

La gestion des déchets radioactifs de Très Faible Activité (TFA) en France

Filières et enjeux associés à la gestion des déchets TFA
Evolutions nécessaires à la mise en place d'une filière de valorisation

Sommaire

1	Les déchets radioactifs issus de l'exploitation et du démantèlement des centrales nucléaires	3
1.1	Préambule	3
1.2	Quantités et caractéristiques des déchets radioactifs produits par EDF	3
1.2.1	Quantités annuelles de déchets à vie courte actuellement évacués par EDF	5
1.2.2	Les quantités de déchets de démantèlement d'EDF	5
1.3	Filières de gestion des déchets TFA et FMA	6
2	La réglementation française et européenne	8
2.1	Le cadre réglementaire en Europe et en France	8
2.1.1	La réglementation en termes de radioprotection	8
2.1.2	La réglementation des déchets produits par les installations nucléaires	10
2.2	Conséquence du cadre réglementaire français	12
2.2.1	Gaspillage de la ressource	12
2.2.2	Limitation d'utilisation de filière d'élimination adaptée permettant d'optimiser la maîtrise des risques	12
2.2.3	Sur-représentation du risque radiologique	13
3	Possibilités industrielles de valorisation	13
4	Conclusion	15

1 Les déchets radioactifs issus de l'exploitation et du démantèlement des centrales nucléaires

1.1 Préambule

Le code de l'environnement (article L. 542-1-1) définit les terminologies suivantes :

Une **substance radioactive** est une substance qui contient des radionucléides, naturels ou artificiels, dont l'activité ou la concentration justifie un contrôle de radioprotection.

Les **déchets radioactifs** sont des substances radioactives pour lesquelles aucune utilisation ultérieure n'est prévue ou envisagée ou qui ont été requalifiées comme tels par l'autorité administrative en application de l'article L. 542-13-2.

En parallèle en France, pour la gestion des installations nucléaires, a été mis en place au début des années 2000 le **zonage déchets** qui conduit à distinguer dans une installation :

- des lieux dans lesquels les déchets sont présumés « non-radioactifs » compte tenu des activités qui y sont menées (ex : salle des machines dans une centrale nucléaire) ; les déchets qui y sont produits sont éliminés dans les filières conventionnelles, et les matériaux valorisables qui s'y trouvent peuvent être recyclés ou réutilisés,
- des lieux où l'exploitant considère, a priori, qu'il existe une possibilité que les déchets et matières qui s'y trouvent soient radioactifs au sens du code de l'environnement. Ce sont les « Zones à Production Possible de Déchets Nucléaires » (ZPPDN), dans lesquelles les déchets sont contaminés ou activés ou susceptibles de l'être.

Tous les déchets issus de ces ZPPDN sont gérés dans une filière dédiée aux déchets radioactifs, même si leur radioactivité réelle est non détectable ou négligeable du point de vue de la radioprotection et même indépendamment de leur caractère radioactif.

Les déchets radioactifs font l'objet, avant leur stockage, d'un traitement qui consiste dans la majorité des cas et en fonction de leurs natures, à les compacter, à les incinérer ou à les fondre ; et dans tous les cas, à les conditionner dans des conteneurs adaptés à leurs natures physiques et à leurs caractéristiques radiologiques.

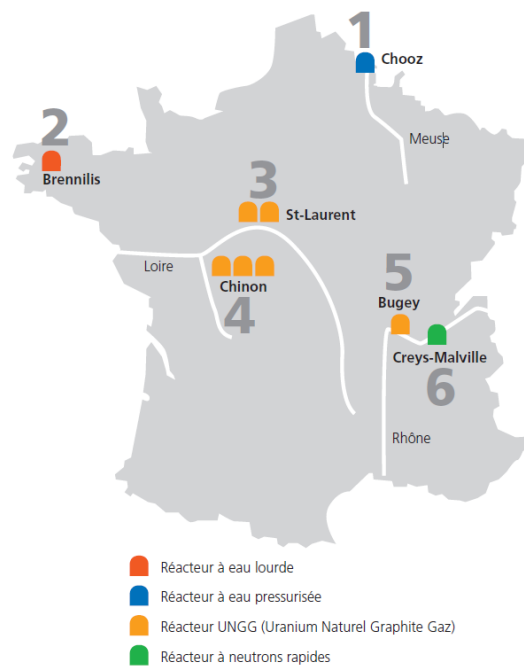
1.2 Quantités et caractéristiques des déchets radioactifs produits par EDF

Les déchets radioactifs actuellement produits par EDF sont essentiellement constitués :

- des déchets d'exploitation des 58 réacteurs du parc de Réacteurs à Eau Pressurisée (REP) actuellement en fonctionnement,
- des déchets de déconstruction des 9 réacteurs qui ont été mis à l'arrêt et sont en cours de démantèlement.



Cartes des centrales en exploitation



Carte des centrales à l'arrêt

Dans les prochaines années viendront s'ajouter les déchets de déconstruction du parc REP actuel.

Les typologies de déchets sont déterminées en fonction de deux critères :

- leur **niveau de radioactivité**, qui caractérise l'intensité du rayonnement émis par unité de masse de ces déchets, représentative de leur dangerosité intrinsèque. Les déchets sont ainsi classés suivant 4 niveaux de radioactivité : haute activité HA ($> 10^9$ Bq/g), moyenne activité MA (10^6 - 10^9 Bq/g), faible activité FA (100 - 10^6 Bq/g), et très faible activité TFA (< 100 Bq/g),
- leur **période radioactive**, exprimée en années, jours, minutes ou secondes, qui est le temps nécessaire pour que le niveau d'activité soit divisé par 2. On distingue deux catégories de déchets en fonction de la période des éléments radioactifs qu'ils contiennent : à vie courte (VC), période radioactive inférieure ou égale à 31 ans ; à vie longue (VL), période radioactive supérieure à 31 ans.

Les déchets issus de l'exploitation des centrales nucléaires sont très majoritairement des déchets à vie courte de **Faible et Moyenne Activité (FMA)** et de **Très Faible Activité (TFA)**, qui proviennent pour l'essentiel :

- des systèmes de filtration (épuration du circuit primaire : filtres, résines, concentrats, boues...);
- des opérations de maintenance sur matériels : pompes, vannes...
- des opérations d'entretien divers : vinyles, tissus, gants...

Le remplacement de certains équipements du cœur des réacteurs en exploitation (barres de commande utilisées pour le réglage de la puissance, fourreaux d'instrumentation, etc.) produit des déchets métalliques de moyenne activité à vie longue (MAVL), mais en faibles quantités.

La déconstruction des neuf réacteurs nucléaires d’EDF actuellement à l’arrêt définitif produira environ un million de tonnes de déchets, dont 80 % sont des déchets non radioactifs (déchets conventionnels), et aucun déchet de Haute Activité. Les 20 % restants (environ 200 000 tonnes) sont des déchets de Très Faible à Moyenne Activité (gravats, pièces métalliques...), dont environ 2 % de déchets à vie longue MAVL. Enfin, les empilements de graphite des réacteurs UNGG généreront des déchets de faible activité à vie longue (FAVL).

1.2.1 Quantités annuelles de déchets à vie courte actuellement évacués par EDF

Alors qu’ils ne représentent que 0,1 % de la radioactivité, les déchets de Très Faible Activité (TFA) et de Faible et Moyenne Activité (FMA) à vie courte représentent 90 % du volume total des déchets radioactifs produits.

Le tableau ci-dessous présente les flux de déchets à vie courte évacués annuellement par EDF.

	TFA (m3/an)	FMA-vc (m3/an)
Exploitation du parc (58 réacteurs)	env. 3700	env. 7000
Démantèlement des 9 réacteurs arrêtés	1000-2000	500-1000

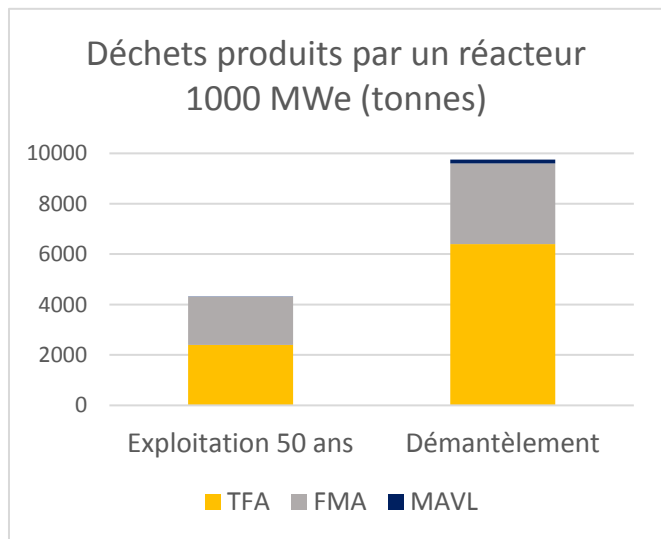
Flux de déchets évacués annuellement par EDF

Les flux de déchets d’exploitation sont relativement stables. Les flux de déchets de démantèlement des réacteurs arrêtés varient en fonction des chantiers en cours. Les chiffres indiqués sont représentatifs des cinq dernières années.

1.2.2 Les quantités de déchets de démantèlement d’EDF

En ce qui concerne les quantités de déchets de démantèlement, outre leur variabilité liée aux chantiers en cours, ils dépendent en premier lieu du nombre de réacteurs en déconstruction.

Le graphe ci-dessous illustre les quantités de déchets produits respectivement pour l’exploitation pendant 50 ans et pour le démantèlement d’un réacteur (schématique) de 1000 MWe.



Le **démantèlement** d’un réacteur de **1000 MWe** produit environ 10 000 t de déchets radioactifs, dont **2/3 de déchets TFA (6400 t)**, et **1/3 de déchets FMA (3200 t)** et **80 t de MAVL**. Parmi ces déchets, les **métalliques** représentent **7000 tonnes (70%)**.

L’exploitation de ce même réacteur de **1000 MWe** sur 50 ans produit environ **2400 t de déchets TFA**, **1900 t de déchets FMA** et **15 t de déchets MAVL**.¹

¹ Hors déchets issus du traitement des combustibles usés

Les déchets produits par EDF sont essentiellement des déchets à vie courte (TFA et FMA-vc). Actuellement, les quantités de déchets d'exploitation annuellement produites (58 réacteurs) sont supérieures à celles de déchets de démantèlement (9 réacteurs).

Dans les années à venir, avec la déconstruction du parc actuel, les quantités de déchets de démantèlement vont significativement augmenter et *in fine*, ils représenteront la part majoritaire des déchets produits par EDF.

Les déchets de démantèlement du parc actuellement en exploitation représenteront 400 000 t de déchets TFA, dont 265 000 tonnes de déchets TFA métalliques.

1.3 Filières de gestion des déchets TFA et FMA

Les déchets TFA et FMA disposent déjà de filières opérationnelles de gestion. Ils sont stockés en surface et peuvent, pour une part d'entre eux, être traités auparavant (notamment à des fins de réduction de volume) par fusion ou par incinération.

Le CSA



Les déchets FMA-vc sont stockés au Centre de Stockage de l'Aube (CSA), dans des ouvrages bétonnés.

Le CSA est exploité par l'ANDRA depuis 1992. Il a pris le relais du Centre de stockage de la Manche. Il dispose d'une capacité de 1 000 000 m³. A fin 2017, il est rempli à 326 000 m³, soit environ un tiers. L'utilisateur majoritaire est, à date, EDF (pour moitié de la capacité utilisée). Les principaux autres utilisateurs en sont le CEA et Orano.

Le CIRES



Les déchets TFA sont stockés au Centre Industriel de Regroupement, d'Entreposage et de Stockage (CIRES) exploité par l'Andra depuis 2003. Ils sont disposés en couches horizontales successives (une dizaine en moyenne) dans des alvéoles creusées à quelques mètres de profondeur au sein d'une roche argileuse.

Ils peuvent être soit stockés directement, soit remplis avec du sable (comblement des vides), soit injectés d'un coulis de béton selon leur géométrie et leurs caractéristiques. Une fois pleine, l'alvéole est définitivement fermée, puis recouverte d'un film étanche et d'une couche d'argile compactée.

Le CIREs a ouvert en 2003 et a une capacité de 650 000 m³. L'utilisateur majoritaire est, à date, le CEA (principalement pour des déchets issus du démantèlement de ses installations). A fin 2017, il est **rempli à 350 000 m³, soit un peu plus de la moitié** alors que sa **capacité radiologique autorisée est globalement utilisée à moins de 5 %**.

Les évaluations prospectives de production de déchets réalisées par les exploitants conduisent à estimer, dans les conditions actuelles, les productions cumulées de déchets TFA à environ 650 000 m³ à horizon 2025, 1 100 000 m³ à horizon 2035 et 2 200 000 m³ à la fin du démantèlement des installations existantes (Source : inventaire national des matières et déchets radioactifs – ANDRA).

Les déchets évacués et stockés au CIREs entre 2003 et 2017 sont, d'un point de vue de leur nature physique, principalement constitués de déchets métalliques (40%) et de déchets inertes (gravats et terres) (33%).

Une grande part des déchets qui y sont stockés ne nécessite aucune mesure de radioprotection mais sont néanmoins envoyés au Cires, conformément à ce que prescrit la réglementation française, car issus d'une « Zone à Production Potentielle de Déchets Nucléaires » (cf § 3.1).

Le traitement par incinération



Le four d'incinération

SOCODEI exploite un four permettant d'incinérer certains déchets radioactifs solides (bois, carton, pvc, vêtements de travail, résines, filtres, boues solides...) ou liquides (solutions de décontamination, boues liquides, solvants, huiles...). L'incinération permet une réduction importante du volume des déchets concernés mais ne permet pas de valorisation : les cendres issues du traitement sont stockées au CIREs ou au CSA.

Le traitement par fusion

Le traitement par fusion est possible pour une grande partie des déchets métalliques.



En France, SOCODEI, filiale EDF, exploite un four de fusion. Les déchets métalliques éligibles sont triés, mis au gabarit puis fondus dans le four à induction d'une capacité de 4 tonnes. Une fois la température de 1500°C atteinte, le bain de fusion est versé dans une poche de coulée. Le métal fondu contenu dans la poche peut alors être coulé dans une lingotière, pour réaliser un lingot.

Ces lingots, ainsi que les déchets induits (en particulier le métal surnageant, chargé en oxydes et en impuretés, appelé « laitier ») sont ensuite stockés dans les centres de stockage de surface de l'Andra (CSA ou CIRES). Au global, l'unité de fusion permet un gain de volume des déchets d'un **facteur 4 à 6 environ** par rapport à un stockage direct et une **homogénéisation assurant une caractérisation physico-chimique et radiologique précise et fiable** des colis expédiés pour stockage.

En Suède, Cyclife, filiale EDF, exploite également un four de fusion. Le process est similaire à celui de l'installation française, toutefois en Suède à l'issue du traitement, tous les lingots dont l'activité est inférieure à un niveau fixé en cohérence avec la directive européenne peuvent être recyclés dans le domaine conventionnel, c'est-à-dire hors nucléaire (cf. § 2.1.1).

De ce fait, seuls les déchets issus du process sont envoyés dans un centre de stockage dédié aux déchets radioactifs. Infine, du fait de la valorisation d'une grande partie des matériaux, le facteur de réduction obtenu, par rapport à un stockage direct de l'ensemble, est alors **proche d'un facteur 20**.

Le CIRES est rempli à 50 % en volume mais sa capacité n'est pas utilisée au mieux : une part significative des déchets qui y sont stockés ont une radioactivité négligeable qui ne nécessite aucune mesure de radioprotection.

Les déchets métalliques TFA de la déconstruction du parc de réacteurs actuellement en exploitation représentent 265 000 t, dont une grande majorité pourrait être valorisée.

Cette situation conduit donc à questionner le mode de gestion actuel des déchets TFA en France, notamment au regard de la possibilité de valorisation d'une grande partie d'entre eux.

2 La réglementation française et européenne

2.1 Le cadre réglementaire en Europe et en France

2.1.1 La réglementation en termes de radioprotection

En Europe, la **directive 2013/59/Euratom** du 5 décembre 2013 fixe les normes de base relatives à la protection sanitaire contre les dangers résultant de l'exposition aux rayonnements ionisants, c'est-à-dire les normes de radioprotection. Elle prend en compte les recommandations de la Commission Internationale de Protection Radiologique (CIPR) et assure la cohérence du cadre européen avec les nouvelles normes de base de l'Agence Internationale de l'Energie Atomique (AIEA).

En application de cette directive, les États membres de l'Union européenne peuvent mettre en place des **seuils de libération** qui désignent des valeurs de concentration d'activité fixées par l'autorité nationale compétente, en dessous desquelles des matières provenant d'une activité réglementée au titre de la radioprotection peuvent être réutilisées, recyclées, éliminées ou incinérées sans nécessiter l'application des dispositions réglementaires propres aux substances radioactives.

Dans cette même directive, la Commission laisse aux États Membres la possibilité d'adopter un dispositif de libération et définit un jeu de valeurs par défaut utilisable en tant que seuils de libération.

Les seuils de libération sont déterminés à partir de scénarios d'exposition du public permettant de couvrir l'ensemble des situations envisageables, et sur la base d'une dose individuelle ajoutée maximale de 0,01 mSv/an. Cette dose est considérée comme extrêmement faible (« négligeable » en anglais) par l'AIEA, notamment au regard de la dose maximale admissible pour le public résultant des activités humaines, en dehors de la radioactivité naturelle et des doses reçues en médecine, fixée par la réglementation française à 1mSv/an (soit 100 fois plus).

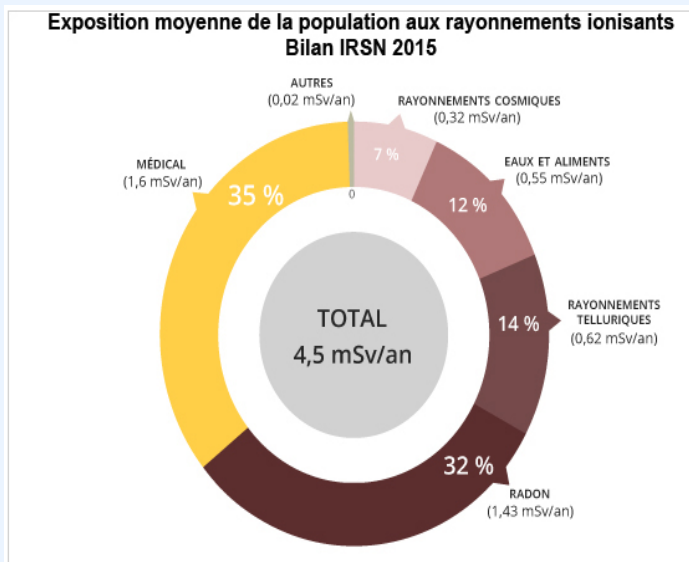
En France, l'Institut de Radioprotection et de Sûreté Nucléaire (IRSN) confirme qu' « une matière respectant les valeurs de libération ne peut pas générer d'exposition significative quelles que soient les circonstances envisageables ».

LA RADIOACTIVITE

- Il s'agit d'un rayonnement émis lors du changement d'état de noyaux d'atome instables (les radionucléides). Omniprésent dans notre environnement de manière naturelle (roches, eaux, corps humain, rayonnements cosmiques...), ce rayonnement peut aussi être généré de manière artificielle (médecine, production d'électricité...).
- La radioactivité d'une substance radioactive se mesure en Bq/g.
- L'impact potentiel de la radioactivité sur un être humain ne dépend pas du fait qu'elle soit artificielle ou naturelle, mais du niveau d'exposition au rayonnement émis par les substances radioactives. La « dose reçue » du fait de cette exposition se mesure en mSv (milliSievert). Une dose annuelle s'exprime en mSv/an.

Pour évaluer l'impact ou le risque sanitaire, on s'intéresse donc à la dose reçue.

La dose annuelle moyenne reçue par un individu en France est très majoritairement liée à la radioactivité naturelle.



Un Français reçoit au total une **dose annuelle moyenne** de l'ordre de **4,5 mSv/an**, dont

- 2,9 mSv (environ 64 %) liés aux rayonnements naturels,
- 1,6 mSv/an (environ 36 %) liés aux examens médicaux,
- 0,02 mSv/an autres (moins de 0,5 %), dont l'industrie nucléaire (Source IRSN, bilan annuel 2015)

La dose annuelle liée à la radioactivité naturelle peut cependant varier de manière assez significative par exemple, en fonction de la région, de sa géologie ou de l'altitude.

Limites réglementaires d'exposition

Pour ce qui est de l'exposition liée spécifiquement aux activités nucléaires (industrie, recherche, applications médicales, etc.), des limites sont fixées, en France, par le code de la santé public et le code du travail.

- La **limite d'exposition individuelle** à des rayonnements ionisants - hors radioactivité naturelle et hors exposition liée à des activités médicales- est règlementairement fixée à **1 mSv/an pour le public** (l'exposition réelle moyenne liée à ces activités est cependant bien inférieure : 0,02 mSv/an).
- Elle est fixée à **20 mSv/an pour les travailleurs exposés aux rayonnements** (l'exposition réelle moyenne est là aussi bien inférieure : 1,28 mSv/an en 2017)
- **Ces valeurs sont fixées sur la base des recommandations de la Commission Internationale de Protection Radiologique (CIPR) et reprises dans une Directive européenne.**

Le respect des seuils de libération, fixés, au niveau européen, garantit en toutes circonstances, et en particulier quels que soient les scénarios d'exposition, une dose infime, très inférieure à celle due la radioactivité naturelle, et pour laquelle il n'y a aucun risque sanitaire :

- cette dose est 300 fois inférieure à l'exposition moyenne liée à la radioactivité naturelle d'une personne habitant en France (qui est de 3 mSv par an)
- elle correspond également à la différence de dose liée au rayonnement cosmique entre une personne séjournant au 20^{ème} étage d'un immeuble et une personne séjournant au rez-de-chaussée du même immeuble (nota : le niveau de l'exposition aux rayonnements cosmiques augmente avec l'altitude).

Hormis la France qui n'a pas fait ce choix, les pays européens disposant d'une industrie nucléaire ont décliné la réglementation européenne en établissant de tels seuils en deçà desquels les matériaux issus d'activités nucléaires, peuvent être réutilisés dans le domaine conventionnel.

2.1.2 La réglementation des déchets produits par les installations nucléaires

En France, la réglementation établit le **zonage déchets** qui définit en particulier les « Zones à Production Possible de Déchets Nucléaires » (ZPPDN), zones dans lesquelles les déchets sont contaminés ou activés ou susceptibles de l'être.

Comme indiqué en préambule, tous les déchets issus de ZPPDN, sont gérés dans une filière dédiée aux déchets radioactifs, même si leur radioactivité réelle est non détectable ou négligeable du point de vue de la radioprotection et même indépendamment de leur caractère radioactif.

Le **Code de la santé Publique** prévoit également, la possibilité, sur dérogation, de gérer en filière conventionnelle des déchets issus de ZPPDN.

Cependant, en pratique, les échanges avec les autorités montrent que, même pour des matériaux pour lesquels l'historique et les mesures démontrent des niveaux d'activités extrêmement faibles, voire nuls et malgré l'absence d'impact sanitaire lié à la réutilisation de ces matériaux ou à leur envoi en installation de stockage conventionnelle, les éléments à produire pour ces dossiers de dérogation n'ont jamais permis d'utiliser ces dispositions.

En parallèle, le **Code de l'environnement** incite à **valoriser les déchets par réemploi ou recyclage** et à une **consommation sobre et responsable des ressources naturelles et des matières premières primaires**.

A la différence de ce qui peut se faire dans tous les autres pays européens disposant d'une industrie nucléaire, le cadre réglementaire français conduit concrètement à l'impossibilité de valoriser industriellement les matériaux issus d'une Zone à Production Possible de Déchets Nucléaires.

A ce titre, la réglementation encadrant la gestion des déchets TFA a fait l'objet de plusieurs réactions ou observations émanant d'entités diverses.

Dès 2016, **l'IRSN**, souligne : « *la faiblesse de la doctrine actuelle réside principalement dans l'unicité et la rigidité de la démarche dans son application, qui conduit finalement à **considérer que les déchets « potentiellement radioactifs » sont de facto « réputés radioactifs »**, ce qui génère une **quantité significative de déchets et matériaux qui ne présentent qu'un niveau de radioactivité nul ou extrêmement faible**, généralement inférieurs aux seuils de libération européens, mais **qui relèvent réglementairement de la filière de gestion des déchets radioactifs**.* » (Source : IRSN – Déchets radioactifs de très faible activité : la doctrine doit-elle évoluer ? »).

En mars 2017, **l'Office Parlementaire d'Evaluation des Choix Scientifiques et Techniques (OPECST)**, dans son rapport d'évaluation du PNGMDR 2016-2018, met en exergue les limites du dispositif français actuel de gestion des déchets radioactifs, en particulier des déchets TFA, au regard de la montée en puissance des démantèlements d'installations nucléaires.

Dans ses recommandations, l'OPECST se dit notamment « **favorable au principe d'introduction, à terme, de seuils de libération conditionnels et à la définition d'une spécification d'acceptation dans les centres de stockage, conformément à la réglementation européenne, accompagnée de la mise en place de **procédés fiables de caractérisation** (en particulier radiologique) et de tri des déchets** ». Il « [appelle] l'Autorité de sûreté nucléaire et le HCTISN à réévaluer la pertinence, dans le contexte français, d'une première approche des seuils de libération. [...] »

En mai 2017, la Commission Nationale d'Evaluation² (**CNE**), dans son rapport n°11, indique : « La Commission a analysé les conditions de libération des déchets TFA dans différents pays. L'expérience des pays qui ont un seuil de libération montre qu'une réglementation, associée à des procédures et à des contrôles stricts, permet d'assurer la protection des populations. Les matières ainsi libérées peuvent être réutilisées sans restriction y compris dans des biens de consommation courante. **Une harmonisation européenne et internationale des approches sur les modalités de libération des TFA paraît donc souhaitable**. La Commission renouvelle sa recommandation d'une réflexion approfondie de la France sur cette thématique. »

Enfin, en février 2017, dans leur « rapport d'information déposé par la mission d'information relative à la faisabilité technique et financière du démantèlement des INB », **J. Aubert et B. Romagnan** soulèvent également l'enjeu associé à la gestion des quantités importantes de déchets TFA issus du démantèlement dont « 30 à 50 % présentent un niveau de radioactivité très faible ou quasi nul », indiquant : « on peut se demander si leur stockage dans des centres spécifiques n'est pas disproportionné au regard du risque réel ? ».

² La Commission est chargée d'évaluer annuellement l'état d'avancement des recherches et études relatives à la gestion des matières et des déchets radioactifs. L'évaluation donne lieu à un rapport annuel transmis au Parlement qui en saisit l'Office parlementaire d'évaluation des choix scientifiques et technologiques (OPECST).

« Assouplir les règles relatives aux déchets à très faible activité (TFA) » est l'une des 5 recommandations de ce rapport.

Un Groupe de Travail a été missionné sur ce sujet et a présenté son rapport intermédiaire au HCTISN le 11 octobre 2018. Il en ressort notamment que, **l'absence d'impact sanitaire en dessous des seuils de libération fait consensus.**

Les valeurs fixées pour les seuils de libération sont à un niveau qui garantit l'absence de risque sanitaire.

Le principe strict du zonage déchets, mis en place au début des années 2000, ne permet pas de valoriser, dans des conditions de sureté équivalentes, et en particulier en l'absence de tout impact sanitaire, les matériaux recyclables et d'assurer une consommation sobre et responsable des ressources naturelles que sont les minerais métalliques et les capacités de stockage.

Au regard des quantités de déchets TFA métalliques à venir dans les prochaines années avec le démantèlement des REP, un besoin d'adaptation de la réglementation encadrant la gestion des déchets TFA est partagé par plusieurs acteurs.

2.2 Conséquence du cadre réglementaire français

De manière très concrète, le cadre réglementaire français actuel entraîne les conséquences négatives suivantes :

2.2.1 Gaspillage de la ressource

Mettre au stockage des déchets dont la matière peut être recyclée dans des conditions sûres et maîtrisées est contraire au principe fixée par la loi de ne mettre en stockage que des déchets ultimes, c'est-à-dire des déchets « qui ne sont pas susceptibles d'être traités dans les conditions techniques et économiques du moment, notamment par extraction de la part valorisable ».

En particulier, la non valorisation des DM valorisables conduit donc à un double gaspillage :

- la capacité de stockage du CIREs, filière spécifique aux déchets radioactifs, est mal utilisée par des quantités significatives de déchets qui ne nécessitent aucune mesure de radioprotection ;
- l'absence de recyclage des déchets métalliques d'activité nulle ou ne nécessitant pas de mesure de radioprotection conduit, de fait, à devoir extraire plus de minerais de fer dans des proportions équivalentes.

2.2.2 Limitation d'utilisation de filière d'élimination adaptée permettant d'optimiser la maîtrise des risques

La gestion de certains des déchets produits nécessite de prendre en compte leurs caractéristiques chimiques. Dans le cadre de la réglementation française, les déchets issus de ZPPDN (Zone à Production Potentielle de Déchets Nucléaires) sont obligatoirement gérés dans les filières Andra (CIREs ou CSA) qui ne sont pas forcément adaptées à la gestion des caractéristiques chimiques de ces déchets. C'est le cas par exemple pour certains déchets contenant du mercure. Ceux-ci, alors qu'ils ne nécessitent

pas de mesure de radioprotection particulière, ne peuvent donc pas bénéficier des filières de gestion adaptées qui existent dans le domaine conventionnel.

2.2.3 Sur-représentation du risque radiologique

L'IRSN souligne que « L'application stricte de la doctrine actuelle conduit pour ces déchets à mettre en œuvre des solutions de gestion qui ne sont pas proportionnées et qui peuvent **induire une surreprésentation du risque radiologique** dans la société civile en **entretenant le sentiment que tout niveau de radioactivité, même infime, est dangereux** et nécessite des dispositions particulières d'isolement pour assurer la protection des populations. » (Source : IRSN – Déchets radioactifs de très faible activité : la doctrine doit-elle évoluer ? »).

Par ailleurs, dans un contexte de libre circulation des biens, **l'absence de seuil de libération en France n'exclut pas l'utilisation en France de métaux issus de l'industrie nucléaire** recyclés à l'étranger. Ce point est souligné dans le « rapport d'information déposé par la mission d'information relative à la faisabilité technique et financière du démantèlement des INB (président : J. Aubert, Rapporteuse : B. Romagnan) ».

Les matériaux métalliques utilisés en France sont quasi exclusivement importés, dont près de 70 % sont sous forme finie et semi-finie (source : *Ministère de la transition écologique et solidaire / observations et statistiques*).

De façon paradoxale, le cadre réglementaire français ne permet pas de valoriser les matériaux métalliques recyclables issus de l'industrie nucléaire française (considérés comme déchets radioactifs compte-tenu de leur zonage) tout en autorisant au travers des importations l'utilisation des mêmes produits issus du recyclage de matériaux métalliques ayant été utilisés dans l'industrie nucléaire hors de France.

3 Possibilités industrielles de valorisation

En théorie, dans le cadre réglementaire actuel, l'utilisation de dérogations au Code de la Santé Publique pourrait trouver un intérêt potentiel pour des lots importants de quantités de métal aux caractéristiques similaires. En effet, chaque lot doit faire l'objet d'un dossier conséquent.

En pratique, ce recours à la dérogation est inutilisable pour une valorisation industrielle des déchets issus de ZPPDN. Il exige notamment une restriction des usages futurs ainsi que leur traçabilité complète parce qu'il sous-entend l'idée de la dangerosité via « la description des modalités mises en œuvre pour assurer l'information des personnes exposées ». Éléments qu'il n'est pas possible d'apporter sur la durée et qui plus est inutiles dans la mesure où la définition même des seuils de libération permet de garantir l'absence d'impact sanitaire quel que soit le scénario d'utilisation ultérieur.

A contrario, une approche consistant à garantir de façon sûre et robuste que les activités des déchets TFA éligibles aux seuils de libération sont effectivement en dessous des seuils de libération est tout à fait possible à mettre en œuvre de manière industrielle, en particulier pour les déchets métalliques.

En effet la fusion des déchets métalliques assure une homogénéisation ainsi qu'une facilité d'échantillonnage en phase liquide, et donc une caractérisation physico-chimique et radiologique fiable et précise des colis.

↳ LE PROCESS DE CONTROLE

Le process de contrôles permettant de garantir des niveaux d'activités en dessous des seuils est différent en fonction des types de matériaux et de leur préparation.

Dans tous les cas, **le contrôle de niveaux d'activité doit apporter de vraies garanties et reposer sur plusieurs barrières indépendantes.**

Pour les matériaux métalliques, la fusion du métal permet d'assurer une homogénéisation, un échantillonnage très représentatif et donc une caractérisation physico-chimique et radiologique fiable et précise.

A titre d'exemple, les matériaux métalliques traités en Suède dans l'usine de Cyclife font l'objet des différents contrôles suivants :

- 1^{er} contrôle dès leur arrivée : mesures de débit de dose et mesures de contamination surfacique notamment) et 2^{ème} contrôle après découpe.
- Les matériaux sont ensuite fondus et homogénéisés. Chaque bain fait l'objet d'un échantillonnage soumis à une spectrométrie gamma (3^{ème} contrôle).
- les lingots produits font l'objet d'une ultime mesure de débit de dose (4^{ème} contrôle).

Ce process est régulièrement inspecté par l'autorité de sûreté suédoise et a montré sa fiabilité. Les lingots métalliques ainsi produits et respectant les seuils de libération sont ensuite utilisés et valorisés dans l'industrie classique.

En France, deux lots de déchets métalliques du fait des quantités significatives qu'ils représentent font l'objet d'études de valorisation par ORANO et EDF : les métaux issus des diffuseurs de l'usine d'enrichissement GB1 (160 000 t) et ceux des générateurs de vapeur d'EDF (100 000 t). Le gain en termes de capacité de stockage associé à la fusion et valorisation de ces métaux est de l'ordre de 150 000 m³.

Actuellement, le cadre réglementaire français ne permet cependant pas de mettre en place en France une filière de fusion-valorisation de ces métaux, dans la mesure où il restreint l'accès aux gisements ainsi que les possibilités de valorisation (restriction des usages impliquant une traçabilité).

Au-delà des deux lots importants de matériaux métalliques cités précédemment:

- **En France**, le démantèlement du parc EDF produira des quantités de déchets métalliques TFA sous la forme de lots de plus petites tailles, mais dont les quantités sont significatives (265 000 t sur la durée complète du démantèlement du parc actuellement en exploitation). Les déchets métalliques issus des installations du CEA et d'ORANO portent ce gisement à plus de 600 000 tonnes.
- **En Europe**, le gisement de déchets métalliques de gros composants dans les trente prochaines années représente 500 000 t.

Le cadre réglementaire actuel ne permet pas le développement en France d'une installation de fusion-valorisation des matériaux métalliques.

Une évolution de la réglementation en France adaptée aux déchets TFA à niveau de sûreté équivalent et en particulier en garantissant l'absence d'impact sanitaire, serait nécessaire pour permettre :

- l'accès à un gisement suffisant et de fait des gains d'échelle en termes de dimensionnement de l'installation.**
- la sécurisation de la valorisation des lingots issus de l'installation de fusion/valorisation.**

4 Conclusion

Dans les années à venir, avec la déconstruction du parc actuel, les quantités de déchets radioactifs vont augmenter et les déchets de démantèlement du parc actuel représenteront 400 000 t de déchets TFA, dont 265000 t de déchets TFA métalliques.

Le cadre réglementaire français actuel, conduit à considérer comme radioactif et à gérer dans des filières spécifiques, tout déchet issu d'une Zone à Production Potentielles de Déchet Nucléaire, indépendamment de ses caractéristiques radiologiques et même de son caractère radioactif.

Le CIREs, assurant le stockage des déchets TFA, est déjà rempli à 50 % en volume et sa capacité n'est pas utilisée au mieux : du fait du cadre réglementaire français, une part significative des déchets qui y sont stockés a une radioactivité négligeable et ne nécessite aucune mesure de radioprotection.

Dans les autres pays européens, sont mis en place des seuils de libération permettant de réutiliser dans le domaine conventionnel des matériaux dont les niveaux d'activité sont en dessous de ces seuils. Ces dispositions s'appuient sur une directive européenne fixant des valeurs d'activité en dessous desquelles il n'y a pas d'impact sanitaire.

Cette situation conduit à questionner le mode de gestion actuel des déchets TFA en France, notamment au regard de la possibilité de valorisation des déchets métalliques qui représentent une grande partie d'entre eux et du développement en France d'une installation de fusion-valorisation des matériaux métalliques.