

Compte rendu de la 67^e réunion du GT PNGMDR du 18 novembre 2019

1. Points d'information

Monsieur Lachaume (ASN) introduit la réunion, en excusant Monsieur Doroszczuk (ASN) de son absence.

Monsieur Lachaume indique que la Commission nationale du débat public (CNDP) rendra ses conclusions le 25 novembre 2019 sur le débat public précédant l'élaboration du 5^e PNGMDR. Il propose qu'une réunion du GT PNGMDR dédiée aux suites qui pourraient être données aux conclusions du débat soit organisée, en amont de la rédaction de la décision des maîtres d'ouvrage, attendue au plus tard le 25 février 2020.

Monsieur Blavette (FNE) regrette la faible participation du public au débat. Il note toutefois la pertinence des discussions tenues, notamment les réflexions sur l'articulation du plan avec le contenu et la périodicité de la PPE. Un axe d'amélioration consisterait selon lui à élargir le périmètre de responsabilité du GT PNGMDR, afin que la société civile puisse être actrice des réflexions.

2. Résultats et conclusions sur l'inventaire en chlore-36 des déchets de graphite détenus par EDF

La présentation est assurée par Monsieur Charmoillaux (EDF).

Monsieur Charmoillaux rappelle que l'article 39 de l'arrêté du 23 février 2017 demande à EDF de conforter la « méthode inverse » en vérifiant, par des campagnes complémentaires de mesures, le caractère conservatif de l'inventaire total en chlore-36 des déchets de graphite.

Il rappelle que la méthode inverse, développée par EDF, permet de déterminer les impuretés réellement activées, grâce à l'analyse d'échantillons par activation dans les conditions réelles de l'irradiation du graphite en réacteur. Cette méthode a été présentée à la CNE2 en 2013 et 2014, et fait l'objet d'un avis du groupe permanent d'experts pour les déchets (GPD) en 2015.

Monsieur Charmoillaux indique que l'application de la méthode inverse a permis de déterminer les valeurs de concentration moyenne en chlore-36 des déchets de graphite provenant des différents sites EDF, variant de quelques ppb à environ 90 ppb. Il rappelle que l'activité en chlore-36 des déchets de graphite déclarée dans les années 2000 par EDF s'élevait à environ 5 TBq, et que le précédent rapport remis dans le cadre du PNGMDR 2013-2015 introduisait une correction, pour les chemises des silos de Saint-Laurent, avec une valeur de l'ordre de 500 GBq. Les dernières mesures réalisées montrent que l'inventaire en chlore-36 de l'ensemble des déchets de graphite d'EDF s'élève à 140 GBq en 2019.

Monsieur Charmoillaux précise que la correction de certains interférents de l'ancien protocole de mesures, par la réalisation de nouvelles mesures ou la correction des mesures anciennes, a notamment permis la réduction d'un facteur 100 de l'activité en chlore-36 inventoriée des chemises des silos de Saint-Laurent. Le reste de l'évolution de l'inventaire s'explique par la réduction des conservatismes, bien qu'une incertitude de l'ordre de 30 % subsiste sur l'inventaire en chlore-36 des chemises.

Relevé de discussions

En réponse à Monsieur Louis (DGEC), Monsieur Charmoillaux indique que la réduction importante de l'inventaire en chlore-36 des chemises de graphite des silos de Saint-Laurent s'explique principalement par la correction de biais provenant des mesures historiques issues de la fin de l'exploitation des tranches UNGG de Saint-Laurent. Il ajoute que ces résultats sont cohérents avec ceux présentés précédemment par le CEA concernant les chemises de Chinon A2.

En réponse à Monsieur Kassiotis (ASN), Monsieur Charmoillaux précise que la filière de gestion identifiée pour ces déchets de graphite reste la filière FA-VL, malgré la réduction de l'inventaire en chlore-36, hormis les déchets de graphite de Chinon A2 pour lesquels l'acceptabilité au CSA est en cours d'étude.

En réponse à Monsieur Autret (ACRO), Monsieur Charmoillaux précise que le gain observé sur l'incertitude relative correspond à des marges intégrées initialement par EDF qui ont pu être réduites grâce aux mesures complémentaires récentes.

En réponse à Monsieur Blavette (FNE), Monsieur Charmoillaux indique qu'EDF se rapprochera prochainement de l'Andra pour étudier la possibilité de stocker au CSA des déchets de graphite de Chinon A2. Il ajoute qu'il n'est pas prévu de modifier les capacités radiologiques en chlore-36 du CSA. Madame Thabet (Andra) précise que l'Andra se prononcera sur l'acceptation de tels déchets en stockage au CSA à l'issue des discussions techniques en cours. Pour Monsieur Kassiotis (ASN), l'évolution récente de la stratégie de démantèlement des réacteurs UNGG, conduisant à reporter de plusieurs décennies les échéances précédemment présentées, doit être prise en compte dans l'étude d'un éventuel stockage en surface des déchets de graphite, qui avait été envisagé afin de permettre le démantèlement à court-terme de ces réacteurs. Monsieur Romary (Orano) et Madame Tribout-Maurizi (CEA) indiquent qu'Orano et le CEA étudient également la possibilité d'envoyer leurs déchets de graphite au CSA.

3. Études sur le comportement des colis de déchets bitumés

La présentation est assurée par Monsieur Jourda (CEA).

En préambule, Monsieur Jourda précise que des études complémentaires ont été menées depuis le rapport établi en 2017 par le CEA au titre de l'article 46 de l'arrêté du 23 février 2017.

Il rappelle qu'environ 75 000 colis de déchets bitumés sont entreposés sur les sites du CEA Marcoule et d'Orano La Hague. La question du risque incendie de ces colis s'est posée lors de leur fabrication, en raison de la réactivité des sels lors de leur montée en température. Afin d'étudier les risques en situation d'entreposage, des essais thermiques, à différents paliers de températures, ont été réalisés sur des échantillons de déchets bitumés de l'ordre de 1 kg, représentatifs des différentes familles de composition des colis. Ces essais ont montré que la présence de sels n'a pas provoqué une diminution de la température d'auto-inflammation du bitume, toujours restée à une température supérieure à 300 °C. Toutefois, une faible pyrolyse du bitume est observée à partir de 200 °C. Les critères de sûreté retenus relatifs au confinement des radionucléides sont une perte totale de confinement à 300 °C et le début de la dégradation du confinement à 200 °C.

Monsieur Jourda indique que le caractère isolant du bitume implique une faible propagation de la chaleur à l'intérieur du colis. Les essais sur échantillon ont ainsi montré qu'une hausse de température de l'extérieur d'un facteur 100 se répercute pour moitié au centre de l'enrobé au bout de 80 minutes. Ainsi, lorsque l'enrobé est chauffé par l'extérieur, seule une faible partie du volume de l'enrobé atteint les conditions de température permettant le déclenchement de réactions exothermiques.

Monsieur Jourda décrit les essais menés sur des échantillons irradiés par rayonnement gamma. Sous l'effet du rayonnement, les atomes d'hydrogène du bitume se détachent des atomes de carbone, formant des radicaux libres d'hydrogène, qui, en se regroupant, créent des bulles d'hydrogène. Un double phénomène impacte la vitesse de migration de ces bulles d'hydrogène : d'une part, la poussée d'Archimède et d'autre part la viscosité. Cette dernière augmente avec la réticulation du bitume sous l'effet de l'irradiation, et diminue, avec un effet plus important, avec la diminution de la viscosité consécutive à l'augmentation de la température.

Monsieur Jourda présente un graphique qui synthétise le comportement des bitumes en fonction de la température. Dans les conditions d'entreposage, les déchets bitumés sont stables, avec une montée des bulles d'hydrogène très lente. À partir de 80 °C, les bulles se déplacent vers la surface à l'échelle de l'heure. À partir de 140 °C, le bitume devient fluide. À partir de 200 °C, le phénomène de pyrolyse débute, accompagné d'une formation de gaz. L'auto-inflammation, uniquement en présence d'air, se produit à partir de 300 °C.

Monsieur Jourda décrit les essais thermiques à l'échelle réelle menés par l'Andra sur un conteneur de stockage qui a été soumis à une température de plus de 900 °C pendant une heure. Il en résulte que les températures observées à la surface du conteneur sont inférieures à 100 °C. Monsieur Jourda indique que l'épaisseur actuelle du conteneur béton, augmentée par rapport aux premières hypothèses de conception, permet de limiter encore plus la sollicitation thermique sur le colis primaire.

Il décrit ensuite les résultats de la simulation d'une combustion d'un fût à l'intérieur d'un conteneur pendant 3 h 30 : le maximum de température atteint sur les surfaces extérieures est de l'ordre de 85 °C.

Puis il décrit la modélisation de l'échauffement d'un fût d'enrobé en fonction de la température à l'extérieur. Cette dernière n'a pas d'influence sur la vitesse de la propagation de l'échauffement dans le fût. Ainsi, une température basse mais maintenue sur une période longue a un effet plus important qu'une température plus élevée mais maintenue sur une période plus courte dont le front de chaleur n'aura pas le temps d'atteindre le cœur du volume. De plus, les réactions exothermiques dégageant moins de 6 mW/g ne modifient pas la température interne de l'enrobé.

Monsieur Jourda décrit enfin les expériences portant sur la réactivité des enrobés, réalisées à l'aide d'un microcalorimètre, à la fois sur des échantillons neufs et quelques échantillons prélevés sur des fûts anciens. Les courbes montrent une absence de réaction exothermique significative en dessous de 150 °C. De 150 à 200 °C, les réactions sont modérées, avec le dégagement d'une puissance inférieure, à la limite de sûreté de 5 mW/g. Par ailleurs, l'énergie dégagée reste faible, atteignant au maximum à 91 J/g.

Relevé de discussions

En réponse à Monsieur Autret (ACRO), Monsieur Jourda explique que les résultats obtenus sur des échantillons d'enrobés de 1 kg sont vérifiés à l'échelle d'un fût, jusqu'à une température de l'ordre de 100 °C à laquelle les essais sur conteneurs ont été réalisés par l'Andra. Il indique également que lors des simulations, de manière pénalisante, toute la surface extérieure du fût est soumise à la même température. Concernant la prise en compte des incertitudes, il indique que les calculs ont été réalisés en intégrant des marges par rapport aux données réelles en doublant l'énergie restituée.

En réponse à Monsieur Blavette (FNE), Monsieur Jourda explique que l'échauffement d'un fût ne va pas modifier la quantité de bulles d'hydrogène, conséquence de la radiolyse du bitume, mais uniquement influencer leur vitesse de déplacement (déplacement plus rapide). Il ajoute que les gaz produits dans les fûts sont constitués à 96 % d'hydrogène, avec de très faibles quantités de méthane.

En réponse à Monsieur Autret (ACRO) s'interrogeant sur le risque d'obtenir un mélange stœchiométrique avec l'hydrogène dans les galeries de stockage, Monsieur Jourda indique qu'il serait possible sur un faible volume, mais qu'une mise sous pression de l'hydrogène est nécessaire pour qu'il constitue une source d'énergie non négligeable.

En réponse à Monsieur Louis (DGEC), Monsieur Jourda précise que, conformément aux recommandations de la revue externe sur la gestion des déchets bitumés, de nouveaux essais à l'échelle 1 sont prévus à plus haute température. L'effet de l'irradiation sur la matrice bitume sera également approfondi par des essais sur échantillons. Enfin, les modélisations du dégagement d'énergie à l'intérieur d'un fût seront précisées pour se rapprocher de la réalité physique du phénomène.

Monsieur Romary (Orano) précise que des essais complémentaires sur les déchets bitumés entreposés sur le site de La Hague sont également prévus pour corroborer les essais réalisés sur ceux de Marcoule.

4. Stockage en l'état des fûts de déchets bitumés dans Cigéo

La présentation est assurée par Madame Rabardy (Andra).

Madame Rabardy rappelle que deux voies de gestion des colis de déchets bitumés sont étudiées dans le cadre de la préparation de la demande d'autorisation de création de Cigéo. La première voie consiste à neutraliser la réactivité chimique des colis de déchets bitumés en préalable à leur stockage, pour laquelle plusieurs scénarios sont à l'étude. La deuxième voie consiste à mettre en œuvre des évolutions substantielles des options de conception de l'installation du stockage pour exclure le risque d'emballement de réactions exothermiques en cas d'incendie ou d'élévation de température dans les alvéoles de stockage. Pour cette voie, l'Andra étudie une évolution de l'agencement des colis dans les alvéoles et des solutions de renforcement de ces alvéoles. Les deux voies précitées seront présentées dans le dossier de demande d'autorisation de création, au titre de la flexibilité de l'installation.

Elle indique que la maîtrise du risque associé au stockage des colis de déchets bitumés en l'état doit répondre à deux objectifs : rendre hautement improbable le scénario d'emballement d'un fût de déchets bitumés et écarter le risque de propagation d'un emballement entre les colis de stockage. Ces objectifs conduisent à l'établissement de plusieurs scénarios de référence, prenant en compte les événements internes et les agressions les plus plausibles, et servant de base à la conception. Par ailleurs, un scénario dit « extrême » postule l'emballement de réactions exothermiques au sein d'un fût de déchets bitumés.

Madame Rabardy présente l'évolution de la conception des alvéoles de stockage qui serait nécessaire au stockage des colis de déchets bitumés en l'état. Les colis seraient stockés seulement sur deux niveaux, avec un espace libre au-dessus pour faciliter la capacité à surveiller et à intervenir.

Elle détaille les dispositions de conception retenues dans l'alvéole dans le cas des scénarios de référence. Un système complémentaire de détection incendie est envisagé sur toute la longueur de l'alvéole, qui pourrait consister à réaliser une mesure de température en continu au moyen de fibres optiques, ainsi qu'un système complémentaire d'extinction déployé par un robot et acheminé au plus près de l'incendie. Des moyens de surveillance et d'intervention en situation post-accidentelle seraient également déployés, sous la forme par exemple d'un système de manutention complémentaire pour pouvoir retirer un ou plusieurs colis.

Madame Rabardy indique que l'Andra a effectué la modélisation des conséquences sur un fût d'un feu au niveau du pont stockeur, sans tenir compte des dispositions de conception précitées, en calculant l'évolution des températures au sein de l'alvéole pour des incendies de durées différentes, et l'échauffement des colis de déchets bitumés. La température dans les colis de déchets bitumés reste inférieure à 70 °C dans tous les cas.

Par ailleurs, dans le cas du scénario « extrême », l'Andra a en particulier examiné si des gaz inflammables pouvaient s'échapper du conteneur et si une éjection du couvercle était possible. Ainsi, une atmosphère explosive a été créée au sein d'un conteneur, ce qui n'a pas conduit à l'éjection du couvercle, mais à l'échappement de quelques gaz au niveau des jointures. D'autres configurations seront testées pour valider la capacité du conteneur à résister aux différentes sollicitations. Des essais de feu interne seront également réalisés afin de tester la tenue thermomécanique du conteneur.

Madame Rabardy indique que dans le cas du scénario « extrême », les dispositions pour détecter une montée en température de l'alvéole seront renforcées par la présence de fibres optiques réparties sur l'ensemble de l'alvéole et un robot pouvant effectuer des mesures ponctuelles. De plus, un système de manutention permettra de retirer le plus rapidement possible des colis en manipulant deux au maximum, tout en respectant les hauteurs de chute spécifiées. Elle indique par ailleurs qu'un compartimentage au plus près permet de limiter au mieux la propagation de l'incendie, car la mise en place de conteneurs inertes comporte des enjeux environnementaux et des coûts supérieurs, et l'ajout de parois nécessite la manutention des colis au-dessus de leur hauteur de qualification à la chute. Ainsi, afin de valoriser le compartimentage par le conteneur, l'Andra va poursuivre ses études sur la tenue du conteneur à l'explosion, à un feu externe, et à un feu interne. En outre, l'Andra étudie un système ultime d'extinction/protection acheminé au plus près des colis de stockage agressés, avec un agent extincteur ou protecteur qui reste à définir.

En conclusion, Madame Rabardy indique que l'agencement des colis en alvéole a été modifié pour permettre une meilleure intervention et renforcer les dispositions des différentes lignes de défense. Par rapport au scénario de référence, des solutions de renforcement sont proposées, complétées de modélisations montrant que la température des déchets bitumés n'atteindra jamais 70 °C. Par rapport au scénario extrême, l'Andra poursuit des études de faisabilité et des études plus détaillées des dispositions de renforcement. De plus, l'Andra réalise des modélisations postulant l'emballement de réactions exothermiques dans un colis, notamment pour définir des débits de gaz qui pourraient être émis et leur durée. L'Andra poursuit également les études sur la sensibilité du conteneur à l'explosion

interne. Enfin, des essais sur un colis de déchets bitumés non actif et des essais de feu interne à un colis de stockage sont prévus.

Relevé de discussions

En réponse à Madame Faugières (CLIS Bure) s'interrogeant sur l'impact de la réduction du nombre de niveaux de gerbage des colis de stockage, Madame Rabardy (Andra) précise que de nouvelles alvéoles seront créées par rapport au concept de stockage initial, dans le respect de la surface prévue pour le stockage. Madame Thabet (Andra) ajoute que le surcoût lié à l'augmentation du nombre d'alvéoles destinées à accueillir des colis de déchets bitumés n'a pas été évalué à ce stade. Madame Rabardy précise que, malgré l'effet ponctuel d'augmentation des coûts de départ, ces coûts pourront être réduits au fur et à mesure du retour d'expérience.

En réponse à Monsieur Autret (ACRO), Madame Rabardy indique que les robots pouvant intervenir sur d'éventuels incendies existent déjà dans certaines installations nucléaires et sont développés principalement par le CEA, et que les études se poursuivent.

En réponse à Monsieur Blavette (FNE) s'interrogeant sur le devenir des colis de déchets bitumés en cas d'accident dans une alvéole, Madame Rabardy indique que les colis seraient remontés dans des cellules dédiées en surface.

En réponse à Madame Faugières (CLIS Bure) demandant la cartographie du stockage intégrant les modifications de conception, Madame Thabet (Andra) indique que certains éléments sont en cours d'élaboration, mais que l'Andra est disposée à échanger sur le sujet.

En réponse à Monsieur Autret (ACRO) s'interrogeant sur l'extension des installations de surface dans le cadre de la réversibilité, Monsieur Louis (DGEC) indique que cette problématique est différente de celle de la récupération de colis endommagés en cas d'accident. Madame Thabet (Andra) ajoute que les dispositions de conception retenues pour Cigéo ont pour objectif de se prémunir de l'événement postulé par le scénario extrême, mais que ce dernier est tout de même étudié et concernerait seulement un petit nombre de colis.

Monsieur Lachaume (ASN) conclut les échanges en rappelant que la demande du PNGMDR n'a pas pour ambition de répondre à l'ensemble des questions qui devraient trouver leur réponse dans le dossier de demande d'autorisation de création de Cigéo.

5. Avancement des travaux sur des scénarios prospectifs de traitement et conditionnement des déchets bitumés

La présentation est assurée par Madame Tribout-Maurizi (CEA).

Madame Tribout-Maurizi rappelle que la première partie de l'article 48 de l'arrêté du 23 février 2017 concerne l'identification des procédés de traitement et de conditionnement des déchets bitumés. Elle rappelle également que le CEA a produit un rapport, dans le cadre du PNGMDR 2013-2015, présentant un procédé d'incinération-vitrification pour lequel un certain nombre de verrous techniques ont été identifiés. L'ASN a alors recommandé la poursuite des études liées au traitement et au conditionnement des déchets bitumés, en élargissant le type de procédé. De plus, dans son avis sur le

dossier d'options de sûreté (DOS) de Cigéo, l'ASN a recommandé de privilégier la recherche de la neutralisation de la réactivité chimique des colis de déchets bitumés, et de travailler en parallèle sur la modification de la conception de Cigéo.

Madame Tribout-Maurizi précise que différents procédés sont envisageables. Deux groupes de travail se sont succédés, le premier ayant pour objectif de cartographier les procédés susceptibles d'être utilisés, le deuxième d'identifier si les procédés ainsi identifiés étaient industrialisables. Dans le cadre de ce dernier GT, les experts ont réfléchi à la manière d'intégrer les briques technologiques « pré-traitement », « traitement » et « post-traitement », au sein de filières formant le procédé global.

Madame Tribout-Maurizi présente les critères retenus pour l'analyse multicritères des différents procédés : sûreté, criticité, sécurité, environnement, radioprotection, réduction du volume de déchets, déchets induits, flux industriels, exploitabilité/maintenabilité, approvisionnement, disponibilité. Le critère économique n'a pas été retenu car il est l'objet de l'analyse technico-économique prévue par la deuxième partie de l'article 48 de l'arrêté du 23 février 2017.

Madame Tribout-Maurizi présente les différents procédés utilisables pour la brique de pré-traitement :

- la liquéfaction du bitume par chauffage ;
- la découpe à froid, soit par cryobroyage (congélation du colis qui est ensuite injecté dans un broyeur) soit une découpe par azote liquide ;
- la solubilisation du bitume et la séparation des sels, au moyen d'une dissolution par solvant ou l'utilisation de CO₂ supercritique.

En termes de traitement, les différents procédés étudiés sont :

- l'incinération-vitrification, qui assure une destruction totale du bitume et des sels ;
- la combustion classique ou le vaporeformage, qui détruisent le bitume et en grande partie les sels ;
- la dénitrification chimique, qui permet de détruire les sels, mais pas le bitume.

L'incinération-vitrification ne nécessite pas de post-traitement. Pour les autres procédés produisant des sels à l'issue du traitement, les procédés de post-traitement envisagés sont :

- la cimentation, aboutissant probablement à la production de colis FMA-VC en raison du faible taux d'incorporation lié à la physico-chimie ;
- la vitrification, aboutissant à la production de colis de verres dont l'exutoire serait Cigéo ;
- la vibrocompaction, permettant de fabriquer et de mouler des blocs de béton.

Madame Tribout-Maurizi précise qu'un certain nombre de procédés n'ont pas été retenus :

- la dénitrification chimique dont la cinétique serait très lente, qui générerait une quantité importante d'effluents actifs, et qui ne permet que la neutralisation des nitrates ;
- les procédés en milieu subcritique et supercritique, notamment pour des raisons de contraintes de sûreté liées à l'exploitation d'équipements sous pression ;
- la dissolution dans un solvant organique, impliquant l'utilisation de quantités de solvants importantes associée à un procédé complexe et des cadences faibles.

Madame Tribout-Maurizi décrit les trois filières retenues. La première consiste en une incinération-vitrification de type PIVIC, pour laquelle le bitume n'est pas séparé du fût. L'étape de pré-

traitement choisie est la découpe à froid ou le cryobroyage. L'incinération s'effectue par torche plasma et les résidus sont directement conditionnés dans un verre. Ce procédé souffre toutefois d'un faible niveau de maturité quant à son application au cas des déchets bitumés (en haute activité). Les autres filières retenues consistent en un traitement par étapes, avec une première étape de concassage à froid et de séparation du fût et du bitume, puis d'incinération dans un four (filière 2) ou de vaporeformage (filière 3). Ce procédé de traitement produit des résidus qui sont des sels détruits en partie, à conditionner soit par vitrification (filière 2), soit par cimentation (filière 3).

Madame Tribout-Maurizi conclut sa présentation en indiquant qu'un consensus a été obtenu entre les différents experts ayant participé à l'analyse multicritères des filières de traitement des déchets bitumés. Les filières identifiées sont celles présentant le meilleur potentiel et pour lesquelles les travaux menés dans le cadre des groupes de travail n'ont pas conduit à identifier de point rédhibitoire. Des points durs ont néanmoins été identifiés, notamment pour les démonstrations de sûreté. L'étape suivante consiste à évaluer leur pertinence technico-économique et leur faisabilité, en tenant compte de la globalité de la gestion des déchets bitumés, depuis la reprise des fûts en entreposage, jusqu'au stockage des résidus et des déchets induits.

Relevé de discussions

En réponse à Monsieur Boutin (FNE), Monsieur Jourda (CEA) précise qu'une dizaine de sels différents ont été utilisés lors de la production des fûts de déchets bitumés. En réponse à Monsieur Boutin demandant si les filières de traitement identifiées sont compatibles avec la diversité de sels présents dans les déchets bitumés, Madame Tribout-Maurizi (CEA) indique que dans le cas de l'incinération-vitrification, l'ensemble de la matière serait décomposée et oxydée, alors que pour les autres filières sans vitrification à haute température, des efforts de R&D doivent se poursuivre pour mieux comprendre le comportement des sels dont une partie ne serait pas complètement décomposée.

En réponse à Madame Faugières (CLIS de Bure) demandant l'impact du traitement sur les inventaires de déchets à stocker, Madame Tribout-Maurizi indique que dans le cas de la vitrification, le volume occupé par les colis de déchets bitumés dans Cigéo serait notablement réduit. Dans le cas de la cimentation, le volume de déchets produits serait plus important, avec une acceptabilité dans une catégorie FMA-VC qui reste à démontrer pour tout ou partie des bitumes.

En réponse à Monsieur Autret (ACRO), Madame Tribout-Maurizi indique que l'étude en réponse à l'article 48-2 de l'arrêté du 23 février 2017, demandant de comparer les filières selon des critères économiques, techniques et de sûreté, sera de nature semi-qualitative en raison du niveau des études de pré-faisabilité réalisées.

6. Avancement des travaux de développement du procédé d'incinération/vitrification (PIVIC) visant à conditionner les déchets MA-VL organiques riches en émetteurs alpha

La présentation est assurée par Monsieur Pelletier (Orano).

Monsieur Pelletier indique que des déchets technologiques alpha, désignés sous le terme de déchets alpha non susceptibles d'un stockage de surface (N3S), sont produits par les installations de fabrication de combustible MOX et certains ateliers de l'usine de La Hague. Ces déchets contenant des matières

organiques et des traces d'uranium et de plutonium, il est nécessaire de prendre des dispositions particulières pour la maîtrise des risques pour le stockage dans Cigéo, en particulier pour des problématiques de radiolyse et de comportement dans le stockage en milieu géologique.

Le procédé d'incinération-vitrification In Can (PIVIC), en cours de développement par Orano en collaboration avec l'Andra et le CEA, permettrait de détruire la fraction organique du déchet avant conditionnement dans une matrice stable et durable. Il s'agirait de traiter environ 30 000 fûts divisés en quatre catégories : organiques purs (gants, plastiques, etc.), médias filtrants, boîtes de PuO₂, métalliques. Tous ces déchets sont systématiquement entourés de trois couches de vinyles constituant une matière organique. Le procédé consiste en un assemblage complexe de plusieurs briques technologiques développées par le CEA.

Monsieur Pelletier indique qu'un prototype à l'échelle 1 a été construit en 2017 à Marcoule. Il décrit ensuite le principe de fonctionnement du procédé. Le déchet est d'abord introduit dans la partie supérieure d'un réacteur, à l'aide d'un panier, puis une succession de sas permet de le descendre au niveau de la chambre du réacteur, légèrement au-dessus de torches, permettant la combustion entre 800 et 1 000 °C de la fraction organique. Une fois cette combustion terminée, le panier contenant le déchet est déposé dans la partie inférieure du réacteur, constituée d'un canister chauffé par induction électromagnétique, ce qui conduit à une séparation biphasique de la phase métallique et, au-dessus, le vitrifiât.

En ce qui concerne la mise en œuvre industrielle, Monsieur Pelletier précise qu'il est envisagé, après désentreposage des fûts, de les reconstruire, puis d'effectuer un entreposage tampon, de vidanger le fût dans un panier et de l'introduire dans le réacteur. Une fois le canister rempli, il est refroidi, puis des colis sont constitués à partir de deux canisters refroidis. Monsieur Pelletier ajoute que les études de faisabilité industrielle incluent également l'analyse des problématiques de sûreté, de la gestion de la matière fissile, de conduite du procédé, de fiabilité, de maintenabilité et de cadence.

Monsieur Pelletier précise que le procédé permettrait d'éliminer les matières organiques du déchet à stocker, de confiner la matière fissile dans une matrice stable et durable constituée par le vitrifiât, et de permettre une réduction de volume d'un facteur 8.

Monsieur Pelletier indique que le développement du procédé est actuellement dans une phase de faisabilité, avec un certain nombre d'avancées qui ont été réalisées sur le prototype à l'échelle 1. Des démonstrations restent nécessaires avant de finaliser la qualification du procédé en 2026.

Monsieur Pelletier ajoute que la phase de faisabilité anticipe l'industrialisation du procédé, avec comme objectifs d'obtenir un colis gérable en exploitation et acceptable par les parties, de s'assurer de la capacité à exploiter l'installation de manière industrielle, de gérer la matière fissile dans le procédé, ainsi que les situations dégradées.

Il indique en conclusion que PIVIC constitue un procédé de traitement sans étape préalable de déchets hétérogènes, avec un coût d'investissement significatif comparé aux solutions du passé. Les prochaines étapes du projet sont de disposer d'un traitement des gaz adapté pour le prototype, de qualifier le procédé et de préciser la conception de la future installation industrielle sur le site de La Hague.

Relevé de discussions

En réponse à Monsieur Blavette (FNE), Monsieur Pelletier indique que l'installation sera consommatrice d'une quantité importante d'énergie, en raison de l'utilisation de la torche plasma.

En réponse à Monsieur Autret (ACRO), Monsieur Romary (Orano) indique que la complexité de l'assemblage des briques technologiques réside dans la capacité à faire fonctionner des briques qui fonctionnent aujourd'hui toutes individuellement ensemble au même moment. L'installation serait implantée sur le site de La Hague. Monsieur Pelletier (Orano) ajoute que le traitement des gaz est étudié et dimensionné pour respecter toutes les exigences réglementaires.

En réponse à Madame Faugières (CLIS Bure) évoquant la prise en compte de la gestion des déchets bitumés dans le dossier de demande d'autorisation de création de Cigéo, Madame Thabet (Andra) indique que la difficulté réside dans le fait qu'il est question d'une installation dont la durée d'exploitation prévue est de 120 ans. Le dossier de demande d'autorisation de création sera complété par d'autres éléments requis ultérieurement à l'occasion de la mise en service ou des réexamens de sûreté, bien qu'il devra tout de même comporter la vision la plus complète avec l'état des connaissances et des incertitudes actuelles. Ainsi, les deux voies possibles de gestion des déchets bitumés seront bien décrites dans le dossier, mais pas de façon aussi détaillée que d'autres éléments mis en œuvre plus rapidement que le stockage des déchets bitumés, prévu au plus tôt dans les années 2040 ou 2050. Monsieur Lachaume ajoute que l'objet du PNGMDR est de trouver des solutions pour tous les types de déchets, et pas uniquement pour ceux destinés à être stockés dans Cigéo.

En réponse à Monsieur Blavette (FNE), Monsieur Louis (DGEC) estime que les travaux doivent se poursuivre pour mettre en œuvre les recommandations du groupe de revue sur la gestion des déchets bitumés, afin d'être en capacité de prendre la meilleure décision. La temporalité est différente de celle du dépôt de la demande d'autorisation de création de Cigéo.

En réponse à Madame Faugières s'interrogeant sur l'acceptabilité sociale du report des décisions concernant la gestion des déchets bitumés après le dépôt de la demande d'autorisation de création de Cigéo, Monsieur Louis précise que l'enjeu est de progresser dès aujourd'hui sur le sujet, ce qui est le cas avec les études complémentaires prévues. Madame Thabet ajoute les études doivent se poursuivre afin d'acquérir de nouveaux éléments de connaissance, qui seront progressivement pris en compte.

En réponse à Monsieur Autret demandant si des déchets bitumés et du plutonium emballé dans du vinyle ont été stockés au centre de stockage de la Manche, Madame Thabet indique que ces informations pourront lui être transmises après vérification.

LISTE DES PARTICIPANTS A LA 67^E REUNION DU GT PNGMDR DU 18 NOVEMBRE 2019

| | Organisation | Nom | Prénom |
|-----------------------|---------------------|-----------------|---------------|
| Exploitants | ANDRA | ELLUARD | Marie-Paule |
| | | BAUER | Corinne |
| | | LIEBARD | Florence |
| | | RABARDY | Myriam |
| | | ROUX NEDELEC | Pascale |
| | | THABET | Soraya |
| | | VOINIS | Sylvie |
| | | WASSELIN | Virginie |
| | ORANO | ALAMADA ANGULO | Célia |
| | | CRASTES | Fabrice |
| | | FORBES | Pierre |
| | | GRYGIEL | Jean-Michel |
| | | HOURCADE | Frédérique |
| | | PELLETIER | Sylvain |
| | | ROMARY | Jean-Michel |
| | CEA | COLLIER | Rémy |
| | | DELEUIL | Stéphane |
| | | FERRY | Cécile |
| | | FIRON | Muriel |
| | | JOURDA | Paul |
| | | MAGNIN-SALUDEN | Magali |
| | | TRIBOUT-MAURIZI | Anne |
| | EDF | AUGÉ | Laurent |
| | | CAISSO | Marie |
| | | CHARMOILLAUX | Mathieu |
| | | DUMORTIER | François |
| LAUGIER | | Frédéric | |
| CYCLIFE FRANCE | BRAUD | Christophe | |
| | FROMNOT | Isabelle | |
| Autorités | ASN | ARIES-NASSER | Marie-Eve |
| | | CADET-MERCIER | Sylvie |
| | | EVARD | Lydie |
| | | GALLY | Angel |
| | | GUPTA | Olivier |
| | | KASSIOTIS | Christophe |
| | | LACHAUME | Jean-Luc |
| | | MAUDRY | Arnaud |
| | | NGUYEN | Viviane |

| | | | |
|------------------------|-------------------|---------------|----------------|
| | | SABOULARD | Thomas |
| | | SGUARIO | Igor |
| | ASND | GIOVANNONI | Paul |
| | | LETERQ | Didier |
| | | MAUBANT | Sylvain |
| Ministères | DGEC | RECULEAU | Jean-Yves |
| | | CHATY | Sylvie |
| | | LALAUT | Suzelle |
| | | LOUIS | Aurélien |
| | DGPR | PINAULT | Manon |
| | | CANDIA | Fabrice |
| | SDSIE | BETTINELLI | Benoît |
| Associations | FNE | LEFER | Dominique |
| | | BLAVETTE | Guillaume |
| | ACRO | BOUTIN | Jean-Dominique |
| | | AUTRET | Jean-Claude |
| | | ROUSSELET | Yannick |
| CLIS BURE | FAUGIERES | Laetitia | |
| Appui technique | IRSN | BILLARAND | Yann |
| | | MARSAL | François |
| | | MILLET | François |
| | | MARGUTI SOUTO | Marcia |
| | | PELLEGRINI | Delphine |
| | | SALAT | Elisabeth |
| Autres | CNE2 | GUILLAUMONT | Robert |
| | | STORRER | François |
| | WISE-PARIS | MARIGNAC | Yves |