

Société Française de Radioprotection
Démantèlement des installations et réhabilitation de sites contaminés
Paris, 18-19 février 2008

Travaux et vision de l'AEN/OCDE concernant le déclassement et la libération des sites

Patrick J O'Sullivan

Protection radiologique et gestion des déchets radioactifs

Agence de l'OCDE pour l'énergie nucléaire

Travaux et vision de l'AEN/OCDE concernant le déclasséement et la libération des sites

Plan de la communication

- Groupe de travail de l'AEN sur le déclasséement et le démantèlement (WPDD)
- Libération des matériaux et bâtiments
- Libération des sites
- Enseignements tirés

Pays Membres et mission de l'Agence de l'OCDE pour l'énergie nucléaire (AEN)

Australie
 Canada
 États-Unis
 Hongrie
 Islande
 Japon
 Mexique
 Norvège
 République de Corée
 République slovaque
 République tchèque
 Suisse
 Turquie
 UE-15
 CE
 AIEA



- *... un cadre privilégié pour les échanges d'informations et d'expérience et la coopération internationale ...*
- *... approfondir les bases scientifiques, technologiques et juridiques indispensables à une utilisation sûre, respectueuse de l'environnement et économique de l'énergie nucléaire ...*

Groupe de travail de RWMC sur le déclassement et le démantèlement (WPDD)

Mandat

Le WPDD est un groupe de travail du Comité de la gestion des déchets radioactifs (RWMC) qui a pour mission :

- de suivre, au niveau mondial, les évolutions de la gestion et des techniques de déclassement.
- de favoriser un dialogue ouvert entre partenaires, appartenant notamment aux organismes de réglementation, aux établissements de R-D et au secteur du démantèlement.

Groupe de travail de RWMC sur le déclassement et le démantèlement (WPDD)

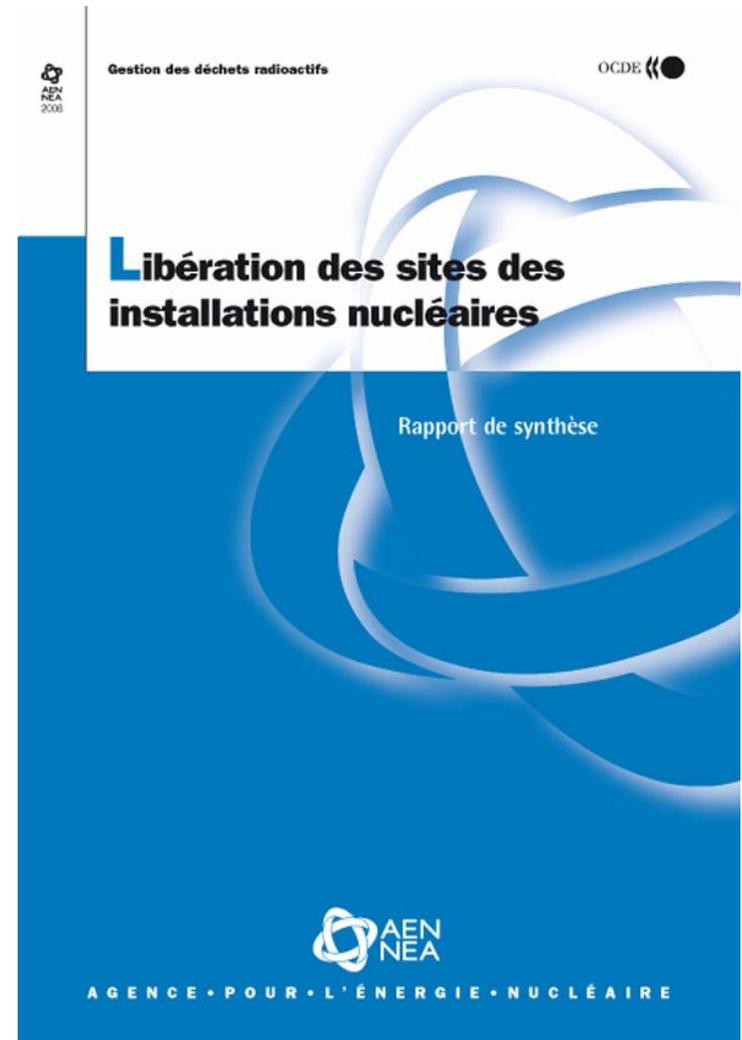
Modus operandi

- Réunions annuelles en vue d'échanges d'informations et de la recherche d'un consensus
 - Séances thématiques
 - Informations approfondies sur le « contexte national » du pays hôte
- Groupes spéciaux chargés de traiter des sujets particuliers ; rapports d'orientation et exposés thématiques
- Sessions d'étude et conférences
- Liaison avec d'autres groupes d'experts de l'AEN
- Tour d'horizon des tendances nouvelles au plan international

Groupe de travail de RWMC sur le déclassement et le démantèlement (WPDD)

Réalisations récentes

- Choisir des stratégies de démantèlement des installations nucléaires
- Vers la réalisation d'un dossier de sûreté de démantèlement
- Financement du déclassement : Aspects éthiques, mise en œuvre, incertitudes (2006) – Anglais
- Implication des parties prenantes dans le déclassement des installations nucléaires (2007)
- Tendances réglementaires en matière de déclassement (projet)
- **Libération des sites des installations nucléaires (2006)**
- **Libération et réutilisation des matériaux et bâtiments (projet)**



Rapport de synthèse sur la « libération des matériaux et des bâtiments »

- **Publication prévue au printemps 2008**
- **Contenu du rapport**
 - ❖ **Base de la libération**
 - ❖ **Détermination des seuils de libération**
 - ❖ **Mise en œuvre du processus de libération**
 - ❖ **Solutions de rechange à la libération**
- **Pays étudiés**
 - ❖ **9 pays de l'UE**
 - ❖ **Japon**
 - ❖ **États-Unis**

Base de la libération

Les notions radiologiques d'exemption et de libération

■ **Exemption** - Pratiques et sources non soumises à la réglementation en raison du caractère insignifiant des doses escomptées (dose individuelle de 10 μ Sv/an ; dose collective de 1 h-Sv)

■ Source des critères :

- Normes fondamentales internationales de protection contre les rayonnements ionisants et de sûreté des sources de rayonnements (AIEA Safety Series N°115)
- 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).

NB: Les critères sont fondés sur des quantités modérées de matériaux, à savoir < 1 tonne

■ **Libération** – Libération de matières radioactives au contrôle réglementaire (base dose individuelle de 10 μ Sv/an ; dose collective de 1 h-Sv)

Options en matière de libération

Libération inconditionnelle

- **Matériaux et liquides libérés en vue d'une réutilisation, d'un recyclage ou de l'évacuation**
 - => **Seuils de libération masses spécifiques et seuils de libération surfaciques spécifiques**
- **Grandes quantités de gravats et de terre**
 - => **Seuils de libération masses spécifiques**
- **Bâtiments destinés à être réutilisés ou démolis (sans restriction)**
 - => **Seuils de libération surfaciques spécifiques (activité en surface ou en dessous)**

Orientations internationales

- **Guide de sûreté RS-G-1.7 de l'AIEA, *Application des notions d'exclusion, d'exemption et de libération* (2004)**
- **Commission européenne, Radioprotection N°122, *Application pratique des notions de libération et d'exemption – Partie I : Orientations visant les seuils généraux de libération applicables aux pratiques* (2000).**

Options en matière de libération

Libération conditionnelle

- **Matériaux solides destinés à être mis en décharge publique ou éliminés par incinération (solides et liquides)**
- **Bâtiments destinés à la démolition (pas de réutilisation)**
- **Ferraille destinée à la fusion (dans une fonderie classique)**

Orientations internationales

- **Commission européenne, Radioprotection N°89, Critères de protection radiologique recommandés pour le recyclage des métaux provenant du démantèlement d'installations nucléaires (1998)**
- **Commission européenne, Radioprotection N°113, *Critères de protection radiologique recommandés pour la libération des bâtiments et des gravats provenant du démantèlement d'installations nucléaires (2000)***

Critères de radioprotection recommandés

Métaux et gravats

Inconditionnelle

- Réutilisation directe
- Recyclage
- Stockage définitif

RP N° 122 Partie 1 (CE)
RS-G-1.7 (AIEA)

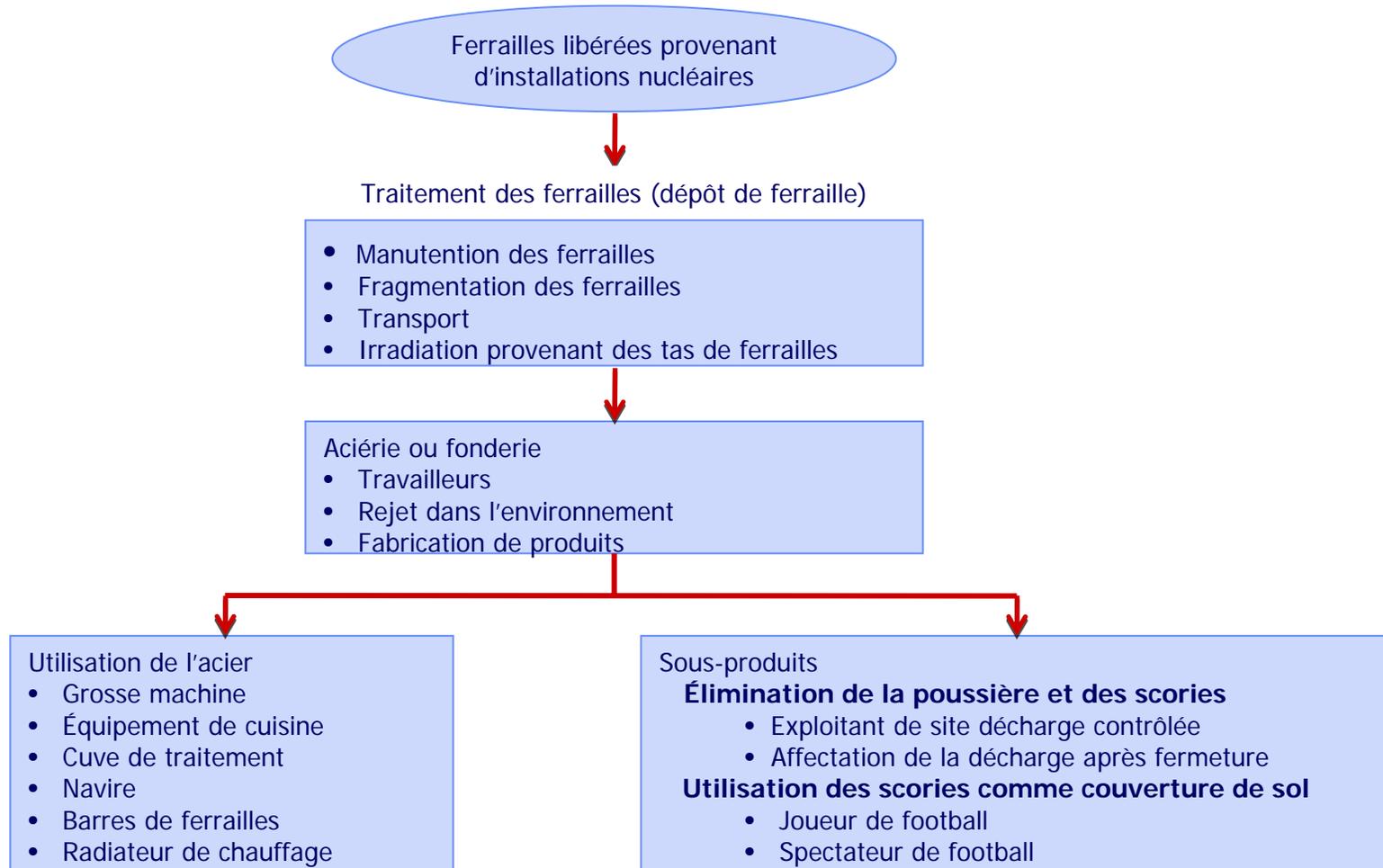
Conditionnelle

- Fusion dans une fonderie classique (métaux)

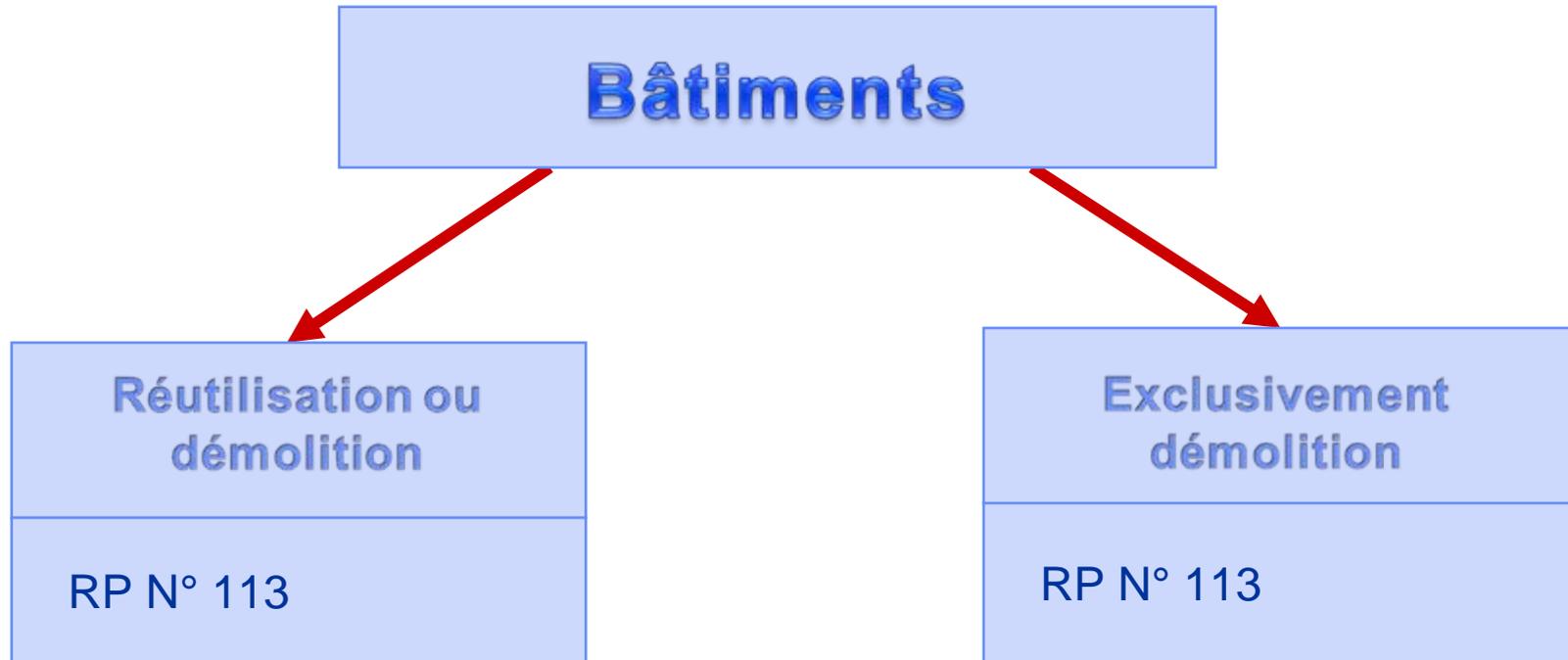
RP N°89 (métaux)
RP N°113 (gravats)

Modèle de radioprotection pour la libération des métaux

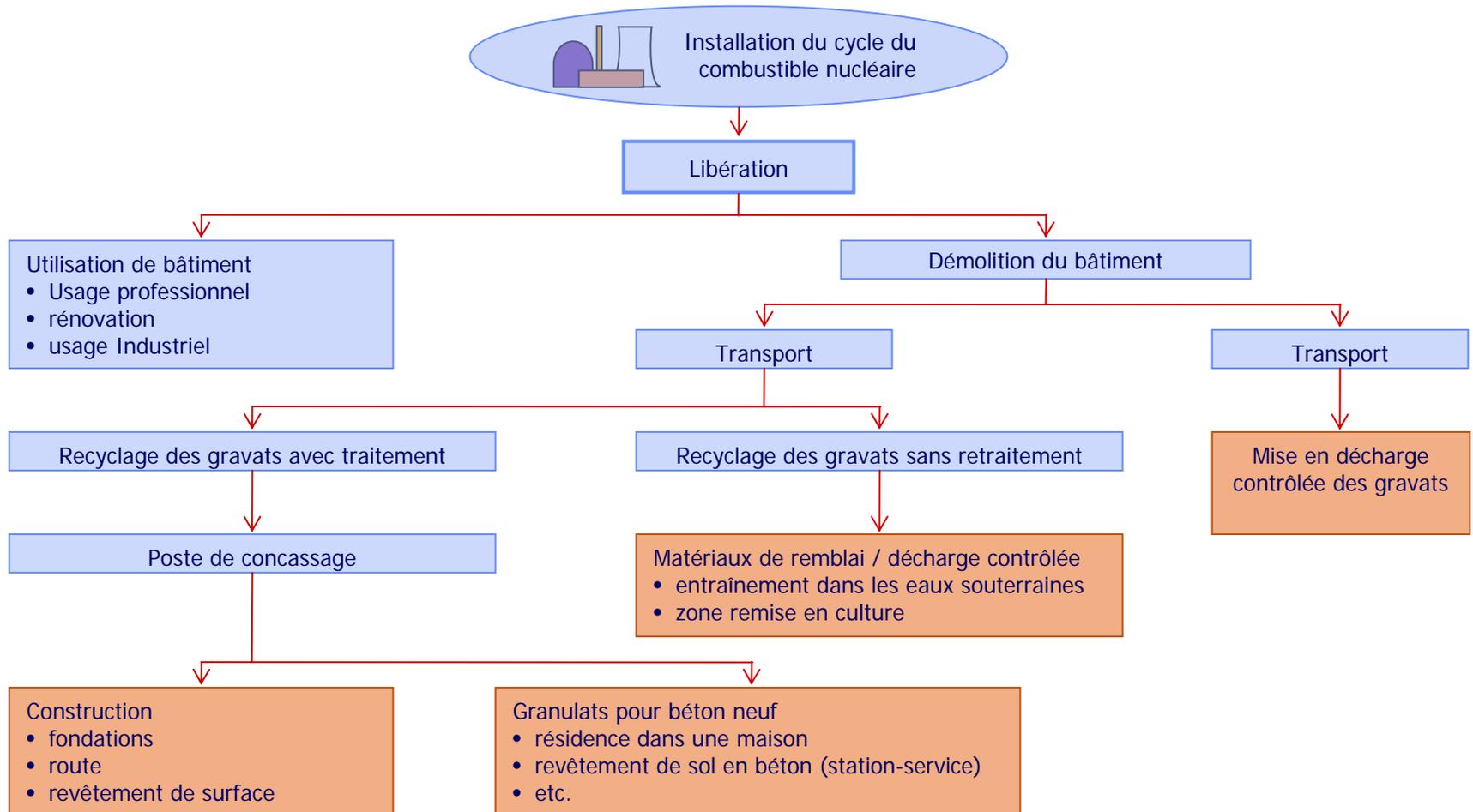
(RP 89)



Critères de radioprotection recommandés



Modèle de radioprotection visant la libération de bâtiment tiré de RP N°113



Critères de radioprotection

Critères de libération = critères d'exemption ?

- En principe pas de différence – mais l'exemption peut porter sur des quantités nettement supérieures à 1 tonne; Normes fondamentales internationales N°115 de l'AIEA « les critères de libération doivent tenir compte des critères d'exemption et ne doivent pas leur être supérieurs »
- Un pays (les Pays-Bas) a adopté des critères uniformes de libération et d'exemption, mais avec certaines exceptions

Critères de radioprotection : recommandations internationales

| Finalité | H 3 | C 14 | Ni 63 | Co 60 | Cs 137 | Sr 90 | U 235 | Am 241 | Pu 239 | Unité |
|---|--------|--------|---------|-------|--------|-------|-------|--------|--------|--------------------|
| Libération inconditionnelle RP 122/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 | 1,000 | 100 | 10,000 | 1 | 1 | 10 | 1 | 1 | 1 | Bq/g |
| Gravats, RP 113 | 100 | 10 | 1,000 | 0.1 | 1 | 1 | 1 | 0.1 | 0.1 | Bq/g |
| Bâtiments destinés à être réutilisés, RP 113 | 10,000 | 1,000 | 10,000 | 1 | 1 | 100 | 1 | 1 | 0.1 | Bq/cm ² |
| Bâtiments exclusivement destinés à la démolition, RP 113 | 10,000 | 10,000 | 100,000 | 1 | 10 | 100 | 10 | 1 | 1 | Bq/cm ² |

Mise en œuvre de la libération

■ **Caractérisation initiale**

- ❖ détermine où des mesures de protection sont nécessaires
- ❖ donne un aperçu général du niveau et de la répartition de la contamination
- ❖ détermine les nucléides présents et leurs pourcentages

■ **Détermination des vecteurs de nucléides (empreintes radiologiques)**

- ❖ Liste des radionucléides présents et pourcentages d'activité, par exemple : (^{60}Co , ^{137}Cs , ^{90}Sr , ^{241}Am , αresid) = (52%, 39%, 5%, 1%, 3%) [REL présentant une légère contamination α]

■ **Mesures en vue de la libération**

- ❖ Métaux : Moniteurs de contamination portatifs ; moniteurs d'activité en vrac
- ❖ Gravats : Prélèvement d'échantillons et analyse en laboratoire ; moniteurs d'activité en vrac ; spectromètres gamma *in situ*
- ❖ Bâtiments : Moniteurs de contamination portatifs ; spectromètres gamma *in situ*

Prélèvement d'échantillons sur des surfaces de béton

- 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 bécher pour recueillir la poudre (haut) ; transfert de la poudre dans un conteneur de mesure (bas)



Moniteur d'activité en vrac

- Moniteur d'activité en vrac de RADOS, présenté avec une maquette d'étalonnage (jaune) et la chambre de mesure ouverte



Moniteur de mesure de contamination

- Le moniteur de mesure de contamination CoMo 170 de S.E.A. avec scintillateur plastique



Spectromètre gamma *in situ*

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



Mise en œuvre de la libération

■ Conformité aux prescriptions réglementaires

- ❖ Masses de référence pour le calcul des moyennes
 - ❖ Métaux : de 100 kg à quelques centaines de kg
 - ❖ Gravats: de 200 kg à 1 tonne
- ❖ Surfaces de référence pour le calcul des moyennes
 - ❖ Métaux : de 300 cm² à 1 m²
 - ❖ Bâtiments : de 1 m² à 10 m²

Critères de radioprotection applicables à la libération des matériaux (Bq/g)

| Pays | ³ H | ¹⁴ C | ⁶³ Ni | ⁶⁰ Co | ¹³⁷ Cs | ⁹⁰ Sr | ²³⁵ U | ²⁴¹ Am | ²³⁹ Pu | Origine |
|----------------------------|--|-----------------|------------------|------------------|-------------------|------------------|-------------------------------|-------------------|-------------------|--|
| Allemagne | 1,000 1,000 | 80 80 | 300 10,000 | 0.1 0.6 | 0.5 0.6 | 1 9 | 0.5 0.8 | 0.05 0.3 | 0.1 0.2 | Col.5 Col.10a |
| Belgique | 100 | | | 0.1 | 1 | 1 | 1 | 0.1 | 0.1 | RP122/1 |
| Espagne | 100 1,000 | 10 100 | 100 10,000 | 0.1 1 | 1 1 | 1 10 | 1 1 | 0.1 1 | 0.1 1 | RP122/I RP89 |
| États-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 ⁶ | 10 ⁴ | 10 ⁵ | 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 (substances de faible activité) |
| Suède | 0,5 Bq/g pour les émetteurs bêta/gamma | | | | | | 0,1 Bq/g pour les émetteurs α | | | |
| <i>pour les lingots**:</i> | 1,000 | 100 | 10,000 | 1 | 1 | 10 | 1 | 1 | 1 | RP89 |

Critères de radioprotection applicables à la libération des matériaux (Bq/g)

| 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 déclasserment |
| Belgique | 726 t : (79% de la masse totale) 2 390 t : (95% de la masse totale) | provenant de l'usine de retraitement d'Eurochemic provenant du réacteur de recherche BR3 |
| Espagne | 7 500 t de ferraille <u>au total</u> 86 t de déchets métalliques non ferreux <u>au total</u> 370 t d'autres matériaux <u>au total</u> | Tranche 1 de la centrale nucléaire de Vandellòs (libération après 25 ans de mise en attente sûre) |
| États-unis | Approche au cas par cas | Décision de la NRC sur la base de « très faibles quantités de radioactivité » |
| Finlande | n.d. | il n'existe pas de projet de déclasserment |
| Japon | Recours à la libération pour les centrales nucléaires, par exemple 30 000 t pour un REB de 1100 MWe | |
| Pays-Bas | Recours à la libération pour les centrales nucléaires - plusieurs milliers de tonnes <u>au total</u> . | centrale nucléaire de Dodewaard seulement (libération uniquement après mise en attente sûre) |
| Royaume-Uni | <u>au total</u> ~ 10 000 m ³ destinés à l'évacuation | provenant uniquement du site de Winfrith |
| Suède | déchets métalliques : 53 t destinées au recyclage <u>au total</u> 119 t destinées à la fusion à Studsvik | s'agissant des installations du Laboratoire central actif (ACL) et du Bâtiment des filtres centraux actifs (ACF) |

Solutions de rechange à la libération (recyclage, stockage définitif en tant que DTFA, entreposage provisoire)

■ **Aspects logistiques**

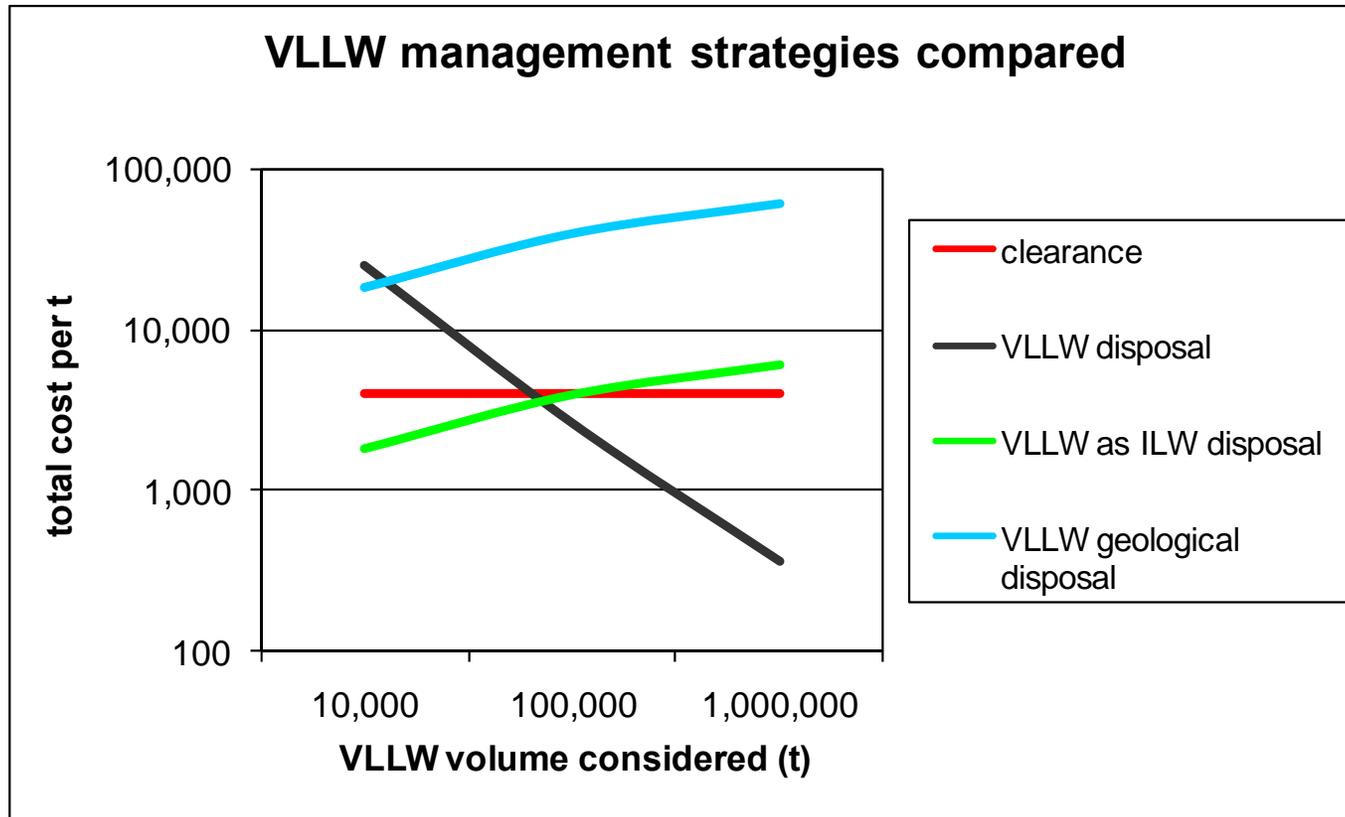
- ❖ Quantité totale de matériaux produite (par exemple, issue du déclassé)
- ❖ Disponibilité de sites de stockage définitif des DTFA
- ❖ Nécessité de séparer (et/ou de décontaminer), de grandes quantités de matériaux non radioactifs

■ **Aspects économiques** – coût du traitement de l'entreposage et du stockage définitif des déchets par rapport à celui du tri, de la décontamination et de la libération

■ **Aspects réglementaires** – Dispositions dans le cadre réglementaire (options en matière de libération, seuils de libération, restrictions visant certaines voies d'exposition, etc.)

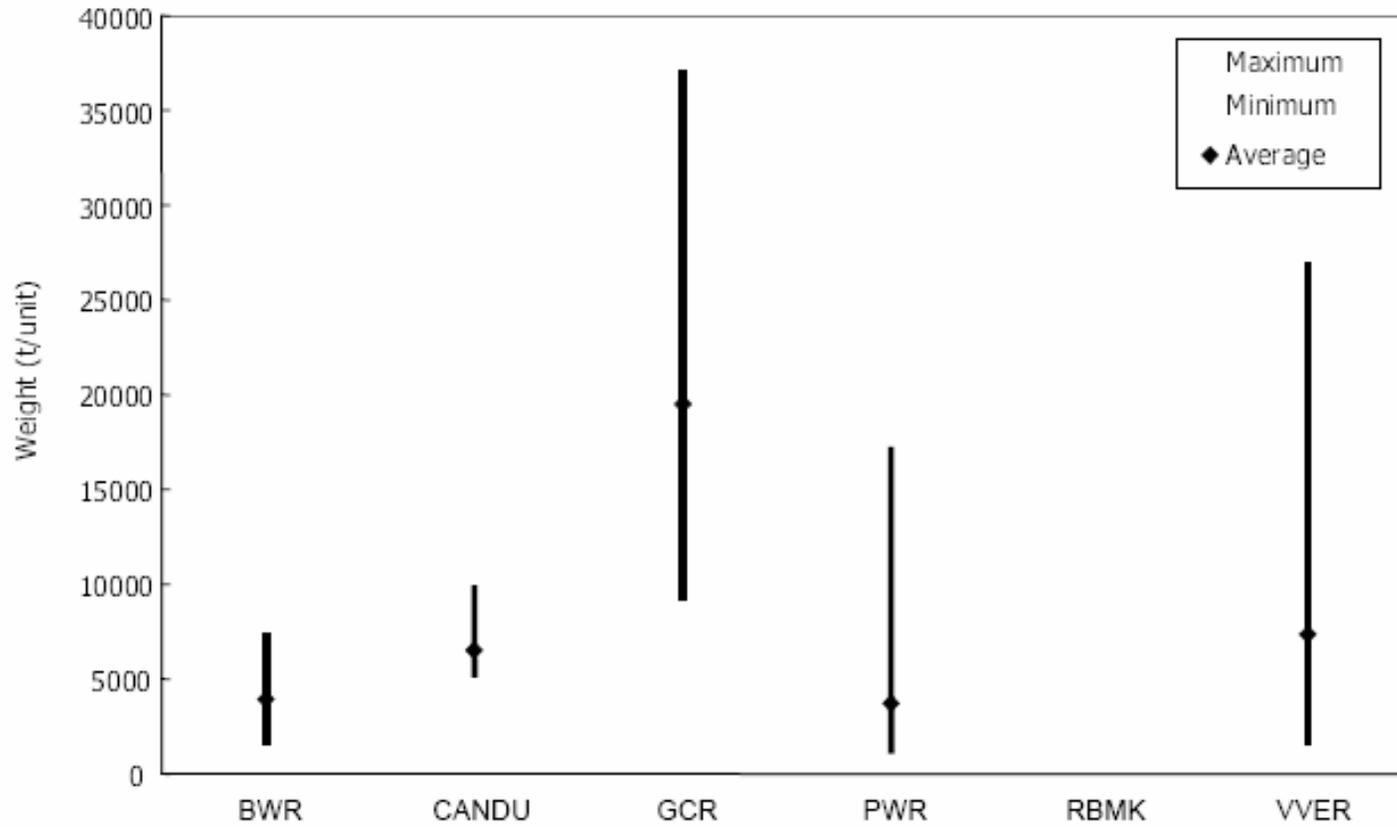
■ **Aspects sociaux** – opinion du public visant la libération et celle d'autres milieux industriels (tels que ceux du travail des métaux) concernant cette source de matériaux libérés

Exemples de coûts de plusieurs stratégies de gestion des déchets [Avérous, 2004]



Matières radioactives issues du déclassé

Figure 2.5. Total weight of radioactive materials



Libération des sites

GUIDE DE SÛRETÉ WS-G-5.1 de l'AIEA sur “Release of Sites from Regulatory Control on Termination of Practices” [La libération des sites au contrôle réglementaire sur l'arrêt des pratiques autorisées]

- **Contrainte dosimétrique < 300 µSv plus optimisation**
- **Limitation de l'usage futur si elle permet d'obtenir une conformité à la contrainte dosimétrique, et contrôles suivis des autorités**
- **Les critères de libération peuvent être génériques ou spécifiques aux sites (moins contraignants)**
- **Toute forme d'exposition doit être prise en compte (exposition directe, inhalation, ingestion)**
- **Les critères de libération des sites sont plus élevés que ceux appliqués aux matériaux car il y a plus de certitude sur l'usage dans le futur des sites libérés**

Critères de radioprotection pour la libération des sites (2004)

| Pays | Sites | Commentaire |
|-------------|--|---|
| Allemagne | Dose publique 10 $\mu\text{S/a}$ | Soustraction de niveau de radioactivité basique (Background) (U, Th, U, Cs-137) |
| Belgique | Approche au cas par cas | |
| Canada | 10s de $\mu\text{S/a}$ | Sites U et Ra (limite de dose publique 1 mSv/y) |
| Espagne | 100 $\mu\text{S/a}$ (Andujar) | Centrale nucléaire de Vandellòs (libération après 25 ans de mise en attente sûre) |
| États-unis | Approche au cas par cas, sujet à : Limite de dose publique de l’NRC est de 250 $\mu\text{S/a}$, plus ALARA | Niveau de risque de l’EPA 10^{-4} – 10^{-6} (risque de cancer à vie) [certains sites ont une jurisprudence commune avec le NRC] |
| Finlande | L’accentuation sur l’optimisation | Peu d’expérience dans la pratique |
| Hongrie | 300 $\mu\text{S/a}$ (mine d’uranium fermée) | |
| Royaume-Uni | Critère de risque 1:10 ⁶ risque de mort | “Généralement équivalent à 10 $\mu\text{S/a}$ ” [HSE] |
| Suède | Au cas par cas, par exemple: 5000 Bq/m ² ($\beta\gamma$); 500 Bq/m ² (α) | Agesta PHWR |

Quelques enseignements

Libération des matériaux et des bâtiments

- La mise en œuvre de la libération est généralement complexe et exige d'être bien planifiée pour éviter des coûts élevés et nécessite l'acceptation des parties prenantes.
- La caractérisation initiale constitue la base de la planification des mesures en vue de la libération. La détermination des spectres types et des facteurs de corrélation représente des tâches importantes à exécuter au cours de cette phase.
- Des techniques de mesure (moniteurs d'activité en vrac, spectromètres gamma *in situ*) sont disponibles pour tous les types de mesures en vue de la libération, mais il existe des possibilités d'apporter des perfectionnements supplémentaires afin d'en améliorer l'applicabilité.
- Il existe des solutions alternatives à la libération (sites de stockage définitif des DTFA) qui sont économiquement viables, mais elles doivent être appréciées dans le contexte du parc nucléaire en place et de la stratégie de gestion des déchets.

Quelques enseignements (2)

Libération des sites

- L'harmonisation des standards est moins nécessaire pour les sites à cause de leur caractère immuable
- Les critères nationaux présentent des fourchettes importantes, de 10 $\mu\text{Sv}/\text{an}$ à 300 $\mu\text{Sv}/\text{an}$
- Une flexibilité est nécessaire pour des prises de décisions pratiques
- Les niveaux des standards internationaux pour la libération des sites peuvent apporter une plus grande confiance aux publique et plus de confort aux exploitants

Quelques enseignements (3)

Dispositions réglementaires applicables au déclassé

- Nécessité de concilier la méthode du contrôle réglementaire avec des risques limités largement acceptés
- Problèmes de fond qui semblent se dessiner
 - Attention accrue portée à la sécurité industrielle
 - Approbation visant à la modification de l'installation et du matériel
 - Maîtrise de la contamination radioactive
 - Culture de sûreté et gestion du changement
- La souplesse dans les critères réglementaires permet :
 - aux autorités de tenir compte des conditions propres aux différents sites (acceptation locale)
 - aux exploitants d'être novateurs dans l'élaboration de solutions

Quelques enseignements (4)

Financement et coûts

- Besoin de fonds reposant sur des principes éthiques (pas de charges injustifiées)
- Constitution progressive de fonds garantis, « étanches et fléchés »
- Critères d'« éthique financière »
- Les coûts varient largement selon les types d'installations et à l'intérieur des groupes de coûts
- Il importe que les estimations de coûts soient fiables
- Les méthodologies d'établissement des coûts ont besoin d'être améliorées

Principaux éléments de coût du déclassement

| | |
|--|-----------|
| Démantèlement | 25 – 30 % |
| Traitement et élimination des déchets | 17 – 43 % |
| Sécurité, enquête, maintenance | 8 – 13 % |
| Gestion du projet, soutien sur place | 5 – 13 % |
| Dépollution du site, traitement paysager | 5 – 13 % |

Quelques enseignements (5)

Participation des parties prenantes au déclasséement

- La perte d'emploi dans les grandes installations a des incidences durables et économiques sur les collectivités locales
- Il est possible de développer une capacité locale de résolution des problèmes, un capital social par des échanges de vue sur le fait d'accueillir une installation
- Examen précoce des plans et dialogue permanent avec les collectivités locales
- Apporter un surcroît de valeur culturelle et d'agrément (qualité esthétique, intelligibilité, etc.)



Une dernière observation

- L'accroissement prévu des projets de démantèlement est fortement tributaire des politiques de prolongation de la durée de vie des centrales nucléaires

