



Les installations du cycle du combustible nucléaire

1 Le cycle du combustible _____ 318

- 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
et les installations dont les activités
cesseront prochainement

2 Les actions de l'ASN dans le champ des installations du cycle du combustible : une approche graduée _____ 323

- 2.1 L'approche graduée en fonction
des enjeux des installations
- 2.2 Le retour d'expérience de Fukushima
- 2.3 Les réexamens périodiques des
installations du cycle du combustible
- 2.4 L'organisation des exploitants des
installations du cycle du combustible
- 2.5 Les actions particulières de contrôle
menées en concertation avec l'ASND

Les installations du cycle du combustible nucléaire

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 puis son traitement à l'issue de son utilisation dans les réacteurs nucléaires.

Les exploitants des usines du cycle font partie des groupes Orano Cycle (anciennement Areva NC) ou EDF (Framatome, anciennement Areva NP) : Orano Cycle exploite [Melox](#) à Marcoule, les [usines de La Hague](#), l'ensemble des [usines du Tricastin](#) depuis le 31 décembre 2018, ainsi que les [installations de Malvési](#). Framatome exploite les installations du [site de Romans-sur-Isère](#).

L'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. Dans ce cadre, l'ASN demande périodiquement qu'EDF transmette un dossier dit « Impact cycle », rédigé conjointement avec les acteurs du cycle, présentant les conséquences sur chaque étape du cycle du combustible de la stratégie d'EDF quant à l'utilisation, dans ses réacteurs, des différents types de combustible.

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 Cycle de Malvési et du Tricastin. Ces usines, réglementées au titre de la législation des installations classées pour la protection de l'environnement (ICPE), mettent en œuvre 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](#) du Tricastin.

Puis, cet UF_6 enrichi est 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](#).

Après une période d'utilisation de l'ordre de trois à quatre ans, les assemblages de combustible usé sont extraits du réacteur pour refroidir 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 Cycle de La Hague.

Dans cette usine, l'uranium et le plutonium des combustibles usés sont séparés des produits de fission et des autres éléments transuraniens⁽¹⁾. L'uranium et le plutonium sont conditionnés puis entreposés en vue d'une réutilisation ultérieure. Cependant, l'uranium issu de ce retraitement n'est plus utilisé à ce jour pour produire de nouveaux combustibles. Les déchets radioactifs produits par ces opérations sont stockés en surface, pour les moins actifs d'entre eux, les autres sont entreposés dans l'attente d'une solution définitive de stockage⁽²⁾.

Le plutonium issu du traitement des combustibles d'oxyde d'uranium est utilisé dans l'usine Orano Cycle de Marcoule, dite « [Melox](#) », pour fabriquer du combustible MOX (mélange d'oxydes d'uranium et de plutonium) qui est utilisé dans des réacteurs électronucléaires de 900 MWe en France. Les combustibles nucléaires MOX ne sont 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 l'usine de La Hague.

Les principaux flux liés au cycle du combustible sont présentés dans le tableau 1.

D'autres installations sont nécessaires au fonctionnement des installations nucléaires de base (INB) citées ci-dessus, notamment l'installation 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 Cycle du Tricastin.

1. Les transuraniens sont les éléments chimiques qui sont plus lourds que l'uranium.

2. L'entreposage est temporaire, tandis que le stockage est définitif.

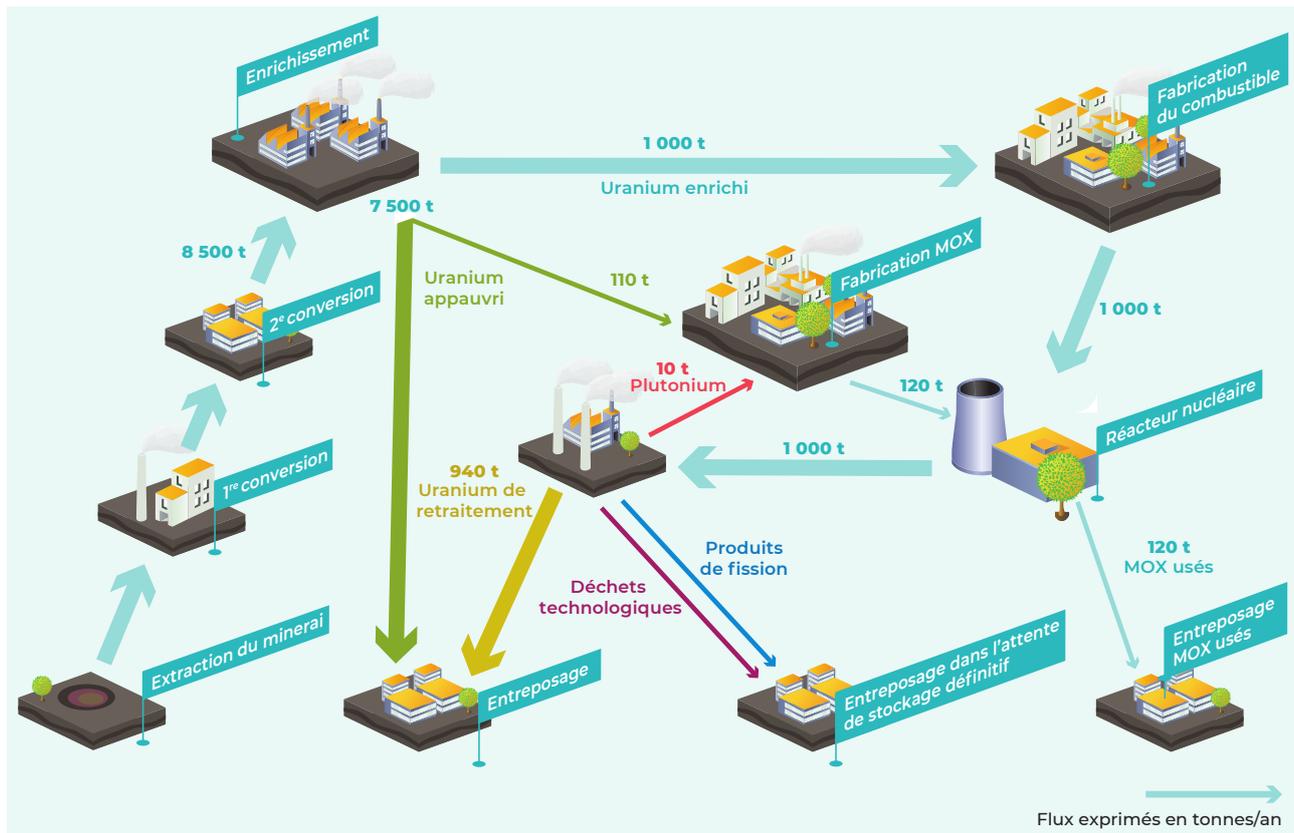
Flux de l'industrie du cycle du combustible en 2018

Tableau 1 INSTALLATION	PRODUIT TRAITÉ			PRODUIT ÉLABORÉ ⁽¹⁾		PRODUIT EXPÉDIÉ ⁽²⁾	
	ORIGINE	PRODUIT TRAITÉ	TONNAGE MÉTAL LOURD	PRODUIT ÉLABORÉ	TONNAGE MÉTAL LOURD	DESTINATION	TONNAGE MÉTAL LOURD
Orano Cycle (ex-Comurhex)	INBS Marcoule	Nitrate d'uranyle	0	U ₃ O ₈	0	INBS Pierrelatte	0
	ICPE Malvési	UF ₄	1 387	UF ₆	30	Orano Cycle (Parcs uranifères du Tricastin)	30
Orano Cycle (TUS)	Orano Cycle La Hague	Nitrate d'uranyle	765	U ₃ O ₈	813	Orano Cycle (Parcs uranifères du Tricastin)	813
Orano Cycle (W)	Orano Cycle (Société d'enrichissement du Tricastin)	UF ₆ appauvri	6 206	U ₃ O ₈	4 953	Orano Cycle (Parcs uranifères du Tricastin)	4 953
	Orano Cycle (Business unit enrichissement)		431		343		343
Orano Cycle (GB II)	Conversion	UF ₆	10 069	UF ₆ appauvri	8 538	Orano Cycle (W)	8 538
				UF ₆ enrichi	1 368	Fabricants de combustible	1 368
Les usines de Framatome à Romans-sur-Isère	Allemagne	Crayons UO ₂ à base d'U naturel ou appauvri	1,6	Assemblages à base d'U naturel	1,5	EDF	2,1
	Orano Cycle (Eurodif production)	UF ₆ à base d'U naturel ou appauvri	1,5				
	• BNFL (Royaume-Uni)	UF ₆ à base d'U naturel enrichi	16	Assemblages à base d'U naturel enrichi	742	EDF	617
	• Urenco (Royaume-Uni)		123				
	• Orano Cycle (Eurodif production)		574				
États-Unis	Uranium	0,4		0,6		0,5	
Orano Cycle (Melox)	Orano Cycle Lingen (Allemagne)	UO ₂ appauvri	90	Éléments combustibles MOX	80	EDF	76
	Orano Cycle La Hague	PuO ₂	8,4			EPZ (Pays-Bas)	2
Orano Cycle La Hague	Combustibles traités dans l'établissement de La Hague						
	• EDF (Pays-Bas) • EPZ (Pays-Bas)	UOX et MOX	1 009	Nitrate d'uranyle	1 003	Orano Cycle Tricastin	765
				PuO ₂	11,6	Orano Cycle (Melox)	9
	Combustibles entreposés dans les piscines de l'établissement de La Hague						
• EDF (Pays-Bas) • EPZ (Pays-Bas) • CEA (Orphée)	Éléments combustibles irradiés	1 117	-	-	-	-	

(1) Les produits élaborés peuvent être expédiés ou entreposés sur l'installation concernée

(2) Les produits expédiés peuvent avoir été élaborés au cours des années antérieures

Schéma du cycle du combustible



1.1 — Amont du cycle du combustible

Afin de permettre la fabrication de combustibles utilisables dans 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 UF_6 , forme sous laquelle il est enrichi. Ces opérations se déroulent principalement sur les sites Orano Cycle de [Malvésí](#), dans l'Aude, et du [Tricastin](#) dans la Drôme et le Vaucluse (également connu sous le nom de site de Pierrelatte).

Orano Cycle exploite sur le site du Tricastin :

- l'installation ex-Comurhex (INB 105) de conversion de tétrafluorure d'uranium (UF_4) en UF_6 ;
- l'installation d'enrichissement de l' UF_6 par ultracentrifugation Georges Besse II (INB 168) ;
- l'installation TU5 (INB 155) de conversion de nitrate d'uranyle $UO_2(NO_3)_2$, issu du retraitement de combustibles usés à La Hague, en sesquioxyde d'uranium (U_3O_8) ;
- l'usine W (Installation classée pour la protection de l'environnement (ICPE) dans le périmètre de l'INB 155) de conversion d' UF_6 appauvri en U_3O_8 ;
- des parcs d'entreposage d'uranium et de thorium sous diverses formes (INB 93, 178 et 179) ;
- le laboratoire d'analyse Atlas (INB 176) ;
- 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 Socatri (INB 138) qui assure la gestion de déchets du site du Tricastin, ainsi que la maintenance et le démantèlement d'équipements nucléaires.

• L'installation TU5 et l'usine W Orano Cycle – INB 155

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 ($UO_2(NO_3)_2$) issu de l'usine Orano Cycle

de La Hague pour le convertir en U_3O_8 (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

Orano Cycle – INB 105

L'INB 105, qui transformait notamment le nitrate d'uranyle de retraitement en UF_4 ou en U_3O_8 , est en démantèlement (voir chapitre 13).

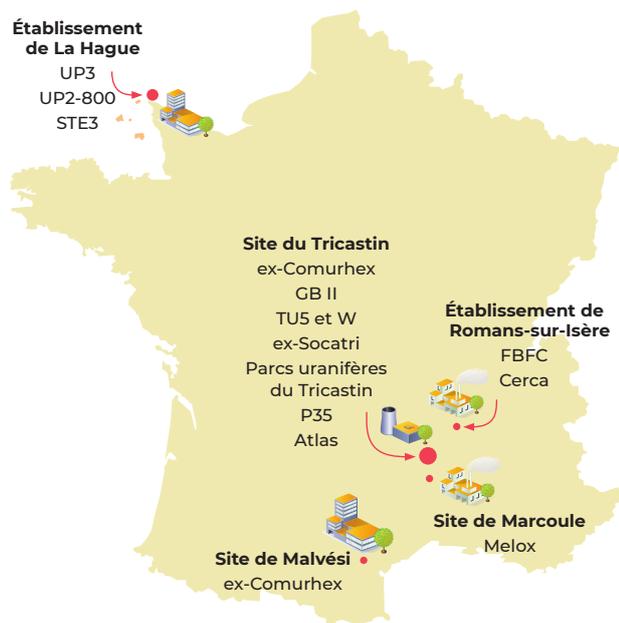
Des installations contrôlées relevant du régime des ICPE sont incluses dans son périmètre et sont dédiées à la fluoration de l' UF_4 en UF_6 , pour permettre son enrichissement ultérieur dans l'usine GB II. Elles produisent chaque année de l'ordre de 14 000 tonnes d' UF_6 à partir de l' UF_4 provenant de l'établissement Orano Cycle de Malvésí. Elles relèvent du statut des ICPE soumises à autorisation avec servitude (installations dites «Seveso») ainsi que du dispositif de garanties financières pour la mise en sécurité des installations et, enfin, sont soumises à 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), dite «IED».

• L'usine d'enrichissement par ultracentrifugation

Georges Besse II – INB 168

L'INB 168, dénommée [Georges Besse II](#) (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' UF_6 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 enrichi en isotope-235 fissile et d'un flux appauvri. GB II est composée de deux unités d'enrichissement (unité Sud et unité Nord) et d'un atelier support, REC II.

Installations du cycle du combustible en fonctionnement et en démantèlement



L'ASN a autorisé, début 2009, la mise en service de l'unité Sud, composée de huit modules, puis, en 2013, de l'unité Nord, composée de six modules, dont les deux premiers sont prévus pour enrichir de l'uranium issu du traitement de combustibles usés. L'ASN a autorisé en 2014 la mise en service de l'atelier support. L'enrichissement d'uranium issu du retraitement, qui est soumis à autorisation préalable de l'ASN, n'est pas mis en œuvre.

• 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.

Ce laboratoire répond aux exigences de sûreté les plus récentes. Ainsi, le bâtiment choisi pour l'implantation d'Atlas est plus robuste aux agressions externes que les bâtiments où étaient implantés les laboratoires qu'il remplace. L'ASN a autorisé le 7 mars 2017 la mise en service d'Atlas. Après validation des essais de démarrage, Orano a démarré en 2018 le fonctionnement de deux des trois bancs d'analyse infrarouge et des bancs de sous-échantillonnage d' UF_6 . Conformément à l'autorisation de mise en service, Orano a réalisé une synthèse des essais de démarrage, un bilan de l'expérience d'exploitation acquise et mis à jour son référentiel de sûreté en 2018.

• L'installation dite « Parcs uranifères du Tricastin » – INB 178

À la suite du déclassement 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 déclassement 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.

1.2 – Fabrication du combustible

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, dite « [FBFC](#) » (INB 98), 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 appelée [Cerca](#) (INB 63).

Le combustible MOX, constitué d'un mélange d'oxydes d'uranium appauvri et de plutonium, est fabriqué dans l'INB 151 [Melox](#), exploitée par Orano Cycle et située sur le site nucléaire de Marcoule.

1.3 – Aval du cycle du combustible – retraitement

• Les usines de retraitement Orano Cycle 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 Cycle.

La mise en service des différents ateliers des usines [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, 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 tonnes par an. Les limites et conditions de rejet et de prélèvement d'eau du site sont définies par deux décisions de l'ASN du 22 décembre 2015 ([décision n° 2015-DC-0535](#) et [décision n° 2015-DC-0536](#)).

• 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 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 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 $UO_2(NO_3)_2$. 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 précipité par de l'acide oxalique, séché, calciné en oxyde de plutonium, conditionné en boîtes étanches et entreposé. Il est ensuite destiné à la fabrication de combustibles MOX dans l'usine Orano Cycle 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 standard de déchets vitrifiés (CSD-V). Les morceaux de gaines métalliques sont compactés et conditionnés en colis standard 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 de Soulaire (voir chapitre 14) ou entreposés sur le site Orano Cycle de La Hague dans l'attente d'une solution pour leur stockage définitif (notamment les CSD-V et 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 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 et son retraitement après irradiation constituent le « cycle du combustible nucléaire ». Il implique différents exploitants : Orano Cycle, Framatome, EDF et l'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. Dans ce cadre, l'ASN demande périodiquement qu'EDF transmette un dossier dit « Impact

cycle », rédigé conjointement avec les acteurs du cycle, présentant les conséquences sur chaque étape du cycle du combustible de la stratégie d'EDF d'utilisation, dans ses réacteurs, des différents types de combustible.

L'ASN a demandé en 2015 à EDF qu'une révision globale du dossier « Impact cycle » soit effectuée pour 2016. En juin 2016, EDF a remis le dossier dénommé « Impact cycle 2016 » pour la période 2016-2030 : ce dossier, élaboré en collaboration avec Framatome, Orano Cycle et l'Andra, identifie notamment les seuils de rupture (saturations de capacités, limite de teneur isotopique de combustible atteinte, etc.) prévisibles jusqu'en 2040 en prenant en compte plusieurs scénarios d'évolution du mix énergétique. Cette mise à jour présente plusieurs nouveautés par rapport aux démarches antérieures engagées en 1999 et 2006 :

- la période d'étude couvrant habituellement dix ans a été portée à quinze ans, afin de tenir compte des délais effectivement constatés dans l'industrie nucléaire pour concevoir et construire de nouvelles installations qui seraient identifiées comme nécessaires à la mise en œuvre de la stratégie ;
- les aléas sur les transports de substances radioactives ont été explicitement pris en compte ;
- la fermeture de réacteurs nucléaires a été étudiée sur la période de temps considérée, notamment dans l'hypothèse d'une demande électrique stable jusqu'en 2025 pour tenir compte de la programmation prévue par la [loi n° 2015-992 du 17 août 2015](#) sur la transition énergétique pour la croissance verte ;
- la stratégie de gestion et d'entreposage des combustibles usés dans l'attente de leur traitement ou de leur stockage a été explicitée.

Après instruction, l'ASN a rendu le [18 octobre 2018 son avis](#), dont les principales conclusions sont les suivantes.

L'ASN estime que le dossier « [Impact cycle 2016](#) » présente de manière satisfaisante les conséquences de différents scénarios d'évolution du cycle du combustible nucléaire sur les installations, les transports et les déchets. L'étude des conséquences d'aléas pouvant affecter le fonctionnement du cycle doit en revanche être approfondie.

L'ASN 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'emballage de transport, sont suffisamment anticipés.

Sur la décennie à venir, il apparaît en particulier qu'afin d'éviter la saturation trop rapide des capacités d'entreposage existantes (piscines des réacteurs nucléaires et de La Hague), toute diminution de la production par des réacteurs consommant du combustible MOX doit être accompagnée d'une diminution de celle des réacteurs consommant du combustible issu d'uranium naturel enrichi (UNE), de manière que l'ensemble des combustibles UNE usés soient retraités.

À plus long terme, il convient soit de disposer de nouvelles capacités d'entreposage très significativement supérieures au volume actuel et projeté, soit de pouvoir consommer du combustible MOX dans d'autres réacteurs que ceux de 900 MWe, qui sont les plus anciens. Ces options nécessitent, pour leur conception et leur réalisation, des délais de l'ordre de la décennie. L'ASN demande donc dès maintenant aux industriels d'étudier ces deux options.

Le Gouvernement élabore actuellement la programmation pluriannuelle de l'énergie (PPE), qui est réactualisée tous les cinq

ans. Le fonctionnement du cycle du combustible nucléaire est susceptible d'évoluer en fonction des orientations ainsi définies. L'ASN demande donc aux industriels d'étudier, en matière de sûreté et de radioprotection, les conséquences de la mise en œuvre de la PPE sur le cycle du combustible nucléaire, et sa cohérence, à l'occasion de chacune de ses révisions.

1.5 — Perspectives: les installations en projet et les installations dont les activités cesseront prochainement

• Projet d'une nouvelle installation d'entreposage d'uranium sur le site du Tricastin

Orano Cycle a fait part à l'ASN, en février 2015, de sa volonté de créer une nouvelle INB destinée à l'entreposage, sur le site du Tricastin, de matières uranifères issues du retraitement de combustible. Orano Cycle a entrepris des actions d'optimisation des entreposages existants du site pour repousser leur date de saturation de 2019 à 2021 et a déposé en novembre 2017 une demande d'autorisation de création de nouveaux bâtiments d'entreposage. L'ASN a indiqué en 2018 au ministre chargé de la sûreté nucléaire que le contenu de la demande d'autorisation de création était suffisant pour permettre une poursuite de l'instruction en 2019.

• La construction de nouvelles capacités d'entreposage de colis de déchets

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 dit « extension d'entreposage des verres sur le site de La Hague » (E/EV/LH) a commencé en 2007. Ces ateliers sont construits module par module, par construction d'unités identiques appelées « fosse ». Les fosses 50 et 60 sont en construction pour accroître la capacité d'entreposage.

Par ailleurs, Orano Cycle a demandé en avril 2017 une modification du décret de création de l'usine UP3-A pour pouvoir étendre l'entreposage de CSD-C. Cette demande est en cours d'instruction par l'ASN.

• Projet d'unité de traitement de combustibles particuliers

Afin de recevoir et traiter les combustibles particuliers irradiés dans le réacteur Phénix ou d'autres réacteurs de recherche, Orano Cycle a transmis en 2016 le dossier d'options de sûreté d'une nouvelle unité de traitement de combustibles particuliers. Cette unité comporterait de nouveaux équipements de cisailage et de dissolution. En mars 2017, l'ASN a indiqué à l'exploitant que les options de sûreté de cette nouvelle unité étaient globalement satisfaisantes. Des difficultés de conception ultérieures ont cependant conduit Orano Cycle à demander en 2018 un délai supplémentaire pour remettre la demande d'autorisation de cette unité prescrite par l'ASN. L'ASN étudiera l'acceptabilité de cette demande en 2019.

• Projet de piscine d'entreposage centralisé d'EDF

Étant donné les échéances, identifiées par l'instruction du précédent dossier de « cohérence du cycle », de saturation des capacités d'entreposage de combustibles usés et les délais nécessaires à la conception et à la construction d'une nouvelle installation, l'article 10 de l'[arrêté du 23 février 2017](#) établissant des prescriptions du Plan national de gestion des matières et des déchets radioactifs prescrit à EDF de transmettre « avant le 30 juin 2017 à l'ASN les options techniques et de sûreté relatives à la création de nouvelles capacités d'entreposage ».

EDF a retenu une piscine d'entreposage centralisé. Elle a transmis en 2017 un dossier d'options de sûreté concernant ce projet. Ce projet, dont la localisation n'a pas été précisée par EDF, 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.

L'ASN a invité EDF à compléter son dossier en juin 2017. Une fois ces compléments reçus, l'ASN a examiné la recevabilité de ce dossier, et saisi l'IRSN pour réaliser une expertise de ce sujet. Elle a souhaité de plus de disposer de l'avis du [groupe permanent d'experts](#), qui s'est réuni le 20 décembre 2018 pour examiner ces options de sûreté. L'ASN rendra son avis en 2019.

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

Les installations du cycle présentent des enjeux différents aux différentes étapes du cycle du combustible:

- 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, en liquide ou cristallisées);
- les installations de fabrication de combustible induisent principalement des risques toxiques (quand elles ont des unités de conversions), de criticité, d'incendie ou d'explosion (ce sont des usines de céramique, qui utilisent des procédés de chauffe), de dissémination de substances radioactives (qui se présentent en poudre ou sont cristallisées) 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 sont notamment liquides et 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 dans des quantités industrielles. Les risques industriels classiques y sont donc prégnants. Certaines usines d'Orano Cycle 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. Chaque installation est notamment classée par l'ASN dans l'une des trois catégories définies au regard de l'importance des risques et inconvénients qu'elle présente. 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.

En complément des inspections réalisées sur chaque installation, l'ASN contrôle les installations du cycle, en prêtant une attention particulière aux sujets suivants:

- les démonstrations de sûreté effectuées par l'exploitant pour justifier le fonctionnement des installations nucléaires ou des modifications;

- l'organisation des exploitants;
- la qualité d'exploitation des différentes INB;
- la cohérence du cycle;
- le retour d'expérience au sein des INB du cycle (voir chapitre 3, point 3.3.1).

Lorsque les installations sont modifiées de manière substantielle ou lorsqu'elles sont définitivement arrêtées, l'ASN est en charge de l'instruction de ces modifications et propose au Gouvernement les projets de décrets qui accompagnent ces changements. 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'assumer ses responsabilités en matière de sûreté nucléaire, de radioprotection, de gestion de crise en cas d'accident, ainsi que de protection de la nature, de l'environnement, de la santé et 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 – Le retour d'expérience de Fukushima

Le retour d'expérience de l'accident de Fukushima a été intégré de façon prioritaire sur l'ensemble des installations du cycle du combustible. Les exploitants ont fourni les rapports des [évaluations complémentaires de sûreté](#) (ECS) en septembre 2011 pour toutes les installations et sites, à l'exception de l'INB 63 de Romans-sur-Isère, dont le rapport a été remis en septembre 2012.

En juin 2012, l'ASN a fixé aux installations d'Orano Cycle et de Framatome évaluées en 2011 des prescriptions complémentaires au vu des conclusions des ECS. Ces prescriptions imposent notamment la mise en œuvre d'un « noyau dur » de dispositions matérielles et organisationnelles visant à prévenir un accident grave ou en limiter la progression, limiter les rejets massifs et

permettre à l'exploitant d'assurer les missions qui lui incombent dans la gestion d'une crise.

De façon générale, Orano et Framatome ont conçu et mis en œuvre dans des délais courts de nouveaux moyens destinés à faire face à des situations extrêmes dans leurs installations.

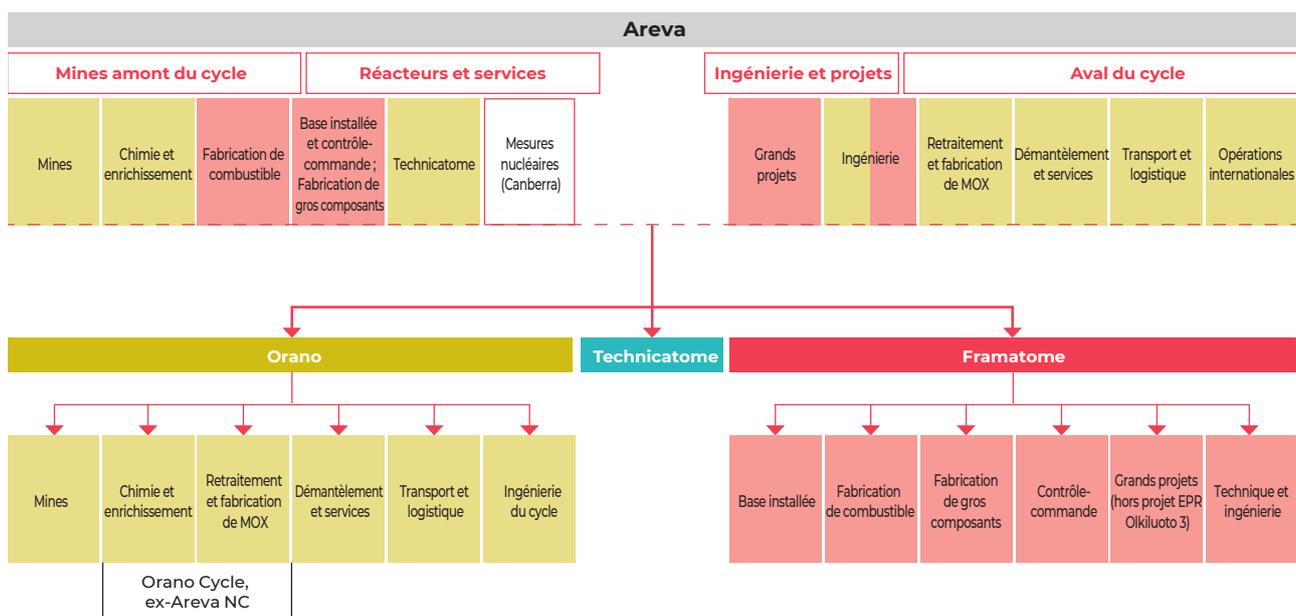
L'ASN a autorisé les exploitants des sites de Romans-sur-Isère et du Tricastin, respectivement en 2016 et en 2017, à faire évoluer les plans d'urgence interne de leurs INB pour y intégrer les dispositions du noyau dur dédiées à la gestion de crise. En particulier, les postes de commandement de crise local (PCD-L) de ces sites ont été déménagés au sein de nouveaux bâtiments de gestion de crise robustes à l'égard des aléas extrêmes. Ces bâtiments disposent notamment d'un système de ventilation avec filtration permettant de protéger le personnel présent d'un rejet toxique en provenance des installations de ces sites, des installations voisines, ou encore, sur le site du Tricastin, d'un rejet radioactif en provenance de la centrale nucléaire voisine.

Concernant le site de La Hague, Orano Cycle termine fin 2018 le changement des vannes du barrage des Moulinets de façon à assurer un niveau de robustesse à cet ouvrage permettant de disposer de réserves d'eau importantes en cas de situation extrême. Orano Cycle achève également la mise en place de pompes fixes de recirculation de l'eau sous chaque piscine d'entreposage afin de recycler l'eau et de maintenir un niveau d'eau minimal au-dessus des assemblages combustibles en cas de fuite. La fin prévisionnelle de ces travaux est prévue en avril 2019. L'ASN a autorisé en août 2018 Orano Cycle à mettre en œuvre des nouvelles dispositions organisationnelles permettant de remédier aux conséquences d'aléas extrêmes sur son site de La Hague. Le nouveau bâtiment de crise du PCD-L du site, robuste vis-à-vis de ces aléas, est aujourd'hui opérationnel.

Sur le site de Marcoule, Orano Cycle a commencé la construction de son nouveau bâtiment de crise, robuste aux aléas extrêmes, qui devrait être achevée en 2019.

L'ASN considère que l'avancement des travaux post-Fukushima est globalement satisfaisant chez Orano Cycle et Framatome.

Schéma de la réorganisation d'Areva en 2018



Hors Énergies renouvelables et Areva Med
Hors fonctions support

2.3 — 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 effectuer des réexamens périodiques de leur installation au moins tous les dix ans. Ces exercices ont été conduits graduellement sur les installations du cycle. Les premiers ont concerné les INB 151 (Melox) et 138 (Socatri) et ont permis d'identifier de nombreuses actions de renforcement de ces installations, dont l'essentiel est mis en œuvre aujourd'hui.

L'instruction de ces réexamens périodiques a confirmé la pertinence de définir, dans une phase dite d'orientation, les sujets à examiner par l'exploitant durant le réexamen périodique et les méthodologies attendues.

Ces 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. Le développement de ces démarches peut présenter une certaine complexité car la plupart des installations du cycle du combustible sont uniques en leur genre. Orano Cycle a défini une démarche de sélection des équipements à surveiller qui est acceptable dans son principe. Cependant, l'inspection en 2018 par l'ASN de son application montre que le déploiement effectif par Orano Cycle de cette démarche présente des insuffisances.

Dans le contexte de la corrosion plus rapide que prévu des évaporateurs-concentrateurs de produits de fission et d'autres équipements de l'usine de La Hague, la maîtrise du vieillissement constitue, pour l'ASN, un enjeu prioritaire pour les installations de l'aval du cycle qui fera l'objet d'inspections dédiées et d'une vigilance accrue dans l'instruction des réexamens périodiques en cours.

2.4 — L'organisation des exploitants des installations du cycle du combustible

L'année 2018 a été marquée par la réorganisation du groupe Areva. Ses activités de conversion, d'enrichissement, de retraitement du combustible nucléaire et de fabrication de combustible contenant du plutonium sont désormais rassemblées dans Orano Cycle, tandis que les activités de fabrication de combustible nucléaire en uranium enrichi sont regroupées dans Framatome, qui est détenue par plusieurs groupes industriels et EDF, qui en possède désormais la majorité. Au cours de ce processus, Orano Cycle et Framatome ont fait preuve d'une grande transparence vis-à-vis de l'ASN, en présentant un état régulier des décisions en cours et des incertitudes résiduelles. Cette transparence illustre l'évolution positive constatée depuis plusieurs années par l'ASN concernant ses relations à haut niveau avec ces acteurs industriels.

Au cours de l'année 2018, l'ASN a mené plusieurs inspections des services centraux de ces groupes.

Framatome et Orano Cycle ont établi des conventions pour gérer leur interdépendance, notamment dans le domaine de la gestion de crise et du retour d'expérience (REX). D'une manière générale, l'ASN note que la mutualisation des moyens d'expertise, de gestion de crise et du REX au travers de l'animation conjointe de réseaux sur les sujets transverses en matière de sûreté, d'environnement et de risques industriels, est opérationnelle et permet à chaque groupe de maintenir leurs capacités techniques et organisationnelles nécessaires pour répondre à leurs responsabilités d'exploitant.

L'ASN a pu constater que des évolutions significatives ont été engagées au sein d'Orano, notamment au niveau du déploiement de la politique sûreté-environnement 2017-2020 en lien avec le plan stratégique et les priorités fixées par la direction générale. À cet égard, la nouvelle organisation du groupe, qui a séparé sa filière indépendante de sûreté de sa direction opérationnelle de sûreté au niveau central, constitue un progrès.

2.5 — Les actions particulières de contrôle menées en concertation avec l'ASND

La perspective de déclassement en INB de l'INBS du Tricastin amènera l'ASN à prendre la responsabilité du contrôle de ces installations. L'ASN veille avec l'Autorité de sûreté nucléaire de défense (ASND) à maintenir une cohérence dans l'application des exigences de sûreté et de radioprotection pour les installations dont elles ont chacune la charge sur le site du Tricastin. En effet, la plupart des installations relevant de l'ASND sont arrêtées ou en démantèlement et ne concourent plus à la défense nationale. Elles ne devraient donc plus faire l'objet de mesures de secret à ce titre et seront donc progressivement déclassées en INB dans les années à venir.

L'ASN et l'ASND ont mis en place un groupe de travail afin de préciser les étapes de la reprise du contrôle de la sûreté des activités de ce site par l'ASN. Il a été retenu que ce transfert s'effectuera progressivement et sera l'occasion de réorganiser le contrôle du site du Tricastin afin que l'ensemble du site, y compris ses sols présentant des pollutions historiques, soit contrôlé par l'une ou l'autre des autorités de sûreté. En concertation avec l'ASND, l'ASN proposera au ministre chargé de la sûreté nucléaire un reclassement des différentes installations de l'INBS du site vers des INB visant à minimiser le nombre d'étapes.

Les diverses installations de l'INBS devraient être regroupées, selon leur finalité, au sein d'INB existantes ou nouvelles. Leurs référentiels de sûreté devront par la suite être mis en conformité avec le régime des INB.