

# Libération des matériaux et bâtiments radioactifs du contrôle réglementaire<sup>(\*)</sup>

■ **Patrick J. O'SULLIVAN**, Agence de l'OCDE pour l'énergie nucléaire, Paris

La libération, autrement dit la levée du contrôle réglementaire appliqué aux matériaux radioactifs, est désormais une notion parvenue à maturité, qui englobe des techniques permettant de déterminer rapidement et de façon sûre la conformité aux critères de libération de la plupart des matériaux issus du déclassement (métaux, gravats, câbles, matières plastiques, etc.) et des surfaces de bâtiments. Des directives visant les seuils de libération ont été élaborées sur un plan international – par l'Agence internationale de l'énergie atomique et par la Commission européenne, par exemple – favorisant ainsi un bon niveau d'harmonisation internationale de la libération. Néanmoins, de nombreux pays ont mis en place leur propre réglementation nationale en matière de libération, qui tient compte des directives internationales. Cela contraste avec la démarche adoptée pour l'exemption, dans laquelle un seul ensemble de seuils s'applique universellement.

L'instrumentation requise pour effectuer les mesures en vue de la libération est généralement disponible et s'est avérée efficace. Aujourd'hui, les facteurs influant sur la libération sont principalement :

- les dispositions à l'intérieur du cadre réglementaire d'un pays particulier, régissant la libération (options en matière de libération, seuils de libération, restrictions visant certains matériaux ou certaines voies d'exposition, etc.) ;

- la disponibilité et le coût de sites pour le stockage définitif des déchets de très faible activité (TFA) ;

- l'opinion publique visant la libération et l'attitude du public et de certains secteurs industriels (tels que la métallurgie) à l'égard de l'origine de ces matériaux ; et

- la quantité totale de matériaux provenant (actuellement et dans le proche avenir) du secteur nucléaire, en particulier l'existence de grands projets de déclassement s'accompagnant d'un volume élevé de matériaux qui nécessite une libération.

La grande quantité de matériaux issus du déclassement des installations nucléaires peut poser de notables problèmes au cas où le propriétaire de l'installation cherche à appliquer une stratégie de gestion fondée pour une large part ou entièrement sur le stockage final dans des installations spécialisées. Selon qu'il existe actuellement des installations de stockage ou qu'il faille en mettre en place, cette formule peut être extrêmement coûteuse. De plus, la réticence du public à accepter l'agrandissement d'installations existantes, ou l'implantation de stockages nouveaux, implique que les solutions faisant appel au stockage ne devraient être envisagées qu'après avoir pris en considération toutes les options disponibles en matière de gestion.

<sup>(\*)</sup> Cet article a été rédigé à partir d'une intervention du colloque international organisé par la SFEN du 29 septembre au 1<sup>er</sup> octobre 2008 au Palais des Papes d'Avignon sur le thème : "Les défis du démantèlement : une réalité industrielle ?". Le numéro 6/2008 de la RGN a été consacré à ce colloque.

## 1. Introduction

Le déclasserment des centrales nucléaires entraîne la production d'importants volumes de matériaux métalliques, dont une grande partie n'est que légèrement contaminée. Un réacteur à eau bouillante représentatif de 1000 MWe peut renfermer jusqu'à 15 000 tonnes de métal, dont la moitié environ est très légèrement contaminée, voire pas contaminée du tout et peut aisément être préparée en vue d'une libération sans restriction conformément aux normes internationales. Une bonne partie des matériaux métalliques restants, qui sont pour une large part liés au circuit primaire, pourrait en principe aussi être décontaminée à l'aide des méthodes actuellement disponibles en vue d'une libération conditionnelle ou totale. Plus de 200 000 tonnes de béton et de gravats seront aussi produites en règle générale, dont une bonne partie n'est que légèrement contaminée.

Les installations de stockage des déchets actuellement en service et projetées peuvent avoir des difficultés à recevoir d'aussi grands volumes de déchets métalliques, par exemple pour des motifs de coût et en raison de l'opposition du public à l'agrandissement des capacités de stockage disponibles ou à l'implantation de nouvelles installations. Les prescriptions légales dans certains pays préconisent aussi en règle générale le recyclage des déchets métalliques plutôt que leur stockage définitif.

## 2. Détermination des seuils de libération

### 2.1 Les notions radiologiques de libération et d'exemption

Les notions de libération et d'exemption sont étroitement liées, exigeant l'une et l'autre que l'exposition résultante puisse être considérée comme insignifiante, autrement dit, que la dose efficace susceptible d'être délivrée à une personne du public soit de l'ordre de 10 µSv par an au maximum et que la dose collective soit inférieure à environ 1 homme-Sv. Par *exemption*, on entend la détermination par un organisme de réglementation qu'une source ou une pratique n'a pas besoin d'être soumise à certains ou à tous les aspects du contrôle réglementaire en se fondant sur le fait que l'exposition (y

compris l'exposition potentielle) imputable à la source ou à la pratique est trop faible pour justifier l'application de ces aspects. Par *libération*, on entend le processus par lequel des matières radioactives issues d'une pratique autorisée sont soustraites à tout contrôle ultérieur. Ainsi, la libération implique la levée du contrôle réglementaire, alors que l'exemption signifie qu'aucun contrôle réglementaire n'est appliqué à la pratique en question dès l'origine.

Les seuils d'exemption pour les radionucléides publiés par l'AIEA dans les Normes fondamentales internationales de protection contre les rayonnements ionisants et de sûreté des sources de rayonnements [AIE 96] et figurant aussi dans la Directive 96/29/Euratom du Conseil du 13 mai 1996 fixant les normes de base relatives à la protection sanitaire de la population et des travailleurs contre les dangers résultant des rayonnements ionisants [EUR 96] expriment un consensus international. Les seuils en vigueur s'appliquent à des quantités modérées de matières radioactives, de l'ordre d'une tonne par exemple, et par conséquent les mêmes seuils ne peuvent pas s'appliquer de façon générale à des fins de libération car des quantités de matières notablement supérieures seront souvent en jeu.

Lorsqu'elles décident de lever le contrôle réglementaire appliqué à des matériaux, les autorités chargées de la réglementation peuvent permettre une libération sans réserves, autrement dit une libération totale, ou autoriser la libération à condition que ces matériaux soient utilisés à une fin spécifique. Dans le premier cas, les matériaux libérés ne sont soumis à aucun contrôle ultérieur et peuvent être traités, recyclés ou réutilisés à toute autre fin. Dans le second cas, l'autorité chargée de la réglementation impose des conditions, qui doivent être remplies avant que les matériaux ne soient libérés du contrôle réglementaire. Cela peut impliquer, par exemple, que de la ferraille doive être fondue avant utilisation ultérieure, ou que des utilisations finales particulières soient spécifiées pour les matériaux recyclés, ou encore que les matériaux libérés doivent être transportés à destination de sites de stockage classiques.

### 2.2 Options en matière de libération afférentes aux métaux

On peut distinguer les options suivantes en matière de libération visant les métaux et d'autres matériaux solides :

Matériaux radioactifs (tonnes)		
Cuve sous pression du réacteur	760 (métal)	
Autres circuits contaminés	5950 (métal)	
Béton	1230	
Sable	1050	
Déchets issus de l'exploitation	400	
Matériaux inactifs/décontaminés (tonnes)		
Métaux	7700	Y compris 3000 tonnes environ issues des turbines à vapeur
Béton	229500	

Tableau 1 - Quantité estimée de matériaux (en tonnes) issue du déclasserment de la Tranche 3 de la centrale de Forsmark (REB de 1000 MWe, Suède) [SKB 04, tableau 3.5]

- la libération inconditionnelle de métaux destinés à une réutilisation directe, au recyclage ou en fin de compte à un stockage définitif ;
- la libération de métaux destinés à la fusion dans une fonderie classique, puis leur réutilisation sans restrictions (autrement dit, pas destinés à une réutilisation directe) ; et
- la libération de métaux destinés à la fusion dans une fonderie spécialisée, puis leur réutilisation soumise à certaines restrictions (par exemple, réutilisation dans l'industrie nucléaire).

Les options en matière de libération inconditionnelle sont traitées dans la recommandation RP 122, partie I de la Commission européenne (CE) [EUR 00] et dans le Guide de sûreté RS-G-1.7 de l'AIEA [AIE 04]. Les diverses options afférentes au recyclage de métaux sont couvertes par la recommandation RP 89 de la CE.

### 2.3 Options en matière de libération afférentes aux bâtiments

On peut distinguer les options suivantes en matière de libération afférentes aux bâtiments, l'une et l'autre étant abordées dans la recommandation RP 113 de la CE : la libération de bâtiments destinés à une réutilisation (ou à la démolition) ou exclusivement destinés à la démolition.

### 2.4 Seuils de libération

Les seuils de libération indiqués dans les publications susmentionnées, qui ont été calculés à l'aide de modèles radiologiques fondés sur des scénarios, sont récapitulés dans le Tableau 2 pour certains radionucléides importants [AEN 08]. Ces radionucléides sont en cause dans les installations de réacteurs et les installations liées au cycle du combustible et représentent divers groupes de nucléides, par exemple des émetteurs bêta de faible intensité (<sup>3</sup>H, <sup>14</sup>C, <sup>63</sup>Ni), des émetteurs bêta/gamma de forte intensité tels que des produits d'activation et de fission (<sup>60</sup>Co, <sup>137</sup>Cs), des émetteurs bêta de forte intensité (<sup>90</sup>Sr), et des émetteurs alpha d'origine variée (<sup>235</sup>U, <sup>241</sup>Am, <sup>239</sup>Pu).

Les deux premières rangées du tableau 2 se rapportent à la libération inconditionnelle d'après les deux recommandations RP 122 Partie I de la Commission européenne [EUR 00] et RS-G-1.7 de l'AIEA [AIE 04]. Ces deux documents contiennent un ensemble de valeurs arrondies des seuils de libération qui se fondent sur différents scénarios et hypothèses, mais qui aboutissent à des valeurs fort similaires. Le guide de sûreté RS-G-1.7 accuse une tendance légèrement plus empreinte de conservatisme. La troisième rangée du tableau 2 présente les seuils de libération tirés de la recommandation RP 89 [EUR 1998] qui s'appliquent aux ferrailles destinées à la fusion. Par rapport aux valeurs tirées de RP 122/I, ils sont en général égaux ou plus élevés, laissant supposer qu'un ensemble de scénarios plus réduit et donc moins restrictif a été utilisé. Les deux dernières rangées présentent les seuils de libération afférents aux bâtiments tirés de la recommandation RP 113 [EUR 00]. Comme ils sont exprimés en Bq/cm<sup>2</sup>, aucune comparaison directe avec les autres ensembles de valeurs n'est possible ni significative. On peut toutefois observer que les valeurs relatives à la libération des bâtiments destinés à la démolition (autrement dit, lorsque aucune réutilisation ne serait permise) sont généralement supérieurs ou égaux à ceux afférent à la libération sans restrictions, autrement dit en vue d'une réutilisation ou de la démolition.

Le tableau 3 présente une comparaison des valeurs numériques provenant de différents pays. Les différences observées dans les ensembles de valeurs des seuils de libération sont imputables aux hypothèses différentes dans les modèles utilisés, reflétant par exemple des conditions nationales ou régionales, comme des particularités du cycle des matériaux, des distances de transport, des prescriptions en matière de sécurité dans l'industrie. Ces facteurs influent sur le choix des scénarios et des paramètres des scénarios dans les scénarios radiologiques et donc sur les seuils de libération calculés.

Il est manifeste qu'au cours des cinq à dix dernières années une certaine convergence des modèles et des

Objet	<sup>3</sup> H	<sup>14</sup> C	<sup>63</sup> Ni	<sup>60</sup> Co	<sup>137</sup> Cs	<sup>90</sup> Sr	<sup>235</sup> U	<sup>241</sup> Am	<sup>239</sup> Pu	Unité
Libération inconditionnelle, RP 122/Partie I	100	10	100	0,1	1	1	1	0,1	0,1	Bq/g
Libération inconditionnelle, RS-G-1.7	100	1	100	0,1	0,1	1	-	0,1	0,1	Bq/g
Ferraille destinée au recyclage ou à la réutilisation, RP 89	1000	100	10 000	1	1	10	1	1	1	Bq/g
Gravats, RP 113	100	10	1000	0,1	1	1	1	0,1	0,1	Bq/g
Bâtiments destinés à être réutilisés, RP 113	10 000	1000	10 000	1	1	100	1	1	0,1	Bq/cm <sup>2</sup>
Bâtiments destinés à la démolition, RP 113	10 000	10 000	100 000	1	10	100	10	1	1	Bq/cm <sup>2</sup>

Tableau 2 - Aperçu général des seuils de libération tirés de documents d'orientation internationaux

Pays	<sup>3</sup> H	<sup>14</sup> C	<sup>63</sup> Ni	<sup>60</sup> Co	<sup>137</sup> Cs	<sup>90</sup> Sr	<sup>235</sup> U	<sup>241</sup> Am	<sup>239</sup> Pu	Source
Allemagne	1000	80	300	0,1	0,5	1	0,5	0,05	0,1	Col.5
	1000	80	10 000	0,6	0,6	9	0,8	0,3	0,2	Col.10a
Belgique	100			0,1	1	1	1	0,1	0,1	RP122/1
Espagne	100	10	100	0,1	1	1	1	0,1	0,1	RP122/1
	1000	100	10 000	1	1	10	1	1	1	RP89
Etats-Unis	530	310	21 000	0,2	0,6	18	0,7	0,2	0,3	Reg.
Finlande	10	10	10	1	1	1	0,1	0,1	0,1	Reg.
Japon	100	1	100	0,1	0,1	1	-	10	0,1	RSG1.7
Pays-Bas	10 <sup>6</sup>	10 <sup>4</sup>	10 <sup>5</sup>	1	10	100	10	1	1	EUBSS
Royaume-Uni	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	Reg. (SoLA)
Suède	0,5 Bq/g pour les émetteurs bêta/gamma						0,1 Bq/g pour les émetteurs α			
<i>Pour les lingots</i>	1000	100	10 000	1	1	10	1	1	1	RP89

**Tableau 3 - Aperçu général des seuils massiques de libération pour tous les types de libération ou pour la libération de métaux (en Bq/g)**

valeurs est intervenue, et les différences qui subsistent ne sont pas notables, notamment les seuils de libération pour des radionucléides déterminants comme <sup>60</sup>Co, <sup>137</sup>Cs, <sup>90</sup>Sr, <sup>241</sup>Am sont du même ordre de grandeur. C'est, par exemple, le cas des seuils allemands afférents à la libération inconditionnelle et de ceux recommandés par l'UE dans RP 122, Partie I [EUR 00] et par l'AIEA dans le Guide de sûreté RS-G-1.7 [AIE 04].

On trouvera au tableau 4 un aperçu des quantités de métaux devant faire l'objet d'une libération. Il convient de noter, toutefois, que les données émanant des divers pays se fondent sur des prémisses différentes : dans les pays où aucun projet de déclassement n'a encore été exécuté, les chiffres se rapportent à des estimations des masses **totales** à traiter à l'avenir. Dans les pays dans lesquels il est fait état d'un projet de déclassement spécifique, les

Pays	Métaux	Commentaire
Allemagne	Plusieurs milliers de tonnes <u>par an</u>	Quantité annuelle devant faire l'objet d'une procédure officielle de libération et provenant de divers projets de déclassement
Belgique	726 tonnes (79 % de la masse totale) 2390 tonnes (95 % de la masse totale)	Usine de retraitement d'Eurochemie provenant du réacteur de recherche BR3
Espagne	7500 tonnes de ferrailles <u>au total</u> 86 tonnes de déchets métalliques non ferreux <u>au total</u> 370 tonnes d'autres matériaux <u>au total</u>	Tranche I de la centrale nucléaire de Vandellòs (libération après 25 ans de mise en attente sûre)
Etats-Unis	Décision au cas par cas	Décision prise par la NRC sur la base de très faibles quantités de radioactivité
Finlande	n.d.	Il n'existe pas de projet de déclassement
Japon	Libération à mettre en œuvre pour des centrales nucléaires : 30 000 tonnes pour un REB de 1100 MWe, par exemple	
Pays-Bas	Libération à mettre en œuvre pour des centrales nucléaires : plusieurs milliers de tonnes <u>au total</u>	Uniquement la centrale nucléaire de Dodewaard (libération après 40 ans de mise en attente sûre)
Royaume-Uni	~10 000 m <sup>3</sup> destinés à l'évacuation <u>au total</u>	provenant du site de Winfrith
Suède	Ferrailles : 53 tonnes destinées au recyclage 119 tonnes destinées à la fusion à Studsvik <u>au total</u>	s'agissant des installations du Laboratoire central actif (ACL) et du bâtiment central des filtres actifs (ACF)

**Tableau 4 - Aperçu général des quantités de métaux à libérer**

chiffres se rapportent à ce **projet particulier**. Dans les pays ayant adopté une démarche générique à l'égard de nombreux projets de déclasserement en cours, les chiffres se rapportent aux masses **annuelles** moyennes devant faire l'objet d'une procédure officielle de libération.

### 3. Techniques de mesure

Les techniques actuelles de mesure, telles que les moniteurs d'activité moyenne, permettent d'effectuer des mesures rapides sur de grandes quantités de matériaux. La spectrométrie gamma in situ, en particulier lorsqu'elle est utilisée avec un collimateur, permet d'effectuer des mesures sur de grandes étendues de surfaces de bâtiments en un laps de temps raisonnable, tout en étant capable parallèlement de détecter les nucléides émetteurs gamma qui ont pénétré dans la surface des bâtiments jusqu'à des profondeurs de quelques centimètres. Les perfectionnements futurs peuvent faire appel à des instruments dotés de surfaces de détection accrues ou à des



**Fig. 1 - Prélèvement d'échantillons sur des surfaces de béton à l'aide d'une perceuse mécanique banale équipée d'une tête de fraisage, et à l'aide d'un bécet pour recueillir la poudre (haut) ; transfert de la poudre dans un conteneur de mesure (bas) (photos tirées de [KWW 04])**

détecteurs ayant des dimensions extérieures moindres pour permettre des mesures dans des parties de bâtiments autrement inaccessibles, telles que des passages étroits.

Parmi les méthodes de mesure d'usage généralisé à l'heure actuelle, figurent notamment les suivantes :

- Débitmètre de dose : la distribution du débit de dose est généralement déterminée d'abord pour obtenir les informations requises pour des considérations de radioprotection. Les mesures de débits de dose peuvent également servir à déterminer les "points chauds" (zones de contamination élevée).

- Echantillons de matériaux avec analyse en laboratoire : les échantillons de matériaux, qui sont ultérieurement évalués par spectrométrie gamma en laboratoire ou – s'il y a lieu – qui sont analysés afin de détecter des nucléides difficiles à mesurer après séparation radiochimique, fournissent les informations les plus précises, mais ces informations se limitent à une zone restreinte – voir Figure 1.

- Moniteurs de contamination de surface : les moniteurs de contamination de surface permettent de déterminer l'activité surfacique pure s'accompagnant d'une émission bêta suffisamment élevée. De tels instruments permettent une exploration rapide de zones à des fins de dépistage, mais ne fournissent aucune information sur les différents nucléides responsables de l'activité – voir Figure 2.



**Fig. 2 - Le moniteur de contamination CoMo 170 de S.E.A.<sup>1</sup> avec scintillateur plastique**

- Spectrométrie gamma in situ : la spectrométrie gamma in situ est une méthode qui prend rapidement de l'importance tant dans les mesures au cours de la caractérisation initiale que dans les mesures en vue de la libération. Cette méthode permet d'obtenir un spectre gamma à partir d'une pièce entière (si elle est appliquée sans collimation) ou à partir d'une zone limitée sur une surface de bâtiment ou un composant (si elle est appliquée avec un collimateur) en un temps de mesure bref à moyen – voir Figure 3.

<sup>1</sup> S.E.A. Strahlenschutz-, Entwicklungs- und Ausrüstungsgesellschaft ; Dülmen, Allemagne. <http://www.nuklear-medizintechnik.de/>

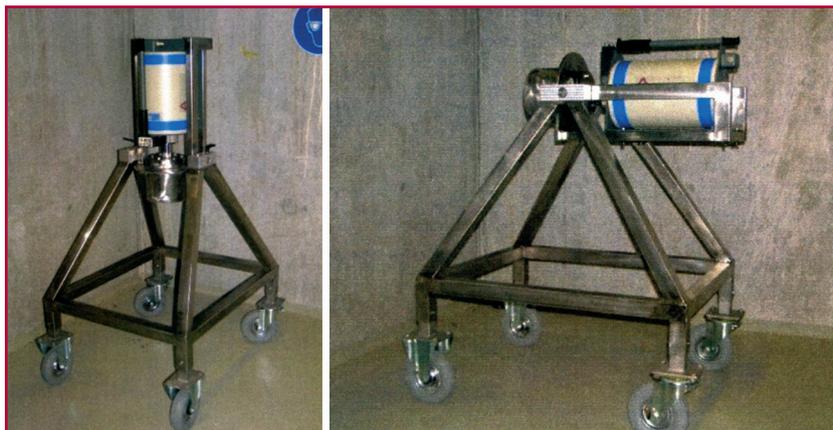


Fig. 3 - Spectromètre gamma in situ dans un châssis pour des mesures visant le plancher et le mur (Canberra)

• Epreuves de contamination par frottis : étant donné que les épreuves de contamination par frottis permettent seulement de détecter la fraction détachable de la contamination et comme elles ne peuvent être appliquées que sur un éventail limité de surfaces (par exemple, pas sur les surfaces de bâtiments sans enlèvement préalable du revêtement de couverture), le recours à des épreuves de contamination par frottis se limite généralement aux mesures à des fins de radioprotection, où elles peuvent servir de méthode sensible permettant de détecter la présence de nucléides émetteurs alpha, par exemple et peuvent fournir des informations sur la distribution des nucléides.

#### 4. Solutions de rechange à la libération (recyclage, stockage définitif en tant que déchets de très faible activité, entreposage provisoire)

##### 4.1 Aperçu général

Dans de nombreux pays, la libération n'est pas considérée comme une option viable pour des matériaux provenant du secteur nucléaire, par exemple pour les grandes quantités de matériaux provenant du déclassé des installations nucléaires. Dans ces cas, d'autres méthodes de gestion doivent être appliquées en lieu et place ou en complément de la libération. Parmi ces méthodes figurent :

- le recyclage dans le secteur nucléaire ;
- le stockage définitif des matériaux (au demeurant libérables), en particulier des gravats et du sable, en tant que déchets de très faible activité sur des sites de stockage spécifiques ;
- l'entreposage provisoire pour décroissance radioactive.

Parmi les installations destinées au traitement de matériaux faiblement contaminés figurent des fonderies spécialisées en Allemagne et en Suède assurant la fusion de ferrailles – solution qui offre la possibilité d'un recyclage ultérieur dans le secteur nucléaire (comme en Allemagne). Des sites spécifiques de stockage définitif pour déchets de très faible activité ont été mis en place en Espagne et en France et sont à l'étude ailleurs. Les raisons d'une telle démarche peuvent être économiques, techniques ou sociales, comme cela est indiqué ci-après.

##### 4.2 Facteurs techniques

Bien que cela soit techniquement faisable, il peut ne pas être aisé de démontrer dans tous les cas la conformité aux seuils de libération, en particulier pour des spectres types comportant des teneurs élevées en nucléides difficiles à mesurer. La ferraille provenant d'installations liées au cycle du combustible, pour laquelle la caractérisation et les mesures peuvent demander des efforts extrêmement importants, offre un exemple de tels matériaux. Dans de pareils cas, il peut être beaucoup plus aisé de recourir à des méthodes de rechange, comme la fusion dans une fonderie spécialisée pour laquelle le travail nécessaire pour la caractérisation est sensiblement moindre.

Il existe une variété de techniques de décontamination, qui offrent des moyens de recycler et de réutiliser les ferrailles radioactives [AEN 96]. La fusion est une méthode particulièrement importante. Au cours du processus de fusion, le  $^{137}\text{Cs}$  s'évapore du métal. Dans la plupart des ferrailles provenant de réacteurs, les éléments radioactifs restants ont de brèves périodes ( $^{60}\text{Co}$ , par exemple), ce qui permet de réutiliser ces matériaux à l'avenir dans un certain délai prédéterminé. La fusion entraîne aussi une réduction notable du volume et permet des mesures beaucoup plus exactes de la radioactivité.

Bien que la fusion représente un important élément constitutif des pratiques de recyclage pour les métaux, d'autres techniques de décontamination sont disponibles qui sont moins agressives et qui permettraient encore de réutiliser ces éléments. Il s'agit notamment des techniques de sablage humide et à sec, de même que des procédés chimiques. Il se peut qu'une technologie ne soit pas capable à elle seule d'assurer une décontamination se situant en dessous des seuils de libération requis et, en conséquence, la décontamination est fréquemment mise en œuvre par étapes, pour finir par amener les matériaux aux niveaux d'activité requis. Des considérations du même ordre s'appliquent à la décontamination des surfaces de béton.

##### 4.3 Incidences sanitaires, environnementales et socio-économiques

On dispose de deux options fondamentales pour gérer l'élimination des matières radioactives retirées du service, à savoir l'évacuation et le remplacement d'une part, et le recyclage et la réutilisation d'autre part. Pour les ferrailles, les risques corporels pour les travailleurs résultant d'accidents sur le lieu de travail, et pour le public, résultant d'accidents de transport, excèdent les risques imputables à l'une ou l'autre option visant des matières radioactives ou des produits chimiques [AEN 96]. Les risques radiologiques pour le public, qui sont imputables aux deux options, sont en règle générale de niveaux très faibles. En revanche, les risques sanitaires non radiologiques qui sont liés à l'évacuation et au remplacement sont beaucoup plus élevés que ceux liés au recyclage et à la réutilisation.

Les incidences environnementales et socio-économiques imputables à l'évacuation et au remplacement dépassent celles afférentes au recyclage et à la réutilisation. L'emprise au sol, les perturbations et les dommages à l'environnement résultant de l'exploitation minière et les incidences environnementales liées aux besoins énergétiques supplémentaires des processus de remplacement sont deux des nombreux facteurs contributifs.

En ce qui concerne les répercussions socio-économiques indésirables, les deux options se heurtent à une certaine opposition du public. Le recyclage et la réutilisation sont confrontés au discrédit pesant sur l'industrie nucléaire dans de nombreux pays, alors que l'évacuation doit faire face à l'opposition du public à l'implantation et à l'autorisation des nouvelles installations de stockage définitif nécessaires pour satisfaire les besoins en matière de déclasserment. D'autres facteurs économiques, notamment les effets du recyclage sur les marchés de la ferraille, tendent aussi à être favorables aux solutions du recyclage et de la réutilisation pour assurer la gestion.

## 5. Conclusions

La libération est devenue une importante solution possible pour la gestion des matériaux issus du déclasserment des installations nucléaires au cours des deux dernières décennies. On dispose d'abondantes données d'expérience provenant de dizaines de projets de déclasserment dans le monde entier.

La libération des matériaux est une décision normalement prise pour des considérations économiques et/ou logistiques.

Dans les cas où **aucun stockage n'est disponible**, les matériaux issus du déclasserment, qu'il faut traiter comme des déchets radioactifs, doivent être séparés des grandes quantités de matériaux qui pourraient être réintroduits dans le cycle normal des matériaux, autrement dit être libérés. En l'absence d'une libération, il serait nécessaire de construire d'importantes capacités d'entreposage provisoire non rentables pour accueillir ces grandes quantités de matériaux ; ainsi, le coût global de la gestion des matériaux peut être notablement réduit.

Dans les cas où **un stockage est disponible**, ou est prévu et où il existe des critères d'acceptation (préliminaire ou définitive) dans le stockage, la libération constitue encore souvent l'option la moins coûteuse. Les coûts de conditionnement et d'emballage dans des conteneurs de déchets convenant au dépôt et les redevances de mise en dépôt peuvent dépasser sensiblement les coûts de segmentation, de décontamination et de libération.

Le stockage définitif dans des dépôts de déchets de très faible activité (lorsque ces derniers sont disponibles) présente des avantages économiques quand il est nécessaire de prendre en charge de grandes quantités de matériaux, encore qu'il faille mettre ces avantages économiques en regard des coûts sociaux et environnementaux liés à la réextraction des minerais métalliques qui seraient autrement nécessaires.

La valeur intrinsèque des matériaux hors d'usage issus du déclasserment et la nécessité de réduire les déchets envoyés dans des installations de stockage définitif de déchets radioactifs font de la récupération, grâce à une forme ou une autre de décontamination, un important facteur à prendre en considération pour les propriétaires d'installations nucléaires. En outre, les matériaux recyclables envoyés dans des installations de déchets doivent en fin de compte être remplacés par de nouveaux matériaux. Quant au cas particulier des matériaux métalliques, les décideurs doivent aussi ne pas perdre de vue les incidences nocives sur la santé et l'environnement imputables aux procédés d'extraction et de traitement des minerais, liées au remplacement de ces matériaux, par comparaison au coût et aux autres incidences imputables au recyclage des métaux.

## Remerciements

Le présent document se fonde sur une étude exécutée par le Groupe de travail de l'AEN sur le déclasserment et le démantèlement (WPDD) [AEN 08] avec le concours de M. Stefan Thierfeldt<sup>2</sup>.

## Références

[AEN 96] AEN/OCDE - Comité de la gestion des déchets radioactifs (RWMC)

*Nuclear Decommissioning: Recycling and Reuse of Scrap Metals (Déclasserment des installations nucléaires : recyclage et réutilisation des ferrailles)*  
Rapport NEA/RWM/CPD(1996), Paris, 1996

[AEN 08] AEN/OCDE - Comité de la gestion des déchets radioactifs (RWMC)

*Libération des matériaux et bâtiments radioactifs du contrôle réglementaire : Rapport de synthèse*  
Paris, 2008, ISBN 978-92-64-99061-6

[AIE 96] Agence internationale de l'énergie atomique  
*Normes fondamentales internationales de protection contre les rayonnements ionisants et de sûreté des sources de rayonnements*  
Collection Sécurité N°115, Vienne, 1996

[AIE 04] Agence internationale de l'énergie atomique  
*Application of the Concepts of Exclusion, Exemption and Clearance (Application des notions d'exclusion, d'exemption et de libération)*, Collection Normes de sûreté de l'AIEA N° RS-G-1.7, Guide de sûreté, Vienne, 2004

[EUR 96] Conseil de l'Union européenne  
Directive 96/29/Euratom du Conseil, du 13 mai 1996, fixant les normes de base relatives à la protection sanitaire de la population et des travailleurs contre les dangers résultant des rayonnements ionisants, Luxembourg, 1996

[EUR 98] Commission européenne  
*Recommended radiological protection criteria for the recycling of metals from the dismantling of nuclear installations; Radiation Protection No. 89, (Critères de protection radiologique recommandés pour le recyclage des métaux*

<sup>2</sup> Brenk Systemplanung, Allemagne.

*provenant du démantèlement d'installations nucléaires, Radioprotection N°89), Luxembourg, 1998, ISBN 92-828-3284-8*

[EUR 00] Commission européenne

*Practical Use of the Concepts of Clearance and Exemption – Part I: Guidance on General Clearance Levels for Practices (Application pratique des notions de libération et d'exemption – Partie I : Orientations visant les seuils généraux de libération applicables aux pratiques); Recommendations of the Group of Experts established under the terms of Article 31 of the Euratom Treaty (Recommandations du Groupe d'experts établi en vertu*

*de l'Article 31 du Traité Euratom) ; Radiation Protection No. 122 (Radioprotection N°122), Luxembourg, 2000*

[KWW 04] NPP Wurgassen

*Rückbau eines Kernkraftwerks (Dismantling of a Nuclear Power Plant)*

DVD with films of decommissioning sequences, Beverungen, Germany, 2004

[SKB 04] Swedish nuclear fuel and waste management company

*Teknik och kostnader för rivning av svenska kärnkraftverk (Techniques et coûts du déclasserement des centrales nucléaires suédoises)*

*SKB Report R-04-44, Stockholm, 2004*

