entreposage Chinon A1 D	Partiellement démantelé, modifié en INB d'entreposage des déchets laissés en place. Préparation au démantèlement complet
Chinon A2 D – ex-Chinon A2 (Avoine)	153 (ex- INB 6)	Réacteur (865 MWth)	1965	1985	1991: décret de démantèlement partiel de Chinon A2 et de création de l'INB d'entreposage Chinon A2 D	Partiellement démantelé, modifié en INB d'entreposage des déchets laissés en place. Préparation au démantèlement complet
Chinon A3 D – ex-Chinon A3 (Avoine)	161 (ex- INB 7)	Réacteur (1360 MWth)	1966	1990	2010: décret de démantèlement	En cours de démantèlement
EL4-D – ex-EL4 (Brennilis)	162 (ex- INB 28)	Réacteur (250 MWth)	1966	1985	1996: décret de démantèlement et de création de l'INB d'entreposage EL4-D 2006: décret de mise à l'arrêt définitif et de démantèlement 2007: décision du Conseil d'État annulant le décret de 2006 2011: décret de démantèlement partiel 2023: décret de démantèlement complet	En cours de démantèlement
Centrale nucléaire des Ardennes – ex-Chooz A (Chooz)	163 (ex- INB 1, 2, 3)	Réacteur (1040 MWth)	1967	1991	2007: décret de mise à l'arrêt définitif et de démantèlement	En cours de démantèlement
Procédé (Fontenay-aux-Roses)	165	Regroupement des anciennes installations (INB 57 et 59) de recherche concernant les procédés de retraitement	2006	2006	2006: décret de mise à l'arrêt définitif et de démantèlement	En cours de démantèlement
Base chaude opérationnelle du Tricastin (Tricastin)	157	Laboratoire	2000	2020	2023: décret de démantèlement	En cours de démantèlement
Support (Fontenay-aux-Roses)	166	Regroupement des anciennes installations (INB 34 et 73) de conditionnement et traitement des déchets et des effluents	2006	2006	2006: décret de mise à l'arrêt définitif et de démantèlement	En cours de démantèlement

* Restriction d'usage conventionnelle au profit de l'État.

** Attila: pilote de retraitement situé dans une cellule de l'INB 57.

*** Servitude d'utilité publique.

01

02

03

04

05

06

07

08

09

10

11

12

13

14

15

AN

SOMMAIRE

1

p. 372

Les déchets radioactifs

- 1.1 La gestion des déchets radioactifs (à l'exception des résidus et stériles miniers)**
 - 1.1.1 La gestion des déchets radioactifs dans les installations nucléaires de base
 - 1.1.2 La gestion des déchets du nucléaire de proximité, issus des activités encadrées par le code de la santé publique
 - 1.1.3 La gestion des déchets contenant de la radioactivité naturelle
- 1.2 Le cadre juridique de la gestion des déchets radioactifs**
 - 1.2.1 Le cadre juridique de la gestion des déchets radioactifs produits dans les installations nucléaires de base
 - 1.2.2 Le cadre juridique de la gestion des déchets radioactifs produits par les activités encadrées par le code de la santé publique
 - 1.2.3 L'inventaire national des matières et déchets radioactifs
 - 1.2.4 Le Plan national de gestion des matières et des déchets radioactifs
- 1.3 La gestion à long terme des déchets, installations de stockage existantes ou en projet**
 - 1.3.1 Les déchets de très faible activité
 - 1.3.2 Les déchets de faible et moyenne activité à vie courte
 - 1.3.3 Les déchets de faible activité à vie longue
 - 1.3.4 Les déchets de haute et de moyenne activité à vie longue

2

p. 382

La sûreté nucléaire des installations associées à la gestion des déchets, le rôle de l'ASN et les stratégies de gestion des déchets des grands exploitants nucléaires

- 2.1 Les modalités de gestion des déchets radioactifs et leur contrôle par l'ASN**
 - 2.1.1 L'approche graduée
 - 2.1.2 Les installations supports à la gestion des déchets radioactifs
 - 2.1.3 Le contrôle du conditionnement des colis
 - 2.1.4 L'élaboration du cadre réglementaire et des prescriptions aux exploitants
 - 2.1.5 L'évaluation des charges financières nucléaires
- 2.2 Les réexamens périodiques des installations de gestion des déchets radioactifs**
 - 2.2.1 Les réexamens des installations supports à la gestion des déchets radioactifs
 - 2.2.2 Les réexamens des installations de stockage des déchets radioactifs
- 2.3 La stratégie de gestion des déchets du CEA et l'appréciation de l'ASN**
- 2.4 La stratégie de gestion des déchets d'Orano et l'appréciation de l'ASN**
- 2.5 La stratégie de gestion des déchets d'EDF et l'appréciation de l'ASN**

3

p. 387

La gestion des résidus de traitement et des stériles miniers issus des anciennes mines d'uranium

4

p. 388

La gestion des sites et sols pollués par des substances radioactives



15

Les déchets radioactifs et les sites et sols pollués



15

Ce chapitre présente le rôle et les actions de l'Autorité de sûreté nucléaire (ASN) en matière de [gestion des déchets radioactifs](#) et de [gestion des sites et sols pollués](#) par des substances radioactives. Il décrit, en particulier, les actions menées pour définir et fixer les grandes orientations de la gestion des déchets radioactifs. Selon le code de l'environnement, les déchets radioactifs sont des substances radioactives pour lesquelles aucune utilisation ultérieure n'est prévue ou envisagée, ou qui ont été requalifiées comme telles par le ministre chargé de l'énergie. Ils proviennent des activités mettant en œuvre des substances radioactives artificielles ou naturelles (installations nucléaires, domaine médical ou de la recherche, sites et sols pollués, etc.).

L'ASN est compétente pour la gestion des sites et sols pollués en lien avec les installations nucléaires de base (INB). Pour les autres

situations de pollution radiologique, l'ASN peut émettre, à la demande des autorités compétentes, un avis quant à leurs modalités de gestion. Elle s'assure notamment que les déchets générés par les opérations d'assainissement de ces sites sont orientés vers des filières de gestion adaptées.

Dans le cadre de ses actions de contrôle des stratégies de démantèlement et de gestion des déchets mises en œuvre par les grands exploitants, l'ASN a poursuivi, en 2023, sa démarche de suivi des stratégies mises en œuvre par le Commissariat à l'énergie atomique et aux énergies alternatives (CEA) et Orano.

Enfin, l'ASN a initié en 2023 l'instruction de la demande de décret d'autorisation de création (DAC) de Cigéo, le projet de stockage géologique pour les déchets les plus radioactifs, déposée le 16 janvier 2023 par l'Agence nationale pour la gestion des déchets radioactifs (Andra).

1 Les déchets radioactifs

Conformément aux dispositions du [code de l'environnement](#), les producteurs de combustibles usés et de déchets radioactifs sont responsables de ces substances, sans préjudice de la responsabilité de leurs détenteurs en tant que responsables d'activités nucléaires. Les déchets radioactifs doivent être gérés selon des modalités spécifiques. Les producteurs de déchets doivent poursuivre un objectif de minimisation du volume et de la nocivité de leurs déchets, en amont lors de la conception et de l'exploitation des installations, et en aval lors de la gestion des déchets, par un tri, un traitement et un conditionnement adaptés.

Les [déchets radioactifs](#) sont très divers par leur radioactivité (activité massique, nature du rayonnement, durée de vie) et leur forme (ferrailles, gravats, huiles, etc.).

Deux paramètres principaux permettent d'apprécier le risque radiologique qu'ils représentent : d'une part, l'activité, qui contribue à la toxicité du déchet ; d'autre part, la période radioactive des radionucléides présents dans les déchets, qui détermine la durée pendant laquelle ces déchets doivent être confinés. On distingue ainsi, d'une part, des déchets de très faible, faible, moyenne ou haute activité ; d'autre part, des déchets de très courte durée de vie (radioactivité divisée par deux en moins de 100 jours) issus principalement des activités médicales, des déchets à vie courte (contenant majoritairement des radionucléides dont la radioactivité est divisée par deux en moins de 31 ans) et des déchets à vie longue (qui contiennent une quantité importante de radionucléides dont la radioactivité est divisée par deux en plus de 31 ans).

Chaque type de déchet nécessite la mise en place d'une filière de gestion adaptée et sûre, afin de maîtriser les risques qu'ils présentent, notamment le risque radiologique, mais également des risques liés à leur composition chimique.

1.1 LA GESTION DES DÉCHETS RADIOACTIFS (À L'EXCEPTION DES RÉSIDUS ET STÉRILES MINIERS)

Définie à l'[article L. 542-1-1 du code de l'environnement](#), la gestion des déchets radioactifs regroupe toutes les activités liées à la manipulation, au prétraitement, au traitement, au conditionnement, à l'entreposage et au stockage des déchets radioactifs, à l'exclusion du transport hors site.

L'ASN contrôle les activités liées à la gestion des déchets radioactifs relevant des INB ou des activités nucléaires de proximité, à l'exception de celles liées à la défense nationale, contrôlées par l'Autorité de sûreté nucléaire de défense (ASND), et de celles relevant du statut des installations classées pour la protection de l'environnement (ICPE), placées sous le contrôle des préfets.

1.1.1 La gestion des déchets radioactifs dans les installations nucléaires de base

Deux secteurs économiques contribuent majoritairement à la production des déchets radioactifs dans les INB.

Le secteur électronucléaire, d'une part, comprend les 18 centrales nucléaires d'EDF, ainsi que les usines d'Orano et de Framatome dédiées à la fabrication et au retraitement du combustible nucléaire. L'exploitation des centrales nucléaires produit du combustible usé, dont une partie est retraitée pour séparer les substances valorisables des produits de fission et des actinides mineurs qui sont des déchets. Des déchets radioactifs sont également produits lors des activités de fonctionnement et de maintenance des centrales nucléaires et des usines de traitement du combustible, à l'instar des déchets de structure, des coques et embouts constituant la gaine du combustible nucléaire, ainsi que des déchets technologiques, ou encore des déchets issus du traitement des effluents comme les boues bitumées. Par ailleurs, le démantèlement des installations est à l'origine d'un volume important de déchets radioactifs.

TABEAU 1 Classification des déchets radioactifs⁽¹⁾

		DÉCHETS DITS À VIE TRÈS COURTE CONTENANT DES RADIOÉLÉMENTS DE PÉRIODE < 100 JOURS	DÉCHETS DITS À VIE COURTE DONT LA RADIOACTIVITÉ PROVIENT PRINCIPALEMENT DES RADIOÉLÉMENTS DE PÉRIODE ≤ 31 ANS	DÉCHETS DITS À VIE LONGUE CONTENANT MAJORITAIREMENT DES RADIOÉLÉMENTS DE PÉRIODE > 31 ANS
0 Bq/g ^(*)		Gestion par décroissance radioactive sur le site de production puis élimination dans les filières de stockage dédiées aux déchets conventionnels	Recyclage ou stockage dédié en surface (installation de stockage du centre industriel de regroupement, d'entreposage et de stockage de l'Aube)	Stockage à faible profondeur (à l'étude dans le cadre de la loi du 28 juin 2006)
CENTAINES Bq/g ^(*)				
MILLIONS Bq/g ^(*)			Moyenne activité (MA)	Stockage en couche géologique profonde (en projet dans le cadre de la loi du 28 juin 2006)
MILLIARDS Bq/g ^(*)		Haute activité (HA)	Non applicable^(**)	

* Becquerel par gramme (Bq/g).

** Les déchets de haute activité à vie très courte n'existent pas.

Le secteur de la recherche, d'autre part, inclut la recherche dans le domaine du nucléaire civil, et notamment les activités de recherche des laboratoires et réacteurs du CEA, mais également d'autres organismes de recherche. Des déchets radioactifs sont produits lors du fonctionnement, de la maintenance et du démantèlement de ces installations.

Ces déchets radioactifs sont gérés suivant des dispositions spécifiques qui prennent en compte leur caractère radiologique et qui sont proportionnées à leur dangerosité.

1.1.2 La gestion des déchets du nucléaire de proximité, issus des activités encadrées par le code de la santé publique

Les enjeux

L'utilisation de sources non scellées⁽²⁾ en médecine nucléaire, en recherche biomédicale ou industrielle, est à l'origine de la production de déchets solides ou liquides : petits matériels de laboratoire employés pour la préparation des sources, matériels médicaux ayant servi à l'administration des injections à des fins diagnostiques ou thérapeutiques, etc. Les effluents liquides radioactifs proviennent également des opérations de préparation de sources, ainsi que des patients qui éliminent, par les voies naturelles, la radioactivité qui leur a été administrée.

La diversité des déchets issus des activités nucléaires de proximité, la multiplicité des établissements en produisant ainsi que les enjeux en matière de radioprotection ont conduit les pouvoirs publics à réglementer la gestion des déchets produits par ces activités.

La gestion des sources scellées usagées considérées comme des déchets

Des sources scellées⁽³⁾ sont utilisées pour des applications médicales, industrielles, de recherche et vétérinaires (voir les chapitres 7 et 8). Lorsqu'elles sont usagées, et si leurs fournisseurs n'envisagent aucune réutilisation, elles sont considérées comme des déchets radioactifs et doivent être gérées comme tels.

La gestion des sources scellées considérées comme déchets, et notamment leur stockage, doit prendre en compte la double contrainte d'une activité concentrée et d'un caractère potentiellement attractif en cas d'intrusion humaine dans une installation de stockage, après la perte de mémoire de sa présence à l'issue de sa phase de surveillance après fermeture. Cette double contrainte limite les types de sources acceptables dans les installations de stockage, notamment s'ils sont de surface.

1.1.3 La gestion des déchets contenant de la radioactivité naturelle

Certaines activités professionnelles mettant en œuvre des matières premières contenant naturellement des radionucléides qui ne sont pas utilisés pour leurs propriétés radioactives peuvent conduire à concentrer l'activité massique dans les produits, résidus ou déchets qu'elles produisent. On parle de « substance radioactive d'origine naturelle » (SRON) lorsque l'activité de celle-ci dépasse les seuils d'exemption figurant au [tableau 1 de l'annexe 13-8 au code de santé publique](#) (par exemple, le traitement des terres rares, la production d'engrais phosphatés et fabrication d'acide phosphorique, la combustion de charbon en centrales thermiques, etc.). Par conséquent, les déchets SRON, pour lesquels aucune utilisation n'est prévue ou envisagée, sont dorénavant considérés comme des déchets radioactifs, au sens de l'article L. 542-1-1 du code de l'environnement. Les déchets contenant des substances d'origine naturelle, mais ne dépassant pas les seuils d'exemption susmentionnés, sont orientés vers les filières de gestion de déchets conventionnels.

Les déchets SRON, selon leur activité massique, peuvent être stockés dans deux types d'installations :

- dans une installation de stockage de déchets autorisée par arrêté préfectoral, si les conditions d'acceptation prévues par la [circulaire du 25 juillet 2006](#)⁽⁴⁾, relative aux installations de stockages de déchets, relevant des rubriques 2760 de la nomenclature des ICPE, sont remplies ;

1. Annexe 1 à l'arrêté du 9 octobre 2008 modifié relatif à la nature des informations que les responsables d'activités nucléaires et les entreprises mentionnées à l'article L. 1333-10 du code de la santé publique ont obligation d'établir, de tenir à jour et de transmettre périodiquement à l'Andra.

2. Source dont la présentation et les conditions normales d'emploi ne permettent pas de prévenir toute dispersion de substance radioactive.

3. Source dont la structure ou le conditionnement empêche, en utilisation normale, toute dispersion de substances radioactives dans le milieu ambiant.

4. Circulaire du 25 juillet 2006 relative aux installations classées – Acceptation de déchets à radioactivité naturelle renforcée ou concentrée dans les centres de stockage de déchets.

- dans le Centre industriel de regroupement, d'entreposage et de stockage ([Cires](#)⁽⁵⁾) destiné au stockage des déchets radioactifs de très faible activité (TFA).

Certains de ces déchets sont toutefois entreposés dans l'attente d'une filière d'élimination, et notamment de la mise en service d'un centre de stockage des déchets de faible activité à vie longue (FA-VL).

Quatre installations de stockage de déchets dangereux sont autorisées, par arrêté préfectoral, à accueillir des déchets contenant des SRON.

De plus, à la suite de l'entrée en vigueur au 1^{er} juillet 2018 du [décret n° 2018-434 du 4 juin 2018](#) portant diverses dispositions en matière nucléaire, les dispositions du code du travail relatives à la protection des travailleurs contre les rayonnements ionisants s'appliquent également aux activités professionnelles traitant des matières contenant naturellement des substances radioactives, dont font partie les SRON.

1.2 LE CADRE JURIDIQUE DE LA GESTION DES DÉCHETS RADIOACTIFS

La gestion des déchets radioactifs s'inscrit dans le cadre général de gestion des déchets défini au [chapitre I^{er} du titre IV du livre V du code de l'environnement](#) et par ses décrets d'application. Des dispositions particulières relatives aux déchets radioactifs ont été introduites tout d'abord par la [loi n° 91-1381 du 30 décembre 1991](#) relative aux recherches sur la gestion des déchets radioactifs, puis par la [loi de programme n° 2006-739 du 28 juin 2006](#) relative à la gestion durable des matières et des déchets radioactifs, dite « loi déchets », qui donne un cadre législatif à la gestion de l'ensemble des matières et des déchets radioactifs. Une grande partie des dispositions de ces lois sont codifiées au [chapitre II du titre IV du livre V du code de l'environnement](#).

La loi du 28 juin 2006 fixe notamment un calendrier pour les recherches sur les déchets de haute activité et de moyenne activité à vie longue (HA et MA-VL) et un cadre juridique clair pour sécuriser les fonds nécessaires au démantèlement et à la gestion des déchets radioactifs. Elle prévoit aussi l'élaboration d'un Plan national de gestion des matières et déchets radioactifs ([PNGMDR](#)), qui vise à réaliser périodiquement un bilan et à définir les perspectives de la politique de gestion des substances radioactives. Elle renforce également les missions de l'[Andra](#), notamment en lui confiant une mission de service public pour la gestion des déchets issus du nucléaire de proximité. Enfin, elle interdit le stockage sur le sol français de déchets étrangers, en prévoyant l'adoption de règles précisant les conditions de retour des déchets issus du traitement en France des combustibles usés et des déchets provenant de l'étranger. Ces règles prévoient une répartition des déchets issus du traitement à retourner en fonction de l'activité et de la masse du combustible usé introduit sur le territoire national.

Cependant, des dispositions réglementaires introduites en 2017 et 2021 permettent, sous certaines conditions, de déroger aux modalités d'attribution des déchets à retourner aux pays étrangers en procédant par échanges de déchets, selon un système d'équivalence. En 2021, le recours à un système d'équivalence (en masse et en activité radiologique des déchets) a ainsi été autorisé par le ministre chargé de l'énergie pour des déchets destinés à être retournés en Allemagne (opération Metall+).

Ce cadre a été amendé en 2016, avec la publication de l'[ordonnance n° 2016-128](#) du 10 février 2016 portant diverses dispositions en matière nucléaire, qui a permis de :

- transposer la [directive 2011/70/Euratom](#) du Conseil du 19 juillet 2011 établissant un cadre communautaire pour la gestion responsable et sûre du combustible usé et des déchets radioactifs, tout en réaffirmant l'interdiction de stocker en France des déchets radioactifs en provenance de l'étranger, ainsi que des déchets radioactifs issus du traitement de combustibles usés et de déchets radioactifs provenant de l'étranger, en précisant les conditions d'application de cette interdiction ;
- définir une procédure de requalification des matières en déchets radioactifs par l'autorité administrative ;
- renforcer les sanctions administratives et pénales existantes et prévoir de nouvelles sanctions en cas de non-respect des dispositions applicables en matière de gestion des déchets radioactifs et de combustible usé.

La [loi n° 2016-1015 du 25 juillet 2016](#) précise les modalités de création d'une installation de stockage réversible en couche géologique profonde des déchets radioactifs HA et MA-VL.

1.2.1 Le cadre juridique de la gestion des déchets radioactifs produits dans les installations nucléaires de base

En France, la gestion des déchets radioactifs dans les INB est notamment encadrée par l'[arrêté du 7 février 2012](#) fixant les règles générales relatives aux INB, dont le [titre VI est relatif à la gestion des déchets](#).

L'exploitant d'une INB établit un plan de zonage déchets qui permet d'identifier les zones où les déchets produits sont contaminés, activés ou susceptibles de l'être. Les déchets produits dans ces zones sont, de manière conservative, gérés comme s'ils étaient radioactifs et doivent alors être dirigés vers des filières dédiées. Cette absence de seuils de libération pour les déchets issus d'une zone où les déchets sont contaminés, activés ou susceptibles de l'être constitue une spécificité de la réglementation française. Les « seuils de libération », mis en œuvre dans certains pays étrangers, définissent des niveaux de contamination en deçà desquels les matériaux peuvent être libérés de tout contrôle et utilisés sans aucune restriction. Les déchets issus des autres zones sont, après contrôle de l'absence de radioactivité, dirigés vers des filières autorisées de gestion des déchets dangereux, non dangereux ou inertes, selon les propriétés du déchet.

La réglementation française impose également aux exploitants nucléaires de présenter, dans les règles générales d'exploitation (RGE) et l'étude d'impact sur l'environnement de leur installation, les déchets produits par l'installation, qu'ils soient radioactifs ou non, ainsi que leur volume, leur nature, leur nocivité et les modes d'élimination envisagés. Les dispositions retenues par les exploitants doivent consister à réduire le volume et la toxicité radiologique, chimique et biologique des déchets produits, et à réserver, par la valorisation et le traitement de ces déchets, le stockage définitif aux seuls déchets ultimes.

La [décision n° 2015-DC-0508 de l'ASN du 21 avril 2015](#) précise les dispositions de l'arrêté du 7 février 2012, notamment concernant :

- les modalités relatives à l'établissement et à la gestion du plan de zonage déchets ;
- le contenu du bilan annuel sur la gestion des déchets qui doit être transmis à l'ASN par chaque installation.

5. Ainsi dénommé depuis octobre 2012. Il a été mis en service en 2003 sous le nom de Centre de stockage des déchets de très faible activité (CSTFA). Installation soumise à autorisation au titre du régime de la rubrique 2797 des ICPE.

Le [Guide de l'ASN n° 23](#) présente les modalités d'application de cette décision en ce qui concerne l'établissement et la modification du plan de zonage déchets.

À la suite d'une modification de prescriptions réglementaires du code de l'environnement, en 2019, l'étude sur la gestion des déchets n'est plus requise par la réglementation en tant que document spécifique. Les dispositions qu'elle contenait doivent être à présent reportées dans l'étude d'impact et les RGE des INB. La [décision n° 2022-DC-0749 de l'ASN du 29 novembre 2022, homologuée le 16 février 2023](#), a modifié la décision n° 2015-DC-0508 de l'ASN du 21 avril 2015 pour prendre en compte cette évolution réglementaire.

1.2.2 Le cadre juridique de la gestion des déchets radioactifs produits par les activités encadrées par le code de la santé publique

L'[article R. 1333-16⁶ du code de la santé publique](#) prévoit que la gestion des effluents et des déchets contaminés par des substances radioactives provenant de toutes les activités nucléaires comportant un risque d'exposition aux rayonnements ionisants doit faire l'objet d'un examen et d'une approbation par les pouvoirs publics. C'est le cas, notamment, des activités mettant en œuvre des substances radioactives destinées à la médecine, à la biologie humaine ou à la recherche biomédicale.

La [décision n° 2008-DC-0095 de l'ASN du 29 janvier 2008](#) fixe les règles techniques auxquelles doit satisfaire l'élimination des effluents et des déchets contaminés par les radionucléides, ou susceptibles de l'être, du fait d'une activité nucléaire. Un guide d'application de cette décision ([Guide n° 18](#)) a été publié par l'ASN en janvier 2012.

La gestion des sources scellées usagées

Dans le cadre du [PNGMDR 2016-2018](#), l'Andra a remis mi-2018 un rapport présentant l'état des lieux de la prise en charge des sources scellées usagées considérées comme des déchets dans les centres de stockage existants et en projet.

Par ailleurs, le [décret n° 2015-231 du 27 février 2015](#) permet aux détenteurs de sources scellées usagées de faire appel non seulement à leur fournisseur initial, mais aussi à tout fournisseur autorisé ou, en dernier recours, à l'Andra pour gérer ces sources. Les détenteurs ne sont, par ailleurs, plus tenus de démontrer qu'ils ont pris contact avec l'ensemble des fournisseurs avant de solliciter l'Andra. Ces dispositions visaient à diminuer les frais de collecte de ces sources et à assurer une filière de reprise dans toutes les situations. [L'ASN a pris position le 11 mai 2021](#) sur la gestion des sources scellées usagées non susceptibles d'être recyclées. Elle considère que les sources scellées usagées qui ne sont pas acceptables dans les installations de stockage de surface doivent être intégrées aux inventaires des installations de stockage en projet, et qu'un état des lieux complet des filières de gestion existantes doit être établi, en précisant les responsabilités des différents acteurs.

En outre, elle recommande que la notion de « dernier recours » mentionnée dans le décret n° 2015-231 soit précisée. L'action « DECPAR.4 » du PNGMDR 2022-2026 prévoit que les producteurs dressent un état des lieux des sources scellées faisant l'objet de difficultés de prise en charge et qu'un programme de travail soit établi avec l'Andra pour développer des solutions de gestion. Le volume de sources scellées en attente de prise en charge dans une filière définitive de gestion a été introduit comme nouvel indicateur de suivi du PNGMDR 2022-2026.

6. Ancien article R. 1333-12.



LE RÔLE DE L'ASN DANS LA GESTION DES DÉCHETS

Les pouvoirs publics, en particulier l'ASN, sont attentifs au fait que l'ensemble des déchets dispose d'une filière de gestion et que leur gestion s'effectue dans des conditions sûres à chacune de ses étapes.

L'ASN considère ainsi que le développement de filières de gestion adaptées à chaque catégorie de déchets est fondamental et que tout retard dans la recherche de solutions de gestion à long terme est de nature à accroître le volume et la taille des entreposages dans les installations, ainsi que les risques associés.

L'ASN est vigilante à ce que le système composé de l'ensemble de ces filières soit complet, sûr et cohérent, en particulier dans le cadre du PNGMDR, mais également en contrôlant les installations et en évaluant régulièrement la stratégie de gestion des déchets de chacun des grands exploitants. Cette approche doit tenir compte de l'ensemble des enjeux de sûreté, de radioprotection, de minimisation du volume et de la nocivité des déchets, en permettant une traçabilité satisfaisante des opérations réalisées.

Enfin, l'ASN considère que cette gestion doit s'exercer de manière transparente vis-à-vis du public, en impliquant l'ensemble des parties prenantes, dans un cadre favorisant l'expression des différentes positions.

Le PNGMDR est élaboré par le ministère de la Transition énergétique (MTE). Celui-ci a choisi, au regard du débat public de 2019, de s'appuyer sur une « Commission orientations » pluraliste, à laquelle l'ASN participe. Cette commission est présidée par une personnalité qualifiée indépendante. Le suivi de la mise en œuvre technique et opérationnelle du PNGMDR reste assuré par un [groupe de travail pluraliste](#) coprésidé par l'ASN et la Direction générale de l'énergie et du climat (DGEC), tel que décrit au chapitre 2.

Par ailleurs, l'ASN publie sur son site Internet le [PNGMDR](#), sa synthèse, les comptes-rendus des réunions du groupe de travail susmentionné et les études demandées au titre du plan, ainsi que les avis qu'elle a rendus sur ces études.

La gestion des déchets des activités nucléaires de proximité par l'Andra

L'article L. 542-12 du code de l'environnement confie à l'Andra une mission de service public pour la gestion des déchets issus des activités nucléaires de proximité. Depuis 2012, l'Andra dispose, avec le Cires situé sur les communes de Morvilliers et de La Chaise, dans l'Aube, d'un centre de regroupement et d'une installation d'entreposage pour les déchets des petits producteurs n'appartenant pas au secteur électronucléaire. L'ASN considère que les actions de l'Andra dans ce domaine sont de nature à répondre à la mission qui lui est confiée au titre de l'article L. 542-12 précité et que celles-ci doivent être poursuivies.

Néanmoins, les déchets tritiés solides ont vocation à être gérés avec les déchets d'[ITER](#) (*International Thermonuclear Experimental Reactor* - réacteur expérimental international de fusion nucléaire) dans un entreposage exploité par le CEA (appelé à ce stade « projet Intermed »). Le retard de calendrier du projet ITER a des conséquences sur le calendrier du projet Intermed et sur la stratégie de gestion des déchets tritiés des petits producteurs. L'Andra, dans son rapport transmis en réponse à l'article 61 de l'arrêté du 23 février 2017, propose d'entreposer ces déchets sur le site du CEA Valduc dans l'attente de la mise en service des installations d'entreposage susmentionnées.

Dans son [avis n° 2021-AV-0379 du 11 mai 2021](#), l'ASN a rappelé que l'entreposage des déchets tritiés des petits producteurs dans une installation nucléaire de base secrète (INBS) n'était pas justifié par un éventuel besoin de protection des informations au titre de la défense. La mise en service d'Intermed à l'horizon d'une dizaine d'années étant rendue improbable par le retard pris concernant son dimensionnement et sa conception détaillée, l'ASN a recommandé que l'Andra mette en place, dès que possible, les capacités d'entreposage nécessaires permettant la prise en charge des déchets fortement tritiés et des sources contenant du tritium des petits producteurs, en préalable à leur gestion définitive dans une installation de stockage ou à leur entreposage éventuel ultérieur dans Intermed.

1.2.3 L'inventaire national des matières et déchets radioactifs

L'article L. 542-12 du code de l'environnement confie à l'Andra la mission d'établir, de mettre à jour tous les cinq ans et de publier l'[inventaire national des matières et déchets radioactifs](#). Cet inventaire constitue une base de données d'entrée pour établir le PNGMDR. La dernière mise à jour a été publiée en décembre 2023. L'inventaire présente des informations relatives aux quantités, à la nature et à la localisation des matières et des déchets radioactifs à la fin 2021, par catégorie et par secteur économique. Un exercice prospectif a également été réalisé, selon quatre scénarios contrastés de politique énergétique de la France, tels qu'envisagés par la programmation pluriannuelle de l'énergie (PPE) 2019-2028.

1.2.4 Le Plan national de gestion des matières et des déchets radioactifs

L'article L. 542-1-2 du code de l'environnement, modifié par l'ordonnance n° 2016-128 du 10 février 2016 précitée, définit les objectifs du PNGMDR :

- dresser le bilan des modes de gestion existants des matières et des déchets radioactifs et des solutions techniques retenues ;
- recenser les besoins prévisibles d'installations d'entreposage ou de stockage et préciser les capacités nécessaires pour ces installations et les durées d'entreposage ;
- fixer les objectifs généraux à atteindre, les principales échéances et les calendriers permettant de respecter ces échéances, en tenant compte des priorités qu'il définit ;
- déterminer les objectifs à atteindre pour les déchets radioactifs qui ne font pas encore l'objet d'un mode de gestion définitif ;
- organiser la mise en œuvre des recherches et études sur la gestion des matières et des déchets radioactifs en fixant des échéances pour la mise en œuvre de nouveaux modes de gestion, la création d'installations ou la modification des installations existantes.

Au vu des conclusions du débat public de 2019, l'ASN et la DGEC ont décidé de faire évoluer la gouvernance du PNGMDR. La 5^e édition a été élaborée par le MTE, notamment à partir des travaux d'une « Commission orientations ». Cette commission, introduite par la [décision du 21 février 2020](#), est présidée par une personnalité qualifiée indépendante, et associe, en plus des membres historiques du groupe de travail pluraliste mentionné au chapitre 2, des élus et des représentants des collectivités territoriales. Cette commission a donné des avis sur différents grands sujets relatifs à la gestion des déchets radioactifs (gestion des déchets TFA, FA-VL, gestion des matières radioactives, etc.). L'ASN participe activement aux réunions de la Commission orientations pour apporter son éclairage sur les enjeux de sûreté et de radioprotection, sans voix délibérative toutefois.

La mise en œuvre du plan est ensuite suivie au cours de réunions périodiques du groupe de travail PNGMDR, sous la coprésidence de l'ASN et de la DGEC.

L'ASN a par ailleurs évalué, en 2020 et 2021, les études remises dans le cadre du PNGMDR 2016-2018. À l'occasion de l'élaboration du 5^e PNGMDR, l'ASN a ainsi rendu sept avis sur les filières de gestion des matières et déchets radioactifs, qui identifient un certain nombre de recommandations. En outre, l'ASN a rendu le [9 novembre 2021](#) un avis favorable au projet de 5^e PNGMDR sous réserve de le compléter par l'étude de scénarios pessimistes de fonctionnement du « cycle du combustible », l'étude de l'impact sur les installations nucléaires de la poursuite ou non du retraitement des combustibles usés au-delà de 2040, l'inscription d'actions relatives à la sûreté de la gestion des déchets HA et MA-VL, et à la gestion de déchets nécessitant des travaux spécifiques tels que les déchets tritiés, et de mieux apprécier le caractère valorisable de certaines matières radioactives.

Enfin, l'ASN a rendu, le [23 juin 2022](#), un avis favorable aux projets de décret et d'arrêté établissant les prescriptions du 5^e PNGMDR, sous réserve de la prise en compte des modifications proposées dans cet avis.

Ces textes, ainsi que le [5^e PNGMDR](#) couvrant la période 2022-2026, ont été publiés le 9 décembre 2022.

1.3 LA GESTION À LONG TERME DES DÉCHETS, INSTALLATIONS DE STOCKAGE EXISTANTES OU EN PROJET

1.3.1 Les déchets de très faible activité

Les déchets TFA proviennent essentiellement du fonctionnement, de la maintenance et du démantèlement des installations nucléaires. Ils sont notamment constitués de déchets inertes (gravats, terre, sable) et de déchets métalliques. Leur activité massique est généralement inférieure à 100 becquerels par gramme (Bq/g), cette activité pouvant même être inférieure au seuil de détection de certains appareils de mesure.

Le Cires comprend une installation de stockage des déchets TFA. Cette installation, relevant du statut des ICPE, est opérationnelle depuis août 2003.

Fin 2022, 451 259 m³ de déchets TFA étaient stockés dans le Cires, ce qui représente 69 % de sa capacité réglementaire autorisée. Selon l'inventaire national réalisé par l'Andra, la quantité de déchets TFA produite à la fin du démantèlement des installations nucléaires existantes sera de l'ordre de 2 200 000 m³. Selon les prévisions actuelles, la saturation du centre pourrait être atteinte autour de 2029. En avril 2023, l'Andra a déposé une demande visant à porter la capacité autorisée de ce stockage à plus de 900 000 m³ ([projet Acaci](#)), à superficie égale (contre 650 000 m³ actuellement autorisés).

Dans son [avis n° 2020-AV-0356 du 30 juin 2020](#) sur la gestion des déchets TFA, l'ASN appelle à poursuivre et à étendre les travaux engagés dans l'édition 2016-2018 du PNGMDR dans le but d'améliorer les modes de gestion actuels et de développer des solutions de gestion complémentaires, qui restent à concevoir et à mettre en œuvre.

L'ASN réaffirme que la gestion des déchets TFA doit rester fondée sur le lieu d'origine des déchets et garantir leur traçabilité, grâce à des filières spécifiques, depuis la production jusqu'au stockage, à l'exception des déchets TFA métalliques destinés à être valorisés, comme annoncé dans la [décision du 21 février 2020](#).

La valorisation de certains types de déchets, dont les volumes produits seront importants, est encouragée en cohérence avec la hiérarchie des modes de gestion des déchets définie dans le code de l'environnement. L'ASN préconise notamment la poursuite du projet d'installation de valorisation de matériaux métalliques, avec la mise en place d'un cadre spécifique de

contrôle de cette installation. Le Gouvernement a travaillé en 2021 à l'établissement de ce cadre réglementaire. L'ASN s'est prononcée, par son [avis n° 2021-AV-0380 du 11 mai 2021](#), sur ce projet de réglementation. Le Gouvernement a publié, en février 2022, le [dispositif réglementaire](#) permettant d'autoriser, de façon dérogatoire, la valorisation de substances métalliques faiblement radioactives après fusion et décontamination. Une telle dérogation sera accordée par arrêté ministériel.

De plus, l'ASN estime nécessaire que l'ensemble des parties prenantes, en particulier les représentants des territoires impliqués ou susceptibles de l'être, soient davantage associées à la définition des solutions de gestion des déchets TFA.

Elle recommande que les études sur la mise en place d'installations complémentaires de stockage, centralisées ou décentralisées, soient poursuivies, et que le Gouvernement clarifie la responsabilité de l'Andra sur le sujet.

En cohérence avec l'avis de l'ASN mentionné ci-dessus, le 5^e PNGMDR comporte les objectifs suivants, concernant la gestion des déchets TFA :

- poursuivre les études visant à mettre en œuvre de nouvelles capacités de stockage, centralisées et décentralisées de déchets TFA ;
- poursuivre les réflexions relatives à la valorisation des déchets TFA, notamment la définition des conditions de mise en œuvre de la valorisation des déchets métalliques ;
- définir des scénarios de gestion des déchets TFA, éclairer leurs enjeux environnementaux, territoriaux, sanitaires et de sûreté, et en tirer une stratégie globale de gestion ;
- affiner les perspectives de production des déchets TFA issus du démantèlement des installations nucléaires, en identifiant explicitement les déchets liés à l'assainissement des structures et des sols contaminés.

1.3.2 Les déchets de faible et moyenne activité à vie courte

Les déchets de faible et moyenne activité à vie courte (FMA-VC) – dont la radioactivité provient principalement de radionucléides dont la période radioactive est inférieure à 31 ans – proviennent essentiellement du fonctionnement des installations nucléaires et tout particulièrement d'activités de maintenance (vêtements, outils, filtres, etc.). Ils peuvent également provenir d'opérations d'assainissement et de démantèlement de ces installations. La plupart des déchets FMA-VC font l'objet d'un stockage dans des installations en surface exploitées par l'Andra. Après leur fermeture, ces installations feront l'objet d'une surveillance pendant une durée fixée à 300 ans par la règle fondamentale de sûreté ([RFS-I.2](#)). Les rapports de sûreté des installations mis à jour périodiquement, y compris durant cette phase de surveillance, doivent permettre de vérifier qu'à son issue l'activité contenue dans les déchets aura atteint un niveau résiduel tel, que les expositions pour l'homme et l'environnement soient acceptables, même en cas de perte significative des propriétés de confinement de l'installation. Deux installations de cette nature existent en France, le centre de stockage de la Manche ([CSM](#) – INB 66), exploité de 1969 à 1994 et actuellement en phase de préparation à la fermeture, et le centre de stockage de l'Aube ([CSA](#) – INB 149) en exploitation (voir « Panorama régional » en introduction de ce rapport).

La quantité de déchets FMA-VC au CSA s'élève à 371 304 m³ fin 2022, soit 37 % de la capacité maximale autorisée de cette installation. À cette quantité s'ajoutent les déchets stockés au CSM, soit 527 225 m³. La quantité totale de déchets FMA-VC stockés dans les installations de l'Andra est donc de 898 529 m³, à comparer à la quantité produite fin 2021 de 981 000 m³. D'après les

données de l'inventaire national établi par l'Andra, ces déchets représenteront un volume maximal de 2 000 000 m³, à l'issue du démantèlement des installations existantes. Selon les estimations réalisées par l'Andra en 2016 à l'occasion du second réexamen périodique du CSA, la saturation de ce centre pourrait intervenir à l'horizon 2060, au lieu de l'année 2042 initialement prévue, grâce à une meilleure connaissance des déchets futurs et de leurs calendriers de livraison.

1.3.3 Les déchets de faible activité à vie longue

Les déchets FA-VL comprenaient initialement deux types de déchets principaux : les déchets de graphite issus de l'exploitation des réacteurs de la filière « uranium naturel-graphite-gaz » (UNGG) et les déchets radifères, issus de l'industrie du radium et de ses dérivés. D'autres types de déchets ont été ajoutés à cette catégorie, notamment certains déchets bitumés, des substances contenant du radium, de l'uranium et du thorium de faible activité massique, ainsi que certaines sources radioactives scellées usagées.

Une fraction des déchets de l'installation [Écrin](#) (INB 175), exploitée par Orano à Malvesi (Aude), produits à partir du 1^{er} janvier 2019 est par ailleurs désormais incluse dans cette catégorie de déchets. Les déchets solides produits jusqu'au 31 décembre 2018 font quant à eux l'objet d'une catégorie spécifique de l'inventaire national, dénommée « résidus de traitement du combustible uranium » (RTC), en raison des volumes importants qu'ils représentent.

La mise en place d'une solution de gestion définitive pour ces déchets fait partie des objectifs définis par la loi du 28 juin 2006. La recherche d'une telle solution de gestion nécessite, d'une part, de progresser dans la connaissance des déchets de type FA-VL ; d'autre part, de réaliser des études de sûreté relatives aux solutions de stockage associées. Les éditions successives du PNGMDR ont décliné cet objectif. L'ASN a également rédigé en 2008 une [note d'orientations générales](#) de sûreté pour la recherche d'un site pouvant accueillir les déchets FA-VL. Cette note définit les orientations générales qui doivent être suivies dès les phases de recherche d'un site et de conception d'un stockage de déchets FA-VL pour en assurer la sûreté après fermeture.

Le [PNGMDR 2010-2012](#) a ouvert la possibilité de stocker de manière distincte les déchets de graphite et les déchets radifères et a demandé à l'Andra de travailler sur deux options de conception :

- un stockage sous couverture remaniée réalisé dans une couche géologique affleurante par excavation, puis remblai ;
- un stockage sous couverture intacte creusé en souterrain dans une couche d'argile à une profondeur plus importante.

La mise en œuvre des prescriptions du [PNGMDR 2013-2015](#) a permis aux détenteurs de déchets de type FA-VL de progresser dans la caractérisation de leurs déchets et dans l'étude des possibilités de traitement, notamment pour ce qui concerne les déchets de graphite et certains colis de déchets bitumés. En particulier, l'inventaire radiologique de ces déchets en chlore-36 et en iode-129 a été réévalué à la baisse.

Par ailleurs, l'Andra a remis en juillet 2015 un rapport comprenant :

- des propositions de choix de scénarios de gestion pour les déchets de graphite et les déchets bitumés ;
- des études préliminaires de conception couvrant les options de stockage dites « sous couverture intacte » et « sous couverture remaniée » ;
- l'inventaire des déchets à y stocker et le calendrier de sa mise en œuvre.

En 2016, l'ASN avait rendu un [avis n° 2016-AV-264](#) sur ce rapport et engagé une révision de la note d'orientations générales de sûreté de 2008 qui sera, à terme, remplacée par un guide de l'ASN. Dans cet objectif, un groupe de travail rassemblant l'ASN, l'Institut de radioprotection et de sûreté nucléaire (IRSN), l'Andra, les producteurs de déchets FA-VL et des représentants de la société civile a été mis en place. Les recommandations du rapport de l'IRSN publié en décembre 2020 et présentant la synthèse des travaux ont été examinées en groupe permanent d'experts (GPE) en mars 2021. Sur cette base, l'ASN a engagé, en 2021, des discussions techniques avec l'Andra et l'IRSN portant notamment sur l'évaluation de l'impact dosimétrique à long terme du projet de stockage.

Par ailleurs, Orano a remis en 2011 (dans le cadre des travaux préalables au PNGMDR 2013-2015) une étude portant sur la gestion à long terme des déchets déjà produits du site de Malvési (dits « RTCU »), actuellement entreposés dans l'installation Écrin (INB 175). Différents concepts de stockage sont envisagés :

- stockage en surface ;
- stockage à faible profondeur (40 m), sous couverture remaniée, dans la fosse de l'ancienne mine à ciel ouvert ;
- stockage à faible profondeur (40 m), sous couverture remaniée, dans une nouvelle fosse.

Compte tenu de la nature des déchets et de la configuration du site, l'ASN a indiqué dans son [avis n° 2012-AV-0166 du 4 octobre 2012](#) qu'elle n'était pas favorable à la poursuite du développement d'une installation de stockage en surface, qu'elle considère ne pas répondre aux exigences de sûreté à long terme. Orano a depuis abandonné l'option d'une installation de stockage en surface.

L'ASN a fait part de ses observations le 2 septembre 2019 sur les études demandées par l'article 7 du décret du 27 décembre 2013 relatives à la mise en œuvre d'une solution de gestion définitive dans un stockage à faible profondeur des déchets historiques de Malvési. Orano a transmis à l'ASN en 2021, en application de l'article 7 du décret du 20 juillet 2015 autorisant la création de l'INB n° 175 Écrin, un rapport présentant l'état d'avancement des études et investigations réalisées. Deux options de stockage envisagées pour les déchets radioactifs sur le site de Malvési et son environnement immédiat sont étudiées. Ce rapport, qui a permis de consolider les inventaires des déchets et d'acquérir des connaissances sur les formations géologiques du site, est en cours d'instruction.

L'[avis n° 2020-AV-0357 de l'ASN du 6 août 2020](#) précise les axes de travail qu'elle recommande pour la gestion des déchets FA-VL. Sur la base de celui-ci, l'[édition 2022-2026 du PNGMDR](#) comporte des actions visant à :

- fiabiliser les inventaires (en incluant les déchets RTCU historiques entreposés dans Écrin) et les caractéristiques des déchets FA-VL ;
- préciser les échéances de saturation des capacités d'entreposage des déchets FA-VL ;
- définir des scénarios de gestion des déchets FA-VL et évaluer leurs avantages et inconvénients ;
- poursuivre, en associant les représentants des territoires impliqués ou susceptibles de l'être, les études d'une installation de stockage des déchets RTCU.

Il prévoit également que l'Andra dépose un dossier présentant les options techniques et de sûreté retenues pour un stockage sur le site de la communauté de communes de Vendevre-Soulaines.

1.3.4 Les déchets de haute et de moyenne activité à vie longue

Dans la continuité de la loi du 30 décembre 1991, la loi du 28 juin 2006 dispose que les recherches sur la gestion des déchets radioactifs HA et MA-VL sont poursuivies selon trois axes complémentaires : la séparation et la transmutation des éléments radioactifs à vie longue, l'entreposage, et le stockage réversible en couche géologique profonde.

La séparation/transmutation

Le rapport de la Commission particulière du débat public (CPDP) du 25 novembre 2019 portant sur le débat public préalable à la 5^e édition du PNGMDR conclut notamment que « deux options alternatives sont en présence et défendues chacune par une partie des acteurs : le stockage géologique profond et l'entreposage en sub-surface pendant une période assez longue pour permettre l'avancement des recherches sur la transmutation, afin de réduire la radioactivité des déchets ».

Les opérations de séparation/transmutation visent à isoler, puis à transformer les radionucléides à vie longue présents dans les déchets radioactifs en radionucléides à vie plus courte, voire en éléments stables. La transmutation des actinides mineurs contenus dans les déchets aurait un impact sur le dimensionnement du stockage, en diminuant à la fois la puissance thermique, la nocivité des colis qui y seront stockés, et l'inventaire du stockage. Pour autant, l'impact du stockage sur la biosphère, qui provient essentiellement de la mobilité des radionucléides contenus dans les produits de fission et d'activation, ne serait pas significativement réduit.

Dans son [avis n° 2020-AV-0369 du 1^{er} décembre 2020](#), l'ASN rappelle que les perspectives de transmutation à une échelle industrielle des déchets déjà conditionnés de l'inventaire de référence de Cigéo ne sont pas crédibles. Elle estime que, si des études sur la transmutation devaient être poursuivies, il conviendrait qu'elles portent sur les substances radioactives actuellement qualifiées de matières ou les déchets produits par un futur parc de réacteurs et qu'elles soient menées dans la perspective du développement de filières complètes, intégrant le stockage des déchets issus de la transmutation et présentant un haut niveau de sûreté.

L'entreposage

Le deuxième axe de recherches et d'études de la loi du 28 juin 2006 concerne l'entreposage des déchets.

L'entreposage de longue durée des déchets de haute activité à vie longue (HA-VL), qui constituait un des axes de recherche prévu par la [loi du 30 décembre 1991](#), n'a pas été retenu comme solution pour gérer de manière définitive ces déchets radioactifs. Des installations d'entreposage sont cependant indispensables en attendant la mise en service du stockage en couche géologique profonde, pour permettre le refroidissement de certains déchets, puis pour accompagner l'exploitation industrielle du stockage, qui se développera par étapes. Par ailleurs, si des opérations de retrait de colis stockés étaient décidées dans le cadre de la réversibilité du stockage, des installations d'entreposage seraient nécessaires. La réception des premiers colis de déchets radioactifs en stockage géologique profond est désormais prévue à l'[horizon 2040](#).

La loi du 28 juin 2006 a confié à l'Andra la coordination des recherches et études sur l'entreposage des déchets HA et MA-VL, qui sont donc inscrites dans une optique de complémentarité avec le stockage réversible. En particulier, cette loi prévoyait que les recherches et études sur l'entreposage permettraient, au plus tard en 2015, de créer de nouvelles installations d'entreposage ou de modifier des installations existantes, pour répondre aux besoins, notamment en matière de capacité et de durée, recensés par le PNGMDR.

Les avancées de l'entreposage

L'Andra a remis en 2013 un bilan des recherches et études réalisées. Ce bilan rendait compte notamment du recensement des besoins futurs en entreposage qui avait été effectué, de l'exploration de la complémentarité entre l'entreposage et le stockage, des études et recherches sur l'ingénierie et sur le comportement phénoménologique des installations d'entreposage et de l'examen d'options techniques novatrices.

De 2013 à 2015, l'Andra a approfondi l'étude des concepts d'entreposage liés à la réversibilité du stockage. Il s'agit d'installations qui, le cas échéant, accueilleraient des colis retirés du stockage. Pour de telles installations, l'Andra a recherché une polyvalence qui permettrait d'entreposer simultanément ou successivement des colis de types divers sous leur forme primaire ou placés en sur-conteneurs de stockage. Dans son étude remise en 2013, l'Andra précisait avoir arrêté ses recherches concernant les installations d'entreposage à faible profondeur. Elle justifiait cet abandon notamment par une plus grande complexité de ce type d'installation (prise en compte de la présence d'eaux souterraines et de la ventilation dans le cas de déchets exothermiques, surveillance du génie civil) et une moindre flexibilité d'exploitation. L'étude remise en 2018, consistant en une analyse multicritère, ne remet pas en cause ces conclusions.

Au regard du retour d'expérience industriel, des recherches et de ses études, l'Andra a émis en 2014 des recommandations pour la conception de futures installations d'entreposage s'inscrivant en complémentarité avec le stockage. Elles portent particulièrement sur la durée de vie des installations (jusqu'à une centaine d'années), leur surveillance, et la modularité des futurs entreposages. Certaines recommandations ont été intégrées par Orano dans la conception de l'extension de l'entreposage des verres de La Hague (E-EV-LH) destinée aux déchets HA et située dans l'usine UP3-A ([INB 116](#)). Cette extension est composée de trois fosses : 30, 40 et 50, mises en service respectivement en 2015, 2017 et 2022.

Dans le cadre du PNGMDR 2013-2015, les producteurs de déchets, après avoir présenté l'inventaire à la fin 2013 des colis de déchets HA et MA-VL à destination de [Cigéo](#) et l'état des lieux des entreposages existants, ont plus particulièrement analysé les éléments structurants permettant d'identifier des besoins en entreposage de colis de déchets.

Les travaux menés dans le cadre du PNGMDR 2016-2018

Les études demandées par le [PNGMDR 2016-2018](#) portent sur l'analyse des besoins en entreposage de colis HA et MA-VL, et reprennent les grandes orientations de l'avis de l'ASN du 25 février 2016.

L'[article D. 542-79 du code de l'environnement](#), introduit par le décret du 23 février 2017 relatif aux prescriptions du PNGMDR 2016-2018, dispose que les détenteurs de combustibles usés et de déchets radioactifs HA et MA-VL doivent tenir à jour l'état de disponibilité des capacités d'entreposage de ces substances par catégorie de déchets, et identifier les besoins futurs en capacité d'entreposage au moins pour les vingt années suivantes.

Le CEA, EDF et Orano ont défini les besoins en entreposages futurs pour toutes les familles de déchets HA et MA-VL, à l'horizon 2040. Le CEA, EDF et Orano ont également étudié dans ce cadre la sensibilité des besoins en entreposage à des décalages dans le calendrier de Cigéo.

Dans son [avis n° 2020-AV-0369 du 1^{er} décembre 2020](#), l'ASN estime à cet égard que les dates de saturation des entreposages existants et les besoins futurs en entreposage à l'horizon 2040 ont globalement bien été identifiés par les producteurs.

Toutefois, les estimations des capacités d'entreposage doivent être consolidées par l'ensemble des producteurs en intégrant des marges pour faire face à d'éventuels aléas sur les filières de gestion des déchets concernés, et être ainsi en mesure d'anticiper les besoins de capacités d'entreposage complémentaires et les procédures d'autorisation correspondantes.

S'appuyant sur une étude comparative des différents types d'entreposage remise par l'Andra, l'ASN a confirmé, dans son avis n° 2020-AV-0369 du 1^{er} décembre 2020, que les entreposages à faible profondeur ne présentaient pas d'avantage déterminant en matière de sûreté nucléaire et de radioprotection par rapport aux entreposages en surface.

Le PNGMDR 2016-2018 identifiait plusieurs orientations pour la conception des installations d'entreposage de déchets HA et MA-VL (marges significatives à la conception ; architecture simple et modulaire privilégiant les systèmes passifs ; définition de dispositions permettant de maîtriser les conditions d'ambiance de l'entreposage en situation normale, incidentelle et accidentelle ; définition des dispositions de surveillance et de traitement des écarts dès la conception, dispositions de conservation de la mémoire, etc.). L'ASN sera attentive à la prise en compte de ces recommandations pour les nouvelles installations qui seront nécessaires en l'attente de la mise en service de Cigéo.

Les travaux menés dans le cadre du PNGMDR 2022-2026

Le [PNGMDR 2022-2026](#) comprend une action visant à relancer des échanges autour des alternatives crédibles ou complémentaires au stockage en couche géologique profonde. Ainsi, un Comité d'expertise et de dialogue sur les alternatives au stockage en couche géologique profonde, auquel participe l'ASN, a été créé en 2023 en vue d'apporter des recommandations pour la prochaine édition du PNGMDR.

Le stockage réversible en couche géologique profonde

Le stockage en couche géologique profonde est appelé par l'article L. 542-1-2 du code de l'environnement, qui dispose qu'« *après entreposage, les déchets radioactifs ultimes ne pouvant pour des raisons de sûreté nucléaire ou de radioprotection être stockés en surface ou en faible profondeur font l'objet d'un stockage en couche géologique profonde* ».

La loi du 28 juin 2006 codifiée confie à l'Andra la mission de concevoir un projet de centre de stockage en couche géologique profonde, qui sera une INB et donc soumis à ce régime juridique.

Le principe de ce stockage

Le [stockage de déchets radioactifs](#) en couche géologique profonde consiste à stocker des déchets radioactifs dans une installation souterraine spécialement aménagée à cet effet, dans le respect du principe de réversibilité. Les caractéristiques de la couche géologique visent à confiner les substances radioactives contenues dans ces déchets. Une telle installation de stockage – contrairement aux installations d'entreposage – doit être conçue de telle sorte que la sûreté à long terme soit assurée de manière passive, c'est-à-dire sans dépendre d'actions humaines (comme des activités de surveillance ou de maintenance) qui nécessitent un contrôle dont la pérennité ne peut être garantie au-delà d'une période de temps limitée. Enfin, la profondeur des ouvrages de stockage doit être telle qu'ils ne puissent être affectés de façon significative par les phénomènes naturels externes attendus (érosion, changements climatiques, séismes, etc.) ou par des activités humaines.

L'ASN a publié, en 2008, un guide de sûreté relatif au stockage définitif des déchets radioactifs en formation géologique profonde ([Guide de l'ASN n° 1](#)) qui constituait une évolution de la RFS III 2 f de 1991.

Les modalités de création d'une installation de stockage réversible en couche géologique profonde des déchets radioactifs HA et MA-VL ont été précisées par la loi du 25 juillet 2016 codifiée, qui définit le principe de réversibilité, introduit l'exigence de mise en œuvre d'une phase industrielle pilote avant la mise en service complète de Cigéo et apporte des adaptations calendaires pour la mise en œuvre de Cigéo.

Cette loi définit la réversibilité comme « *la capacité, pour les générations successives, soit de poursuivre la construction puis l'exploitation des tranches successives d'un stockage, soit de réévaluer les choix définis antérieurement et de faire évoluer les solutions de gestion. La réversibilité est mise en œuvre par la progressivité de la construction, l'adaptabilité de la conception et la flexibilité d'exploitation d'un stockage en couche géologique profonde de déchets radioactifs permettant d'intégrer le progrès technologique et de s'adapter aux évolutions possibles de l'inventaire des déchets consécutives notamment à une évolution de la politique énergétique. Elle inclut la possibilité de récupérer des colis de déchets déjà stockés selon des modalités et pendant une durée cohérente avec la stratégie d'exploitation et de fermeture du stockage.* ».

Dans son [avis n° 2016-AV-0267 du 31 mai 2016](#) relatif à la réversibilité du stockage de déchets radioactifs en couche géologique profonde, l'ASN avait estimé que le principe de réversibilité se traduisait par une exigence d'adaptabilité de l'installation et par une exigence de récupérabilité des colis durant une période encadrée par la loi.

Le [décret du 9 décembre 2022](#) relatif aux prescriptions du PNGMDR 2022-2026 précise certains principes applicables à Cigéo, en particulier ceux précisés par les articles D. 542-91 et D 542-92 du code de l'environnement. Celui-ci précise que l'inventaire à retenir par l'Andra pour les études et recherches conduites en vue de concevoir le centre de stockage de Cigéo comprend un inventaire de référence et un inventaire de réserve. L'inventaire de référence tient compte de l'ensemble des déchets HA et MA-VL déjà produits et qui seront produits par les installations nucléaires existantes (centrales nucléaires, centres de recherche, etc.), ainsi que ceux qui seront produits par les installations nucléaires autorisées (EPR de Flamanville, ITER, réacteur expérimental Jules Horowitz), avec l'hypothèse d'une durée de fonctionnement des réacteurs de 50 ans en moyenne.

L'inventaire de réserve prend en compte les incertitudes notamment liées à des évolutions de politique énergétique. Ainsi, pour les déchets issus des futurs réacteurs dont la construction est envisagée en France (en particulier les six premiers EPR 2), l'Andra devra identifier les déchets susceptibles d'être inscrits dans l'inventaire de réserve et s'assurer que les études d'adaptabilité de Cigéo permettent d'accueillir ces derniers, sans toutefois que cela ne remette en cause les hypothèses structurantes du projet tel que prévu par la demande de DAC en cours d'instruction (voir page 381).

Le laboratoire souterrain de Meuse/Haute-Marne

Les études sur le stockage en couche géologique profonde nécessitent la réalisation de recherches et d'expérimentations au moyen d'un laboratoire souterrain. L'Andra exploite depuis 1999 un tel [laboratoire souterrain](#) sur la commune de Bure.

Dans le cadre des études sur le stockage en couche géologique profonde, l'ASN émet des recommandations sur les recherches et expérimentations menées au laboratoire et s'assure, par sondage lors de visites de suivi, qu'elles sont réalisées selon des processus garantissant la qualité des résultats obtenus.

Les instructions techniques

Dans le cadre de la loi du 30 décembre 1991, puis dans celui de la loi du 28 juin 2006 et du PNGMDR, l'Andra a mené des études et remis des rapports sur le stockage en couche géologique profonde. Ces derniers ont été examinés par l'ASN – en référence notamment au guide de sûreté de 2008 – et ont fait l'objet d'avis.

L'ASN a ainsi notamment examiné les rapports remis en 2005 et 2009 par l'Andra. Elle a émis des [avis sur ces rapports les 1^{er} février 2006 et 26 juillet 2011](#). L'Andra a ensuite soumis à l'ASN différents dossiers présentant l'avancement des études et travaux menés.

L'ASN a ainsi pris position :

- en [2013](#), sur les documents produits entre 2009 et 2013, année du débat public, et sur le jalon intermédiaire de conception au stade de l'esquisse présenté par l'Andra en 2012;
- en [2014](#), sur les éléments de sûreté des ouvrages de fermeture et sur le contenu attendu pour le dossier d'options de sûreté (DOS) de l'installation;
- en [2015](#), sur la maîtrise des risques en exploitation et sur le coût du projet;
- en [2016](#), sur le plan de développement des composants;
- en [2018](#), sur le DOS de Cigéo;
- en [2022](#), sur l'aléa sismique à retenir pour le dimensionnement de l'installation.

Le dossier d'options de sûreté de Cigéo

Le dépôt d'un DOS marque l'entrée dans un processus encadré réglementairement⁷. L'ASN a reçu le DOS de Cigéo en avril 2016. À l'issue de la phase d'instruction technique, le projet d'avis de l'ASN a fait l'objet d'une [consultation du public](#) et l'ASN a rendu son [avis le 11 janvier 2018](#). Par lettre, l'ASN a également formulé des recommandations sur les options de sûreté propres à prévenir ou limiter les risques et a demandé à l'Andra des études et justifications complémentaires (phénomènes de corrosion, bétons à bas pH, représentativité du modèle hydrogéologique, stratégie de surveillance, etc.). Les demandes de cette lettre ont tenu compte des suggestions et remarques recueillies lors de la consultation du public.

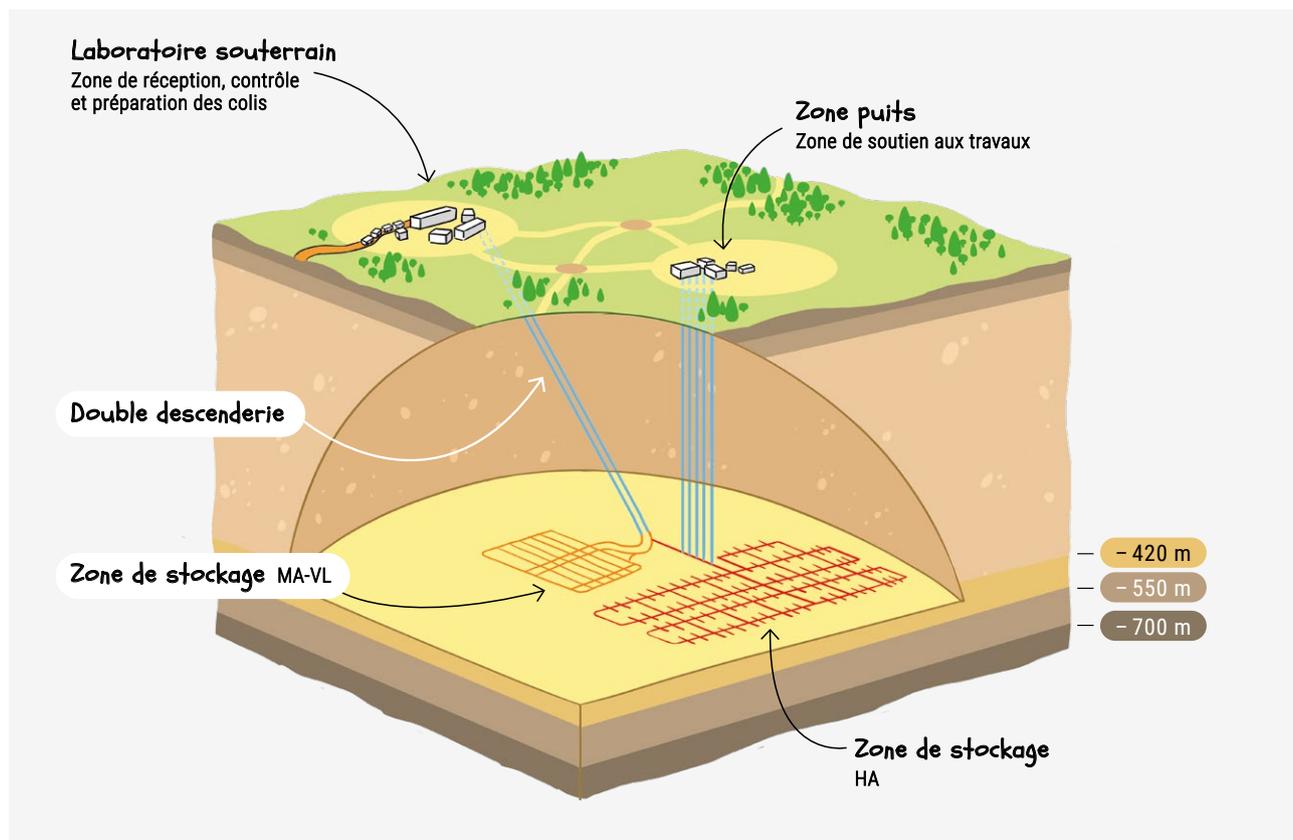
L'instruction du DOS de Cigéo a mis en exergue plusieurs sujets à enjeux sur des aspects spécifiques (architecture, définition des aléas, gestion post-accidentelle, etc.). Parmi ces sujets, l'ASN a identifié que la gestion des déchets bitumés devait faire l'objet d'une attention particulière.

Le cas particulier des déchets bitumés

La gestion des déchets bitumés est par ailleurs suivie dans le cadre du PNGMDR, qui demandait plusieurs études relatives à la caractérisation de ces colis, à leurs modalités de transport et aux possibilités de traitement (articles 46, 47 et 48 de l'arrêté du 23 février 2017).

7. L'article R. 593-14 du code de l'environnement prévoit que « toute personne qui prévoit d'exploiter une INB peut demander à l'ASN, préalablement à l'engagement de la procédure d'autorisation de création, un avis sur tout ou partie des options qu'elle a retenues pour assurer la protection des intérêts mentionnés à l'article L. 593-1. L'autorité, par un avis rendu et publié dans les conditions et les formes qu'elle détermine, précise dans quelle mesure les options de sûreté présentées par le demandeur sont propres à prévenir ou limiter les risques pour les intérêts mentionnés à l'article L. 593.1, compte tenu des conditions techniques et économiques du moment. L'autorité peut définir les études et justifications complémentaires qui seraient nécessaires en vue d'une éventuelle demande de DAC. Elle peut fixer la durée de validité de son avis. Cet avis est notifié au demandeur et communiqué au ministre chargé de la sûreté nucléaire. »

Schéma de l'installation Cigéo comprenant les installations de surface et souterraine



En 2019, l'ASN a fait part aux producteurs de déchets et à l'Andra de demandes de compléments⁽⁸⁾ à la suite de l'instruction de l'étude remise au titre de l'article 46. Celles-ci portent notamment sur l'effet de l'auto-irradiation sur le comportement thermique des colis de déchets bitumés, sur la réactivité thermique des enrobés bitumés, sur le gonflement dans le cadre du comportement à long terme de l'installation Cigéo et sur les évolutions de conception permettant d'assurer la maîtrise des risques associés au stockage des colis de déchets bitumés.

Le ministre chargé de l'énergie et l'ASN ont par ailleurs souhaité qu'une expertise pluridisciplinaire, indépendante et tirant parti des pratiques internationales, soit menée sur cette problématique. Cette expertise a présenté ses [conclusions](#) en septembre 2019 devant le groupe de travail chargé du suivi du PNGMDR.

L'ASN a rendu un avis n° 2020-AV-0369 le 1^{er} décembre 2020 sur les conclusions de la revue externe sur la gestion des déchets bitumés et des études sur les évolutions de conception des alvéoles MA-VL de Cigéo qui mettent en lumière des éléments techniques nouveaux depuis la publication de l'avis du 11 janvier 2018. L'ASN estime en conséquence qu'il est nécessaire que les producteurs mettent en œuvre un programme ambitieux de caractérisation des colis de déchets bitumés indispensable pour disposer de la démonstration que tout ou partie des colis de déchets bitumés pourrait être stocké avec un haut niveau de sûreté sans traitement préalable dans l'installation en projet Cigéo.

L'ASN estime par ailleurs que les colis de déchets bitumés dont la sûreté en stockage ne pourrait être démontrée doivent faire l'objet de travaux complémentaires.

Le CEA a informé l'ASN du lancement, en 2021, d'un nouveau programme d'études dit «quadripartite» (regroupant l'Andra et les trois grands exploitants), visant à nourrir les réflexions sur les modes de gestion des déchets bitumés par l'apport d'éléments issus d'actions de recherche et développement. L'ASN a accueilli favorablement cette démarche, sur laquelle elle a formulé des remarques en 2022 et suivra les avancées de ce programme, qui se déroulera sur cinq ans.

Du dossier d'options de sûreté vers la demande d'autorisation de création

Le projet Cigéo a été déclaré d'utilité publique par [décret n° 2022-993 du 7 juillet 2022](#), publié le 8 juillet au *Journal officiel*. Durant ce processus, l'ASN avait apporté des réponses aux questions des commissaires enquêteurs sur certains aspects techniques du projet Cigéo.

Par ailleurs, conformément à la décision de la ministre chargée de l'énergie et du président de l'ASN du 21 février 2020 consécutive au débat public relatif à la 5^e édition du PNGMDR, celui-ci prévoit au travers de son action «HAMAVL.6», de préciser les conditions de mise en œuvre de la réversibilité du stockage, en particulier en matière de récupérabilité des colis, les jalons décisionnels du projet Cigéo, ainsi que la gouvernance à mettre en œuvre afin de pouvoir réinterroger régulièrement les choix effectués. Il est également prévu de définir les objectifs et les critères de réussite de la phase industrielle pilote, les modalités d'information du public entre deux mises à jour successives du plan directeur d'exploitation prévu à l'article L. 542-10-1 du code de l'environnement, ainsi que les modalités d'association du public aux étapes structurantes de développement du projet Cigéo.

8. Les lettres de suite sont disponibles sur le site de l'ASN, dans la rubrique « Informer », « Dossiers pédagogiques », « La gestion des déchets radioactifs », « Plan national de gestion des matières et déchets radioactifs », « PNGMDR 2016-2018 ».

Le processus d'instruction de la demande d'autorisation de création déposée début 2023

À la suite du dépôt de la demande d'autorisation de création de Cigéo le 16 janvier 2023, l'ASN a initié le processus d'instruction technique associé à la création de cette installation de stockage en couche géologique profonde, encadrée par la section 4 du chapitre III du titre IX du livre V du code de l'environnement et par l'article L. 542-10-1 du code de l'environnement, spécifique à ce type d'installation.

À l'issue d'une première analyse des pièces du dossier, l'ASN a indiqué au MTE sa recevabilité administrative en juin 2023 et a formellement lancé le processus d'instruction technique, pour lequel l'appui de l'IRSN a été sollicité. Ce processus s'étendra sur une durée prévisionnelle de 30 mois et sera jalonné de trois réunions du GPE « déchets ». S'adjoindront à ces réunions, en tant que de besoin, des experts du GPE « laboratoire et usine », ainsi que du GPE « radioprotection ». L'examen par les GPE portera dans un premier temps sur les connaissances et les hypothèses retenues afin de concevoir l'installation, puis sur l'examen de la sûreté en exploitation et enfin sur l'évaluation de la sûreté à long terme. La tenue de la première réunion des GPE est prévue en avril 2024. À l'issue de l'instruction technique, l'ASN rendra l'avis prévu par les dispositions de l'article L. 542-10-1 du code de l'environnement. La durée de la totalité du processus d'autorisation est estimée à environ cinq ans. Elle comprend en effet, outre la phase d'instruction technique, une phase de consultations (collectivités territoriales, Autorité environnementale, etc.), ainsi qu'une enquête publique.

Actions de concertation

Afin de répondre aux attentes fortes de participation de la société au projet Cigéo, et en cohérence avec les actions prévues à ce titre par le 5^e PNGMDR, l'ASN a mis en œuvre un dispositif inédit de concertation autour du processus d'instruction technique. Ainsi, différentes parties prenantes (une vingtaine d'organisations, dont des commissions locales d'information (CLI), l'Association nationale des comités et des commissions locales d'information (Anccli) et des associations de protection de l'environnement) ont été consultées dans le cadre de l'élaboration de la saisine de l'IRSN sur la demande d'autorisation de création de Cigéo, avec l'objectif de recenser leurs attentes et préoccupations, en relation avec la sûreté nucléaire et la radioprotection, afin de les prendre en compte dans le cadrage de l'instruction technique. À l'issue de cet exercice, le projet de saisine de l'IRSN a été modifié, afin d'intégrer, par exemple, les aspects relatifs à la prise en compte du changement climatique. Afin de garantir la continuité de la participation de la société tout au long du processus d'instruction technique, des actions de concertation seront également mises en œuvre à l'occasion de l'élaboration des saisines des GPE sur les trois thématiques citées précédemment, et une information régulière du public sera assurée, notamment à l'issue de chaque réunion de ces groupes d'experts.

Le coût du projet

Conformément à la procédure prévue à l'article L. 542-12 du code de l'environnement, la ministre chargée de l'énergie a, après [avis de l'ASN en février 2015](#) et observations des producteurs de déchets radioactifs, [arrêté le 15 janvier 2016](#) le coût de référence du projet de stockage Cigéo « à 25 milliards d'euros aux conditions économiques du 31 décembre 2011, année du démarrage des travaux d'évaluation des coûts ». Ce montant est réévalué et sera transmis au MTE avant la tenue de l'enquête publique relative à la demande de création de Cigéo.

2 La sûreté nucléaire des installations associées à la gestion des déchets, le rôle de l'ASN et les stratégies de gestion des déchets des grands exploitants nucléaires

2.1 LES MODALITÉS DE GESTION DES DÉCHETS RADIOACTIFS ET LEUR CONTRÔLE PAR L'ASN

2.1.1 L'approche graduée

Le [contrôle mené par l'ASN](#) vise, en matière de gestion des déchets radioactifs, d'une part, à vérifier la bonne application des dispositions réglementaires relatives à la gestion des déchets sur les sites de production (par exemple en matière de zonage, de conditionnement ou de contrôles réalisés par l'exploitant); d'autre part, à vérifier la sûreté des installations dédiées à la gestion des déchets radioactifs (installations de traitement, de conditionnement, d'entreposage et de stockage des déchets). Ce contrôle est exercé de manière proportionnée aux enjeux de sûreté nucléaire associés à chaque étape de la gestion des déchets et à chaque installation. Ainsi, les INB de gestion des déchets sont classées dans l'une des [trois catégories, numérotées de 1 à 3](#) par ordre décroissant d'importance des risques et inconvénients qu'elles présentent. Cette catégorisation est prise en compte dans l'élaboration du programme d'inspection et permet de cibler le niveau d'expertise requis pour l'instruction de certains dossiers soumis à l'ASN par les exploitants.

Ces différentes installations, ainsi que l'appréciation par l'ASN de leur niveau de sûreté, sont présentées en introduction de ce rapport.

2.1.2 Les installations supports à la gestion des déchets radioactifs

Traitement

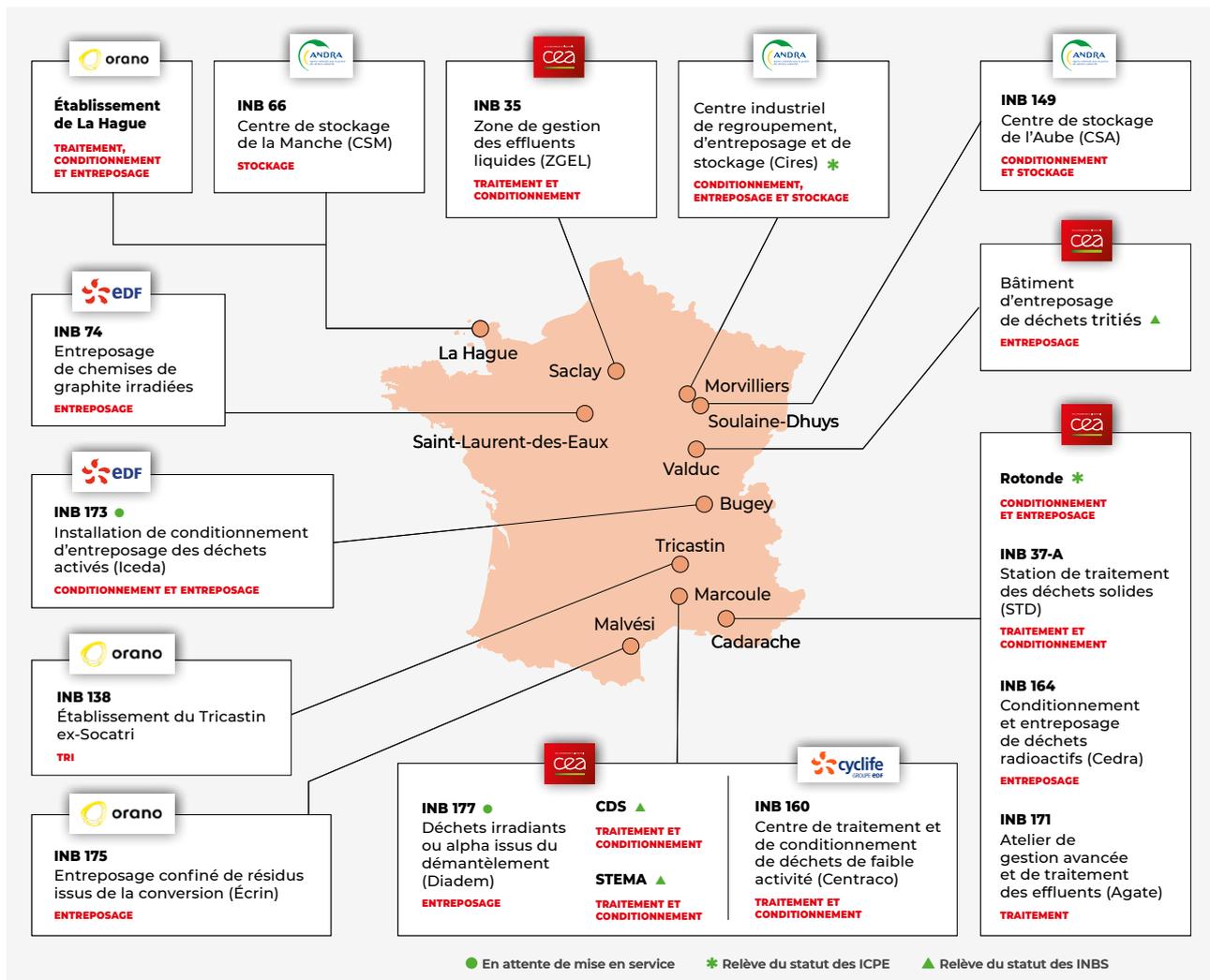
Le traitement est une étape fondamentale dans le processus de gestion des déchets radioactifs. Cette opération permet de séparer les déchets selon différentes catégories afin de faciliter leur gestion ultérieure et de réduire significativement le volume des déchets.

Les [usines de La Hague](#), destinées au traitement et au recyclage des assemblages de combustibles irradiés, interviennent dans ce processus en permettant, par l'intermédiaire d'une dissolution et d'un traitement chimique, de séparer les gaines et les produits de fission. Les coques et embouts sont ensuite compactés pour réduire leur emprise en stockage.

Le Centre de traitement et de conditionnement de déchets de faible activité (Centraco) de Cyclife France permet quant à lui une réduction significative du volume des déchets de faible et très faible activité qui y sont envoyés. Cette usine possède une unité dédiée à l'incinération des déchets combustibles et une unité de fusion où sont fondus les déchets métalliques.

Les effluents radioactifs peuvent également être concentrés par évaporation, à l'instar des opérations réalisées dans l'Atelier de gestion avancée et de traitement des effluents (Agate - INB 171) avec ce même objectif de réduction volumique.

Principales installations supports à la gestion des déchets radioactifs



Conditionnement

Le conditionnement des déchets radioactifs consiste à placer les déchets dans un colis qui assure une première barrière de confinement prévenant la dispersion de substances radioactives dans l'environnement. Les techniques mises en œuvre dépendent des caractéristiques physico-chimiques des déchets et de leur typologie, ce qui explique la grande variété de colis utilisés. Ces colis font l'objet d'approbations de l'Andra pour ceux destinés à des installations de stockage en exploitation, et d'accords de conditionnement de l'ASN pour ceux ayant vocation à être orientés vers des installations de stockage à l'étude.

Les opérations de conditionnement sont, dans certains cas, réalisées directement sur le site de production des déchets, mais peuvent également l'être dans des installations dédiées, à l'instar des usines de La Hague, qui conditionnent les coques et embouts du combustible irradié en colis dits « conteneurs standards de déchets compactés » (CSD-C) et les produits de fission en colis dits « conteneurs standards de déchets vitrifiés » (CSD-V) en acier inoxydable, et des stations de traitement des effluents, telles que l'atelier [Stella](#) de l'INB 35. Les colis de déchets conditionnés sont parfois constitués dans les installations où ils ont vocation à être entreposés, comme pour les colis C1PG^{SP} de type MA-VL dans l'installation [Iceda](#), ou directement dans une installation de stockage, le Cires et le CSA mettant en œuvre ces opérations pour une partie des colis entrants.

Entreposage

L'entreposage, défini à l'article L. 542-1-1 du code de l'environnement, est une solution de gestion temporaire des déchets radioactifs. Les déchets sont conservés pour une durée limitée (pouvant aller jusqu'à 50 ans) dans l'attente de leur envoi en stockage, ou afin d'atteindre une décroissance radioactive suffisante pour permettre leur envoi vers des filières de gestion de déchets conventionnels dans le cas particulier des déchets à vie très courte, issus principalement du domaine médical.

Certaines installations (voir carte ci-dessus) sont spécifiquement dédiées à l'entreposage de déchets radioactifs, telles qu'[Écrin](#), mise en service en 2018, [Cedra](#), mise en service en 2006 et [Iceda](#), mise en service en 2020. Ce sera également le cas de [Diadem](#), une fois cette installation mise en service à l'horizon 2026. Les colis CSD-C et CSD-V sont, quant à eux, entreposés directement au sein de différentes installations du site de La Hague dans l'attente de la mise en service du stockage de déchets HA et MA-VL en couche géologique profonde.

Recherche et développement

Des installations supports permettent de réaliser des opérations de recherche et développement en vue d'optimiser la gestion des déchets radioactifs.

Parmi elles, l'installation [Chicade](#) (INB 156), exploitée par le CEA sur le site de Cadarache, réalise des travaux de recherche et de développement concernant des objets et déchets de faible et moyenne activités. Ces travaux concernent principalement les procédés de traitement de déchets aqueux, les procédés de décontamination, les méthodes de conditionnement de déchets solides, ainsi que l'expertise et le contrôle de colis de déchets.

2.1.3 Le contrôle du conditionnement des colis

La réglementation

L'[arrêté du 7 février 2012](#) définit les exigences associées au conditionnement des colis. Il est notamment demandé aux producteurs de déchets radioactifs de conditionner leurs déchets en tenant compte des exigences liées à leur gestion ultérieure, et tout particulièrement leur acceptation dans des installations de stockage.

La [décision n° 2017-DC-0587 de l'ASN du 23 mars 2017](#) précise les exigences relatives au conditionnement des déchets en vue de leur stockage et aux conditions d'acceptation des colis de déchets dans les INB de stockage.

La production des colis de déchets à destination d'installations de stockage existantes

Les producteurs de colis de déchets élaborent un dossier de demande d'approbation sur la base des spécifications d'acceptation de l'installation de stockage destinataire des colis. L'Andra délivre une approbation formalisant son accord sur le procédé de fabrication et la qualité des colis. L'Andra vérifie la conformité des colis aux approbations délivrées, par l'intermédiaire d'audits et de missions de surveillance, chez les producteurs de colis et sur les colis reçus dans ses installations.

Les colis de déchets à destination d'installations de stockage à l'étude

Pour les déchets destinés à des installations de stockage à l'étude, les spécifications d'acceptation des déchets n'ont, de fait, pas encore été définies. L'Andra ne peut donc pas délivrer d'approbation pour encadrer la production de colis de déchets de type FA-VL, HA ou MA-VL.

Dans ces conditions, la production de colis de tels déchets est soumise à l'accord de l'ASN sur la base d'un dossier établi par le producteur de déchets, appelé « référentiel de conditionnement ». Celui-ci doit démontrer le caractère non réductible des colis, sur la base des connaissances existantes et des exigences actuellement identifiées pour les installations de stockage à l'étude, et concernant par exemple la géométrie et les masses maximales des colis, les déchets interdits ou soumis à restriction ou les limites de débit de dose ou d'activité radiologique.

Cette disposition permet notamment de ne pas retarder les opérations de reprise et de conditionnement des déchets (RCD) anciens des installations en démantèlement (voir chapitre 14).

Dans le cadre du PNGMDR 2016-2018, il a été demandé aux producteurs de déchets d'étudier l'acceptabilité des colis de déchets destinés à Cigéo. Dans son avis n° 2020-AV-0369 du 1^{er} décembre 2020, ainsi que dans un courrier du 23 juillet 2021, l'ASN a formulé plusieurs observations relatives à la méthodologie d'élaboration de ces spécifications préliminaires d'acceptation dans Cigéo, aux paramètres retenus, ainsi qu'aux modes de stockage envisagés. Elle a notamment estimé que la méthodologie d'élaboration des spécifications préliminaires d'acceptation de Cigéo était satisfaisante. Néanmoins, elle a relevé que plusieurs paramètres, en particulier qualitatifs, devraient être consolidés afin de faciliter leur vérification. Par ailleurs, l'analyse de l'acceptabilité des colis par les producteurs ne pouvant être considérée que partielle, notamment au regard du mode de

stockage retenu, elle devra à nouveau être réalisée sur la base de la version des spécifications préliminaires d'acceptation de Cigéo intégrées au dossier de demande d'autorisation de création de cette installation, déposé en janvier 2023.

Le contrôle

Parallèlement aux actions de surveillance exercées par l'Andra sur les colis agréés, l'ASN contrôle les dispositions prises par l'exploitant pour décliner correctement les exigences de l'approbation et maîtriser les procédés de conditionnement. Pour les colis de déchets destinés aux installations de stockage à l'étude, l'ASN est particulièrement vigilante à ce que les colis soient conformes aux accords de conditionnement délivrés.

Enfin, l'ASN s'assure également, par des inspections, que l'Andra met en œuvre les dispositions nécessaires pour vérifier la qualité des colis acceptés dans ses installations de stockage. En effet, l'ASN considère que le rôle de l'Andra dans le processus de délivrance des approbations et dans le contrôle des dispositions prises par les producteurs de colis de déchets est primordial pour garantir la qualité des colis et le respect de la démonstration de sûreté des stockages de déchets.

2.1.4 L'élaboration du cadre réglementaire et des prescriptions aux exploitants

L'ASN peut prendre des [décisions à caractère réglementaire](#). Ainsi, les dispositions de l'arrêté du 7 février 2012 qui concernent la gestion des déchets radioactifs ont été déclinées dans les décisions de l'ASN relatives à la gestion des déchets dans les INB et au conditionnement des déchets précédemment mentionnées. À titre d'exemple, la décision du 23 mars 2017 traite du conditionnement des déchets radioactifs et des conditions d'acceptation des colis de déchets radioactifs dans les INB de stockage. Elle vise à préciser les exigences de sûreté des étapes d'une filière de gestion. Cette décision est applicable depuis le 1^{er} juillet 2018. Par ailleurs, afin d'assurer une approche cohérente de gestion des déchets au sein des INB et des installations nucléaires de base secrètes (INBS), une convention a été signée, en janvier 2021, entre l'ASN et l'ASND qui coordonnent leurs actions dans ce domaine.

De manière plus générale, l'ASN édicte des prescriptions relatives à la gestion des déchets provenant des INB.

L'ASN a précisé, dans deux guides, certaines attentes relatives à la gestion des déchets: le [Guide n° 18](#) relatif à la gestion des effluents et déchets radioactifs produits par une activité nucléaire autorisée au titre du code de la santé publique et le [Guide n° 23](#) relatif au plan de zonage déchets des INB (voir points 1.2.1 et 1.2.2). Enfin, l'ASN est consultée pour avis sur les projets de textes réglementaires relatifs à la gestion des déchets radioactifs.

Concernant le sujet du stockage des déchets radioactifs, l'ASN a poursuivi, en 2023, ses travaux d'élaboration d'une décision encadrant les installations de stockage, ainsi que d'un guide sur le stockage à faible profondeur. Ces textes visent à consolider les exigences associées aux installations de stockage des déchets radioactifs. Du 20 octobre au 20 novembre 2023, l'ASN a ouvert une [consultation](#) sur le document d'orientation et de justification (DOJ) associé à ces travaux, qui se poursuivront en 2024.

2.1.5 L'évaluation des charges financières nucléaires

Le cadre réglementaire visant à sécuriser le financement des charges de démantèlement des installations nucléaires ou, pour les installations de stockage de déchets radioactifs, des charges d'arrêt définitif, d'entretien et de surveillance, ainsi que des charges de gestion des combustibles usés et déchets radioactifs, est décrit dans le chapitre 14 (voir point 1.4).

2.2 LES RÉEXAMENS PÉRIODIQUES DES INSTALLATIONS DE GESTION DES DÉCHETS RADIOACTIFS

L'exploitant d'une INB, y compris d'une installation de gestion des déchets radioactifs, procède périodiquement au réexamen de son installation afin d'apprécier la situation de l'installation au regard des règles qui lui sont applicables et d'actualiser l'appréciation des risques ou inconvénients en tenant compte, notamment, de l'état de l'installation, de l'expérience acquise au cours de l'exploitation, de l'évolution des connaissances et des règles applicables aux installations similaires. La diversité et le caractère souvent unique de chaque installation de gestion des déchets radioactifs conduisent l'ASN à adopter une démarche d'instruction spécifique à chaque réexamen périodique.

Dans ce cadre, quatre réexamens relatifs à des installations de gestion des déchets radioactifs sont en cours d'instruction par l'ASN. Ils concernent :

- deux INB exploitées par le CEA : l'installation de traitement et conditionnement (INB 35) sur le site de Saclay et l'installation Cedra sur le site de Cadarache ;
- une INB exploitée par EDF : l'INB 74 constituée des silos d'entreposage de Saint-Laurent-des-Eaux ;
- une INB exploitée par Cyclife France : installation Centraco de traitement des déchets par fusion ou par incinération (INB 160).

2.2.1 Les réexamens des installations supports à la gestion des déchets radioactifs

Les réexamens périodiques des installations les plus anciennes, telles que les INB 35, 37-A, 74 et 118, présentent des enjeux particuliers. Les silos de Saint-Laurent-des-Eaux (INB 74) présentent notamment des enjeux de sûreté, compte tenu de leurs inventaires. Ces réexamens doivent traiter de la maîtrise des conditions d'entreposage des déchets en incluant les déchets historiques, de la RCD en vue d'une évacuation dans la filière dédiée, ainsi que de l'assainissement programmé des bâtiments. En lien avec ces enjeux, les réexamens doivent permettre d'assurer la maîtrise des impacts des rejets dans les milieux (sols, eaux souterraines ou encore eaux marines pour certaines INB).

Pour les installations plus récentes telles que Cedra et Chicade, les réexamens périodiques ont mis en exergue des problématiques plus génériques. La tenue des bâtiments en cas d'agressions internes et externes (séisme, incendie, foudre, inondation, chute d'aéronef) constitue un des points importants. L'ASN a fait connaître ses conclusions sur le réexamen de l'installation de conditionnement de déchets 37-A le [4 janvier 2023](#) et celles sur le réexamen de l'INB 118 le [8 décembre 2022](#).

2.2.2 Les réexamens des installations de stockage des déchets radioactifs

Les réexamens du CSM (INB 66) et du CSA (INB 149) présentent la particularité de traiter de la maîtrise des risques et des inconvénients présentés par ces installations sur le long terme, en plus de réévaluer leur maîtrise en exploitation. Ils ont donc notamment pour objectif la mise à jour, si nécessaire, des scénarios, modèles et hypothèses de long terme afin de confirmer la bonne maîtrise des risques et inconvénients dans le temps. Les réexamens périodiques de ces deux installations mettent ainsi en exergue la nécessité de progresser sur la connaissance des impacts à long terme liés aux substances chimiques toxiques contenues dans certains déchets, ainsi que sur la connaissance des impacts des radionucléides sur l'environnement (faune et flore). L'ASN a rendu ses conclusions sur le second réexamen périodique du [CSA le 25 juillet 2022](#). Le réexamen périodique du CSM est en cours d'instruction, à la suite de l'examen de ce dossier par le Groupe permanent d'experts pour les déchets radioactifs ([GPD](#)) le 1^{er} février 2022.

Les réexamens successifs doivent également permettre de préciser les dispositions techniques prévues par l'exploitant pour assurer la maîtrise des inconvénients de l'installation à long terme, notamment concernant les dispositifs de couverture de ces installations, qui participent au confinement final des massifs de stockage. La pérennité de la couverture du CSM et la conservation de la mémoire pour les générations futures sont deux axes prépondérants du réexamen de ce centre de stockage de déchets radioactifs.

Enfin, ces réexamens périodiques permettent de préciser, au fil du temps, les dispositions que l'exploitant prévoit de mettre en œuvre pour permettre une surveillance sur le long terme du comportement du stockage.

2.3 LA STRATÉGIE DE GESTION DES DÉCHETS DU CEA ET L'APPRÉCIATION DE L'ASN

La typologie de déchets du CEA

Le CEA exploite des installations de nature diverse, couvrant l'ensemble des activités liées au cycle nucléaire : des laboratoires et usines liés aux recherches sur le « cycle du combustible », mais également des réacteurs d'expérimentation.

Par ailleurs, le CEA procède à de nombreuses opérations de démantèlement.

Ainsi, les types de déchets produits par le CEA sont variés et recouvrent notamment :

- des déchets produits par l'exploitation des installations de recherche (tenues de protection, filtres, pièces et composants métalliques, déchets liquides, etc.) ;
- des déchets issus d'opérations de reprise et de conditionnement des déchets anciens (déchets cimentés, sodés, magnésiens, mercuriels, etc.) ;
- des déchets consécutifs à l'arrêt définitif et au démantèlement des installations (déchets de graphite, gravats, terres contaminées, etc.).

Le spectre de contamination de ces déchets est également large avec, en particulier, la présence d'émetteurs alpha dans les activités liées aux recherches sur le « cycle du combustible », d'émetteurs bêta-gamma pour les déchets de fonctionnement issus des réacteurs d'expérimentation.

Pour gérer ces déchets, le CEA dispose d'installations spécifiques (de traitement, de conditionnement et d'entreposage). Certaines d'entre elles sont mutualisées pour l'ensemble des centres du CEA, comme la Station de traitement des effluents liquides (STEL) de [Marcoule](#) ou la STD de [Cadarache](#).

Les enjeux

Les principaux enjeux pour le CEA en matière de gestion des déchets radioactifs sont :

- la rénovation d'installations (par exemple, l'INB 37-A) ;
- l'extension des capacités d'entreposage existantes (Cedra) ;
- la mise en service de capacités d'entreposage non existantes (Diadem) ;
- la conduite des projets de RCD anciens.

Ces différents éléments doivent permettre le traitement, le conditionnement et l'entreposage des effluents, des combustibles usés et des déchets dans des conditions de sûreté et de radioprotection satisfaisantes et dans des délais compatibles avec les engagements pris pour l'arrêt des installations anciennes, dont le niveau de sûreté ne répond pas aux exigences actuelles.

L'examen par l'ASN de la stratégie de gestion des déchets du CEA

En réponse à une demande de l'ASN et de l'ASND en 2012, le CEA a remis un réexamen global de sa stratégie de démantèlement et de gestion des déchets en décembre 2016. L'instruction de ce rapport a permis aux deux autorités de rendre un [avis conjoint](#) sur cette stratégie en mai 2019.

L'ASN et l'ASND estiment que la définition de la stratégie de démantèlement des installations et la mise à jour de la stratégie de gestion des déchets et des matières du CEA résultent d'un travail approfondi.

Concernant la stratégie de gestion des matières et des déchets, les deux autorités constatent plusieurs fragilités du fait notamment de la mutualisation envisagée entre centres, par exemple, pour la gestion des effluents radioactifs aqueux ou des déchets radioactifs solides, conduisant à ne disposer, pour certaines opérations, que d'une seule installation. Les deux autorités notent aussi des incertitudes relatives à la gestion des combustibles usés ou des matières irradiées, qui devra être précisée.

L'ASN et l'ASND ont donc adressé au CEA plusieurs demandes visant à limiter ces fragilités, à consolider sa stratégie et à en préciser le calendrier de réalisation.

Elles demandaient que le CEA rende compte régulièrement de l'avancement des projets de démantèlement et de gestion des déchets, et qu'une communication régulière vis-à-vis du public soit réalisée, suivant les modalités appropriées à la nature des installations, civiles ou de défense. L'ASN, l'ASND et le CEA ont convenu de la mise en place d'un suivi régulier de ces opérations, notamment au travers d'indicateurs d'avancement.

Le suivi de la mise en œuvre de la stratégie de gestion des déchets du CEA

L'ASN a engagé des échanges réguliers dédiés avec la DGEC, l'ASND et le CEA, afin de renforcer le suivi de l'avancement des projets prioritaires. L'ASN constate la difficulté du CEA à maîtriser pleinement les enjeux liés à la réalisation de ces projets, qui doivent être conduits simultanément et concernent tant la conduite d'opérations de démantèlement que l'exploitation d'installations supports à la gestion des déchets. Elle continuera à porter une vigilance particulière sur la conduite et le suivi de ces projets. L'ASN souligne, néanmoins, la bonne anticipation des travaux nécessaires pour éviter la saturation de certaines capacités d'entreposage de déchets, comme la tranche 3 de l'installation Cedra, et la bonne adéquation du schéma directeur des transports avec les capacités d'entreposage du CEA.

2.4 LA STRATÉGIE DE GESTION DES DÉCHETS D'ORANO ET L'APPRÉCIATION DE L'ASN

L'usine de traitement et de recyclage des combustibles usés de l'établissement de La Hague présente des enjeux majeurs en matière de gestion des déchets radioactifs. Les déchets présents sur le site de La Hague comprennent, d'une part, les déchets issus du traitement du combustible usé, provenant majoritairement de centrales nucléaires de production d'électricité, mais également de réacteurs de recherche ; d'autre part, les déchets liés au fonctionnement des différentes installations du site. La majorité de ces déchets restent la propriété de l'exploitant qui fait procéder au traitement de ses combustibles usés, qu'ils soient français ou étrangers. Les déchets français sont orientés vers les filières de gestion précédemment décrites, alors que les déchets étrangers sont renvoyés dans leur pays d'origine. Sur le site du Tricastin, Orano produit également des déchets liés aux activités de l'amont du « cycle » (production des combustibles nucléaires), essentiellement contaminés par des émetteurs alpha.

En 2016, Orano a remis à l'ASN et à l'ASND un dossier, complété en 2017, présentant sa stratégie de démantèlement et de gestion des déchets des installations françaises du groupe, ainsi que sa mise en œuvre concrète sur les sites de [La Hague](#) et du [Tricastin](#). Orano a par ailleurs transmis, en 2018, des engagements généraux et particuliers pour les sites de La Hague et du Tricastin. L'ASN a pris position sur cette stratégie [le 14 février 2022](#).

Des éléments ont été transmis à l'ASN par Orano en 2022 et 2023, en réponse aux différentes demandes de l'ASN figurant dans la lettre du 14 février 2022. Ces éléments sont en cours d'instruction par l'ASN.

Les enjeux

Les principaux enjeux liés à la gestion des déchets de l'exploitant Orano sont :

- la sûreté des installations d'entreposage des déchets anciens. Sur le site de La Hague, des installations dédiées à la reprise et au conditionnement puis à l'entreposage des déchets anciens doivent être conçues, construites puis mises en service. Ces projets rencontrent des difficultés techniques, qui peuvent rendre nécessaires certains aménagements des délais fixés par l'ASN (voir chapitre 14). De plus, les capacités d'entreposage des déchets radioactifs sur le site doivent être anticipées avec des marges prudentes, afin de prévenir leur saturation. Sur le site du Tricastin, les déchets historiques entreposés nécessitent des actions importantes en matière de caractérisation et de recherche d'options de gestion. Les conditions d'entreposage dans certaines installations du Tricastin ne répondent pas aux exigences de sûreté actuelles et doivent être améliorées ;
- la définition de solutions pour le conditionnement des déchets, en particulier des déchets anciens. Les modalités de conditionnement des déchets radioactifs doivent faire l'objet d'un accord préalable de l'ASN, conformément à l'article 6.7 de l'arrêté du 7 février 2012 (voir point 2.2.2). La maîtrise des échéances de conditionnement est un axe particulièrement important, nécessitant le développement de programmes de caractérisation pour démontrer la faisabilité des procédés de conditionnement retenus et identifier suffisamment tôt les risques susceptibles d'affecter significativement les projets associés. Le cas échéant, lorsque la faisabilité du conditionnement défini ne peut pas être établie dans des délais compatibles avec les échéances prescrites, il est nécessaire, pour l'exploitant, de prévoir une solution alternative, incluant en particulier des entreposages intermédiaires, permettant la reprise et la caractérisation des déchets anciens dans les meilleurs délais, tout en garantissant l'absence de contre-geste pouvant compromettre le conditionnement définitif.

Dans le cadre des opérations de RCD, Orano étudie des solutions de conditionnement nécessitant le développement de nouveaux procédés, notamment pour les déchets MA-VL suivants :

- les boues radioactives provenant de l'installation [STE2](#) de La Hague ;
- les déchets technologiques émetteurs de rayonnement alpha provenant principalement des usines de La Hague et de [Melox](#) (Gard) ne pouvant pas être stockés en surface.

Pour d'autres types de déchets MA-VL issus des opérations de RCD, Orano étudie la possibilité d'adapter des procédés existants (compactage, cimentation, vitrification). Une partie des référentiels de conditionnement associés est en cours d'instruction par l'ASN.

2.5 LA STRATÉGIE DE GESTION DES DÉCHETS D'EDF ET L'APPRÉCIATION DE L'ASN

Les déchets radioactifs produits par EDF proviennent de plusieurs activités distinctes. Il s'agit notamment des déchets résultant de l'exploitation des centrales nucléaires qui sont constitués de déchets activés dans les cœurs des réacteurs et de déchets résultant de leur fonctionnement et de leur maintenance. À cela s'ajoutent certains déchets anciens, ainsi que les déchets issus des opérations de démantèlement en cours. EDF est également propriétaire de déchets HA et MA-VL issus du traitement des combustibles usés dans l'usine Orano de La Hague, pour la part qui lui est attribuée.

Les déchets activés

Ces déchets sont notamment les grappes de commande et les grappes de contrôle utilisées pour le fonctionnement des réacteurs. Ce sont des déchets MA-VL dont les quantités produites sont faibles. Ils sont actuellement entreposés dans les piscines d'entreposage du combustible dans les centrales nucléaires, en attendant d'être transférés dans l'installation Iceda.

Les déchets d'exploitation et de maintenance

Une partie des déchets est traitée par fusion ou incinération dans l'installation Centraco, dans le but de réduire le volume des déchets ultimes. Les autres types de déchets de fonctionnement et de maintenance sont conditionnés sur les sites de production puis expédiés pour stockage au CSA ou au Cires (voir points 1.3.1 et 1.3.2). Ils contiennent des émetteurs bêta et gamma et peu ou pas d'émetteurs alpha. EDF a remis fin 2013 un dossier présentant sa stratégie en matière de gestion des déchets. Après instruction, l'ASN a notamment demandé à EDF, en 2017, de poursuivre ses mesures pour réduire les incertitudes associées à

l'activité des déchets envoyés au CSA, d'améliorer ses dispositions organisationnelles pour garantir des ressources suffisantes à la gestion des déchets radioactifs et de présenter la filière la plus appropriée pour le traitement des générateurs de vapeur usés.

Enfin, les tubes guides de grappes usés du parc EDF pourraient être stockés directement au CSA, après l'abandon par EDF du projet de traitement par Cyclife France dans l'installation Centraco, dans le but de réduire le volume des déchets.

Les enjeux

Les principaux enjeux associés à la stratégie de gestion des déchets d'EDF concernent :

- la gestion des déchets anciens. Il s'agit principalement des déchets de structure (chemises en graphite) des combustibles de la filière de réacteurs UNGG. Ces déchets pourraient être stockés dans un centre de stockage pour les déchets de type FA-VL (voir point 1.3.4). Ils sont entreposés principalement dans des silos semi-enterrés à Saint-Laurent-des-Eaux. Les déchets de graphite sont également présents sous forme d'empilements dans les réacteurs UNGG en cours de démantèlement. EDF a mené, dans le cadre du PNGMDR 2016-2018, une étude de fiabilisation de l'activité de ces déchets et a remis ses conclusions en décembre 2019. À la suite de demandes de l'ASN, des compléments ont été apportés en 2023. Ils font l'objet d'une instruction par l'ASN ;
- les évolutions liées au « cycle du combustible ». La politique d'EDF en matière d'utilisation du combustible (voir chapitre 10) a des conséquences sur les installations du « cycle » (voir chapitre 12) et sur les quantités et la nature des déchets produits. L'ASN a rendu un [avis sur la cohérence du « cycle du combustible nucléaire »](#) en octobre 2018 (voir chapitre 12).

3 La gestion des résidus de traitement et des stériles miniers issus des anciennes mines d'uranium

L'exploitation des mines d'uranium en France entre 1948 et 2001 a conduit à la production de 76 000 tonnes d'uranium. Des activités d'exploration, d'extraction et de traitement ont concerné environ 250 sites en France, répartis sur 27 départements dans les huit régions Auvergne-Rhône-Alpes, Bourgogne-Franche-Comté, Bretagne, Grand Est, Nouvelle-Aquitaine, Occitanie, Pays de la Loire et Provence-Alpes-Côte d'Azur. Le traitement des minerais a, quant à lui, été réalisé dans huit usines. Aujourd'hui, les anciennes mines d'uranium sont presque toutes sous la responsabilité d'Orano. On peut distinguer deux catégories de produits issus de l'exploitation des mines d'uranium :

- les stériles miniers, qui désignent les roches excavées pour accéder au minerai. La quantité de stériles miniers extraits est évaluée à environ 170 millions de tonnes ;
- les résidus de traitement, qui désignent les produits restants, après extraction de l'uranium contenu dans le minerai, par traitement statique ou dynamique. En France, ces résidus représentent 50 millions de tonnes, réparties dans 17 stockages. Ces sites sont des ICPE et leur impact sur l'environnement est contrôlé.

Le réaménagement des sites de stockage de résidus de traitement d'uranium a notamment consisté en la mise en place d'une couverture solide sur les résidus, afin d'assurer une barrière de protection géochimique et radiologique permettant de limiter les risques d'intrusion, d'érosion, de dispersion des produits stockés ainsi que des produits liés à l'exposition externe et interne des populations voisines.

Le contexte réglementaire

Les mines d'uranium et leurs dépendances, ainsi que les conditions de leur fermeture, relèvent du code minier. Les stockages de résidus miniers radioactifs relèvent de la rubrique 1735 de la nomenclature des ICPE. Les mines et les stockages de résidus miniers ne sont donc pas soumis au contrôle de l'ASN.

Dans le cas spécifique des anciennes mines d'uranium, un plan d'action a été défini par la [circulaire n° 2009-132 du 22 juillet 2009](#) du ministre chargé de l'environnement et du président de l'ASN du 22 juillet 2009, selon les axes de travail suivants :

- contrôler les anciens sites miniers ;
- améliorer la connaissance de l'impact environnemental et sanitaire des anciennes mines d'uranium et leur surveillance ;
- gérer les stériles (mieux connaître leurs utilisations et réduire les impacts si nécessaire) ;
- renforcer l'information et la concertation.

PNGMDR : le comportement à long terme des sites

Depuis 2003, les études remises dans le cadre du PNGMDR ont permis d'améliorer les connaissances concernant :

- l'impact dosimétrique des stockages de résidus miniers sur l'homme et l'environnement, avec notamment la comparaison des données issues de la surveillance et des résultats de modélisation ;
- l'évaluation de l'impact dosimétrique à long terme des versés à stériles et des stériles dans le domaine public en lien avec les résultats acquis dans le cadre de la circulaire du 22 juillet 2009 ;
- la stratégie à retenir pour l'évolution du traitement des eaux collectées sur les anciens sites miniers ;

9 ACTION DE L'ASN CONCERNANT LES DIFFÉRENTS SITES MINIERS D'URANIUM ET SOLS POLLUÉS PAR DES SUBSTANCES RADIOACTIVES

Les mines d'uranium et leurs dépendances, ainsi que les conditions de leur fermeture, relèvent du code minier. Les stockages de résidus miniers radioactifs relèvent de la rubrique 1735 de la nomenclature des ICPE. Le contrôle des modalités de gestion des résidus ou des stériles miniers en dehors des sites de production ou des stockages sont de la responsabilité du préfet, sur propositions des directions régionales de l'environnement, de l'aménagement et du logement (Dreal).

Ainsi, les mines, les stockages de résidus miniers, les modalités de gestion des résidus ou des stériles miniers dans le domaine public ou la gestion des sites et sols pollués par des substances radioactives sans responsable solvable ne sont donc pas soumis au contrôle de l'ASN. L'ASN intervient en appui des services de l'État, à leur demande, en ce qui concerne la radioprotection des travailleurs et du public, ainsi que les filières de gestion des déchets, des résidus et des stériles miniers.

De plus, dans le cadre du PNGMDR, l'ASN rend des avis sur les études remises afin, par exemple, d'améliorer les connaissances sur l'évolution de l'impact radiologique à long terme des anciens sites miniers sur le public et l'environnement.

L'ASN peut, à la demande de l'autorité compétente, émettre des avis relatifs à la gestion de ces sites, au regard des enjeux de radioprotection et de gestion des déchets radioactifs.

- la relation entre les flux rejetés et l'accumulation de sédiments marqués dans les rivières et les lacs ;
- la méthodologie d'évaluation de la tenue à long terme des ouvrages ceinturant les stockages de résidus ;
- les phénomènes de transport de l'uranium des versées à stériles vers l'environnement ;
- les mécanismes régissant la mobilité de l'uranium et du radium au sein des résidus miniers uranifères.

À la suite de l'[avis n° 2016-AV-0255 de l'ASN du 9 février 2016](#), et dans le cadre du PNGMDR 2016-2018, Orano a transmis 11 études entre janvier 2017 et février 2020 pour compléter les études remises antérieurement. Sur cette base, l'ASN a remis un avis le 4 février 2021, destiné à faire le point sur ces sujets.

Ainsi, l'[avis n° 2021-AV-0374 de l'ASN du 4 février 2021](#) précise les études restant à réaliser pour répondre aux enjeux associés aux anciens sites miniers et rappelés ci-avant. Ces études peuvent conduire à la réalisation de travaux, tels que le retrait de stériles miniers dans le domaine public, le renforcement d'ouvrages ceinturant les sites de stockage, l'amélioration de la conservation de la mémoire. Cet avis recommande aussi la poursuite des travaux de deux groupes de travail techniques portant sur :

- le maintien des fonctions des ouvrages ceinturant les stockages de résidus de traitement de minerais d'uranium. Le rapport final, sur le maintien des fonctions des ouvrages ceinturant les stockages de résidus de traitement de minerais d'uranium, a été finalisé et [publié le 30 janvier 2023](#). Ce rapport devra désormais être pris en compte par Orano afin de mettre à jour ses études d'évaluation de la stabilité de ses ouvrages ceinturant les sites de stockage de résidus de traitement miniers. En octobre 2023, Orano a remis l'étude concernant le site du Bernardan et en décembre 2023 celle du site de Lodève ;

- la gestion des eaux issues des anciens sites miniers uranifères. Avec l'objectif de réduction de l'impact global (radiologique et chimique) des rejets sur l'homme et les écosystèmes, le groupe de travail technique dédié a finalisé, en 2023, la rédaction du guide méthodologique d'élaboration de la méthodologie d'analyse multicritères multiacteurs. Il s'agit d'un guide d'aide à la décision sur la question du maintien, de l'arrêt ou de l'évolution du traitement des eaux de mine collectées pour un site donné, accueillant dans certains cas un stockage de résidus de traitement de minerai d'uranium.

L'ASN a proposé la création d'un troisième groupe dont le travail portera sur la mise à jour de la méthodologie d'évaluation de l'impact à long terme des stockages de résidus de traitement miniers. Ce groupe de travail s'attachera, en particulier, à préciser les scénarios de dégradation à long terme de la couverture des stockages de résidus de traitement miniers, en lien avec les scénarios d'évolution des sites de stockage de déchets radioactifs et les travaux menés dans le cadre du groupe d'expertise pluraliste sur les sites miniers d'uranium du Limousin ([GEP Limousin](#)). Ce groupe de travail n'a pas encore débuté, la priorité ayant été donnée aux travaux des deux groupes de travail mentionnés ci-dessus.

Le PNGMDR 2022-2026 prévoit la poursuite des actions relatives à l'impact environnemental et sanitaire à long terme de la gestion des anciennes mines d'uranium. Ces actions prendront notamment en compte la poursuite de la mise à jour des études sur la stabilité des ouvrages suivant la méthodologie proposée par le rapport final sur le maintien des fonctions des ouvrages ceinturant les stockages de résidus de traitement de minerais d'uranium et l'application de la méthodologie de gestion des eaux issues des anciens sites miniers précisés ci-avant.

4 La gestion des sites et sols pollués par des substances radioactives

Un [site pollué](#) par des substances radioactives se définit comme un site qui, du fait d'anciens dépôts de substances ou déchets radioactifs, d'utilisation ou d'infiltration de substances radioactives ou d'activation radiologique de matériaux, présente une pollution radioactive susceptible de provoquer une nuisance ou un risque durable pour les personnes ou l'environnement.

La pollution par des substances radioactives peut résulter d'activités industrielles, artisanales, médicales ou de recherche impliquant des substances radioactives. Elle peut concerner les lieux d'exercice de ces activités, mais également leur voisinage, immédiat ou plus éloigné. Les activités concernées sont, en

général, soit des activités nucléaires, telles que définies par le code de la santé publique, soit des activités concernées par la radioactivité naturelle.

Toutefois, la plupart des sites pollués par des substances radioactives nécessitant actuellement une gestion ont été le siège d'activités industrielles passées, à une époque où la connaissance des risques liés à la radioactivité n'était pas la même qu'aujourd'hui. Les principaux secteurs industriels à l'origine des pollutions radioactives actuellement recensées sont l'extraction du radium pour les besoins de la médecine et pour la parapharmacie, au début du XX^e siècle jusqu'à la fin des années 1930, la fabrication

et l'application de peintures radioluminescentes pour la vision nocturne, ainsi que les industries exploitant des minerais tels que la monazite ou le zircon. La gestion d'un site pollué par des substances radioactives est une gestion au cas par cas, qui nécessite de disposer d'un diagnostic précis du site.

Plusieurs inventaires des sites pollués sont disponibles pour le public et sont complémentaires : l'[inventaire national](#) de l'Andra, mis à jour tous les cinq ans, qui comprend les sites identifiés comme pollués par des substances radioactives (l'édition 2023 est disponible sur [andra.fr](#) au même titre que la publication des [Essentiels 2023 de l'inventaire national](#)), ainsi que les [bases de données](#) consacrées aux sites et sols pollués du ministère chargé de l'environnement.

L'ASN estime, par ailleurs, que les parties prenantes et les publics concernés doivent être impliqués le plus en amont possible dans la démarche de réhabilitation d'un site pollué par des substances radioactives.

En application du principe « pollueur-payeur » inscrit dans le code de l'environnement, les responsables de la pollution financent les opérations de réhabilitation du site pollué et de l'élimination des déchets qui résultent de ces opérations. En cas de défaillance des responsables, l'Andra assure, au titre de sa mission de service public et sur réquisition publique, la remise en état des sites de pollutions radioactives.

Dans le cas des sites et sols pollués sans responsable connu, l'État assure le financement de leur assainissement, par une subvention publique prévue à l'article L. 542-12-1 du code de l'environnement. La Commission nationale des aides dans le domaine radioactif ([CNAR](#)) émet des avis sur l'utilisation de cette subvention, tant sur les priorités d'attribution des fonds que sur les stratégies de traitement des sites pollués et sur les principes de prise en charge aidée des déchets.

Au titre de l'article D. 542-15 du code de l'environnement, la composition de la [CNAR](#) est la suivante :

- des « membres de droit », les représentants des ministères chargés de l'environnement et de l'énergie, de l'Andra, de l'Agence de l'environnement et de la maîtrise de l'énergie, de l'IRSN, du CEA, de l'ASN et de l'Association des maires de France ;
- des membres mandatés pour quatre ans par les ministres chargés de l'énergie, de la sûreté nucléaire et de la radioprotection (le président de la CNAR, deux représentants d'associations environnementales et un représentant d'un établissement public foncier).

La CNAR s'est réunie deux fois au cours de l'année 2023, notamment pour traiter les dossiers relatifs à la reprise d'objets radioactifs détenus par des particuliers, la gestion de sites pollués ou la gestion de terres issues de l'assainissement d'anciens sites historiques.

Lorsque la pollution est due à une installation relevant d'une police spéciale (INB, ICPE ou activité nucléaire relevant du code de la santé publique), la gestion de ces sites relève du même régime de contrôle. Dans le cas contraire, le préfet contrôle les mesures prises en matière de gestion du site pollué.

En ce qui concerne la gestion des sites pollués radioactifs relevant du régime des ICPE et du code de la santé publique, que le responsable soit solvable ou défaillant, conformément à sa doctrine en matière de gestion des sites pollués par des substances radioactives validée (voir chapitre 14, point 1.2.2), l'ASN rappelle que les pratiques d'assainissement doivent être mises en œuvre en tenant compte des meilleures méthodes et techniques disponibles, dans des conditions économiques acceptables. Le scénario d'assainissement complet doit être envisagé systématiquement en tant que scénario de référence. Ce scénario, qui conduit à une libération inconditionnelle des bâtiments et des sites, permet en effet de garantir, sans aucune réserve, la protection des personnes et de l'environnement dans le temps par le retrait de toute pollution.

En cas de difficultés techniques, économiques ou financières identifiées, un ou plusieurs scénarios d'assainissement adaptés et compatibles avec les usages futurs du site (établis, envisagés et envisageables) peuvent être conjointement proposés par le responsable de la pollution (s'il est solvable) ou le propriétaire du site au préfet. En tout état de cause, les éléments justifiant que le scénario de référence ne peut être mise en œuvre dans des conditions technico-économiques acceptables et que les opérations d'assainissement envisagées constituent un optimum technico-économique doivent être apportés. En cas de non-compatibilité avec l'ensemble des usages, des restrictions ou interdiction d'usage et des dispositions techniques pour limiter l'exposition des occupants ou prescrire des mesures de surveillance peuvent être mises en place, au travers d'une servitude d'utilité publique ou d'un secteur d'information sur les sols.

Dans tous les cas, le préfet peut s'appuyer sur l'avis de l'inspection des installations classées, de l'ASN et de l'Agence régionale de santé pour valider le projet de réhabilitation du site, et encadre la mise en œuvre des mesures de réhabilitation par arrêté préfectoral. Ainsi, l'ASN peut être sollicitée par les services préfectoraux et l'inspection des installations classées pour rendre son avis sur les objectifs d'assainissement d'un site.

ANNEXE

Panorama des installations nucléaires de base au 31 décembre 2023

Pour assurer le contrôle de l'ensemble des activités et installations nucléaires civiles en France, l'Autorité de sûreté nucléaire (ASN) est dotée d'une organisation territoriale s'appuyant sur onze divisions basées à [Bordeaux](#), [Caen](#), [Châlons-en-Champagne](#), [Dijon](#), [Lille](#), [Lyon](#), [Marseille](#), [Nantes](#), [Orléans](#), [Paris](#) et [Strasbourg](#).

Les divisions de Caen et d'Orléans interviennent respectivement dans les régions Bretagne et Île-de-France pour le contrôle des installations nucléaires de base (INB). La division de Paris intervient dans les régions d'outre-mer et le département de Mayotte et celle de Marseille dans la collectivité de Corse pour le contrôle de la radioprotection et du transport de substances radioactives.

Est qualifiée d'INB une installation qui, de par sa nature, ou en raison de la quantité ou de l'activité des substances radioactives qu'elle contient, est soumise à un régime spécifique de contrôle défini par le [code de l'environnement](#) (titre IX de son livre V). Ces installations doivent être autorisées par décret pris après enquête publique et avis de l'ASN. Leurs conception, construction, fonctionnement et démantèlement sont réglementés.

Sont des INB :

1. les réacteurs nucléaires ;
2. les grandes installations de préparation, d'enrichissement, de fabrication, de traitement ou d'entreposage de combustibles nucléaires ou de traitement, d'entreposage ou de stockage de déchets radioactifs ;
3. les grandes installations contenant des substances radioactives ou fissiles ;
4. les grands accélérateurs de particules ;
5. les centres de stockage en couche géologique profonde de déchets radioactifs.

Sauf pour les réacteurs nucléaires et les éventuels futurs centres de stockage en couche géologique profonde de déchets radioactifs qui sont tous des INB, la section 1 intitulée « [Nomenclature des installations nucléaires de base](#) » du chapitre III du titre IX du livre V de la partie réglementaire du code de l'environnement fixe, pour chaque catégorie, les seuils d'entrée dans le régime des INB.

Pour des raisons techniques ou juridiques, le concept d'INB peut recouvrir des réalités physiques différentes : ainsi, sur un centre nucléaire de production d'électricité, chaque réacteur peut être considéré comme une INB particulière, ou bien une même INB

peut être constituée de deux réacteurs. De même, une usine du « cycle du combustible » ou un centre du Commissariat à l'énergie atomique et aux énergies alternatives (CEA) peut être constitué de plusieurs INB. Ces différentes configurations ne changent rien aux conditions de contrôle.

Relèvent du régime des INB :

- les installations en construction, dès lors qu'elles ont fait l'objet d'un décret d'autorisation de création ;
- les installations en fonctionnement ;
- les installations à l'arrêt et en cours de démantèlement, jusqu'à leur déclassement par décision de l'ASN.

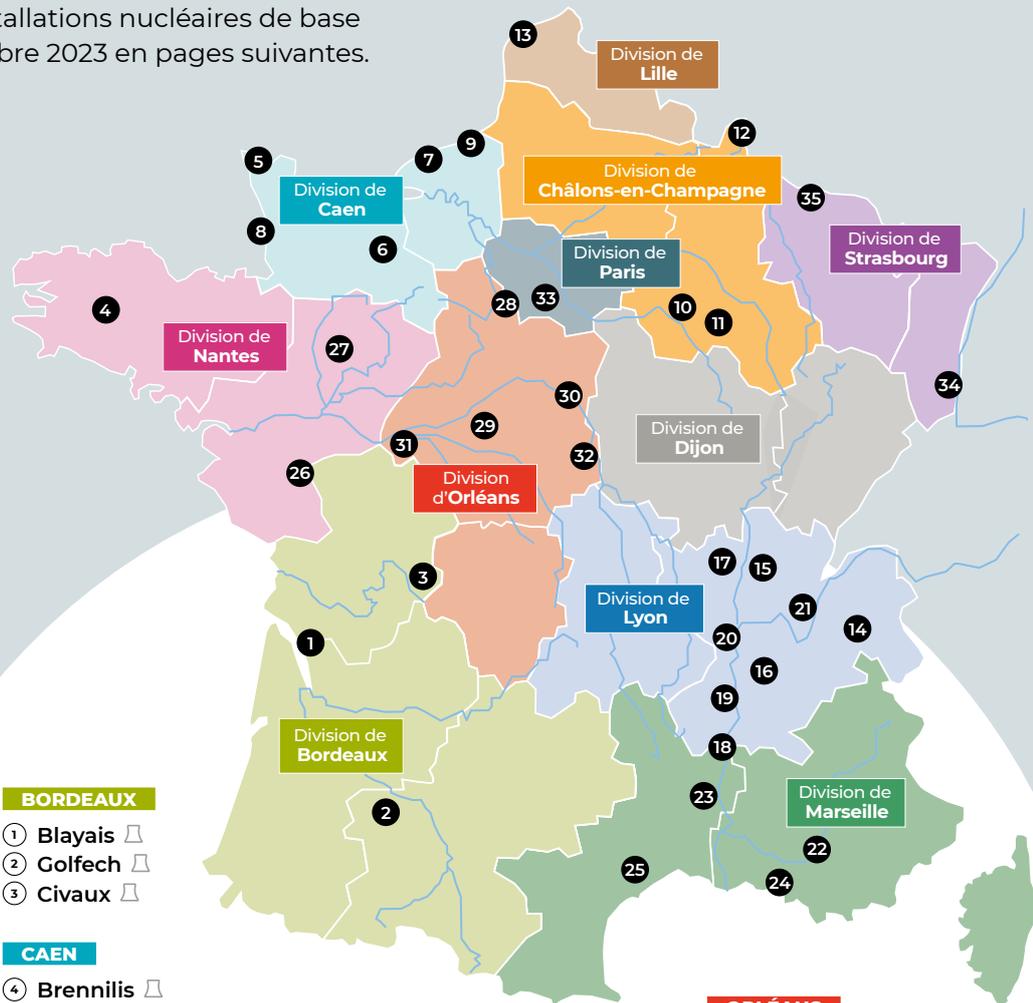
Au 31 décembre 2023, le nombre d'INB (au sens d'entités juridiques) était de 120.

Les INB déclarées sont celles qui existaient antérieurement à la publication du [décret n° 63-1228 du 11 décembre 1963](#) relatif aux installations nucléaires et que ni ledit décret ni le code de l'environnement n'ont soumises à autorisation mais à déclaration au titre du bénéfice des droits acquis (voir articles L. 593-35 et L. 593-36 du code de l'environnement).

Les numéros d'INB manquants correspondent à des installations ayant figuré dans des éditions précédentes de la liste, mais ne constituant plus des INB à l'issue de leur déclassement (voir chapitre 14) ou ayant été autorisées comme nouvelles INB (par exemple, en conséquence de la réunion des INB 42 et 95 en une seule INB 42-U, les numéros « 42 » et « 95 » ont été retirés de la liste et le numéro « 42-U » a été créé).

INSTALLATIONS CONTRÔLÉES PAR LES DIVISIONS TERRITORIALES DE L'ASN

Liste des installations nucléaires de base au 31 décembre 2023 en pages suivantes.



BORDEAUX

- ① Blayais
- ② Golfech
- ③ Civaux

CAEN

- ④ Brennilis
- ⑤ La Hague
- ⑥ Caen
- ⑦ Paluel
- ⑧ Flamanville
- ⑨ Penly

CHÂLONS-EN-CHAMPAGNE

- ⑩ Nogent-sur-Seine
- ⑪ Soulaines-Dhuys
- ⑫ Chooz

LILLE

- ⑬ Gravelines

LYON

- ⑭ Grenoble
- ⑮ Bugey
- ⑯ Romans-sur-Isère
- ⑰ Dagneux
- ⑱ Tricastin
- ⑲ Cruas-Meysses
- ⑳ Saint-Alban
- ㉑ Creys-Malville

MARSEILLE

- ㉒ Cadarache
- ㉓ Marcoule
- ㉔ Marseille
- ㉕ Malvési

NANTES

- ㉖ Pouzauges
- ㉗ Sablé-sur-Sarthe

ORLÉANS

- ㉘ Saclay
- ㉙ Saint-Laurent-des-Eaux
- ㉚ Dampierre-en-Burly
- ㉛ Chinon
- ㉜ Belleville-sur-Loire
- ㉝ Fontenay-aux-Roses

PARIS

Les INB d'Île-de-France sont contrôlées par la division d'Orléans.

STRASBOURG

- ㉞ Fessenheim
- ㉟ Cattenom

Types d'installations

- Centrales nucléaires
- Usines
- Installations de recherche
- Stockages de déchets
- Autres

• ANNEXE •

Panorama des installations nucléaires de base au 31 décembre 2023

NOM DU SITE	LOCALISATION DES INSTALLATIONS NUCLÉAIRES DE BASE	EXPLOITANT	NATURE DE L'INSTALLATION	N°
DIVISION DE BORDEAUX				
1 Blayais	CENTRALE NUCLÉAIRE DU BLAYAIS (réacteurs 1 et 2) 33820 Saint-Ciers-sur-Gironde (Gironde)	EDF	Réacteurs	86
1 Blayais	CENTRALE NUCLÉAIRE DU BLAYAIS (réacteurs 3 et 4) 33820 Saint-Ciers-sur-Gironde (Gironde)	EDF	Réacteurs	110
2 Golfech	CENTRALE NUCLÉAIRE DE GOLFECH (réacteur 1) 82400 Golfech (Tarn-et-Garonne)	EDF	Réacteur	135
2 Golfech	CENTRALE NUCLÉAIRE DE GOLFECH (réacteur 2) 82400 Golfech (Tarn-et-Garonne)	EDF	Réacteur	142
3 Civaux	CENTRALE NUCLÉAIRE DE CIVAUX (réacteur 1) BP 1 – 86320 Civaux (Vienne)	EDF	Réacteur	158
3 Civaux	CENTRALE NUCLÉAIRE DE CIVAUX (réacteur 2) BP 1 – 86320 Civaux (Vienne)	EDF	Réacteur	159
DIVISION DE CAEN				
4 Brennilis	MONTS D'ARRÉE (EL4-D) 29530 Loqueffret (Finistère)	EDF	Réacteur	162
5 La Hague	USINE DE TRAITEMENT DES COMBUSTIBLES IRRADIÉS (UP2-400) 50107 Cherbourg Cedex (Manche)	Orano Recyclage	Transformation de substances radioactives	33
5 La Hague	STATION DE TRAITEMENT DES EFFLUENTS ET DÉCHETS SOLIDES (STE2) ET ATELIER DE TRAITEMENT DES COMBUSTIBLES NUCLÉAIRES OXYDE (ATI) 50107 Cherbourg Cedex (Manche)	Orano Recyclage	Transformation de substances radioactives	38
5 La Hague	ATELIER ELAN IIB 50100 Cherbourg (Manche)	Orano Recyclage	Transformation de substances radioactives	47
5 La Hague	CENTRE DE STOCKAGE DE LA MANCHE (CSM) 50440 Digulleville (Manche)	Andra	Stockage de substances radioactives	66
5 La Hague	ATELIER HAUTE ACTIVITÉ OXYDE (HAO) 50107 Cherbourg Cedex (Manche)	Orano Recyclage	Transformation de substances radioactives	80
5 La Hague	USINE DE TRAITEMENT D'ÉLÉMENTS COMBUSTIBLES IRRADIÉS PROVENANT DES RÉACTEURS NUCLÉAIRES À EAU ORDINAIRE (UP3-A) 50107 Cherbourg Cedex (Manche)	Orano Recyclage	Transformation de substances radioactives	116
5 La Hague	USINE DE TRAITEMENT D'ÉLÉMENTS COMBUSTIBLES IRRADIÉS PROVENANT DES RÉACTEURS NUCLÉAIRES À EAU ORDINAIRE (UP2-800) 50107 Cherbourg Cedex (Manche)	Orano Recyclage	Transformation de substances radioactives	117
5 La Hague	STATION DE TRAITEMENT DES EFFLUENTS LIQUIDES ET DES DÉCHETS SOLIDES (STE3) 50107 Cherbourg Cedex (Manche)	Orano Recyclage	Transformation de substances radioactives	118
6 Caen	GRAND ACCÉLÉRATEUR NATIONAL D'IONS LOURDS (GANIL) 14021 Caen Cedex (Calvados)	G.I.E. GANIL	Accélérateur de particules	113
7 Paluel	CENTRALE NUCLÉAIRE DE PALUEL (réacteur 1) 76450 Paluel (Seine-Maritime)	EDF	Réacteur	103
7 Paluel	CENTRALE NUCLÉAIRE DE PALUEL (réacteur 2) 76450 Paluel (Seine-Maritime)	EDF	Réacteur	104
7 Paluel	CENTRALE NUCLÉAIRE DE PALUEL (réacteur 3) 76450 Paluel (Seine-Maritime)	EDF	Réacteur	114
7 Paluel	CENTRALE NUCLÉAIRE DE PALUEL (réacteur 4) 76450 Paluel (Seine-Maritime)	EDF	Réacteur	115
8 Flamanville	CENTRALE NUCLÉAIRE DE FLAMANVILLE (réacteur 1) 50340 Flamanville (Manche)	EDF	Réacteur	108
8 Flamanville	CENTRALE NUCLÉAIRE DE FLAMANVILLE (réacteur 2) 50340 Flamanville (Manche)	EDF	Réacteur	109
8 Flamanville	CENTRALE NUCLÉAIRE DE FLAMANVILLE (réacteur 3 – EPR) 50340 Flamanville (Manche)	EDF	Réacteur	167
9 Penly	CENTRALE NUCLÉAIRE DE PENLY (réacteur 1) 76370 Neuville-lès-Dieppe (Seine-Maritime)	EDF	Réacteur	136
9 Penly	CENTRALE NUCLÉAIRE DE PENLY (réacteur 2) 76370 Neuville-lès-Dieppe (Seine-Maritime)	EDF	Réacteur	140
DIVISION DE CHÂLONS-EN-CHAMPAGNE				
10 Nogent-sur-Seine	CENTRALE NUCLÉAIRE DE NOGENT-SUR-SEINE (réacteur 1) 10400 Nogent-sur-Seine (Aube)	EDF	Réacteur	129
10 Nogent-sur-Seine	CENTRALE NUCLÉAIRE DE NOGENT-SUR-SEINE (réacteur 2) 10400 Nogent-sur-Seine (Aube)	EDF	Réacteur	130
11 Soullaines-Dhuys	CENTRE DE STOCKAGE DE L'AUBE (CSA) 10200 Bar-sur-Aube (Aube)	Andra	Stockage en surface de substances radioactives	149
12 Chooz	CENTRALE NUCLÉAIRE DE CHOOZ B (réacteur 1) 08600 Givet (Ardennes)	EDF	Réacteur	139
12 Chooz	CENTRALE NUCLÉAIRE DE CHOOZ B (réacteur 2) 08600 Givet (Ardennes)	EDF	Réacteur	144
12 Chooz	CENTRALE NUCLÉAIRE DES ARDENNES (CNA-D – CHOOZ A) 08600 Givet (Ardennes)	EDF	Réacteur	163

• ANNEXE •

Panorama des installations nucléaires de base au 31 décembre 2023

NOM DU SITE	LOCALISATION DES INSTALLATIONS NUCLÉAIRES DE BASE	EXPLOITANT	NATURE DE L'INSTALLATION	N°
DIVISION DE LILLE				
13 Gravelines	CENTRALE NUCLÉAIRE DE GRAVELINES (réacteurs 1 et 2) 59820 Gravelines (Nord)	EDF	Réacteurs	96
13 Gravelines	CENTRALE NUCLÉAIRE DE GRAVELINES (réacteurs 3 et 4) 59820 Gravelines (Nord)	EDF	Réacteurs	97
13 Gravelines	CENTRALE NUCLÉAIRE DE GRAVELINES (réacteurs 5 et 6) 59820 Gravelines (Nord)	EDF	Réacteurs	122
DIVISION DE LYON				
14 Grenoble	RÉACTEUR À HAUT FLUX (RHF) 38041 Grenoble Cedex (Isère)	Institut Max Von Laue Paul Langevin (ILL)	Réacteur	67
15 Bugey	CENTRALE NUCLÉAIRE DU BUGEY (réacteur 1) BP 60120 – 01150 Saint-Vulbas (Ain)	EDF	Réacteur	45
15 Bugey	CENTRALE NUCLÉAIRE DU BUGEY (réacteurs 2 et 3) BP 60120 – 01150 Saint-Vulbas (Ain)	EDF	Réacteurs	78
15 Bugey	CENTRALE NUCLÉAIRE DU BUGEY (réacteurs 4 et 5) BP 60120 – 01150 Saint-Vulbas (Ain)	EDF	Réacteurs	89
15 Bugey	MAGASIN INTERRÉGIONAL DU BUGEY (MIR) BP 60120 – 01150 Saint-Vulbas (Ain)	EDF	Entreposage de combustible neuf	102
15 Bugey	INSTALLATION DE CONDITIONNEMENT ET D'ENTREPOSAGE DE DÉCHETS ACTIVÉS (ICEDA) 01150 Saint-Vulbas (Ain)	EDF	Conditionnement et entreposage de substances radioactives	173
16 Romans-sur-Isère	UNITÉ DE FABRICATION DE COMBUSTIBLES NUCLÉAIRES 26104 Romans-sur-Isère Cedex (Drôme)	Framatome	Fabrication de combustibles nucléaires	63-U
17 Dagneux	INSTALLATION D'IONISATION DE DAGNEUX Z.I. Les Chartinières – 01120 Dagneux (Ain)	Ionisos	Utilisation de substances radioactives	68
18 Tricastin	CENTRALE NUCLÉAIRE DU TRICASTIN (réacteurs 1 et 2) 26130 Saint-Paul-Trois-Châteaux (Drôme)	EDF	Réacteurs	87
18 Tricastin	CENTRALE NUCLÉAIRE DU TRICASTIN (réacteurs 3 et 4) 26130 Saint-Paul-Trois-Châteaux (Drôme)	EDF	Réacteurs	88
18 Tricastin	USINE GEORGES BESSE DE SÉPARATION DES ISOTOPES DE L'URANIUM PAR DIFFUSION GAZEUSE (EURODIF) 26702 Pierrelatte Cedex (Drôme et Vaucluse)	Orano Chimie-Enrichissement	Transformation de substances radioactives	93
18 Tricastin	USINE DE PRÉPARATION D'HEXAFLUORURE D'URANIUM (COMURHEX) 26130 Saint-Paul-Trois-Châteaux (Drôme)	Orano Chimie-Enrichissement	Transformation de substances radioactives	105
18 Tricastin	INSTALLATION D'ASSAINISSEMENT ET DE RÉCUPÉRATION DE L'URANIUM (IARU) 26130 Saint-Paul-Trois-Châteaux (Drôme et Vaucluse)	Orano Chimie-Enrichissement	Usine	138
18 Tricastin	INSTALLATION TU5 et W BP 16 26700 Pierrelatte (Drôme)	Orano Chimie-Enrichissement	Transformation de substances radioactives	155
18 Tricastin	BASE CHAUDE OPÉRATIONNELLE DU TRICASTIN (BCOT) BP 127 84500 Bollène (Vaucluse)	EDF	Maintenance nucléaire	157
18 Tricastin	USINE GEORGES BESSE II DE SÉPARATION DES ISOTOPES DE L'URANIUM PAR CENTRIFUGATION (GB II) 84500 Bollène, 26702 Pierrelatte Cedex et 26130 Saint-Paul-Trois-Châteaux (Drôme et Vaucluse)	Orano Chimie-Enrichissement	Transformation de substances radioactives	168
18 Tricastin	AREVA TRICASTIN LABORATOIRES D'ANALYSES (ATLAS) 26700 Pierrelatte (Drôme)	Orano Chimie-Enrichissement	Laboratoire destiné à l'utilisation de substances radioactives	176
18 Tricastin	PARCS URANIFÈRES DU TRICASTIN 26700 Pierrelatte (Drôme)	Orano Chimie-Enrichissement	Entreposage de matières radioactives	178
18 Tricastin	P35 26700 Pierrelatte (Drôme)	Orano Chimie-Enrichissement	Entreposage de matières radioactives	179
18 Tricastin	FOURNITURE LOCALE D'ENTREPOSAGE D'URANIUM DE RETRAITEMENT (FLEUR) 26700 Pierrelatte (Drôme)	Orano Chimie-Enrichissement	Réception, entreposage, expédition de conteneurs d'uranium	180
19 Cruas-Meyssse	CENTRALE NUCLÉAIRE DE CRUAS (réacteurs 1 et 2) 07350 Cruas (Ardèche)	EDF	Réacteurs	111
19 Cruas-Meyssse	CENTRALE NUCLÉAIRE DE CRUAS (réacteurs 3 et 4) 07350 Cruas (Ardèche)	EDF	Réacteurs	112
20 Saint-Alban	CENTRALE NUCLÉAIRE DE SAINT-ALBAN (réacteur 1) 38550 Le Péage-de-Roussillon (Isère)	EDF	Réacteur	119
20 Saint-Alban	CENTRALE NUCLÉAIRE DE SAINT-ALBAN (réacteur 2) 38550 Le Péage-de-Roussillon (Isère)	EDF	Réacteur	120
21 Creys-Malville	RÉACTEUR SUPERPHÉNIX 38510 Morestel (Isère)	EDF	Réacteur	91
21 Creys-Malville	ATELIER POUR L'ENTREPOSAGE DU COMBUSTIBLE (APEC) 38510 Creys-Mépieu (Isère)	EDF	Entreposage de substances radioactives	141

• ANNEXE •

Panorama des installations nucléaires de base au 31 décembre 2023

NOM DU SITE	LOCALISATION DES INSTALLATIONS NUCLÉAIRES DE BASE	EXPLOITANT	NATURE DE L'INSTALLATION	N°
DIVISION DE MARSEILLE				
22 Cadarache	INSTALLATION DE STOCKAGE PROVISOIRE et INSTALLATION D'ENTREPOSAGE À SEC DE COMBUSTIBLES NUCLÉAIRES IRRADIÉS (PÉGASE-CASCAD) 13115 Saint-Paul-lez-Durance Cedex (Bouches-du-Rhône)	CEA	Entreposage de substances radioactives	22
22 Cadarache	CABRI 13115 Saint-Paul-lez-Durance Cedex (Bouches-du-Rhône)	CEA	Réacteur	24
22 Cadarache	RAPSODIE 13115 Saint-Paul-lez-Durance Cedex (Bouches-du-Rhône)	CEA	Réacteur	25
22 Cadarache	ATELIER DE TECHNOLOGIE DU PLUTONIUM (ATPu) 13115 Saint-Paul-lez-Durance Cedex (Bouches-du-Rhône)	CEA	Fabrication ou transformation de substances radioactives	32
22 Cadarache	STATION DE TRAITEMENT DES DÉCHETS (STD) 13115 Saint-Paul-lez-Durance Cedex (Bouches-du-Rhône)	CEA	Transformation de substances radioactives	37-A
22 Cadarache	STATION DE TRAITEMENT DES EFFLUENTS (STE) 13115 Saint-Paul-lez-Durance Cedex (Bouches-du-Rhône)	CEA	Transformation de substances radioactives	37-B
22 Cadarache	MASURCA 13115 Saint-Paul-lez-Durance Cedex (Bouches-du-Rhône)	CEA	Réacteur	39
22 Cadarache	ÉOLE / MINERVE 13115 Saint-Paul-lez-Durance Cedex (Bouches-du-Rhône)	CEA	Réacteur	42-U
22 Cadarache	ATELIER D'URANIUM ENRICHI (ATUe) 13115 Saint-Paul-lez-Durance Cedex (Bouches-du-Rhône)	CEA	Fabrication de substances radioactives	52
22 Cadarache	MAGASIN CENTRAL DES MATIÈRES FISSILES (MCMF) 13115 Saint-Paul-lez-Durance Cedex (Bouches-du-Rhône)	CEA	Dépôt de substances radioactives	53
22 Cadarache	LABORATOIRE DE PURIFICATION CHIMIQUE (LPC) 13115 Saint-Paul-lez-Durance Cedex (Bouches-du-Rhône)	CEA	Transformation de substances radioactives	54
22 Cadarache	LABORATOIRE D'EXAMENS DES COMBUSTIBLES ACTIFS (LECA) et STATION DE TRAITEMENT, D'ASSAINISSEMENT ET DE RECONDITIONNEMENT DE COMBUSTIBLES IRRADIÉS (STAR) 13115 Saint-Paul-lez-Durance Cedex (Bouches-du-Rhône)	CEA	Utilisation de substances radioactives	55
22 Cadarache	PARC D'ENTREPOSAGE DES DÉCHETS RADIOACTIFS SOLIDES 13115 Saint-Paul-lez-Durance Cedex (Bouches-du-Rhône)	CEA	Entreposage de substances radioactives	56
22 Cadarache	PHÉBUS 13115 Saint-Paul-lez-Durance Cedex (Bouches-du-Rhône)	CEA	Réacteur	92
22 Cadarache	LABORATOIRE D'ÉTUDES DE FABRICATIONS EXPÉRIMENTALES DE COMBUSTIBLES NUCLÉAIRES AVANCÉS (LEFCA) 13115 Saint-Paul-lez-Durance Cedex (Bouches-du-Rhône)	CEA	Fabrication de substances radioactives	123
22 Cadarache	CHICADE BP 1 – 13115 Saint-Paul-lez-Durance Cedex (Bouches-du-Rhône)	CEA	Laboratoire de recherche et développement	156
22 Cadarache	CEDRA 13115 Saint-Paul-lez-Durance Cedex (Bouches-du-Rhône)	CEA	Conditionnement et entreposage de substances radioactives	164
22 Cadarache	MAGENTA 13115 Saint-Paul-lez-Durance Cedex (Bouches-du-Rhône)	CEA	Réception et expédition de matières nucléaires	169
22 Cadarache	ATELIER DE GESTION AVANCÉE ET DE TRAITEMENT DES EFFLUENTS (AGATE) 13115 Saint-Paul-lez-Durance Cedex (Bouches-du-Rhône)	CEA	Conditionnement et entreposage de substances radioactives	171
22 Cadarache	RÉACTEUR JULES HOROWITZ (RJH) 13115 Saint-Paul-lez-Durance Cedex (Bouches-du-Rhône)	CEA	Réacteur	172
22 Cadarache	ITER 13115 Saint-Paul-lez-Durance Cedex (Bouches-du-Rhône)	Organisation internationale ITER	Expérimentation de réaction de fusion nucléaire dans des plasmas de tritium et deutérium	174
23 Marcoule	PHÉNIX 30205 Bagnols-sur-Cèze Cedex (Gard)	CEA	Réacteur	71
23 Marcoule	ATALANTE 30200 Chusclan (Gard)	CEA	Laboratoire de recherche et développement et étude de production des actinides	148
23 Marcoule	USINE DE FABRICATION DE COMBUSTIBLES NUCLÉAIRES (MELOX) BP 2 – 30200 Chusclan (Gard)	Orano Recyclage	Fabrication de substances radioactives	151
23 Marcoule	CENTRACO 30200 Codolet (Gard)	Cyclife France	Traitement de déchets et effluents radioactifs	160
23 Marcoule	GAMMATEC 30200 Chusclan (Gard)	Synergy Health Marseille	Traitement par ionisation de matériaux, produits et matériels, à des fins industrielles et à des fins de recherche et de développement	170
23 Marcoule	DIADEM 30200 Chusclan (Gard)	CEA	Entreposage de déchets radioactifs solides	177
24 Marseille	INSTALLATION D'IONISATION (GAMMASTER) M.I.N. 712 – 13323 Marseille Cedex 14 (Bouches-du-Rhône)	Synergy Health Marseille	Installation d'ionisation	147
25 Malvésí	ENTREPOSAGE CONFINÉ DE RÉSIDUS ISSUS DE LA CONVERSION (ÉCRIN) 11100 Narbonne (Aude)	Orano Chimie-Enrichissement	Entreposage de substances radioactives	175

• ANNEXE •

Panorama des installations nucléaires de base au 31 décembre 2023

NOM DU SITE	LOCALISATION DES INSTALLATIONS NUCLÉAIRES DE BASE	EXPLOITANT	NATURE DE L'INSTALLATION	N°
DIVISION DE NANTES				
26 Pouzauges	INSTALLATION D'IONISATION DE POUZAUGES Z.I. de Monlifant 85700 Pouzauges (Vendée)	Ionisos	Installation d'ionisation	146
27 Sablé-sur-Sarthe	INSTALLATION D'IONISATION DE SABLÉ-SUR-SARTHE Z.I. de l'Aubrée 72300 Sablé-sur-Sarthe (Sarthe)	Ionisos	Installation d'ionisation	154
DIVISION D'ORLÉANS				
28 Saclay	USINE DE PRODUCTION DE RADIOÉLÉMENTS ARTIFICIELS (UPRA) 91191 Gif-sur-Yvette Cedex (Essonne)	CIS bio international	Fabrication ou transformation de substances radioactives	29
28 Saclay	ZONE DE GESTION DES EFFLUENTS LIQUIDES (STELLA) 91191 Gif-sur-Yvette Cedex (Essonne)	CEA	Transformation de substances radioactives	35
28 Saclay	OSIRIS-ISIS 91191 Gif-sur-Yvette Cedex (Essonne)	CEA	Réacteurs	40
28 Saclay	LABORATOIRE DE HAUTE ACTIVITÉ (LHA) 91191 Gif-sur-Yvette Cedex (Essonne)	CEA	Utilisation de substances radioactives	49
28 Saclay	LABORATOIRE D'ESSAIS SUR COMBUSTIBLES IRRADIÉS (LECI) 91191 Gif-sur-Yvette Cedex (Essonne)	CEA	Utilisation de substances radioactives	50
28 Saclay	ZONE DE GESTION DE DÉCHETS RADIOACTIFS SOLIDES (ZGDS) 91191 Gif-sur-Yvette Cedex (Essonne)	CEA	Entreposage et conditionnement de substances radioactives	72
28 Saclay	INSTALLATIONS D'IRRADIATION (POSÉIDON) 91191 Gif-sur-Yvette Cedex (Essonne)	CEA	Utilisation de substances radioactives	77
28 Saclay	ORPHÉE 91191 Gif-sur-Yvette Cedex (Essonne)	CEA	Réacteur	101
29 Saint-Laurent-des-Eaux	CENTRALE NUCLÉAIRE DE SAINT-LAURENT-DES-EAUX (réacteurs A1 et A2) 41220 La Ferté-Saint-Cyr (Loir-et-Cher)	EDF	Réacteurs	46
29 Saint-Laurent-des-Eaux	SILOS D'ENTREPOSAGE DE CHEMISES DE GRAPHITE 41220 La Ferté-Saint-Cyr (Loir-et-Cher)	EDF	Entreposage de substances radioactives	74
29 Saint-Laurent-des-Eaux	CENTRALE NUCLÉAIRE DE SAINT-LAURENT-DES-EAUX (réacteurs B1 et B2) 41220 La Ferté-Saint-Cyr (Loir-et-Cher)	EDF	Réacteurs	100
30 Dampierre-en-Burly	CENTRALE NUCLÉAIRE DE DAMPIERRE-EN-BURLY (réacteurs 1 et 2) 45570 Ouzouer-sur-Loire (Loiret)	EDF	Réacteurs	84
30 Dampierre-en-Burly	CENTRALE NUCLÉAIRE DE DAMPIERRE-EN-BURLY (réacteurs 3 et 4) 45570 Ouzouer-sur-Loire (Loiret)	EDF	Réacteurs	85
31 Chinon	ATELIER DES MATÉRIEAUX IRRADIÉS (AMI) 37420 Avoine (Indre-et-Loire)	EDF	Utilisation de substances radioactives	94
31 Chinon	MAGASIN INTERRÉGIONAL DE CHINON (MIR) 37420 Avoine (Indre-et-Loire)	EDF	Entreposage de combustible neuf	99
31 Chinon	CENTRALE NUCLÉAIRE DE CHINON (réacteurs B1 et B2) 37420 Avoine (Indre-et-Loire)	EDF	Réacteurs	107
31 Chinon	CENTRALE NUCLÉAIRE DE CHINON (réacteurs B3 et B4) 37420 Avoine (Indre-et-Loire)	EDF	Réacteurs	132
31 Chinon	CHINON A1 D 37420 Avoine (Indre-et-Loire)	EDF	Réacteur	133
31 Chinon	CHINON A2 D 37420 Avoine (Indre-et-Loire)	EDF	Réacteur	153
31 Chinon	CHINON A3 D 37420 Avoine (Indre-et-Loire)	EDF	Réacteur	161
32 Belleville-sur-Loire	CENTRALE NUCLÉAIRE DE BELLEVILLE-SUR-LOIRE (réacteur 1) 18240 Léré (Cher)	EDF	Réacteur	127
32 Belleville-sur-Loire	CENTRALE NUCLÉAIRE DE BELLEVILLE-SUR-LOIRE (réacteur 2) 18240 Léré (Cher)	EDF	Réacteur	128
33 Fontenay-aux-Roses	PROCÉDÉ 92265 Fontenay-aux-Roses Cedex (Hauts-de-Seine)	CEA	Installation de recherche	165
33 Fontenay-aux-Roses	SUPPORT 92265 Fontenay-aux-Roses Cedex (Hauts-de-Seine)	CEA	Installation de traitement d'effluents et d'entreposage de déchets	166
DIVISION DE STRASBOURG				
34 Fessenheim	CENTRALE NUCLÉAIRE DE FESSENHEIM (réacteurs 1 et 2) 68740 Fessenheim (Haut-Rhin)	EDF	Réacteurs	75
35 Cattenom	CENTRALE NUCLÉAIRE DE CATTENOM (réacteur 1) 57570 Cattenom (Moselle)	EDF	Réacteur	124
35 Cattenom	CENTRALE NUCLÉAIRE DE CATTENOM (réacteur 2) 57570 Cattenom (Moselle)	EDF	Réacteur	125
35 Cattenom	CENTRALE NUCLÉAIRE DE CATTENOM (réacteur 3) 57570 Cattenom (Moselle)	EDF	Réacteur	126
35 Cattenom	CENTRALE NUCLÉAIRE DE CATTENOM (réacteur 4) 57570 Cattenom (Moselle)	EDF	Réacteur	137

Crédits photos et infographies

Éditorial du collège : p. 3: ASN/J. Grison.

Éditorial du directeur général : p. 9: ASN/Sipa/V. Colin.

Faits marquants : p. 12: EDF/Marc Didier; p. 14-15: ASN/P. Cousin;
p. 16: BRIEF/A. Tran Duc; p. 16: EDF – Mission communication Golfech;

p. 17-19: ASN; p. 18: Andra/S. Lavoué; p. 18-19: BRIEF/A. Tran Duc.

Chapitre 1 : p. 98-99: ASN/Sipa/C. Guibbaud; p. 104-105: ASN;
p. 119: Adobe Stock

Chapitre 2 : p. 120-121: ASN/Sipa/C. Michel;

p. 130-131-132-133: ASN/Sipa/V. Colin.

Chapitre 3 : p. 144-145: ASN/Sipa/C. Michel.

Chapitre 4 : p. 168-169: ASN/P. Cousin; p. 172-176: ASN.

Chapitre 5 : p. 180-181: A. Bonnet; p. 182: ASN.

Chapitre 6 : p. 190-191-195: ASN; p. 197: AIEA/D. Calma; p. 200: NRA;

p. 200: ONR; p. 200: NNSA; p. 201: NRC; p. 201: Orano; p. 202: EDF Chinon.

Chapitre 7 : p. 204-205: ASN/Sipa/A. Finistre; p. 213: DR.

Chapitre 8 : p. 242-243: Orano/E. Larrayadieu; p. 259-268-269: ASN.

Chapitre 9 : p. 274-275: ASN/Sipa/C. Creutz; p. 277: ASN; p. 289: AIEA.

Chapitre 10 : p. 292-293: EDF Flamanville; p. 295-296-297-319: ASN.

Chapitre 11 : p. 324-325: CEA/P. Stroppa; p. 330: Nuward 2023; p. 330: ASN.

Chapitre 12 : p. 332-333: ASN/N. Robin; p. 336-337: ASN.

Chapitre 13 : p. 342-343: ITER Organization.

Chapitre 14 : p. 348-349: ASN/Sipa/P. Magne.

Chapitre 15 : p. 370-371: Orano/C. Crespeau; p. 381: BRIEF/A. Tran Duc.

Rapport de l'ASN sur l'état de la sûreté nucléaire et de la radioprotection en France en 2023

Autorité de sûreté nucléaire

15 rue Louis Lejeune – 92120 Montrouge

Tél.: 33 (0)1 46 16 40 00 – E-mail: info@asn.fr

Directeur de la publication : Bernard Doroszczuk, président

Rédactrice en chef : Clémence Picart

Secrétaire de rédaction : Lucas Patriat

Iconographie : Olivier Javay

ISSN 1967 – 5127

N° imprimeur : 14060-5-2024 – **Dépôt légal :** mai 2024

Conception et réalisation : BRIEF

Impression : Imprimerie Fabrègue



Pour toute demande d'information,
contactez-nous sur



info@asn.fr

Suivez également l'ASN sur les réseaux sociaux





AUTORITÉ
DE SÛRETÉ
NUCLÉAIRE

Faire progresser la sûreté
nucléaire et la radioprotection