

Plannational de gestion des matières et des déchets radioactifs

2022 – 2026

Possibilités de valorisation de substances de très faible
activité autres que métalliques (Action TFA.9 - Article 20)

Sommaire

1	Demande PNGMDR.....	3
2	Contexte.....	3
3	Cadre réglementaire de référence	4
4	Périmètre du livrable	5
5	Projets de valorisation	7
5.1.1	Projet de concassage de bétons pour réemploi	7
5.1.2	Projets de traitement de déchets liquides faiblement radioactifs.....	8
6	Conclusion et perspectives	10
7	Références	11

1 DEMANDE PNGMDR

Le Plan National de Gestion des Matières et Déchets Radioactifs (PNGMDR) permet de s'assurer de l'existence de filières de gestion adaptées pour chaque catégorie de substances radioactives, à court, moyen et long terme et de consolider les filières de gestion existantes et les projets de filières en renforçant la cohérence de l'ensemble du dispositif. Les actions du PNGMDR couvrant la période 2022-2026 sont déclinées par le décret n°2022-1547 du 9 décembre 2022 [2] et son arrêté d'application du 9 décembre 2022 (dit arrêté « PNGMDR ») [3].

Parmi les actions relatives à la gestion des déchets TFA, l'action TFA.9 du PNGMDR [1] stipule : « *La hiérarchie des modes de gestion des déchets, inscrite dans le code de l'environnement, consiste à privilégier le recyclage et toute autre valorisation à leur élimination. Ainsi, tout projet de valorisation de déchets TFA mérite un examen, en vue d'une éventuelle mise en œuvre sous réserve que ses bénéfices du point de vue de la sécurité, la santé et l'environnement par rapport aux modalités de gestion actuelles soient démontrés. Les exploitants devront ainsi recenser les possibilités de valorisation des déchets TFA autres que métalliques, qu'il convient d'étudier de manière approfondie au sein de la filière nucléaire. En cas de débouchés uniquement en dehors de la filière nucléaire, une analyse au cas par cas pourra éventuellement être menée par le ministère chargé de l'énergie pour la mise en œuvre de dérogations ciblées pour le type de déchets concerné. L'avis de l'ASN sera sollicité par le ministère sur ces dérogations possibles.* ».

Cette action est déclinée à l'article 25 de l'arrêté pris en application du décret n°2022-1547 du 9 décembre 2022 pris pour application de l'article L. 542-1-2 du code de l'environnement et établissant les prescriptions du Plan national de gestion des matières et des déchets radioactifs : « *Pour l'application de l'article D. 542-86 du code de l'environnement et de l'action nommée TFA.9 du PNGMDR, les exploitants recensent les possibilités de valorisation de substances de très faible activité autres que métalliques. Ces possibilités de valorisation sont prioritairement recherchées dans la filière nucléaire. Chaque exploitant remet avant le 31 décembre 2023 une synthèse de son recensement au ministre chargé de l'énergie ainsi qu'à l'Autorité de sûreté nucléaire.* ».

Le présent document constitue les éléments de réponse du CEA, d'EDF, de Framatome, d'Orano et de l'Andra, à la demande de l'article 20 de l'arrêté « PNGMDR ». Il rappelle le contexte autour de la gestion des déchets TFA ainsi que le cadre réglementaire de référence. Ensuite il présente les projets de valorisation de substances TFA autres que métalliques et enfin la conclusion et les perspectives.

2 CONTEXTE

Les déchets de très faible activité proviennent essentiellement du fonctionnement et du démantèlement des installations nucléaires. Ils se présentent principalement sous la forme de déchets métalliques ou de déchets inertes (béton, gravats, terres, etc.).

Ils sont gérés actuellement par le stockage en surface au Centre industriel de regroupement, d'entreposage et de stockage (Cires) exploité par l'Andra et ouvert en 2003. Implanté sur la commune de Morvilliers dans l'Aube, le Cires est actuellement autorisé à accueillir 650 000 m³ de déchets. La capacité du stockage du Cires à fin 2022 était utilisée à 69 % (soit environ 450 000 m³) [4]. A noter que l'Andra a déposé en avril 2023 un dossier de demande d'autorisation d'augmentation de la capacité du Cires à 950 000 m³ sans modification de l'emprise de la zone de stockage actuelle.

Selon les données issues des déclarations effectuées par les producteurs au titre des inventaires prospectifs de la dernière édition de l'Inventaire National¹ et sur la base des programmes de démantèlement prévus et du retour d'expérience des opérations de démantèlement déjà réalisées, les producteurs estiment un volume cumulé de déchets TFA compris entre 2 400 000 m³ et 2 430 000 m³ à la fin du démantèlement des installations existantes.

¹ Inventaire National des matières et déchets radioactifs - <https://inventaire.andra.fr>

PNGMDR : Possibilités de valorisation de substances TFA autres que métalliques	Réf. : D455524003001	Février 2024	Page : 3/12
--	----------------------	--------------	-------------

Les estimations de chroniques d’envoi, tenant compte de l’exploitation et des opérations de démantèlement, donnent un flux annuel moyen de l’ordre de 22 500 m³. Ces prévisions conduisent à la nécessité de développer des capacités complémentaires de stockage à horizon 2030 et de définir des solutions valorisation de certains matériaux.

Le tableau ci-après présente la répartition par grande nature physique des déchets TFA stockés au Cires à fin 2020 [5] . Ces derniers sont constitués à près de 80% de déchets métalliques et de déchets inertes de type terres et gravats.

Nature physique des déchets stockés au Cires à fin 2020		Volumes (m ³)	Répartition
Total		41 2000	
Déchets métalliques		182 000	44%
Déchets inertes (terres et gravats)		140 000	34%
Matières cellulósiques et plastiques (incinérables)		44 000	11%
Autres (résines, boues de décantation, bois...)		47 000	11%

Tableau 1 : Détail des déchets TFA stockés au Cires à fin 2020 [5]

La répartition par grande nature physique des déchets TFA devrait évoluer dans les décennies à venir avec une part encore plus importante de déchets métalliques et de déchets issus de l’assainissement des structures et des sols (gravats et terres) lors du démantèlement des installations actuellement en fonctionnement et des installations arrêtées mais non encore démantelées.

Par ailleurs, l’activité radiologique des déchets stockés au Cires est en moyenne d’une dizaine de becquerels par gramme de colis. Le retour d’expérience de l’exploitation du Cires depuis sa création montre que l’activité d’une majorité de colis est très inférieure aux niveaux admissibles au stockage² [5] .

Ce contexte global de la gestion des déchets TFA en France a conduit à la recherche de filières de gestion complémentaires dans le cadre de l’élaboration du 5^{ème} PNGMDR : d’une part mettre en service des capacités de stockage supplémentaires, centralisées et décentralisées, et d’autre part ouvrir une nouvelle alternative de gestion pour certains déchets TFA métalliques, à savoir les valoriser après fusion en démontrant l’absence de risque d’impact sanitaire et environnemental.

3 CADRE REGLEMENTAIRE DE REFERENCE

La gestion des déchets radioactifs en France est basée sur le principe du zonage déchets, introduit en 1999 puis décliné dans différents textes réglementaires, à savoir notamment l’arrêté du 7 février 2012 [6] et la décision ASN n°2015-DC-0508 [7] pour les Installations Nucléaires de Base (INB) ([8] pour les Installations Nucléaires de Base Secrètes (INBS) et [9] pour les installations classées pour la protection de l’environnement (ICPE)). Le plan de zonage déchets est établi dans le but de délimiter les zones à production possible de déchets nucléaires (ZppDN) où les déchets produits sont contaminés, activés ou susceptibles de l’être ; les déchets issus de ces ZppDN doivent être gérés en filière nucléaire quel que soit leur niveau d’activité.

Etant donné la date d’introduction du zonage déchets en France, ce concept n’a pas pu être pris en compte lors de la conception de la majorité des installations. Il a été déployé dans la plupart des cas sur des installations en fonctionnement pour lesquelles les flux logistiques de personnes ou de matériels n’en facilitent pas l’optimisation. La déclinaison du zonage déchets a souvent été réalisée de manière prudente et pénalisante, conduisant au classement d’un nombre important de locaux en ZppDN, sans que le risque de contamination ou d’activation des déchets ne soit avéré. Cette démarche conduit ainsi à une production importante de déchets non contaminés et

² Pour une majorité de colis stockés au Cires, l’IRAS (Indice Radiologique d’Acceptation en Stockage) qui est un critère radiologique pour l’acceptation des lots de déchets TFA est très inférieur aux niveaux admissibles.

non activés à traiter en filière nucléaire, notamment TFA, lors du fonctionnement des installations et plus particulièrement lors de leur démantèlement.

Pour rappel, la majorité des autres pays européens mettent en œuvre un principe différent pour la gestion des déchets radioactifs, à savoir le principe de libération, conformément à la directive 2013/59/Euratom [10] qui consiste à dispenser de tout contrôle au titre de la radioprotection les substances radioactives dès lors que leur niveau de radioactivité est inférieur à certains seuils définis au niveau européen. Dans ce cas, ces substances peuvent être réutilisées ou recyclées hors du domaine nucléaire ou stockées dans des centres de stockage de déchets conventionnels.

Afin d’anticiper l’augmentation sensible des volumes de déchets TFA liés aux démantèlements à venir des installations nucléaires (cf. §2), la possibilité de valoriser certains métaux faiblement radioactifs a été étudiée en France lors des PNGMDR précédents et débattue dans le cadre du débat public de 2019 sur le 5^{ème} PNGMDR. A l’issue, les maîtres d’ouvrage du PNGMDR ont publié en février 2020 leurs décisions d’orientation, dont la suivante concernant la gestion des métaux faiblement radioactifs : « *Le Gouvernement fera évoluer le cadre réglementaire applicable à la gestion des déchets de très faible activité, afin d’introduire une nouvelle possibilité de dérogations ciblées permettant, après fusion et décontamination, une valorisation au cas par cas de déchets radioactifs métalliques de faible activité.* ». Les travaux d’élaboration de ces dispositions réglementaires ont conduit à la publication de deux décrets et un arrêté le 15 février 2022 au journal officiel :

- Décret n° 2022-174 du 14 février 2022 relatif à la mise en œuvre d’opérations de valorisation de substances faiblement radioactives [11] ;
- Décret n° 2022-175 du 14 février 2022 relatif aux substances radioactives éligibles aux opérations de valorisation mentionnées à l’article R. 1333-6-1 du code de la santé publique [12] ;
- Arrêté du 14 février 2022 fixant le contenu du dossier prévu à l’article R. 1333-6-1 du code de la santé publique [13] .

Ces évolutions réglementaires permettent ainsi d’envisager de procéder à des opérations de valorisation de certains déchets radioactifs métalliques faiblement actifs dans des installations dûment autorisées. Les produits résultant de l’opération de valorisation et ayant fait la preuve d’un niveau de radioactivité inférieur au seuil de référence ne sont plus des substances radioactives. Cela répond à des enjeux d’économie circulaire avec le recyclage de substances parfois à forte valeur ajoutée. Ces évolutions réglementaires font écho au code de l’environnement qui présente la hiérarchie des modes de gestion des déchets, consistant à privilégier le recyclage et toute autre valorisation à leur élimination.

4 PERIMETRE DU LIVRABLE

Le présent livrable cible les substances de très faible activité autres que métalliques et constitue, comme demandé dans l’article 20 du PNGMDR, un recensement des projets de valorisation de ces substances et perspectives envisagées.

Pour mémoire, sont rappelés ci-dessous les grands principes des projets de valorisation des métaux à forte valeur ajoutée en cours, à savoir le projet du Technocentre de valorisation des aciers et le projet RPN2 de valorisation du plomb.

PNGMDR : Possibilités de valorisation de substances TFA autres que métalliques	Réf. : D455524003001	Février 2024	Page : 5/12
--	----------------------	--------------	-------------

Projet Technocentre : projet de valorisation des aciers

EDF et Orano ont pour projet de réaliser une installation industrielle de valorisation de métaux principalement issus du démantèlement d'installations nucléaires, installation dénommée Technocentre.

L'objectif est la production, après fusion, de lingots métalliques dont les caractéristiques radiologiques contrôlées réglementairement garantissent une utilisation sans impact sur la santé et l'environnement quel qu'en soit l'usage ultérieur.

Cette installation pourra traiter et valoriser une partie des substances métalliques faiblement contaminées issues d'opérations de démantèlement du secteur électronucléaire, et en particulier des gros composants tels que les générateurs de vapeur des centrales nucléaires d'EDF. Cette installation pourra également traiter d'autres substances issues des opérations du cycle, dont, concernant les gros composants, les diffuseurs de l'usine d'enrichissement de l'uranium Georges Besse d'Orano (en démantèlement), mais également des éléments provenant d'installations nucléaires lors du remplacement ou du démantèlement d'éléments métalliques (échangeurs de chaleur, tuyauterie, vannes, pompes...). Ces substances représentent en France environ 500 000 tonnes.

L'installation sera dimensionnée pour accueillir 25 000 tonnes de métal par an. Les matériaux concernés sont des aciers et éventuellement des alliages de nickel.

L'installation sera également conçue pour traiter des substances métalliques en provenance de l'international.

Les gros composants pourront être décontaminés et découpés dans l'atelier de préparation de l'installation.

L'ensemble des matériaux sera fondu dans un four électrique à arc. Le procédé de fusion permettra de retirer une part de l'activité, homogénéisera les métaux et permettra d'effectuer, en phase liquide, des prélèvements pour contrôler que les lingots produits pourront être réutilisés dans tous les secteurs industriels sans impact sanitaire.

Les déchets induits, à savoir les produits issus de la décontamination et de la découpe des gros composants ainsi que les produits issus du laitier et des fumées du processus de fusion et de manière générale les déchets technologiques issus de l'exploitation de l'installation, seront envoyés pour stockage à l'Andra.

L'installation aura un statut d'ICPE

La décision d'investissement devrait intervenir d'ici à 5 ans pour une mise en service de l'usine envisagée en 2031.

La durée de fonctionnement prévisionnelle est de 40 ans.

Au-delà des économies de la ressource rare de stockage de déchets radioactifs, le projet permet également une économie de CO² par la mise à disposition sur le marché de métaux recyclés. Ces tonnes de CO² sont estimées de la manière suivante :

- 1,3t de CO² évité par tonne d'acier valorisé vs l'extraction d'acier sous forme de matière première
- 0,2t de CO² évité par tonne d'acier traité vs l'impact du stockage Andra

Projet de valorisation du plomb :

Dans le cadre réglementaire défini par l'arrêté du 14 février 2022, le projet de valorisation du plomb, porté par un consortium de trois entreprises (Fonderie Lemer, Orano et Curium) a pour objectif de développer une solution de valorisation du plomb de catégorie faiblement radioactif provenant du domaine nucléaire.

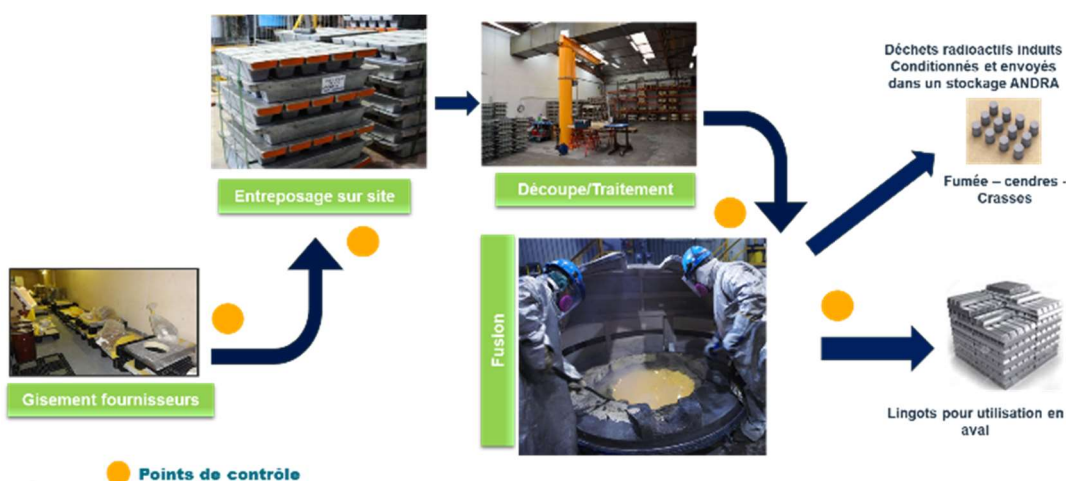
Cette solution permet d'éviter l'envoi à l'Andra d'un produit qualifié de Cancérigène Mutagène et Reprotoxiques (CMR) en créant une nouvelle filière d'économie circulaire et en assurant la sécurisation en matière première d'une ressource de plus en plus en tension sur la scène internationale.

Ce projet est subventionné par le dispositif France 2030³. Il sera localisé sur le site existant de la fonderie Lemer au Loroux Bottereau (installation ICPE).

³ Appel à Projets dans le cadre du plan France Relance 2030 – Volet « Production d'énergie décarbonée » - opéré pour le compte de l'Etat par l'ADEME, Bpifrance et ANR



Le principe de valorisation se rapproche fortement de celui du projet de valorisation des aciers. Le plomb est porté à l'état liquide autour de 400°C et, au cours de cette fusion, une grande partie des radioéléments contenus dans le plomb se retrouvent dans les surnageants. Ces surnageants, appelés crasses, sont éliminés, permettant la coulée en lingots de plomb dont les caractéristiques radiologiques, contrôlées réglementairement, garantissent une utilisation sans impact sur la santé et l'environnement quel qu'en soit l'usage ultérieur.



Le projet est dimensionné pour traiter 600 tonnes de plomb faiblement radioactifs par an. Après une phase d'étude, des essais laboratoire et une phase pilote, le four industriel sera mis en service mi 2026.

5 PROJETS DE VALORISATION

5.1.1 Projet de concassage de bétons pour réemploi

Dans le cadre des études prescrites par le V^e PNGMDR, et en particulier l'article 21 de l'arrêté d'application du PNGMDR, différents procédés de fragmentation et concassage des bétons sont étudiés par l'Andra en vue d'évaluer la faisabilité de substituer les matériaux de comblement actuellement utilisés au Cires par des gravats de béton

PNGMDR : Possibilités de valorisation de substances TFA autres que métalliques	Réf. : D455524003001	Février 2024	Page : 7/12
--	----------------------	--------------	-------------

provenant de la démolition de structures de génie civil d’installations nucléaires ou de démantèlement des INB. Les besoins associés au Cires sont estimés à environ 2 500 m³/an de matériau de comblement. Cette étude sera menée d’ici fin 2024.

5.1.2 Projets de traitement de déchets liquides faiblement radioactifs

Orano étudie notamment deux projets de traitement de déchets liquides faiblement radioactifs qui ont pour objectif une valorisation de ces liquides après extraction des radionucléides qu’ils contiennent. Le premier projet concerne la valorisation de déchets liquides nitratés qui sont produits sur le site Orano Malvési, et le second vise la valorisation de lubrifiants polyéther-perfluorés (PFPE) provenant de certaines installations Orano.

Les enjeux techniques de ces deux projets de traitement de déchets liquides faiblement radioactifs sont de qualifier de nouveaux procédés d’épuration. Orano s’appuie sur son expertise en termes d’extraction de l’uranium sur des matrices de différentes natures. Par ailleurs, l’homogénéité des substances valorisées (liquides) permettra d’apporter des garanties sur la représentativité des mesures mises en place pour contrôler la substance tout au long du processus de traitement, et ainsi maîtriser les caractéristiques des produits de sortie pour permettre de s’intégrer dans une future réglementation qui permettrait de les valoriser dans un cadre équivalent à celui qui existe actuellement pour les substances métalliques.

Sur les plans environnementaux et sociétaux, ces deux projets proposent une alternative aux filières existantes de traitement des déchets (traitement principalement par voie thermique actuellement en amont d’un stockage sur le Cires), voire une solution de traitement pour des déchets actuellement sans filière. Ils contribueront à la préservation des capacités de stockage limitées des déchets faiblement radioactifs, et apporteront des produits valorisables à forte valeur ajoutée dans une approche d’économie circulaire.

Projet de valorisation de déchets liquides nitratés

Ce projet vise à étudier une filière innovante pour la valorisation d’effluents liquides acides nitratés produits par le procédé de conversion de l’uranium sur le site Orano Malvési, effluents qui sont actuellement entreposés dans des bassins d’évaporation après avoir subi un traitement dans l’atelier de récupération.

Le procédé de neutralisation à la chaux, utilisé actuellement pour le traitement de ces effluents, génère une grande quantité de liquides nitratés, de l’ordre de 6,5 m³ par tonne d’uranium converti, soit environ 200 à 300 m³ par jour au régime nominal de l’usine. Après neutralisation, ces effluents nitratés sont dirigés vers des bassins de décantation et le surnageant est envoyé vers les bassins d’évaporation afin d’y être concentré via des processus naturels d’évaporation de type « marais salins » par l’action combinée du vent et du soleil. Pour réduire le volume des boues décantées, Orano a prévu un nouveau procédé de densification des boues dans l’atelier de Traitement des Effluents Acides (TEA). A l’issue de ce nouveau procédé, le surnageant de l’installation TEA peut soit être dirigé vers les bassins d’évaporation (solution de référence), soit être orienté vers ce projet de valorisation.

La solution technique étudiée par ce projet consiste à réaliser une opération de décontamination par un procédé d’évaporation/concentration des liquides nitratés produits en ligne, en laissant précipiter les traces d’uranium encore présentes dans les résidus solides. Ce projet vise l’objectif de traiter jusqu’à 85 % du volume des déchets liquides.

La qualité et la conformité du produit fini seront garanties par la mise en place d’une stratégie de contrôle s’articulant autour de la maîtrise des procédés et des caractéristiques du produit tout au long du processus de transformation, en faisant appel à des techniques de mesures nucléaires adaptées intégrées dans un système de gestion intégré.

Orano travaille actuellement sur la qualification du procédé et en particulier à la démonstration de non-nocivité du produit final obtenu. Cependant, les futurs développements sont dépendants de la clarification du cadre réglementaire et pour ceci une évolution rapide de la réglementation est nécessaire pour pouvoir, au-delà des substances métalliques, envisager la valorisation des substances liquides.

Projet de valorisation des huiles perfluorées

Ce projet Orano en partenariat avec le CEA a pour objectif le Développement d'un Prototype d'Épuration pour la Réutilisation de Lubrifiants polyéther-perfluorés (PFPE). Il consiste à étudier et mettre en œuvre un procédé d'épuration de lubrifiants PFPE, polymères inorganiques coûteux et de hautes performances, utilisés dans certaines installations nucléaires d'Orano, qui se chargent en matière radioactive au cours de leur utilisation, et deviennent une fois usagés, un déchet radioactif aujourd'hui sans filière de traitement.

Ces lubrifiants perfluorés de très hautes performances sont utilisés dans des environnements industriels à fortes contraintes et exigences, en raison de leurs propriétés spécifiques recherchées, telles que la non-inflammabilité, la non-explosivité, la résistance aux irradiations, la stabilité en température ou encore leur caractère inerte chimiquement contrairement aux huiles de composition chimique organique qui réagissent notamment avec l'uranium.

La nature inorganique de ces lubrifiants est un atout pour leur utilisation dans les installations de l'amont du cycle du combustible (conversion et enrichissement de l'uranium) et dans les installations de fabrication des combustibles UOX et MOX.

A ce jour, il n'existe aucune filière de traitement qui soit adaptée à leurs caractéristiques inorganiques et incombustibles, et leur incinération à très haute température nécessiterait un traitement spécifique de gaz toxiques pour l'Homme et l'environnement (fluorure de carbonyle et acide fluorhydrique).

L'objectif fixé est ainsi d'épurer ces lubrifiants PFPE usagés et chargés en matière radioactive en vue d'une valorisation.

Le procédé d'épuration des lubrifiants PFPE usagés et chargés en matière radioactive qui a été retenu par ce projet est l'extraction par le dioxyde de carbone supercritique. Cette solution respectueuse de l'environnement repose à la fois sur :

- le caractère soluble de l'huile PFPE dans le dioxyde de carbone à l'état supercritique (CO₂SC),
- la conservation des propriétés de l'huile PFPE épurée en vue d'une réutilisation et d'une valorisation.

La démonstration de l'applicabilité de cette solution d'épuration des lubrifiants PFPE usés par CO₂SC sera apportée à la fois par :

- la faisabilité d'épurer des lubrifiants PFPE par utilisation du CO₂SC à l'échelle d'un prototype industriel,
- la possibilité de réutiliser les lubrifiants PFPE épurés et la démonstration du maintien de leurs propriétés notamment au travers de la réalisation de plusieurs cycles d'épuration-réutilisation .

Ce projet, retenu au plan France relance, répond à l'Objectif de Développement Durable n°12 de l'ONU : « Consommation et production responsables », soit dans la déclinaison proposée par Orano « la préservation des ressources naturelles et la réduction des déchets ».

Les futurs développements sont dépendants de la clarification du cadre réglementaire et pour ceci une évolution rapide de la réglementation est nécessaire pour pouvoir, au-delà des substances métalliques, envisager la valorisation des substances liquides.

PNGMDR : Possibilités de valorisation de substances TFA autres que métalliques	Réf. : D455524003001	Février 2024	Page : 9/12
--	----------------------	--------------	-------------

6 CONCLUSION ET PERSPECTIVES

Parmi les actions PNGMDR relatives à la gestion des déchets TFA, l'action TFA.9 rappelle que la hiérarchie des modes de gestion des déchets, inscrite dans le Code de l'environnement, consiste à privilégier le recyclage et toute autre valorisation à leur élimination. Elle préconise donc que les projets de valorisation de déchets TFA en et hors filière nucléaire méritent une analyse permettant d'évaluer l'ensemble de leurs impacts, notamment sur la sécurité, la santé et l'environnement. Dans ce cadre, l'article 25 du PNGMDR demande aux exploitants de recenser les possibilités de valorisation de substances de très faible activité autres que métalliques.

En réponse, ce livrable présente le contexte de la gestion des déchets TFA, le cadre réglementaire de référence actuel ainsi que les projets de valorisation portés par l'Andra et par les producteurs.

Le centre de stockage de déchets TFA en exploitation, le Cires, est actuellement rempli à 70% environ. Malgré le projet d'extension du Cires porté par l'Andra visant à étendre sa capacité de 650 000 à 950 000 m³ à horizon 2030, le gisement très important de déchets TFA prévu lors du démantèlement de l'ensemble des installations nécessite de développer des capacités complémentaires de stockage et de compléter les solutions de gestion existantes. A ce titre, différentes études sont en cours depuis le PNGMDR précédent pour répondre à ces besoins :

- Mise en service de capacités de stockage supplémentaires, centralisées et décentralisées (actions PNGMDR TFA.1 à TF3) ;
- Ouverture d'une nouvelle alternative de gestion pour certains déchets TFA métalliques, à savoir les valoriser après fusion en démontrant l'absence de risque d'impact sanitaire et environnemental.

La gestion des déchets radioactifs en France est basée sur le principe de zonage déchets qui vise à délimiter les zones à production possible de déchets nucléaires dans lesquelles les déchets produits sont contaminés, activés ou susceptibles de l'être et qui produisent des déchets devant être pris en charge en filière nucléaire quel que soit leur niveau d'activité. Ce principe conduit à la production de volumes importants de déchets à traiter en filière nucléaire notamment TFA. Afin d'anticiper l'augmentation sensible des volumes de déchets TFA liés aux démantèlements à venir des installations nucléaires, la possibilité de valoriser certains métaux faiblement radioactifs a été étudiée en France et a donné lieu à la publication de deux décrets et un arrêté le 15 février 2022 relatifs à la mise en œuvre d'opérations de valorisation de substances faiblement radioactives. Dans ce cadre, EDF et Orano ont pour projet de réaliser une installation industrielle de valorisation de métaux principalement issus du démantèlement d'installations nucléaires, installation dénommée Technocentre. L'objectif est la production, après fusion, de lingots métalliques dont les caractéristiques radiologiques contrôlées réglementairement garantissent une utilisation sans impact sur la santé et l'environnement quel qu'en soit l'usage ultérieur. Le gisement envisagé est de l'ordre de 500 000 tonnes.

Dans le contexte global de gestion des déchets TFA, le V^{ème} PNGMDR propose de réfléchir à des possibilités de valorisation de substances TFA autres que métalliques. A noter également que le Cires n'accepte pas les déchets liquides pour lesquels des solutions de gestion alternatives doivent être envisagées par les producteurs. Aussi, l'Andra et les producteurs ont recensé 3 projets à l'étude actuellement :

- L'Andra travaille sur un projet de concassage de bétons TFA pour le comblement des vides dans les alvéoles du Cires. Suite à la première étude réalisée dans le cadre du PNGMDR précédent, le PNGMDR 2022-2026 demande une mise à jour afin de statuer sur la mise en œuvre opérationnelle d'une installation de concassage des gravats au regard des contraintes techniques, sanitaires et économiques associées. Cette étude sera finalisée d'ici fin 2024.
- Orano étudie une filière innovante pour la valorisation d'effluents liquides nitrates produits par le procédé de conversion de l'uranium sur le site Orano Malvési. Les caractéristiques du produit liquide azoté obtenu permettraient d'envisager une valorisation dans l'industrie conventionnelle.
- Orano étudie une filière innovante de valorisation des Lubrifiants polyéther-perfluorés (PFPE) chargés en matière radioactive au cours de leur utilisation dans certaines installations nucléaires d'Orano.

PNGMDR : Possibilités de valorisation de substances TFA autres que métalliques	Réf. : D455524003001	Février 2024	Page : 10/12
--	----------------------	--------------	--------------

La mise en place de ces solutions de valorisation d'effluents faiblement actifs nécessiterait, en amont, des évolutions réglementaires similaires à celles encadrant la valorisation des substances faiblement actives métalliques depuis 2022 en France.

Au-delà de ces projets, les producteurs ont identifié que des expérimentations à l'étranger sur la valorisation des terres et des gravats avaient été réalisées. En effet, différentes techniques de tri des terres et des bétons contaminés par des radioéléments sont utilisées à l'international pour des travaux opérationnels sur site, c'est-à-dire au-delà du stade de recherche et développement ou à l'échelle du pilote. Les déchets inertes (terres et gravats) représentant le 2nd gisement TFA après les métaux notamment avec les futurs démantèlements des installations nucléaires, les producteurs projettent d'étudier plus en détails les pratiques mises en œuvre à l'étranger afin de pouvoir tirer un retour d'expérience sur les prérequis à satisfaire (contraintes techniques et réglementaires), et le contexte des filières de valorisation opérationnelles à l'étranger.

7 REFERENCES

- [1] Plan National de Gestion des Matières et des Déchets Radioactifs 2022 – 2026
- [2] Décret n°2022-1547 du 9 décembre 2022 prévu par l'article L. 542-1-2 du code de l'environnement et établissant les prescriptions du plan national de gestion des matières et des déchets radioactifs
- [3] Arrêté du 9 décembre 2022 pris en application du décret no 2022-1547 du 9 décembre 2022 prévu par l'article L. 542-1-2 du Code de l'environnement et établissant les prescriptions du plan national de gestion des matières et des déchets radioactifs
- [4] Rapport d'information annuel du Cires 2022 - Andra
- [5] Schéma Industriel pour la gestion des déchets TFA – 1^{ère} partie : Définitions des OPTIONS de gestion (Article 17 de l'arrêté du V^e PNGMDR)
- [6] Arrêté du 7 février 2012 fixant les règles générales relatives aux installations nucléaires de base
- [7] Décision ASN n°2015-DC-0508 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
- [8] Arrêté du 26 septembre 2007 fixant la réglementation technique générale destinée à prévenir et limiter les nuisances et les risques externes résultant de l'exploitation des installations nucléaires de base secrètes
- [9] Arrêté du 23 juin 2015 relatif aux installations mettant en œuvre des substances radioactives, déchets radioactifs ou résidus solides de minerai d'uranium, de thorium ou de radium soumises à autorisation au titre de la rubrique 1716, de la rubrique 1735 et de la rubrique 2797 de la nomenclature des installations classées
- [10] 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
- [11] Décret n° 2022-174 du 14 février 2022 relatif à la mise en œuvre d'opérations de valorisation de substances faiblement radioactives

PNGMDR : Possibilités de valorisation de substances TFA autres que métalliques	Réf. : D455524003001	Février 2024	Page : 11/12
--	----------------------	--------------	--------------

- [12] Décret n° 2022-175 du 14 février 2022 relatif aux substances radioactives éligibles aux opérations de valorisation mentionnées à l'article R. 1333-6-1 du code de la santé publique
- [13] Arrêté du 14 février 2022 fixant le contenu du dossier prévu à l'article R. 1333-6-1 du code de la santé publique