

VALORISATION DES MÉTAUX TFA PROVENANT D'INSTALLATIONS NUCLÉAIRES : COMMENT GARANTIR L'ABSENCE DE RISQUE POUR LA SANTÉ HUMAINE ET L'ENVIRONNEMENT ?

Géraldine BENOIT, Olivier GIRAUD, Didier CHAMPION

EDF – Direction des Projets Déconstruction et Déchets (DP2D)
22-30 avenue de Wagram 75382 PARIS Cedex 08

Le démantèlement des installations nucléaires françaises va générer d'importantes quantités de déchets métalliques. Si le recyclage de ces métaux ne pose pas de difficulté particulière pour ceux provenant de la partie conventionnelle (non nucléaire) de ces installations, comme par exemple la salle des machines d'une centrale nucléaire, il en va différemment des métaux issus de la partie nucléaire de l'installation, dont une part importante est classée dans la catégorie des déchets Très Faiblement Actifs (TFA). Dans le cadre réglementaire actuel français, ces métaux TFA, quelle que soit leur radioactivité réelle, ne peuvent pas être recyclés, y compris après traitement, pour un nouvel usage. Ils deviennent de ce fait des déchets ultimes destinés au stockage TFA du CIREC, exploité par l'Andra, certains d'entre eux contribuant inutilement à son remplissage.

Face à ce constat, et dans le contexte du projet d'installation de valorisation des métaux TFA, porté par EDF en association avec Orano, le sujet a été mis en discussion lors du débat public sur le PNGMDR (plan national de gestion des matières et déchets radioactifs) qui s'est déroulé en 2019. L'évolution de la réglementation encadrant la gestion des déchets TFA a ainsi été portée au débat.

Au terme de ce débat public, la ministre de la transition écologique et solidaire et le président de l'Autorité de sûreté nucléaire, dans leur décision commune du 21 février 2020, ont annoncé que le Gouvernement ferait « *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 très faible activité* ».

Cette décision, qui exclut l'idée de seuils de libération généralisés, pourrait permettre la mise en place d'un nouveau cadre réglementaire encadrant les modalités et les contrôles pour le recyclage de ces métaux. Cette évolution réglementaire est un préalable au projet d'installation de valorisation de métaux TFA par un traitement par fusion, projeté par EDF et Orano.

Les enjeux de la valorisation des métaux TFA

L'étude d'avant-projet menée par EDF et Orano dans le cadre du PNGMDR 2016-2018 identifie le gisement potentiel de métal pouvant être valorisé par l'installation de traitement projetée, réparti ainsi :

- environ 140 000 t provenant du démantèlement de l'usine Georges Besse 1 (Orano) sur le site du Tricastin ;
- environ 100 000 t pour l'ensemble des générateurs de vapeur du parc actuel de centrales nucléaires exploité par EDF ;
- environ 260 000 t de composants métalliques en vrac provenant du démantèlement des installations nucléaires françaises.

En l'absence de filière de valorisation de ces éléments métalliques, ceux-ci sont destinés à être stockés, comme déchets ultimes, au stockage TFA de l'Andra. Ils représentent un volume de l'ordre de 500 000 m³, soit 77% de la capacité totale autorisée du stockage TFA du Cires, étant entendu que celui-ci est déjà rempli à plus de la moitié depuis sa mise en service en 2003.

Il s'agit de métaux provenant d'une « zone à production possible de déchets nucléaire » (ZPPDN) d'installation nucléaire, instaurée dans le cadre du zonage déchets prescrit depuis fin 1999 par la réglementation française. Cette ZPPDN délimite, pour chaque installation, les parties de celles-ci où peuvent être produits des déchets contaminés ou activés, ou susceptibles de l'être. Il s'agit d'une définition qualitative, non fondée sur un seuil de radioactivité : tout déchet provenant de cette zone est présumé radioactif et doit ainsi être obligatoirement dirigé vers les filières dédiées à cette catégorie de déchets.

Le retour d'expérience de 20 ans d'exploitation en appliquant cette approche conduit à constater qu'une part importante des déchets qualifiés de TFA produits dans les ZPPDN ne présente aucune radioactivité réelle significative. Selon l'Andra, ce type de déchets représenterait 30 à 50% du volume total déjà stocké au Cires (centre de stockage des déchets radioactifs TFA) depuis sa mise en service. Ceci explique également pourquoi seulement 5% de la capacité radiologique autorisée pour ce stockage a été « consommée », alors que celui-ci est déjà rempli à plus de la moitié de sa capacité en volume.

Ainsi, le projet d'installation de traitement par fusion de métaux TFA vise à prendre en charge des déchets métalliques TFA « sans activité significative ajoutée » ou ceux dont la contamination surfacique peut être facilement retirée par des procédés chimiques ou mécaniques qui seraient mis en œuvre en amont du procédé de traitement par fusion.

L'intérêt du traitement par fusion pour permettre une valorisation dans les filières métallurgiques conventionnelles

La technologie du four électrique à arc, qui sera utilisée dans l'installation projetée par EDF et Orano, est particulièrement indiquée pour le recyclage des métaux. Elle a l'avantage d'accepter un grand panel possible de métaux. Le procédé de fusion a pour effet :

- de traiter de manière exhaustive et complète l'ensemble des éléments métalliques dans une installation dédiée ;
- de séparer les éventuelles impuretés résiduelles (radioactives ou non) contenues dans les éléments métalliques introduits dans le four, de manière à assurer le respect des critères de qualité applicables aux lingots, permettant de les envoyer dans les filières métallurgiques en aval. Les impuretés se retrouvent, pour l'essentiel, dans le laitier qui se forme au dessus du bain de fusion. Ce laitier étant susceptible de contenir des radionucléides, compte tenu de l'origine des métaux traités, doit être considéré comme un déchet radioactif. Une part des impuretés, la plus volatile, peut également se retrouver dans les fumées émises par le four et, après traitement, se retrouver dans les résidus d'épuration des fumées. Enfin, une dernière part de ces impuretés peut se retrouver dans les matériaux réfractaires du four, remplacés périodiquement. Tous ces déchets induits par le procédé de fusion sont éliminés dans les filières dédiées aux déchets radioactifs ;
- d'obtenir un métal aux propriétés homogènes, coulé en lingots destinés aux filières métallurgiques conventionnelles (après avoir réalisé les contrôles nécessaires) en vue du recyclage.

Afin de garantir le respect des critères de qualité radiologique applicables aux lingots produits par le procédé de fusion, permettant leur valorisation dans les filières aval, il est nécessaire de fixer des critères d'acceptation, notamment en termes de niveaux maximaux de contamination radioactive, pour les métaux admis dans le procédé. Ces critères d'acceptation doivent également permettre d'assurer l'absence d'impact significatif dans l'environnement de

l'installation de fusion (conformité à l'étude d'impact et respect des limites de rejet prescrites dans l'arrêté d'autorisation).

Les métaux qui seraient admis dans le four sont de deux natures :

- soit produits par la découpe de gros composants métalliques (par exemple des générateurs de vapeurs), afin de les mettre au gabarit permettant leur introduction dans le four. L'opération de découpe peut être précédée d'opérations de décontamination de tout ou partie des gros composants, d'une part pour réduire l'exposition des travailleurs effectuant la découpe, d'autre part pour maximiser la quantité de métal respectant les critères d'acceptation dans le four ;
- soit des éléments métalliques en vrac (de plus petite taille) livrés directement en conteneur rempli par l'exploitant de l'installation nucléaire dont ils sont originaires. Chaque lot provenant d'une même installation constitue ainsi un lot homogène bien caractérisé et tracé. Les éléments métalliques de chaque lot peuvent être introduits directement, après contrôle, dans le four de fusion, sans avoir à subir d'opérations de décontamination.

Conditions garantissant l'absence de risques pour la santé et l'environnement

Il importe qu'un ensemble de conditions soit réuni pour garantir l'absence de risque pour la santé et l'environnement, quel que soit l'usage du métal issu de l'opération de valorisation par fusion.

Pour cela, le projet porté par EDF et Orano repose sur deux principes fondamentaux :

- établir des critères de qualité radiologique appliqués aux lingots, en contrôlant leur respect avant expédition dans les filières métallurgiques ;
- assurer la sûreté du procédé en établissant plusieurs lignes de contrôle (principe de la défense en profondeur), permettant de détecter et corriger toute erreur ou anomalie en amont de la libération des lingots métalliques.

Concernant les critères de qualité radiologique, il est proposé de se référer aux valeurs de concentration massique fournies à l'annexe VII de la directive 2013/59/EURATOM du 5 décembre 2013, qui servent à la fois à exempter les activités qui les respectent du cadre réglementaire en matière de radioprotection, et à libérer de tout contrôle de radioprotection les matières respectant ces valeurs. Ces valeurs d'exemption/libération ont été établies sur la base d'un consensus international, suivant les trois principes suivants :

- elles garantissent une exposition très faible aux rayonnements ionisants, entraînant une dose ne dépassant pas 10 $\mu\text{Sv}/\text{an}$, jugée sans risque et négligeable du point de vue de la radioprotection ;
- elles s'appliquent à des matières dont l'usage est justifié ;
- l'usage des substances respectant ces valeurs est intrinsèquement sûr, ce qui signifie qu'il n'est pas nécessaire de mettre en œuvre des dispositifs de protection actifs ou passifs, ni d'exercer un contrôle particulier, ni de restreindre l'application.

En respectant ces valeurs, les lingots métalliques issus de l'opération de valorisation ne sont pas qualifiés de substance radioactive, au sens défini à l'article L. 542-1-1 du code de l'environnement.

Pour ce qui concerne les lignes de contrôle appliquées au processus de traitement des métaux TFA, elles sont au minima au nombre de 4 :

- la première, portée par le producteur des déchets métalliques TFA, consiste à caractériser, notamment sur le plan radiologique, les lots de déchets ou les composants métalliques qu'il envisage d'expédier vers l'installation de traitement. Ces éléments de caractérisation servent à établir un dossier d'acceptation préalable communiqué à l'exploitant de l'installation de traitement par fusion ;

- la seconde ligne de contrôle consiste à vérifier, par l'exploitant de l'installation de fusion, que les éléments figurant dans le dossier sont conformes aux critères d'acceptation des métaux dans le procédé de traitement. Une fois cette vérification effectuée, l'exploitant donne son accord pour recevoir les lots de déchets métalliques ;
- la troisième ligne de contrôle est assurée par les contrôles des lots à leur arrivée sur l'installation. Il s'agit de s'assurer que les caractéristiques de ces lots sont conformes à ce qui figure dans le dossier d'acceptation et plus généralement aux spécifications fixées par l'exploitant. Dans le cas où les métaux ont subi des opérations préparatoires sur site (décontamination, découpe), ces contrôles sont appliqués de la même manière aux lots métalliques issus de ces opérations ;
- la quatrième ligne de contrôle est réalisée par des prélèvements et analyses permettant une caractérisation représentative de chaque coulée de lingots. Ce sont ces contrôles finaux qui permettent d'attester la conformité du lot aux critères de qualité attendus, en particulier les valeurs d'exemption/libération.

Chacune de ces lignes de contrôle donnera lieu aux enregistrements nécessaires afin de tracer le processus. En particulier, chaque lot de lingots issus d'une même coulée fera l'objet d'une attestation de conformité dont un exemplaire est fourni à l'acheteur du lot. Il est ainsi possible de connaître chaque destinataire des produits de l'installation. Par contre, les lingots une fois libérés n'auront plus besoin d'être tracés au titre de la radioprotection dans la filière métallurgique aval, compte tenu du principe « intrinsèquement sûr » appliqué aux valeurs d'exemption/libération.

Perspectives

A partir des décisions prises à l'issue du débat public sur le PNGMDR, le ministère de la transition écologique a mis en consultation publique, début 2021, une proposition d'évolution de la réglementation, constituée :

- d'un décret modifiant le code de la santé publique et introduisant un nouveau régime dérogatoire aux interdictions énoncées aux articles R. 1333-2 et R. 1333-3 du code de la santé publique, afin de permettre l'usage de certaines substances radioactives ou susceptibles de l'être provenant d'une activité nucléaire, après avoir fait l'objet d'une opération de valorisation et sous condition de respect des dispositions fixées par ce régime dérogatoire ;
- d'un décret simple limitant la possibilité de valorisation aux seules substances métalliques ;
- d'un arrêté fixant le contenu du dossier de demande de dérogation.

Parmi les dispositions fixées par le régime dérogatoire projeté figure le respect des valeurs d'exemption/libération de la directive 2013/59/EURATOM, qu'il est prévu de reprendre dans un tableau dédié, annexé au code de la santé publique.

Ainsi, si cette évolution réglementaire est menée à son terme et si la dérogation prévue par cette nouvelle réglementation est accordée, la décision de créer l'installation de valorisation de métaux pourra alors être prise, pour y être implantée sur le site de Fessenheim en vue d'une mise en service envisagée à l'horizon 2030.