

Gestion des déchets radioactifs

ISBN 978-92-64-99130-9

**Intégration du retour d'expérience
du démantèlement à la conception
et l'exploitation des futures
centrales nucléaires**

© OCDE 2010
NEA n° 6946

AGENCE POUR L'ÉNERGIE NUCLÉAIRE
ORGANISATION DE COOPÉRATION ET DE DÉVELOPPEMENT ÉCONOMIQUES

ORGANISATION DE COOPÉRATION ET DE DÉVELOPPEMENT ÉCONOMIQUES

L'OCDE est un forum unique en son genre où les gouvernements de 30 démocraties œuvrent ensemble pour relever les défis économiques, sociaux et environnementaux que pose la mondialisation. L'OCDE est aussi à l'avant-garde des efforts entrepris pour comprendre les évolutions du monde actuel et les préoccupations qu'elles font naître. Elle aide les gouvernements à faire face à des situations nouvelles en examinant des thèmes tels que le gouvernement d'entreprise, l'économie de l'information et les défis posés par le vieillissement de la population. L'Organisation offre aux gouvernements un cadre leur permettant de comparer leurs expériences en matière de politiques, de chercher des réponses à des problèmes communs, d'identifier les bonnes pratiques et de travailler à la coordination des politiques nationales et internationales.

Les pays membres de l'OCDE sont : l'Allemagne, l'Australie, l'Autriche, la Belgique, le Canada, la Corée, le Danemark, l'Espagne, les États-Unis, la Finlande, la France, la Grèce, la Hongrie, l'Irlande, l'Islande, l'Italie, le Japon, le Luxembourg, le Mexique, la Norvège, la Nouvelle-Zélande, les Pays-Bas, la Pologne, le Portugal, la République slovaque, la République tchèque, le Royaume-Uni, la Suède, la Suisse et la Turquie. La Commission des Communautés européennes participe aux travaux de l'OCDE.

Les Éditions OCDE assurent une large diffusion aux travaux de l'Organisation. Ces derniers comprennent les résultats de l'activité de collecte de statistiques, les travaux de recherche menés sur des questions économiques, sociales et environnementales, ainsi que les conventions, les principes directeurs et les modèles développés par les pays membres.

Cet ouvrage est publié sous la responsabilité du Secrétaire général de l'OCDE. Les opinions et les interprétations exprimées ne reflètent pas nécessairement les vues de l'OCDE ou des gouvernements de ses pays membres.

L'AGENCE POUR L'ÉNERGIE NUCLÉAIRE

L'Agence de l'OCDE pour l'énergie nucléaire (AEN) a été créée le 1er février 1958 sous le nom d'Agence européenne pour l'énergie nucléaire de l'OECE. Elle a pris sa dénomination actuelle le 20 avril 1972, lorsque le Japon est devenu son premier pays membre de plein exercice non européen. L'Agence compte actuellement 28 pays membres de l'OCDE : l'Allemagne, l'Australie, l'Autriche, la Belgique, le Canada, le Danemark, l'Espagne, les États-Unis, la Finlande, la France, la Grèce, la Hongrie, l'Irlande, l'Islande, l'Italie, le Japon, le Luxembourg, le Mexique, la Norvège, les Pays-Bas, le Portugal, la République de Corée, la République slovaque, la République tchèque, le Royaume-Uni, la Suède, la Suisse et la Turquie. La Commission des Communautés européennes participe également à ses travaux.

La mission de l'AEN est :

- d'aider ses pays membres à maintenir et à approfondir, par l'intermédiaire de la coopération internationale, les bases scientifiques, technologiques et juridiques indispensables à une utilisation sûre, respectueuse de l'environnement et économique de l'énergie nucléaire à des fins pacifiques ; et
- de fournir des évaluations faisant autorité et de dégager des convergences de vues sur des questions importantes qui serviront aux gouvernements à définir leur politique nucléaire, et contribueront aux analyses plus générales des politiques réalisées par l'OCDE concernant des aspects tels que l'énergie et le développement durable.

Les domaines de compétence de l'AEN comprennent la sûreté nucléaire et le régime des autorisations, la gestion des déchets radioactifs, la radioprotection, les sciences nucléaires, les aspects économiques et technologiques du cycle du combustible, le droit et la responsabilité nucléaires et l'information du public. La Banque de données de l'AEN procure aux pays participants des services scientifiques concernant les données nucléaires et les programmes de calcul.

Pour ces activités, ainsi que pour d'autres travaux connexes, l'AEN collabore étroitement avec l'Agence internationale de l'énergie atomique à Vienne, avec laquelle un Accord de coopération est en vigueur, ainsi qu'avec d'autres organisations internationales opérant dans le domaine de l'énergie nucléaire.

Publié en anglais sous le titre :

Applying Decommissioning Experience to the Design and Operation of New Nuclear Power Plants

Les corrigenda des publications de l'OCDE sont disponibles sur : www.oecd.org/editions/corrigenda.

©OCDE 2010

Vous êtes autorisés à copier, télécharger ou imprimer du contenu OCDE pour votre utilisation personnelle. Vous pouvez inclure des extraits des publications, des bases de données et produits multimédia de l'OCDE dans vos documents, présentations, blogs, sites Internet et matériel d'enseignement, sous réserve de faire mention de la source OCDE et du copyright. Les demandes pour usage public ou commercial ou de traduction devront être adressées à rights@oecd.org. Les demandes d'autorisation de photocopier une partie de ce contenu à des fins publiques ou commerciales peuvent être obtenues auprès du Copyright Clearance Center (CCC) info@copyright.com ou du Centre français d'exploitation du droit de copie (CFC) contact@cfcopies.com.

AVANT-PROPOS

Ce rapport dresse un aperçu des méthodes et des représentations en vertu desquelles le retour d'expérience du démantèlement est aujourd'hui intégré à la conception des filières de réacteurs de troisième génération et à leur processus d'autorisation. Il est basé sur une étude réalisée suite à l'intérêt croissant constaté dans plusieurs pays de l'OCDE pour le lancement de programmes de construction de centrales nucléaires reposant sur ces nouvelles filières de réacteurs.

Le rapport est destiné principalement aux responsables politiques intervenant sur ces questions, désireux de s'informer sur les évolutions en matière d'exigences et de caractéristiques de conception ainsi que sur les domaines dans lesquels des travaux supplémentaires pourraient être utiles. Il a été élaboré à partir d'informations communiquées par des autorités de sûreté, des producteurs d'électricité et des concepteurs de réacteurs concernés par la mise au point et la réalisation de réacteurs appartenant à ces nouvelles filières, qui ont répondu à un questionnaire spécifique ou ont assisté à une session thématique organisée lors de la réunion annuelle du Groupe de travail sur le déclassement et le démantèlement (WPDD) de l'AEN les 12 et 13 novembre 2008 à Senec en République slovaque. La session thématique a été menée de telle façon que les exposés et les discussions ont porté sur des thèmes présentant un intérêt commun pour les concepteurs, les compagnies d'électricité et les autorités de sûreté.

La Section de la technologie des déchets de l'Agence internationale de l'énergie atomique (AIEA) a pris part à ces travaux dès le début et a apporté sa contribution à la session thématique précitée.

Remerciements

Le WPDD souhaite exprimer sa reconnaissance à M. Luigi Noviello pour son importante contribution au présent rapport.

TABLE DES MATIÈRES

Avant-propos	3
Principales conclusions	7
1. Introduction	13
2. Exigences des autorités de sûreté en matière de démantèlement	15
3. Exigences des producteurs d'électricité en matière de démantèlement	25
4. Dispositions des concepteurs de centrale en matière de démantèlement ..	31
5. Conclusions et recommandations.....	35
Appendix 1. Synthèse des réponses au questionnaire concernant le retour d'expérience du démantèlement et les nouvelles centrales nucléaires	39

PRINCIPALES CONCLUSIONS

- 1. Les personnes responsables de la mise au point de nouvelles centrales nucléaires considèrent de plus en plus le démantèlement comme un aspect important de la gestion de l'installation, qui joue un rôle pendant toute la durée de vie de cette dernière, et dont il faut tenir compte dès le début des activités de conception et de planification. Il s'agit là d'une évolution notable de méthode par rapport aux précédentes générations de centrales nucléaires.**

Il ressort des informations collectées au cours de cette étude que les centrales nucléaires de troisième génération comprendront de nombreuses améliorations qui seront bénéfiques aux fins du démantèlement. Plusieurs améliorations sur le plan de la conception qui sont motivées par des objectifs autres que le démantèlement, par exemple celles qui visent à faciliter les opérations de maintenance ainsi que le remplacement des gros composants au cours de l'exploitation de l'installation s'avèrent utiles pour le démantèlement. Certaines caractéristiques de conception destinées à réduire l'exposition des travailleurs au cours de l'exploitation et de la maintenance – par exemple en évitant que la contamination radioactive puisse rester piégée dans les canalisations et en améliorant la filtration du fluide primaire de refroidissement – permettront également une réduction des doses lors du démantèlement. De même, bon nombre des caractéristiques de conception envisagées pour faciliter le démantèlement, en particulier en matière de protection contre les rayonnements et de gestion des déchets, seront précieuses lors du fonctionnement normal de l'installation.

- 2. L'élaboration d'un plan de démantèlement préliminaire est désormais universellement exigée dès le début de la procédure d'autorisation, ce qui met utilement l'accent sur les aspects du démontage et du démantèlement lors de l'étape de conception.**

Les plans de démantèlement doivent être suffisamment détaillés pour faciliter la mise au point d'estimations fiables et crédibles des coûts de démantèlement car, généralement, les fonds destinés au démantèlement doivent être collectés dès le début de l'exploitation de l'installation. Prévoir le

déroulement du démantèlement au stade de la conception pourrait permettre d'identifier les améliorations à apporter à la conception en vue de faciliter le démantèlement et ainsi de lever une partie des incertitudes qui pèsent sur les coûts de cette opération.

Par ailleurs, l'obligation d'actualiser périodiquement les plans de démantèlement et de prévoir un archivage des dossiers correspondants devrait permettre de disposer d'une meilleure documentation en vue des futurs efforts de démantèlement. Pour une bonne mise en œuvre de ces exigences, il faut que les exploitants de centrale agissent avec diligence et, notamment, appliquent avec minutie les systèmes de gestion de la configuration en consignnant les modifications de conception réalisées au cours de la construction et de l'exploitation.

3. Pour les compagnies d'électricité, il est important que la conception optimise l'exploitation et la maintenance de l'installation. Les caractéristiques de conception qui répondent à cette exigence seront toujours également bonnes pour le démantèlement ultérieur.

Parmi les pratiques de conception qui facilitent tant l'exploitation et la maintenance que les opérations de démantèlement, on peut citer : prévoir suffisamment d'espace pour les activités à réaliser, diminuer les doses pendant ces activités, réduire les quantités de déchets, et préparer les modalités du remplacement des composants. Un aspect connexe a trait aux solutions qui permettent de produire moins de déchets en choisissant, par exemple, astucieusement les matériaux employés et en prévoyant des dispositifs pour limiter la propagation de la contamination potentielle. Une optimisation appropriée des dispositions de conception relatives au démantèlement et de celles concernant la gestion aval des déchets devrait permettre à la fois de réduire l'exposition du personnel aux rayonnements et d'abaisser les coûts de démantèlement.

Il est recommandé d'accorder de l'attention non seulement à l'îlot nucléaire, mais aussi à la partie classique de la centrale, car des zones difficiles d'accès peuvent donner lieu ultérieurement à des problèmes lors du démantèlement. De manière générale, les bonnes pratiques consistent à soumettre l'ensemble de l'installation à un examen structuré dans l'optique du démantèlement.

4. Si bien des exigences de conception visant à améliorer l'exploitation et la maintenance ont des effets positifs sur le démantèlement, d'autres devront porter uniquement sur le démontage et le démantèlement.

Il s'agit principalement dans ce cas de concevoir des structures stables à long terme, de prévoir des dispositifs réduisant les infiltrations au minimum, de

contenir les fuites et rejets et de retarder la migration éventuelle de contaminants. D'après l'expérience que l'on a aujourd'hui du démantèlement, il faudrait se concentrer davantage sur l'identification des principaux composants de systèmes particuliers des réacteurs qui sont directement concernés par le démantèlement et sur la définition des limites de ces systèmes.

Les bonnes pratiques actuelles veulent que l'on s'efforce, par des dispositions techniques, de toujours éviter d'encastrement les tuyauteries. Il convient de recommander effectivement cette méthode et de l'appliquer aussi largement que possible. Les fuites survenant dans des tuyauteries encastrement sont en effet difficiles à repérer, sans compter qu'elles peuvent augmenter la quantité de déchets et rallonger les périodes d'arrêt des installations. En contrepartie, la conception des dispositions de radioprotection devra intégrer les doses de rayonnements potentielles auxquelles des tuyauteries non protégées pourraient exposer le personnel.

5. Il faudrait, à un stade précoce, étudier les besoins de la gestion de la configuration de la centrale, dont le développement de systèmes d'archivage permanent de la configuration matérielle de l'installation, et veiller à la tenue de registres des fuites et autres incidents de contamination.

Il est essentiel que les systèmes de gestion de la centrale comportent des exigences en termes de gestion des archives, notamment des spécifications pour ce qui est des matériaux et des archives concernant le choix du site, la conception, la construction, l'exploitation et l'arrêt de la centrale. L'expérience de projets de démantèlement récents montre que les archives d'une centrale peuvent se révéler incomplètes ou inexactes et ne pas correspondre à la configuration finale de l'installation. Il convient que ces systèmes contiennent, outre les archives concernant directement l'exploitation, d'autres informations qui pourraient être importantes pour le démantèlement, par exemple au sujet d'ouvertures pratiquées provisoirement pendant la construction, dont la réutilisation serait ainsi facilitée au moment du démantèlement.

Les modèles de simulation 3-D qui sont élaborés au cours de la conception constituent un outil de gestion utile pendant toute l'exploitation de la centrale, qui sert également à montrer comment il est possible de conserver la maîtrise de la configuration au cours des diverses étapes du démantèlement et à visualiser l'emplacement des sources d'activité lorsque l'on a besoin de choisir l'endroit où effectuer des prélèvements dans le cadre de la surveillance de la radioactivité.

6. Des systèmes de surveillance pour détecter précocement les fuites et la contamination, y compris les fuites de tuyauteries souterraines

(surveillance de l'environnement), devraient être prévus et entretenus. Il est également de bonne pratique de prévoir des moyens de surveiller tous les paramètres chimiques de la centrale, pour éviter la corrosion des composants métalliques.

Les systèmes de gestion de la centrale devraient garantir l'actualisation des plans de démantèlement, basée sur les données de surveillance de l'environnement ainsi que sur celles relatives aux incidents, fuites ou rejets que le site peut avoir connus. L'expérience passée donne à penser que les exploitants de centrales doivent veiller à enregistrer et conserver les informations sur les contaminations, car ces dernières risquent sinon de n'apparaître qu'au moment de la démolition de la structure en béton.

7. Des orientations quant aux moyens d'intégrer des considérations liées au démontage et au démantèlement dans les exigences de conception pour les centrales de nouvelle génération sont de plus en plus envisagées au niveau international par les compagnies d'électricité et par les autorités de sûreté, avec toutefois des objectifs finaux différents.

On assiste à un renforcement de l'harmonisation des exigences des compagnies d'électricité pour ce qui est de la prise en compte des aspects du démantèlement dans les nouvelles conceptions sous l'effet des travaux de groupes tels que le Groupe responsable du Cahier des charges des électriciens européens (*European Utility Requirements* : EUR), en Europe, et l'Institut de recherches sur la production d'électricité (*Electrical Power Research Institute* : EPRI), aux États-Unis. La méthode adoptée par le Groupe EUR, qui consiste à classer les exigences selon la faisabilité de la réalisation en recourant aux technologies existantes, la sûreté nucléaire et classique et la réduction au minimum des déchets et des doses, doit être recommandée. Une approche plus quantitative pourrait être utile – peut-être une approche ciblée sur les objectifs – pour des questions telles que la réduction des déchets, les doses auxquelles les travailleurs sont exposés et l'espace à prévoir lors du démantèlement pour le démontage et la décontamination ou l'entreposage des déchets. Le document EUR indique des exigences sur des aspects tels que le choix des matériaux pour abaisser les débits de dose, les traitements de surface facilitant la décontamination et l'accessibilité des composants pour rendre leur dépose plus aisée.

Les recommandations des autorités de sûreté quant à des exigences de conception pour le démantèlement de centrales de nouvelle génération portent principalement sur des dispositions en matière de financement, la réduction des quantités de déchets et la protection des travailleurs et de l'environnement lors des opérations de démantèlement. Il y a relativement peu d'indications pour ce qui est de l'intégration des considérations de démantèlement à la conception,

notamment concernant des installations et des équipements nécessaires pour le démantèlement ou pour la gestion des déchets produits. Les autorités de sûreté ont tendance à se référer à des orientations plus générales telles que les guides de sûreté de l'AIEA, et les exploitants ont une grande latitude concernant l'application de ces exigences. Cela peut aboutir à des approches différentes adoptées selon les pays sur des points tels que la gestion de la configuration de la centrale, la tenue des archives et les installations et équipements à prévoir.

8. Les enseignements tirés du démantèlement seraient plus efficacement pris en compte dès la conception et tout au long de la vie de la centrale si l'on veillait à recueillir, analyser et archiver systématiquement l'expérience acquise lors de ces opérations.

Assurément, les ingénieries s'efforcent de tenir davantage compte des besoins du démantèlement lors de la conception des centrales. Cependant, à quelques exceptions importantes près, comme la *Nuclear Regulatory Commission* aux États-Unis, il est rare que l'on veille de manière systématique à recueillir les leçons tirées de l'expérience acquise en matière de démantèlement et à les mettre à profit en les intégrant à la conception des centrales. Il ressort de la présente étude qu'une méthode plus globale et systématique de collecte et de diffusion des enseignements tirés du démantèlement, éventuellement encouragée par les organisations internationales telles que l'AEN et l'AIEA, serait généralement bien accueillie.

Un facteur joue un rôle important à cet égard. Au sein des compagnies d'électricité comme des autorités de sûreté, la conception, l'exploitation, le démontage et le démantèlement relèvent souvent de services différents. Parfois, ces activités sont tout simplement de la responsabilité d'organismes complètement différents, et il faut veiller à assurer la communication des informations entre les différents groupes. La présente étude a été l'occasion pour les autorités de sûreté, les compagnies d'électricité et les ingénieries d'échanger leurs points de vue et expériences sur la façon dont les spécifications relatives au démantèlement devraient être intégrées à la conception des centrales.

1. INTRODUCTION

Ces dernières années, l'industrie nucléaire s'est lancée dans la mise au point de réacteurs de troisième génération qui, de par leur conception, présentent des niveaux de sûreté plus élevés et un meilleur rapport coût-efficacité, avec notamment des délais de construction raccourcis et des durées de vie allongées (généralement 60 ans, actuellement). Plusieurs pays envisagent de recourir à ce type de réacteurs et un certain nombre de centrales sont en cours de construction, les examens préliminaires réalisés par les autorités de sûreté ayant été concluants.

Il apparaît évident depuis quelques années que le démantèlement de centrales nucléaires des générations précédentes aurait pu être facilité si on avait davantage tenu compte de cet aspect de la gestion dès la conception de l'installation et sur toute la durée de son exploitation. Une meilleure planification du démantèlement dès l'origine aurait en effet pu permettre de diminuer les doses reçues par les travailleurs et de réduire les coûts. Ce constat a conduit les producteurs d'électricité et les autorités de sûreté nationales à réclamer que les besoins de démantèlement soient abordés au stade de la conception et que toute demande d'autorisation soit accompagnée d'un plan de démantèlement et d'un plan de gestion des déchets préliminaires. Ces plans, tout en constituant une base pour des estimations préliminaires du coût du démantèlement et de la gestion des déchets, devraient prévoir, à un niveau de détail pertinent, les dispositions de conception nécessaires pour :

- Limiter le plus possible la production de déchets radioactifs, en :
 - Réduisant et maîtrisant l'activation et la contamination.
 - Facilitant les opérations de décontamination.
- Simplifier le démontage et la manutention des équipements.
- Gérer les matériaux et les déchets sur le site.
- Simplifier la libération du site.

Si l'on a omis de prendre les dispositions de conception appropriées à un stade précoce, il devient de plus en plus difficile de le faire à mesure que le projet avance. On peut s'attendre à ce que leur prise en compte dès le début aboutisse à terme à un démantèlement plus aisé et plus efficace.

Les informations figurant dans le présent rapport sont le résultat d'une étude réalisée sur ce thème par le Groupe de travail sur le déclassement et le démantèlement de l'AEN en 2008. L'étude a débuté par une enquête auprès des concepteurs de réacteurs, des compagnies d'électricité et des autorités de sûreté concernés par la mise au point et la mise en œuvre de nouvelles filières de réacteurs. Les premières conclusions ont été examinées en novembre 2008 lors d'une réunion spéciale des entités interrogées. Des décideurs politiques et des organismes compétents en matière de démantèlement et de gestion des déchets y ont également participé. Ce rapport tient compte des débats qui ont eu lieu au cours de cette réunion ainsi que des commentaires ultérieurs fournis par les parties intéressées.

Le rapport débute par la description des perspectives et des exigences des autorités de sûreté (chapitre 2) et des compagnies d'électricité (chapitre 3) sur ces questions. Le chapitre 4 présente les pratiques qui existent actuellement pour ce qui est de l'intégration des caractéristiques de conception et/ou opérationnelles dans la conception des nouvelles centrales, qui sont susceptibles d'être bénéfiques pour le démantèlement ou qui tirent profit des enseignements acquis du fait des travaux de démantèlement entrepris ces dernières années. Le chapitre 5 comporte des recommandations concernant des progrès supplémentaires envisageables. On trouvera à l'appendix 1 une synthèse des réponses reçues à l'enquête réalisée au début de l'étude du WPDD.

2. EXIGENCES DES AUTORITÉS DE SÛRETÉ EN MATIÈRE DE DÉMANTÈLEMENT

L'idée de jeter un regard prospectif sur les aspects liés au démantèlement des centrales existantes et nouvelles n'est pas récente. Plusieurs lois, décrets et réglementations adoptés au niveau national prévoient qu'il y soit prêté attention depuis au moins 1963 (par exemple en France). En Finlande, l'obligation de mettre en place des plans de démantèlement et de les actualiser périodiquement remonte à 1982. Toutefois, généralement, il n'y a pas très longtemps que les exigences concernant les plans de démantèlement font référence explicitement à la gestion des déchets résultant des opérations de démantèlement, aux aspects environnementaux et à l'état final des sites, ou à la vérification de l'affectation des fonds nécessaires pour faire face aux coûts du démantèlement. De sorte qu'une attention accrue est portée à des questions connexes, telles que le choix des matériaux de construction, les moyens de faciliter les opérations de maintenance et de démontage ainsi que de limiter la contamination, ou encore la définition de niveaux de libération nationaux.

Les exigences de l'Autorité de sûreté nucléaire et radioactive (STUK) en Finlande et de l'Autorité de sûreté nucléaire (ASN) en France sont typiques de celles des organismes de sûreté auxquels sont adressées les demandes d'autorisation de construction de réacteurs de troisième génération.

Le Décret finlandais sur l'énergie nucléaire prévoit que :

- Toute demande d'autorisation de construction doit décrire les plans du candidat et les méthodes disponibles pour assurer la gestion des déchets nucléaires et le démantèlement, en fournissant des informations sur les points suivants :
 1. La prise en compte du démantèlement lors de la conception de la centrale.
 2. L'optimisation de la protection contre les rayonnements lors du démantèlement.
 3. La limitation au minimum des déchets de démantèlement.
- La demande ultérieure d'autorisation d'exploitation doit comprendre un plan de démantèlement suffisamment détaillé pour servir de base à l'évaluation des charges financières futures et devrait comprendre le plan préliminaire de radioprotection relatif au démantèlement.

Des orientations détaillées à l'intention des concepteurs sont fournies par STUK dans le Guide de sûreté YVL 7.18, relatif à la prise en compte de la radioprotection lors de la conception d'une centrale nucléaire (*Radiation Safety Aspects in the Design of a Nuclear Power Plant*, 2003). Ce texte souligne que bon nombre des dispositions de conception qui sont utiles pour le démantèlement sont également importantes aux fins de la radioprotection et de la gestion des déchets lors de l'exploitation de la centrale. Le Guide prévoit que les matériaux de construction doivent être sélectionnés de façon que :

- L'activation soit faible.
- La diffusion des produits de corrosion activés soit limitée.
- Les surfaces puissent être décontaminées facilement.

En outre, pour ce qui est des réparations importantes et du démantèlement, les concepteurs doivent tenir compte d'aspects particuliers pour la configuration de la centrale de façon à :

- Faciliter la dépose des gros composants.
- Faciliter la manutention des composants activés.
- Permettre la décontamination des systèmes.

La réglementation finlandaise porte également sur la collecte de données nécessaires pour le démantèlement, lors de la phase d'exploitation. Le Guide de sûreté YVL 5.5 relatif à la gestion des déchets de faible et moyenne activité et au démantèlement des installations nucléaires (*Management of Low and Intermediate Level Nuclear Waste and Decommissioning of Nuclear Facilities*) prévoit notamment que :

- Tout au long de la conception, la construction, l'exploitation et l'arrêt définitif de la centrale, les informations utiles pour le démantèlement doivent être collectées et sauvegardées.
- Lors de l'étape de construction, les données concernant les propriétés des matériaux de construction susceptibles d'être activés doivent être collectées.

Des exigences semblables sont appliquées par l'Autorité de sûreté nucléaire (ASN) en France, reflétant la modification apportée à la réglementation française en 2007. Le Décret n° 2007-1557 relatif aux installations nucléaires de base et au contrôle, en matière de sûreté nucléaire, du transport de substances radioactives, précise les dispositions qui doivent être prises en considération lors des opérations de démantèlement au cours des différentes étapes de la durée de vie d'une centrale nucléaire. Les guides de l'ASN relatifs au démantèlement font l'objet de mises à jour régulières qui tiennent compte des contributions des responsables du démantèlement et autres parties prenantes.

L'encadré ci-dessous présente un exemple de la façon dont la compagnie française *Électricité de France* (EdF) s'est conformée aux nouvelles exigences. Par certains points, la conception de Flamanville-3 va au-delà des recommandations du Groupe responsable du Cahier des charges des électriciens européens (*European Utility Requirement* – EUR), par exemple en utilisant des parois doubles pour toutes les tuyauteries insérées dans des murs en béton ou dans les sols – voir le chapitre 3.

Conformément aux nouveaux textes réglementaires français (2007), le rapport préliminaire de sûreté présenté par EdF pour l'EPR en cours de construction à Flamanville (France) précise deux objectifs principaux pour les opérations de démantèlement :

- La réduction de la dose radioactive reçue par les intervenants.
- La réduction des déchets radioactifs et dangereux produits.

Les règles de conception établies pour atteindre ces objectifs prévoient notamment :

- Le choix de matériaux (alliages à faible teneur en cobalt) pour limiter l'activation et la contamination lors de l'exploitation.
- L'interposition de boucliers et de barrières limitant l'activation des matériaux et équipements.
- La conception des accès et des équipements de manutention de façon à limiter l'exposition.
- L'utilisation d'équipements faciles à démonter et à entretenir.

Les principales dispositions supplémentaires proposées dans le rapport préliminaire de sûreté sont les suivantes :

- La conception des principaux équipements du circuit primaire du réacteur (instrumentation du cœur, générateurs de vapeur, pompes primaires et pressuriseur) facilite leur démontage.
- La possibilité d'évacuer ces équipements en un seul morceau est également prise en compte lors de la conception des systèmes de manutention, ce qui se traduit par la mise en place de trémies et de circulations dimensionnées en conséquence (le cas échéant, ces équipements seront démontés dans un lieu approprié sur le site).
- La conception du puits de cuve comprendra un coffrage métallique permettant le démantèlement de la cuve et des internes du réacteur sous eau.
- La séquence de construction du réacteur sera utilisée pour planifier la séquence de démantèlement.
- Des dispositions spéciales sont prises pour limiter la diffusion de la contamination, notamment l'utilisation de double-enveloppe pour toutes les tuyauteries noyées dans des murs ou planchers en béton.

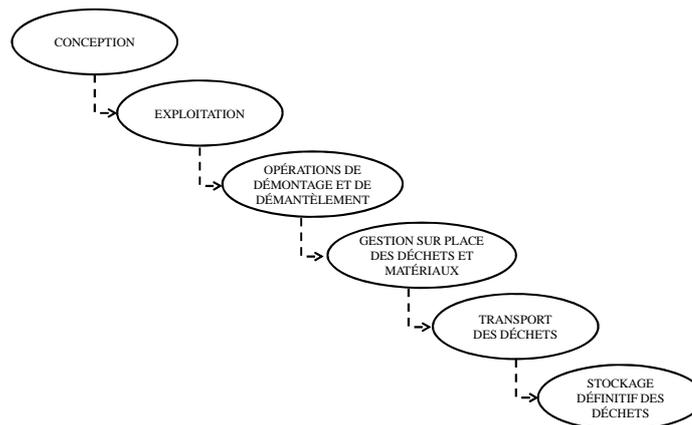
Au Royaume-Uni, l'Autorité de contrôle (HSE) et l'Autorité environnementale pour l'Angleterre et le Pays de Galles (Agence pour l'environnement) réalisent actuellement des examens préalables au processus

d'autorisation (dits « évaluations de conception génériques ») pour un certain nombre de nouvelles filières de réacteur. Les examens tiennent compte des critères pour l'autorisation et le démantèlement qui ont été dernièrement révisés et publiés¹⁻². Les candidats soumis à ces examens doivent présenter des modalités de gestion pour le combustible usé et les déchets radioactifs résultant de l'exploitation des réacteurs tout au long de leur durée de vie prévue, avec notamment :

- Les stratégies de démantèlement et de gestion du combustible usé, de tous les déchets radioactifs et des substances susceptibles de devenir des déchets.
- La démonstration de la façon dont la conception et l'exploitation envisagée éviteront ou limiteront la création de déchets radioactifs.
- L'entreposage sûr des déchets radioactifs en attendant leur évacuation.
- La possibilité d'évacuer les déchets.

La méthode d'évaluation adoptée par les autorités de contrôle au Royaume-Uni reconnaît l'importante interaction qui existe entre les opérations de démantèlement et les dispositions aval de gestion des matériaux et des déchets résultant du démantèlement, en particulier des dispositions pour le traitement des déchets sur site – voir la figure 1. Une conséquence de cette méthode est que pour optimiser le démantèlement, il faut prendre en compte précocement les aspects de gestion des matériaux dans les dispositions de conception. C'est surtout vrai pour les conceptions envisageant des constructions à partir de modules.

Figure 1. **Interaction entre les activités de démantèlement et de gestion des déchets** [Source ENRESA]



1. <http://www.hse.gov.uk/nuclear/notesforapplicants.pdf>
 2. <http://www.hse.gov.uk/nuclear/decomm1.pdf>

Dans le cadre de la procédure ultérieure d'autorisation de construction d'une nouvelle centrale nucléaire au Royaume-Uni, les demandeurs devront présenter un programme financé de démantèlement et de gestion des déchets au Secrétaire d'État compétent, pour approbation. Ce programme a deux volets essentiels – l'un concernant les questions techniques liées au démantèlement et à la gestion des déchets et l'autre se rapportant aux aspects financiers. Le droit prévoit que le Secrétaire d'État consulte les autorités de contrôle pour l'approbation du programme et pour toute modification ultérieure.

Les orientations en matière d'exigences pour le démantèlement de nouvelles centrales au Canada, élaborées par la Commission canadienne de sûreté nucléaire (CCSN), mettent particulièrement l'accent sur l'évaluation des coûts du démantèlement et la constitution de fonds. L'Article 7.24 du document d'application de la réglementation RD 337 impose aux entités qui demandent une autorisation de construire de nouvelles centrales de démontrer que le démantèlement a été pris en considération lors de la conception – voir encadré.

Vu les exigences précitées, la conception du réacteur canadien ACR-1000 prévoit les caractéristiques ci-après de façon à faciliter le démantèlement et le déclassement de la centrale :

- Les matériaux sont choisis avec pour objectif de limiter les quantités éventuelles de déchets radioactifs et de faciliter la décontamination.
- L'aménagement de la centrale facilite l'accès pour les activités de démontage et de dépose des composants.
- Les installations nécessaires sont prévues pour le stockage des déchets radioactifs dus à la fois à l'exploitation et au démantèlement de la centrale.

Le Guide de réglementation (4.21) de la *Nuclear Regulatory Commission* des États-Unis (USNRC) intitulé *Minimization of Contamination and Radioactive Waste Generation: Life Cycle Planning* (« Limitation de la contamination et de la production de déchets radioactifs : planification tout au long du cycle de vie ») souligne la nécessité de tenir compte de la lutte contre la contamination dès l'étape de conception de la centrale. Les caractéristiques de conception devraient réduire au minimum la contamination de l'installation et de l'environnement, par exemple grâce à des procédures de conception et d'exploitation permettant la détection précoce de fuites. Le guide met également l'accent sur la tenue d'archives nécessaires pour faciliter un démantèlement sûr et efficace de l'installation. Ces archives doivent notamment contenir des informations détaillées sur les événements de contamination et les niveaux résiduels de contamination dans l'environnement au cours de la durée de vie de l'installation.

L'USNRC a élaboré une procédure de collecte systématique et de documentation sur les enseignements tirés du démantèlement et elle publie les informations correspondantes sur son site Web (<http://www.nrc.gov/about-nrc/regulatory/decommissioning/lessons-learned.html>). La Commission considère qu'autoriser la libération partielle de sites peut faciliter le processus de démantèlement : il peut être très intéressant de permettre au titulaire de l'autorisation de réutiliser des installations libérées et, dans certains cas, de louer ou vendre une partie de l'installation ou du site en cours de démantèlement pour compenser les coûts de ce dernier.

En Slovaquie, la Loi n° 541/2004 relative à une utilisation pacifique de l'énergie nucléaire (« *Loi atomique* ») prévoit que le titulaire de l'autorisation doit préparer, à différents stades de la procédure d'autorisation, un plan de démantèlement conforme aux Prescriptions de l'AIEA WS-R-2 *Gestion des déchets radioactifs avant stockage définitif, y compris le déclassé*, et WS-G-2.1 *Déclassé des centrales nucléaires et des réacteurs de recherche* ainsi qu'à son Rapport de sûreté SRS n° 45 *Standard Format and Content for Safety Related Decommissioning Documents*. Le titulaire de l'autorisation est par ailleurs tenu d'enregistrer et de conserver les données sur l'exploitation de l'installation nucléaire importantes pour le démantèlement, et de les faire figurer dans le plan de démantèlement.

En Allemagne, la construction de nouvelles centrales nucléaires pour produire de l'électricité à l'échelle industrielle ou d'installations de retraitement de combustible usé est interdite par la loi (Loi sur l'énergie atomique) depuis 2001. Pour les centrales allemandes existantes, la question du démantèlement a été prise en considération bien avant la fin de l'exploitation. Concernant la préparation du démantèlement, le critère 2.10 des critères de sécurité pour les centrales nucléaires³ du ministère fédéral de l'Intérieur (*Bundesministerium des Inneren* : BMI) prévoit les prescriptions suivantes :

« Les centrales nucléaires doivent être conçues de telle façon qu'elles peuvent être démantelées conformément aux dispositions en matière de radioprotection. Un concept de stockage doit être prévu après le démantèlement final conformément aux dispositions en matière de radioprotection. »

En règle générale, les autorisations d'exploitation pour les centrales nucléaires prévoient un examen périodique de la stratégie de démantèlement conceptuel. Les aspects importants sont la documentation technique de

3. BMI (*Bundesministerium des Inneren* / ministère fédéral de l'Intérieur) : *Sicherheitskriterien für Kernkraftwerke* du 21.10.1977 (*Bundesanzeiger* / journal officiel fédéral 1977, n° 206).

l'installation, ses systèmes, composants, bâtiments et matériaux, ainsi que les données relatives à la radioprotection (cartes du débit de dose et de la contamination) et les conséquences des incidents et / ou accidents qui sont pertinentes pour le démantèlement. En outre, toutes les précautions d'entretien, telles qu'elles sont mentionnées au critère 2.4 des critères de sécurité du BMI, peuvent être utilisées pour la planification des travaux de démantèlement.

Le Japon est actuellement en train de réviser ses exigences juridiques pour le démantèlement. Il est prévu que la nouvelle législation mette l'accent sur la nécessité d'une collecte systématique des données de l'expérience à partir des projets de démantèlement en cours.

Dans le cadre de l'objectif global de parvenir à une plus grande uniformisation des pratiques réglementaires en Europe, l'Association des responsables des Autorités de sûreté nucléaire des pays d'Europe de l'Ouest (WENRA) est en train d'élaborer des niveaux de référence standardisés en matière de sûreté (*Safety Reference Levels* : SRL) pour le démantèlement et la gestion des déchets. L'une des exigences majeures portera sur l'établissement d'un plan de démantèlement préalablement à la délivrance de l'autorisation d'exploitation, plan qui devra être actualisé tout au long de la durée de vie de la centrale nucléaire. Ce plan devra en outre tenir compte de l'étude de sûreté effectuée en prévision du démantèlement et qui est également mise à jour au cours de la vie de la centrale.

En janvier 2008, la WENRA a publié la version finale des niveaux de référence pour la sûreté des réacteurs⁴, dans laquelle il est prévu que les rapports de sûreté rédigés pour étayer une demande d'autorisation de construction doivent comporter une description de la façon dont les aspects importants liés au démantèlement et à la fin de vie de la centrale sont pris en compte. Les niveaux de référence renvoient à des fins d'orientation au Guide de sûreté de l'AIEA GS-G-4.1 *Format and Content of the Safety Analysis Report for Nuclear Power Plants*, dont le Chapitre 15 par exemple prévoit que les exploitants doivent vérifier la disponibilité de services, espace et systèmes pour la gestion des déchets.

Des niveaux de référence provisoires pour la gestion des déchets et le démantèlement ont également été élaborés par la WENRA, et sont en cours d'examen – voir encadré.

4. WENRA, *Reactor Harmonization Working Group* (Groupe de travail sur l'harmonisation de la sûreté des réacteurs), *WENRA Reactor Safety Reference Levels* (rapport WENRA sur les niveaux de référence pour la sûreté des réacteurs), janvier 2008 (www.wenra.org)

Il apparaît clairement de ce qui précède qu'une exigence importante des autorités de sûreté est que le démantèlement soit pris en compte à un stade précoce du processus de conception des nouveaux réacteurs. Les orientations connexes portent principalement sur le financement, la réduction des déchets et la protection des travailleurs et de l'environnement au cours du démantèlement. Il est pour l'instant moins fait attention au fait que les mesures de conception doivent anticiper les besoins en matière de gestion des déchets lors du démantèlement (séparation, caractérisation, traitement, entreposage et élimination), peut-être parce que les autorités de sûreté estiment que cet aspect est déjà suffisamment couvert par les réglementations en vigueur en matière de gestion des déchets radioactifs.

Problème de sûreté 2.1 : Faciliter le démantèlement au cours de la conception, de la construction et de l'exploitation

- D-12 : Il convient de tenir compte des problématiques du démantèlement tout au long de la planification, de la conception, de la construction et de l'exploitation d'une installation. Les mesures, notamment les caractéristiques de conception, la lutte contre la contamination et l'activation, doivent être décrites et justifiées dans la documentation de sûreté de l'installation.

Problème de sûreté 2.2 : Stratégie de démantèlement du site

- D-16 : La stratégie doit être conforme aux stratégies nationales connexes existantes, par exemple concernant le démantèlement ou la gestion et l'évacuation des déchets radioactifs.
- D-18 : Le titulaire de l'autorisation doit proposer dans sa stratégie de démantèlement un état final qui soit conforme à la politique nationale.

Problème de sûreté 2.3 : Plan de démantèlement de l'installation au cours de la conception, de la construction et de l'exploitation

- D-20 : Conformément à la stratégie de démantèlement, l'exploitant doit établir et actualiser des plans de démantèlement de l'installation, dont les informations requises varient selon le type et l'état de l'installation (approche graduée).
- D-21 : Le plan de démantèlement initial doit être établi lors de la phase de conception de l'installation.
- D-24 : Le plan de démantèlement doit être étayé par une étude de sûreté appropriée pour les activités de démantèlement, dont les informations requises varient selon le type et l'état de l'installation (approche graduée).

Les autorités de sûreté ont fourni peu d'indications sur des aspects tels que la gestion de la configuration de la centrale, la tenue d'archives ou encore la maintenance en vue d'optimiser le processus de démantèlement. Cela peut s'expliquer par le fait que les autorités de sûreté considèrent que les prescriptions existantes sont appropriées, surtout si le combustible irradié a été retiré du site. Néanmoins, ces questions auront également un impact sur la sûreté lors du

démantèlement, si bien qu'elles sont aussi susceptibles d'intéresser les autorités compétentes en matière de sûreté et de protection de l'environnement. Des questions similaires pourraient également se poser dans le cas d'autres grandes installations nucléaires, en particulier pour les grands réacteurs de recherche.

3. EXIGENCES DES PRODUCTEURS D'ÉLECTRICITÉ EN MATIÈRE DE DÉMANTÈLEMENT

Les producteurs d'électricité, en plus d'être les propriétaires des centrales nucléaires commerciales, ont généralement le rôle spécifique de client, au cours de la phase de conception et de construction, et le rôle d'exploitant de l'installation dans les phases ultérieures. La première responsabilité comprend l'établissement des spécifications d'achat pour le constructeur. Par la suite, au cours de l'exploitation, la compagnie assume la responsabilité directe de la collecte et de la conservation des informations nécessaires pour le démantèlement futur.

Conformément aux prescriptions de la législation française, EdF établit un plan de démantèlement préliminaire lors du processus de conception du réacteur de Flamanville-3. Le démantèlement est également abordé dans le rapport préliminaire de sûreté, qui décrit les dispositions mises en œuvre en vue de faciliter le démantèlement, avec notamment une instrumentation appropriée, une documentation globale et bien organisée, ainsi que des mesures permettant de réduire la création de déchets en limitant la contamination et l'activation grâce à un choix judicieux de matériaux et de solutions d'agencement. En outre (comme indiqué dans la section précédente), EdF met en place des dispositions supplémentaires qui facilitent le démantèlement et préviennent le risque de fuite d'une contamination à Flamanville-3.

Les propriétaires de centrale ont généralement tendance à prendre comme point de départ les exigences des autorités de sûreté nationales, en particulier l'obligation de préparer un plan de démantèlement préliminaire au cours du processus de conception – voir encadré. En règle générale, le plan de démantèlement est considéré comme un document de base pour garantir que les exigences de démantèlement sont prises en compte lors de la conception ainsi que lors de futures modifications de la conception initiale et pendant l'exploitation de la centrale.

Au Royaume-Uni, des plans de démantèlement sont établis, puis actualisés afin de veiller à la validité des estimations de coûts. Il est communément admis que les archives concernant le choix du site, la conception, la construction, l'exploitation et l'arrêt de la centrale sont essentielles pour la mise à jour des plans de démantèlement. Les modifications apportées à la centrale au cours de l'exploitation de l'installation sont soumises à une procédure stricte de contrôle

des évolutions qui prévoit notamment de repérer tous les changements qui ont une incidence sur les charges liées au démantèlement. Ces dernières doivent être évaluées et intégrées dans le plan de démantèlement, qui reflètera donc l'état actualisé de la centrale.

En Finlande, les plans de démantèlement font également l'objet de mises à jour périodiques, indiquant les modifications apportées à la centrale au cours de son exploitation et l'évolution de la contamination au sein de l'installation. Le plan de démantèlement constitue là aussi la base pour l'établissement des documents à conserver pendant la durée de vie de la centrale. Il est prévu que des exigences en matière de démantèlement figurent dans les futures spécifications d'achat, conformément aux dispositions du chapitre 2.16 du Cahier des charges des électriciens européens (EUR) pour la conception de nouvelles installations⁵.

Le document EUR exige que le déroulement des opérations de démantèlement soit prévu pour :

- Apporter la démonstration que le démantèlement, basé sur la configuration de la centrale et sur les dispositions d'entretien et de réparation, est réalisable en utilisant les techniques d'ingénieries disponibles au moment de la mise en service (par exemple, robotique, matériels de décontamination et autres moyens mécaniques), et en tenant compte du principe ALARA.
- Fournir les informations nécessaires pour réaliser une estimation des coûts, afin de vérifier la validité des dispositions financières que doit prendre le propriétaire de l'installation.
- Apporter la démonstration que le programme de démantèlement peut être mené à bien en toute sécurité.
- Présenter des éléments quant à la quantité et au type de déchets actifs qui devront être évacués au cours du démantèlement de l'installation, avec un inventaire radioactif.
- Indiquer les doses prévues pour le personnel au cours de la phase de démantèlement.

Étant donné que la plupart des compagnies européennes d'électricité font partie du Groupe EUR, on peut supposer que les exigences indiquées au chapitre 2.16 du document EUR seront largement reprises dans les futures spécifications d'achat en Europe et, donc, dans la conception des nouvelles installations. De fait, les conceptions de réacteur standard pour le marché européen sont déjà conformes à ces exigences. Selon le document EUR, il n'est pas possible d'établir dès le stade de la conception un plan de démantèlement complet, car de toute manière, des pans importants de ce plan relèvent de la

5. <http://www.europeanutilityrequirements.org/eur.htm>

responsabilité des propriétaires et exploitants, plutôt que de celle des concepteurs de réacteurs. En plus de prendre des dispositions en vue de la réduction des déchets, les concepteurs sont encouragés à prévoir le déroulement des opérations de démantèlement – voir encadré.

Il est prévu que l'*Utility Requirements Document* (URD) de l'EPRI, équivalent, aux États-Unis, du document EUR en Europe, inclue également en temps voulu une section sur les exigences en matière de démantèlement.

Plusieurs des caractéristiques d'une centrale élaborées pour des objectifs de conception autres que le démantèlement seront, néanmoins, également bénéfiques pour le processus de démantèlement. C'est notamment le cas de caractéristiques relatives à la plus longue durée de vie, au remplacement des composants, à la meilleure disponibilité des centrales, aux choix des matériaux, aux dispositions pour la décontamination et la réduction des doses reçues par le personnel. Par exemple, il est couramment exigé que tous les équipements et les composants opérationnels d'une centrale, exception faite de la cuve sous pression du réacteur, soient remplaçables. Cette exigence devrait garantir la disponibilité de moyens de manutention qui, le moment venu, seront utiles pour le démantèlement.

Les réacteurs de troisième génération sont généralement conçus pour fonctionner pendant 60 ans, et leur durée de vie pourrait même être étendue à l'avenir en remplaçant les principaux composants. Pour le titulaire de l'autorisation, l'important est surtout que l'exploitation et la maintenance de la centrale soient optimales. Par conséquent, la priorité sur le plan de la conception est accordée à la mise en œuvre des meilleures solutions disponibles et réalisables en matière d'exploitation et de maintenance, lesquelles, immanquablement, faciliteront les tâches de démantèlement ultérieures. Ainsi, de bonnes pratiques en termes de conception tant pour l'exploitation et la maintenance que pour le démantèlement consistent notamment à prévoir suffisamment d'espace pour les activités à réaliser, à limiter au minimum les doses d'exposition pendant ces activités, à réduire les quantités de déchets produits et à prendre des dispositions pour le remplacement des composants. La disponibilité de modèles de simulation 3-D détaillés pour les nouvelles centrales sera également extrêmement utile pour l'exploitation et la maintenance et pour le démantèlement.

La réduction au minimum des quantités de déchets produits a également d'importantes conséquences en termes de coûts, car le coût de la gestion des déchets peut atteindre des montants équivalents à ceux du démantèlement, soit peut-être un tiers ou plus du coût total du démantèlement⁶.

6. Voir, par exemple, *Perspectives de l'énergie nucléaire 2008*, OCDE.

Le Forum atomique européen (FORATOM, organisme de compagnies européennes) a créé un groupe de travail spécial, dans le cadre de l'initiative ENISS⁷, pour collaborer avec l'Association des responsables des Autorités de sûreté nucléaire des pays d'Europe de l'Ouest (WENRA) à la mise au point de niveaux de référence standardisés en matière de sûreté (*Safety Reference Levels*: SRL) pour le démantèlement. L'ENISS insiste particulièrement sur la promotion du document de l'AIEA, Prescriptions de sûreté WS-R-5 *Déclassement des installations utilisant des matières radioactives* en tant que base de l'harmonisation des normes de sûreté.

L'ENISS constate une réduction progressive des risques nucléaires et radiologiques lors du passage de l'exploitation au déchargement du combustible et au cours du démantèlement. Le démantèlement suppose des processus – tels que le découpage et le démontage des structures, des installations et du matériel – qui comportent des dangers tant classiques que radiologiques. Une fois le combustible usé retiré, certains risques radiologiques persistent du fait des contacts possibles avec des matériaux contaminés ou activés. En outre, de nouveaux risques classiques peuvent apparaître, par exemple en raison de la nécessité de soulever des charges lourdes. Dans ce contexte, il faut que du point de vue réglementaire, l'accent précédemment mis sur la sûreté nucléaire (lorsque la centrale est exploitée) passe sur les aspects liés aux risques classiques et pour l'environnement de ce qui correspond désormais à une opération de gestion des déchets. Il est de plus en plus manifeste que cette évolution de perspective est effectivement prise en compte dans la pratique des autorités de sûreté⁸.

L'élaboration, au cours de la construction, d'une caractérisation radiologique de base des matériaux et du site sera normalement d'une grande utilité au moment du démantèlement ou de la libération du site. La caractérisation du site est généralement effectuée dans le cadre de l'évaluation de l'impact environnemental, mais les exigences concernant la caractérisation des matériaux de construction sont moins fréquentes.

L'expérience tirée de projets de démantèlement récents montre que les archives d'une centrale peuvent se révéler incomplètes ou inexactes et ne pas correspondre par conséquent à la configuration finale de l'installation. Il ressort des informations fournies que les compagnies d'électricité utilisent actuellement des systèmes de gestion de la configuration des centrales qui garantissent l'actualisation des archives selon les évolutions de l'installation. Il est essentiel

7. *European Nuclear Installations Safety Standards.*

8. Agence pour l'énergie nucléaire (AEN) (2008), *Dispositions réglementaires pour le déclasserment des installations nucléaires : Points importants et pratiques émergentes*, OCDE, Paris.

que de tels systèmes comprennent, en plus des données directement pertinentes pour l'exploitation, d'autres données susceptibles d'être importantes pour le démantèlement, par exemple des informations sur les ouvertures pratiquées provisoirement pendant la construction pourraient faciliter leur réutilisation au moment du démantèlement.

L'expérience passée donne à penser que les exploitants de centrales doivent veiller à enregistrer et conserver les informations sur les contaminations. Une question connexe tient à la nécessité de conserver les informations relatives aux essais d'étanchéité périodiques menés sur les tuyauteries encastrées, ces essais étant importants pour limiter la contamination potentielle du béton ; cette contamination risque sinon de n'être repérée qu'au moment de la démolition de la structure en béton.

4. DISPOSITIONS DES CONCEPTEURS DE CENTRALE EN MATIÈRE DE DÉMANTÈLEMENT

Il ressort de cette étude que les concepteurs de centrales de nouvelle génération accordent de plus en plus d'attention à la nécessité de faciliter le démontage et la dépose des équipements, conformément au souhait des compagnies d'électricité (indiqué précédemment) que tous les composants, à l'exception de la cuve sous pression du réacteur, puissent être enlevés en utilisant des appareils de levage installés à demeure. La stratégie de conception de l'Énergie atomique du Canada (EACL) pour le Réacteur CANDU avancé (ACR-1000) prend explicitement en compte des exigences en matière de démantèlement – voir encadré. AREVA-NP a également confirmé que ce type de dispositions faisait partie du processus de conception de l'EPR⁹ et Westinghouse a l'intention de prévoir des dispositions semblables.

Le Guide de conception de l'ACR-1000 prévoit des exigences spécifiques concernant l'incidence de la conception des systèmes, des équipements et des structures sur le démantèlement :

- Réduire la source de rayonnement (par le choix des matériaux).
- Réduire la durée de démantèlement du matériel radioactif (par ex. silos et construction à toit ouvert, conception modulaire).
- Organiser un démantèlement différé s'il s'inscrit dans la stratégie de démantèlement (intégrité structurale).
- Simplifier la gestion des déchets (configuration et zonage, séparation des déchets).
- Gérer les informations relatives à la conception et à l'exploitation (qui seront utiles si le démantèlement est différé)

Les concepteurs sont tenus de compléter des listes de vérifications spéciales aux fins du démantèlement :

- Caractéristiques de génie civil.
- Choix des matériaux.
- Conception.
- Maintenance.
- Construction.

9. *Evolutionary Power Reactor (AREVA).*

Il existe peu de données disponibles en diffusion publique concernant les quantités de matériaux radioactifs susceptibles de résulter des opérations de démantèlement. La réduction des déchets dus au démantèlement est à l'évidence un objectif important lors de la conception d'une centrale de troisième génération mais on dispose pour l'instant de peu d'informations quant à la réalisation de cet objectif.

Il est de pratique courante pour les concepteurs de prendre des dispositions afin de limiter les déversements et les fuites, par exemple, en détectant les fuites à un stade précoce au moyen de capteurs d'humidité (dans l'EPR, notamment), et de faciliter leur élimination rapide. L'utilisation des tuyauteries encastrées est également évitée et les systèmes de drainage sont conçus de façon à maintenir une séparation entre les liquides en fonction de leur radioactivité potentielle. Il convient de garder à l'esprit toutefois que l'interdiction complète des tuyauteries encastrées pourrait aboutir à une augmentation des doses auxquelles le personnel risque d'être exposé, à moins de prévoir des dispositions spéciales en matière de protection dès la conception.

Plusieurs approches de conception sont mises en œuvre pour éviter qu'une contamination ne se diffuse autour de la centrale. Par exemple, les structures en béton sont protégées contre le risque de contamination par des fuites et des déversements (étanchéification de la partie basse des murs mais aussi des planchers, renforcement du matériau employé pour étanchéifier aux endroits où on prévoit de l'usure) et les puisards et les tranchées aménagés dans les sols en béton sont revêtues d'un cuvelage acier pour protéger de la contamination et faciliter la décontamination.

Des mesures sont également introduites pour réduire les niveaux de dose au cours de la décontamination, par exemple des finitions de surface spéciales ou des traitements de polissage pour empêcher la contamination d'adhérer à la surface des matériaux ou d'y pénétrer. Conformément aux exigences des compagnies d'électricité et des autorités de sûreté, les conceptions actuelles accordent une attention particulière au choix des matériaux, en particulier pour limiter la teneur en cobalt des matériaux exposés à des rayonnements neutroniques. Toutefois, il y a de grandes différences dans les teneurs en cobalt indiquées pour les aciers en fonction (par exemple) du type d'acier et de l'utilisation prévue. C'est un point qui mériterait d'être davantage abordé par les organes représentant les compagnies d'électricité tels que le Groupe EUR et l'EPRI, par exemple, en formulant des critères (quantitatifs) plus restrictifs pour la teneur en cobalt et d'autres critères semblables.

Les centrales de troisième génération ont également pour objectif de réduire les niveaux de contamination et, par conséquent, les déchets produits, en

limitant le nombre de composants utilisés lors de la conception et, dans certains cas, en utilisant des concepts modulaires. Afin de prendre en compte les tailles et puissances différentes des centrales, cet objectif est mieux cerné s'il est présenté en termes de nombre de composants contaminables par MWe. Cette approche peut également être utile lors du calcul des coûts du démantèlement, d'autant que le démantèlement des parties non radioactives des installations est essentiellement une activité de type classique.

Certaines décisions en matière de conception peuvent impliquer un conflit entre, par exemple, des exigences structurales et d'autres liées au démantèlement. Ainsi, il faut, pour concevoir le bouclier biologique, trouver un équilibre entre les matériaux présentant une résistance suffisante pour faire face à un accident grave et ceux qui permettent de limiter l'ampleur de l'activation. Des adjuvants pour béton qui réduisent l'activation neutronique peuvent avoir des effets négatifs sur les propriétés structurales du béton. Les agrégats pour béton, y compris ceux utilisés dans le bouclier biologique, sont généralement d'origine locale, ce qui peut aboutir à un choix non optimal en termes de réduction de l'activation neutronique.

Il semble y avoir des différences dans les pratiques de conception actuelles pour ce qui est de prévoir un espace sur place pour l'entreposage, la caractérisation et le traitement des équipements et des matériaux résultant du démantèlement – voir encadré. L'affectation d'un tel espace sur place peut être plus importante pour les conceptions qui prévoient l'utilisation de modules tuyauteries/vannes qui sont pré-montés sur des patins. Cela devrait simplifier le démontage et la dépose en inversant le déroulement des opérations de construction. Par la même occasion, l'application de cette stratégie de démantèlement aboutit à la nécessité de prévoir un espace correctement équipé sur le site pour la décontamination et le démontage.

Pour l'AP-1000, Westinghouse propose d'utiliser le bâtiment de stockage du combustible usé et la piscine de combustible usé pour le stockage et la décontamination au cours du démantèlement mais, pour l'essentiel, l'espace alloué semble plus être consacré aux réparations et à l'entretien qu'au démantèlement.

Pour l'EPR, AREVA-NP prévoit des espaces aménagés pour les éléments radioactifs démantelés au sein des bâtiments ; un atelier chaud et une installation de décontamination sont également prévus dans la conception. Des installations supplémentaires pour le démantèlement sont conçues comme une question spécifique (par opposition à générale) au site qui doit être traitée en collaboration avec l'exploitant.

Pour l'ACR-100, EACL prévoit une installation de gestion des déchets radioactifs et un établissement de stockage des produits chimiques dangereux et entend inclure un espace pour la caractérisation et l'entreposage des matériaux radioactifs.

Malgré l'introduction de nombreuses dispositions nouvelles, il est difficile de tirer des conclusions quantitatives quant à l'efficacité possible des mesures de conception prises pour faciliter le démantèlement, sur la base des informations disponibles, par exemple :

- Des mesures ont beau être prises pour limiter les déchets produits, il n'y a pas d'informations détaillées sur les quantités qui devraient résulter du démantèlement. À ce stade, il n'est pas possible de comparer les quantités de déchets provenant du démantèlement des centrales existantes et de celles de nouvelle génération. De même, les informations font défaut pour ce qui est de la réduction attendue des doses auxquelles le personnel sera exposé lors de l'exploitation et du démantèlement. À ce titre, il serait intéressant de se demander quelle serait la teneur en cobalt à prévoir dans les aciers à faible teneur en cobalt pour obtenir cette réduction des expositions.
- Dans certaines situations, l'efficacité des dispositions en matière de conception n'est pas évidente. Par exemple, si les dispositions de conception sont essentiellement axées sur la réparation et la maintenance, il est difficile de déterminer si un programme de démantèlement accéléré peut être mis en œuvre si c'est le souhait du propriétaire de la centrale. Des installations conçues pour faciliter la maintenance peuvent par exemple avoir une capacité insuffisante pour faire face à une plus grande quantité de matériaux lors du démantèlement.

5. CONCLUSIONS ET RECOMMANDATIONS

5.1 Conclusions générales

L'expérience acquise dans le cadre des projets de démantèlement de centrales nucléaires des générations précédentes montre que ces opérations auraient pu être facilitées si une plus grande attention leur avait été accordée dès la conception de l'installation et sur toute la durée de son exploitation. Mieux planifier le démantèlement dès l'origine aurait pu permettre de réduire les doses reçues par les travailleurs et de limiter les coûts. Ce constat a conduit les producteurs d'électricité et les autorités de sûreté nationales à réclamer que les besoins de démantèlement soient abordés au stade de la conception et que soient fournis un plan de démantèlement et un plan de gestion des déchets préliminaires dans la demande d'autorisation.

Dans nombre de pays, les réglementations prévoient depuis longtemps que l'octroi d'une autorisation d'exploitation soit subordonné à la prise en compte préalable du démantèlement. Ces dernières années, il est devenu courant que des plans de démantèlement soient élaborés à un stade précoce, qu'ils fassent explicitement référence à la gestion des déchets résultant des opérations de démantèlement, à l'état final du site et aux questions environnementales connexes, et qu'ils servent de base pour montrer que des moyens financiers appropriés sont alloués pour le démantèlement. Cela aboutit à ce qu'une attention accrue soit portée à des aspects associés, dont le choix des matériaux de construction, les moyens de faciliter les opérations de maintenance et de démontage ainsi que de limiter la contamination, ou encore la définition de niveaux de libération nationaux.

Les autorités de sûreté ont commencé à harmoniser leurs spécifications, par exemple avec les niveaux de référence en matière de sûreté (*Safety Reference Levels : SRL*) établis par l'Association des responsables des Autorités de sûreté nucléaire des pays d'Europe de l'Ouest (WENRA) pour les opérations de démantèlement et la gestion des déchets radioactifs en Europe. Il y est notamment prévu qu'un plan de démantèlement préliminaire soit élaboré avant la délivrance d'une autorisation de construction et qu'il soit mis à jour tout au long de la durée de vie de la centrale nucléaire. Ce plan doit tenir compte de l'étude de sûreté

effectuée en prévision du démantèlement et qui est également actualisée au cours de la vie de l'installation. Le Groupe responsable du Cahier des charges des électriciens européens (*European Utility Requirements*: EUR) développe également des spécifications harmonisées en vue de garantir que tous les réacteurs conçus pour le marché européen possèdent des caractéristiques de conception fondamentales, avec des dispositions prévues au stade de la conception concernant la limitation des déchets et l'organisation de la dépose des composants.

Pour les compagnies d'électricité, il est important que la conception optimise l'exploitation et la maintenance de l'installation. Les caractéristiques de conception qui répondent à cette exigence seront toujours également bonnes pour le démantèlement ultérieur. Parmi les pratiques de conception qui facilitent tant l'exploitation et la maintenance que les opérations de démantèlement, on peut citer : prévoir suffisamment d'espace pour les activités à réaliser, diminuer les doses pendant ces activités, réduire les quantités de déchets, et préparer les modalités du remplacement des composants. Un aspect connexe a trait aux solutions qui permettent de produire moins de déchets par exemple en choisissant astucieusement les matériaux employés et en prévoyant des dispositifs pour limiter la propagation de la contamination potentielle. Une optimisation appropriée des dispositions de conception relatives au démantèlement et de celles concernant la gestion aval des déchets devrait permettre à la fois de réduire l'exposition du personnel aux rayonnements et d'abaisser les coûts de démantèlement.

Si bien des exigences de conception visant à améliorer l'exploitation et la maintenance auront également des effets positifs sur le démantèlement, d'autres doivent porter uniquement sur le démontage et le démantèlement, par exemple en concevant des structures qui maximisent la stabilité des composants, en intégrant des concepts modulaires, en améliorant l'accès grâce à une configuration optimisée, et en réduisant le nombre de composants et de tuyaux par MWe de puissance installée.

L'expérience de projets de démantèlement récents montre que les archives d'une centrale peuvent se révéler incomplètes ou inexactes et ne pas correspondre par conséquent à la configuration finale de l'installation. Il est essentiel que de tels systèmes comprennent, en plus des données directement pertinentes pour l'exploitation, d'autres données susceptibles d'être importantes pour le démantèlement, par exemple au sujet d'ouvertures pratiquées provisoirement pendant la construction, dont la réutilisation serait ainsi facilitée au moment du démantèlement. L'expérience passée donne à penser que les exploitants de centrales doivent veiller à enregistrer et conserver les informations sur les contaminations, car ces dernières risquent sinon de n'être repérées qu'au moment de la démolition de la structure en béton.

5.2 Recommandations particulières en matière de meilleures pratiques aux fins du démantèlement

Plan de démantèlement

Le plan de démantèlement reflète l'état final prévu pour l'installation. Il doit évoluer parallèlement à l'étude de sûreté pour les opérations de démantèlement, pendant toute la durée de vie de l'installation et pendant la phase de démantèlement. Conformément aux pratiques actuelles dans bon nombre de pays, il est suggéré que le plan soit officiellement mis à jour par cycles d'environ 5 ans, une mise à jour majeure devant avoir lieu avant l'octroi de l'autorisation d'entamer le démantèlement. L'élaboration du plan doit être réalisée en collaboration étroite avec les autres parties intéressées, y compris les responsables des activités de gestion des déchets.

Chevauchement des exigences d'exploitation et de maintenance avec celles de démantèlement

Il est recommandé d'accorder de l'attention non seulement à l'îlot nucléaire, mais aussi à la partie classique de la centrale, car des zones difficiles d'accès peuvent donner lieu ultérieurement à des problèmes lors du démantèlement. De manière générale, les bonnes pratiques consistent à soumettre l'ensemble de l'installation à un examen structuré dans l'optique du démantèlement.

Gestion de la configuration de la centrale

Des systèmes d'archivage permanent de la configuration matérielle de l'installation doivent être mis en place, et les données relatives aux fuites ou autres incidents de contamination doivent être enregistrées. Il faut avoir à l'esprit qu'une contamination fixée peut être recouverte de peinture et ainsi oubliée. Des outils de conception peuvent être utilisés pour montrer comment il est possible de conserver la maîtrise de la configuration au cours des diverses étapes du démantèlement. Des orientations supplémentaires de la part des autorités de sûreté sur ce sujet général pourraient être utiles pour garantir une stratégie plus systématique.

Systèmes de surveillance de la centrale

Il est de bonne pratique actuellement d'installer des systèmes de surveillance pour détecter précocement toutes les fuites et la contamination, y compris les fuites de tuyauteries souterraines (surveillance de l'environnement). Il est aussi souhaitable de prévoir des moyens de surveiller tous les paramètres chimiques de la centrale pour éviter la corrosion des composants métalliques.

Estimation de l'inventaire des matériaux contaminés

Il est suggéré que des données sur la composition initiale des aciers et des bétons employés pour construire la centrale (y compris les spécifications techniques) soient conservées, car il peut être intéressant, pour le futur démantèlement, de savoir s'ils contiennent des impuretés, ce qui permet de limiter les opérations de caractérisation des matériaux nécessaires à ce moment. Les matériaux employés pour construire les protections neutroniques sont particulièrement importants. Ainsi :

- Il est intéressant, au stade de la conception, de préciser l'intervalle de variation admissible des teneurs en cobalt de l'acier et de s'efforcer de les abaisser en valeur absolue, sachant que les quantités de certains autres radioéléments sont souvent calculées en fonction de ces teneurs.
- Les modèles de simulation 3-D qui sont élaborés au cours de la conception constituent un outil de gestion utile pendant toute l'exploitation de la centrale, qui sert également à enregistrer l'emplacement des sources d'activité lorsque l'on a besoin de choisir l'endroit où effectuer des prélèvements dans le cadre de la surveillance de la radioactivité.

Tuyauteries encastrées

Les meilleures pratiques actuelles veulent que l'on s'efforce, par des dispositions techniques, de toujours éviter d'encastrer les tuyauteries. Il convient de recommander effectivement cette méthode et de l'appliquer aussi largement que possible. Les fuites survenant dans des tuyauteries encastrées sont en effet difficiles à repérer, sans compter qu'elles peuvent augmenter la quantité de déchets et rallonger les périodes d'arrêt des installations. En contrepartie, la conception des dispositions de radioprotection devra intégrer les doses de rayonnements potentielles auxquelles des tuyauteries non protégées pourraient exposer le personnel.

Assurer le retour d'informations des exploitants/responsables du démantèlement à destination des concepteurs

Les spécifications de conception établies par les producteurs d'électricité (qui sont les clients) constituent un lien essentiel entre l'expérience passée et le processus de conception. Ces spécifications doivent être définies en tenant compte des réflexions des concepteurs sur ce qui est véritablement réalisable.

Appendix 1

SYNTHÈSE DES RÉPONSES AU QUESTIONNAIRE CONCERNANT : LE RETOUR D'EXPÉRIENCE DU DÉMANTÈLEMENT ET LES NOUVELLES CENTRALES NUCLÉAIRES

1. Informations générales concernant l'enquête par questionnaire

Une enquête sur les pratiques en vigueur en matière de retour d'expérience du démantèlement pour la conception et l'exploitation des nouvelles filières de réacteurs a été menée de mai à septembre 2008 par le WPDD, dans le cadre d'une étude visant à évaluer la valeur ajoutée que pourrait apporter à la gestion du cycle de vie des nouvelles centrales la prise en compte des enseignements tirés des expériences de démantèlement. Le questionnaire a été adressé aux autorités de sûreté, aux compagnies d'électricité et aux concepteurs de réacteur concernés par le développement et la mise en œuvre de nouvelles filières. Une synthèse des résultats de l'enquête a servi de base aux débats tenus lors d'une session thématique organisée à l'occasion de la réunion annuelle du WPDD les 12 et 13 novembre à Senec en Slovaquie.

Ont répondu à l'enquête : cinq compagnies d'électricité (EDF, Fortum, British Energy, Vattenfall, KKG), le groupe de travail Foratom/ENISS et le groupe EUR (responsable du Cahier des charges des électriciens européens *European Utility Requirements* : EUR) ; l'organisme de démantèlement et de gestion des déchets SOGIN, les organismes de génie nucléaire slovaques Decom et VUJE ; quatre constructeurs de réacteurs ou de systèmes associés (AREVA-NP, Westinghouse avec Ansaldo, EACL), et cinq autorités de sûreté (CCSN, STUK, HSE (RU) avec l'Agence pour l'environnement pour l'Angleterre et le Pays de Galles et UJD-SR (*Urad jadrového dozoru*), l'Autorité de sûreté nucléaire de Slovaquie).

2. Synthèse des réponses au questionnaire

2.1 Considérations concernant la conception

Les concepteurs suivants ont répondu au questionnaire : AREVA-NP, EACL, Westinghouse/Ansaldo (ci-après désigné par Westinghouse), VUJE/DECOM (dans la réponse slovaque commune – ci-après désignée par JSR).

2.1.1 Programme de démantèlement

Question D1 : Définissez-vous dès la phase de conception un plan de démantèlement indiquant la série d'actions nécessaires pour retirer tous les matériaux radioactifs et démonter les équipements, systèmes et structures ?

Selon Westinghouse, l'expérience tirée du démantèlement jusqu'à présent montre que la stratégie la plus appropriée pour ces opérations est celle qui est mise en œuvre dans le plan de construction de l'AP-1000, à savoir retirer les composants/modules sans les démonter.

AREVA-NP indique que compte tenu de la longue durée de vie de l'EPR, on peut s'attendre à ce que les gros composants doivent être remplacés. Le démantèlement/remplacement est donc déjà prévu lors de la conception. En réponse à Q7, AREVA-NP précise que c'est essentiellement la compagnie d'électricité qui est concernée par le plan de démantèlement.

EACL a élaboré une stratégie en matière de démantèlement pour l'ACR-1000. Celle-ci n'est pas propre au site, et sera définie dans le cadre d'un plan de démantèlement préliminaire (ou intermédiaire) établi par la compagnie d'électricité. La stratégie de démantèlement de l'ACR-1000 comprend une séquence à titre provisoire pour le démantèlement des parties radioactives de l'ACR-1000 (chaudière), et des parties de la centrale qui ne devraient pas contenir de contamination notable lors du démantèlement (partie classique de la centrale).

EACL a préparé des orientations pour les concepteurs du réacteur CANDU avancé (ACR) concernant des caractéristiques de conception qui faciliteront le démantèlement du réacteur et de ses bâtiments et structures annexes à la fin de son exploitation.

Il est précisé dans la JSR que la législation slovaque prévoit que des documents préliminaires relatifs au démantèlement, un plan de démantèlement et des documents préliminaires sur la gestion des déchets radioactifs (et du combustible usé, le cas échéant) doivent être préparés lors de la phase de conception.

Question D2 : Les systèmes auxiliaires susceptibles d'être utilisés lors du démantèlement sont-ils conçus de façon que leur acheminement et leur agencement n'entraînent que des modifications minimales le cas échéant ?

Westinghouse indique que les approvisionnements en air et en eau peuvent rester fonctionnels pendant la plus grande partie des opérations de dépose des principaux composants mais, qu'une fois que le démontage systématique des

établissements commence, des solutions de remplacement devront être trouvées pour fournir ces services. La fourniture de ces services par les voies existantes est envisagée pour les étapes ultérieures du démantèlement.

AREVA-NP précise qu'aucune attention particulière n'est accordée aux systèmes auxiliaires généraux non radioactifs. Le système de ventilation nucléaire est composé de sous-systèmes de sorte qu'il faudra réaliser peu (voire pas) de modifications lors du démantèlement.

EACL indique que les systèmes auxiliaires qui seront nécessaires pendant le démantèlement (par exemple pendant l'entreposage pour permettre la décroissance radioactive) sont conçus de telle façon qu'ils sont disponibles au cours du démantèlement et qu'il faudra seulement les isoler des structures, systèmes et composants qui devront être mis hors service et démantelés à un stade précoce du projet de démantèlement.

Il est précisé dans la JSR que la nécessité de modifier les systèmes auxiliaires est généralement réduite mais ne peut pas être complètement exclue.

Question D3 : Avez-vous estimé la quantité de déchets radioactifs susceptibles d'être produits lors du démantèlement ?

Westinghouse indique qu'une estimation initiale des quantités de déchets et de radionucléides a été réalisée. Il est prévu qu'une estimation plus précise soit faite une fois la conception détaillée finale achevée et les fabricants de composants définitivement sélectionnés.

AREVA-NP confirme que l'estimation de la quantité de déchets fait partie du processus de conception.

EACL signale que des estimations des quantités de déchets de haute, moyenne et faible activité produits au cours du démantèlement d'une centrale ACR-1000 à deux tranches sont tirées des informations sur la conception. Les quantités de déchets de béton et d'acier de construction ainsi que de déchets non radioactifs (c'est-à-dire de déchets susceptibles de faire l'objet d'une libération inconditionnelle ou d'une gestion dans des installations de gestion des déchets classiques) sont également estimées.

Il est précisé dans la JSR que la quantité de déchets radioactifs qui peuvent être produits lors du démantèlement est estimée dans les plans de démantèlement conceptuels. Le premier de ces plans est établi avant l'obtention de l'autorisation d'exploitation. Le plan est actualisé régulièrement au cours de l'exploitation de la centrale, soit tous les dix ans, soit chaque fois qu'un changement important est apporté au système technologique ou de sûreté. Par actualisation du plan, on entend notamment la mise à jour des informations relatives à la gestion et à la quantité des déchets radioactifs.

Question D4 : Avez-vous délimité et réservé un espace suffisant sur le site pour l'entreposage sur site, la caractérisation et le traitement des équipements et des matériaux radioactifs ?

Westinghouse précise que le plan de démantèlement actuel prévoit une installation, conçue expressément pour que la réduction de volume des gros composants soit assurée dans les limites du site. Cette installation sera construite spécialement en fonction de chaque site ou des conditions nationales et sera conçue de façon à limiter l'exposition des travailleurs et à immobiliser les poussières contaminées.

AREVA-NP indique que cet aspect n'a pas été pris en considération vu qu'il dépend de la compagnie d'électricité et du site. La conception prévoit effectivement des espaces aménagés pour le démontage des éléments radioactifs dans les bâtiments. Un atelier chaud et une installation de décontamination sont également inclus dans la conception.

EACL signale qu'un espace suffisant a été délimité et réservé dans la conception de la centrale ACR-1000 pour la caractérisation sur site, le traitement et l'entreposage des matériaux et des équipements radioactifs. Plus précisément, l'ACR-1000 comprend des zones pour la caractérisation et l'entreposage des matériaux radioactifs, une installation de gestion des déchets radioactifs et un bâtiment de stockage des produits chimiques dangereux.

Il est précisé dans la JSR qu'un tel espace est prévu.

Question D5 : Avez-vous accès à un retour d'expérience systématique du démantèlement ? Estimez-vous que la réalisation d'une telle activité par l'AEN puisse être utile pour vos conceptions ?

Westinghouse indique ne pas disposer d'un accès à des enseignements détaillés tirés de l'expérience avec corrélation. Des informations ont été fournies par le personnel participant à ces efforts et divers rapports ont été rédigés par des propriétaires de centrale. C'est en assurant le démantèlement de Fort St Vrain que Westinghouse a acquis de l'expérience dans ce domaine. Il serait très utile que l'AEN assure une telle activité. Westinghouse est tout à fait disposé à fournir les meilleures informations disponibles.

AREVA-NP estime qu'il serait difficile d'utiliser une telle activité de l'AEN aux fins de la conception car d'autres aspects de la conception pourraient être en conflit avec le démantèlement. Si l'AEN concrétise cette suggestion, il faudrait faire appel à des spécialistes de toutes les disciplines.

EACL a accès à un retour d'expérience systématique de projets de démantèlement et de remise en état en milieu de vie (ou de prolongement de la durée de vie) au Canada et de projets de démantèlement au niveau mondial.

EACL se tient également au courant des enseignements tirés et des informations rendues disponibles par les exploitants de centrales nucléaires qui sont actuellement en cours de démantèlement à travers le monde. EACL accueillerait favorablement une initiative de l'AEN.

Il est précisé dans la JSR que les informations disponibles proviennent de l'AIEA, d'activités professionnelles de certaines sociétés, de programmes de coopération techniques au niveau régional et national dans les domaines du démantèlement et de la gestion des déchets radioactifs. L'AEN pourrait mener des travaux utiles en la matière.

2.1.2 Caractéristiques liées à la maintenance opérationnelle

Questions D6-12 : Lors de la conception, avez-vous veillé à améliorer la maintenance en prenant en considération les aspects suivants qui peuvent se révéler utiles aussi pour la maintenance et le prolongement de la durée de vie de la centrale ? Y-a-t-il d'autres aspects dont vous avez tenu compte lors de la conception ?

La JSR est une réponse générale aux questions D6-12. Il y est indiqué que tous les aspects cités sont ou seront pris en considération lors des activités de conception, de démantèlement et de gestion des déchets radioactifs.

Aucun des répondants n'a indiqué d'autres aspects, en plus de ceux mentionnés ci-après, pour lesquels des améliorations pourraient être apportées.

Question D6 : Un accès plus facile aux composants et équipements dans des conditions normales et en cas d'accident

La conception de la centrale de l'AP-1000 de Westinghouse répond à des exigences en matière de constructibilité et de facilitation de la maintenance. L'accent est mis sur le retrait de composants et les itinéraires d'accès et d'évacuation associés. Il a été tenu compte du retrait et du remplacement des gros composants vu la durée de vie nominale de la centrale. Le remplacement des générateurs de vapeur est notamment prévu.

AREVA-NP indique qu'un espace de dégagement suffisant est prévu autour des composants. Des équipements sont installés pour la gestion des accidents. Les composants liés à la sûreté peuvent être vidangés et rincés à distance après un accident pour permettre qu'on y accède pour les réparer. En outre, comme pour la question D1, AREVA-NP précise que compte tenu de la longue durée de vie de l'EPR, le remplacement des gros composants a été envisagé, de sorte que le démantèlement/remplacement est déjà pris en considération lors de la conception.

Le concept, l'agencement et les voies d'accès de l'ACR-1000 sont optimisés pour une meilleure accessibilité et un retrait facilité des gros composants, ainsi que le détachement facile et le retrait/remplacement à distance de composants très radioactifs. Cela facilite également l'installation future d'équipements de décontamination et de manipulation des déchets.

Question D7 : Mise au point d'outils et de robots spéciaux pour le démontage des composants

Westinghouse indique que le développement de ce type d'outils fait partie de la conception détaillée de la centrale. La gamme va des équipements de levage pour grands modules composites à des outils pour le désassemblage de petits composants.

AREVA-NP précise que toutes les salles avec de grandes pompes etc. sont équipées de moyens de levage. Les composants sont conçus de telle sorte que leur retrait est facilité et la radioprotection améliorée. Les robots ne sont pas nécessaires si la décontamination est prévue (voir ci-dessous). Cette question renvoie surtout à un plan de démantèlement, lequel est l'affaire de la compagnie d'électricité.

EACL a mis au point des équipements télécommandés et des systèmes de commande pour des projets de retubage des centrales nucléaires de Bruce et de Point Lepreau (toutes deux situées au Canada) pour limiter les doses auxquelles les travailleurs sont exposés. Les enseignements tirés de ces projets seront utilisés lors de la réalisation du désassemblage des composants à distance au cours du démantèlement de l'ACR-1000.

Question D8 : Moyens et voies de manutention pour la dépose de tous les composants, y compris ceux qui sont gros et lourds (cuve de réacteur, générateurs de vapeur, etc.)

Westinghouse indique que les poutres principales du pont polaire ont été dimensionnées de telle sorte que, une fois installé un chariot-treuil, un générateur de vapeur peut être soulevé et passé entre les poutres. Des itinéraires pour la dépose ont été établis et des études de conception réalisées afin de préserver l'intégrité de l'enceinte de confinement.

AREVA-NP précise que compte tenu de la nécessité d'installer et peut-être de remplacer de gros composants, des moyens et des voies de manutention ont été pris en considération dès la conception. Des ouvertures scellées après l'installation peuvent être rouvertes, si nécessaire.

Des dispositions sont prévues dans la conception de l'ACR-1000 pour garantir un espace suffisant et des voies spéciales pour un transport rapide et

facile des gros composants lors de la maintenance et du démantèlement. Voir la réponse à la question D6. Par ailleurs, des dispositions appropriées sont prévues pour la manutention des matériaux, et le remplacement ou la dépose de composants de tous les bâtiments, au moyen de grues, de treuils et de monorails le cas échéant (voir Question D11).

Le document EUR prévoit que tous les composants, à l'exception de la cuve, doivent pouvoir être retirés en utilisant des moyens de manutention installés de manière permanente.

Question D9 : Séparation des équipements radioactifs de ceux non radioactifs et réduction du nombre de systèmes radioactifs

Pour Westinghouse, il y a plusieurs critères qui déterminent la séparation et la mise à l'écart des équipements, en plus des impératifs établis pour la séparation des voies de sûreté. Les équipements qui transportent un fluide radioactif sont généralement installés dans des zones et pièces séparées pour la maintenance, dans le respect du principe ALARA. Cela vaut pour les équipements redondants dans un même système.

AREVA-NP indique que la séparation est un bon principe de radioprotection, qui est mis en œuvre dans la conception, au moyen d'écrans de protection. (Tout système, à partir du moment où il existe, est indispensable.)

La conception de l'ACR-1000 a pris en considération et tiré profit des enseignements acquis et du retour d'information opérationnel des centrales CANDU® existantes. Par exemple, afin de limiter la contamination croisée, les zones d'activité élevée et faible sont séparées de telle façon que l'air qui se trouve dans une zone ne puisse passer dans l'autre (différences de pressions, pression négative). La contamination hydrique est réduite en recourant largement à des produits d'étanchéité.

Le document EUR prévoit que la séparation des équipements radioactifs et non radioactifs est imposée en vertu des obligations de réduction des doses.

Question D10 : Configuration et blindage appropriés pour limiter l'activation et la contamination des structures et équipements

Les zones radioactives de l'AP-1000 sont conçues de façon à garantir le confinement des équipements et composants radioactifs. Sont notamment largement utilisés des modules composites de béton et de plaques d'acier, ces dernières recouvrant la plupart des zones susceptibles d'être contaminées. En outre, bon nombre des surfaces qui feront l'objet d'un bombardement neutronique seront également recouvertes de plaques d'acier afin de réduire l'activation du béton. L'une des principales exigences de conception consiste à éviter l'activation dans des champs neutroniques.

AREVA-NP indique que la zone contrôlée est divisée en zones de protection, échelonnées en fonction du débit de dose. De sorte que toute contamination éventuelle se limite strictement à la zone précise où elle survient. Le système de ventilation est conçu de façon à extraire la contamination atmosphérique qui apparaîtrait. Pour ce qui est de la contamination liquide, les espaces susceptibles de la subir sont équipés de systèmes de drainage. Le bouclier du réacteur est suffisant pour limiter l'activation principale au voisinage immédiat de la cuve sous pression du réacteur au niveau du cœur.

Les matériaux de construction des systèmes et composants de l'ACR-1000 dans des zones à hauts flux de neutrons sont choisis avec minutie pour limiter la formation de produits d'activation. Les murs intérieurs des structures de confinement de l'ACR-1000 dans les zones fortement radioactives du réacteur sont recouverts d'acier pour réduire au minimum la contamination de la structure en béton. Les outils et équipements utilisés dans les zones radioactives de la centrale sont stockés dans des installations spéciales pour éviter une contamination croisée. En outre, à chaque fois que cela est possible, la conception de l'ACR-1000 prévoit que les circuits de procédés contaminés suivent des trajets distincts des circuits non contaminés pour limiter le risque de contamination croisée lors de l'exploitation et du démantèlement.

Question D11 : Possibilité de décontamination, découpe et conditionnement sur site de gros composants en vue de leur transport hors site

Westinghouse estime que le meilleur moyen de démanteler une centrale consiste à prévoir une installation pour la décontamination et la réduction de volume. La conception et l'ingénierie de ce type d'installation devraient être réalisées une fois le site choisi et la configuration finale définie. Les décisions qui sont prises au niveau national concernant des stockages à long terme définitifs auront également une incidence sur le sort de cette installation. Outre cette dernière, le plan de démantèlement proposé prévoit d'utiliser le bâtiment du combustible usé et la piscine de stockage du combustible usé pour y décontaminer et y découper les composants plus petits afin de se conformer aux réglementations locales concernant les dimensions à respecter pour le transport de déchets actifs.

AREVA-NP indique que des installations de décontamination et un atelier chaud sont prévus dans les bâtiments.

Des lieux de stockage provisoire sont prévus dans la zone de confinement de l'ACR-1000, dans les zones peu radioactives de la centrale, pour le contrôle radiologique, la décontamination et le démantèlement.

Question D12 : Mesures envisagées pour assurer la restauration de la centrale après des accidents graves ainsi que son démantèlement ultérieur

Westinghouse estime que ces mesures sont prévues dans la conception pour répondre aux exigences du principe ALARA.

La conception de l'EPR pare à toute éventualité de fusion du cœur ou de problème sur la cuve : vu les modalités de conception adoptées et les mesures de lavage prévues, toute radioactivité élevée serait confinée dans une zone extrêmement limitée sous la cuve dans le bâtiment du réacteur. Les composants liés à la sûreté peuvent faire l'objet d'un drainage et d'un rinçage en cas d'accident pour qu'on puisse y accéder en vue de les réparer. Il est ensuite possible d'accéder de nouveau à l'enceinte de confinement afin de réaliser des contrôles et de prendre des décisions quant au démantèlement. Les structures restantes peuvent être démantelées conformément au plan puisque, de par leur conception, elles ne subissent pas les effets de l'accident.

En cas d'accident grave aboutissant à une dégradation du cœur, la centrale ACR-1000 dispose de plusieurs systèmes qui peuvent éliminer la chaleur de décroissance des débris du cœur du réacteur. Par ailleurs, le système de confinement de l'ACR est conçu de façon à limiter le rejet de matières radioactives dans l'environnement en cas d'endommagements graves du cœur. Il se compose de la structure de confinement, de dispositions en matière de contrôle de l'atmosphère de l'enceinte de confinement et de refroidissement de celle-ci après un accident, de systèmes et composants fluidiques et électriques qui constituent la limite de confinement étendue, et de dispositions d'isolement pour garantir une enveloppe de confinement d'une étanchéité acceptable pendant et après un accident. Une stratégie de démantèlement semblable à celle utilisée pour une mise à l'arrêt classique sera appliquée en cas d'arrêt forcé, par exemple suite à un accident grave.

2.1.3 Réduction des doses – Caractéristiques de conception des bâtiments et des systèmes

Questions D13-20 : Avez-vous pris en considération les aspects suivants pour la conception des bâtiments et des systèmes afin de réduire les doses auxquelles sont soumis les travailleurs et de limiter les déchets ? Y-a-t-il d'autres aspects dont vous avez tenu compte lors de la conception ?

Pour les questions D13, D14, D16-21, D24 et D25, il est précisé dans la JSR que les questions liées à la réduction des doses sont en général prises en compte lors de la conception (faible teneur en cobalt et en argent, passivation

des surfaces intérieures, revêtement lisse des surfaces pour faciliter la décontamination, revêtements spéciaux dont la décontaminabilité est certifiée, etc.). Certaines questions (par exemple D15, D22, D23, D26 et D27) ne sont pas pertinentes pour le répondant.

Question D13 : Raccordements pour la décontamination des systèmes et composants

Pour l'AP-1000, la conception détaillée des tuyauteries de bon nombre de systèmes est en cours d'achèvement et des dispositions seront prévues pour les raccordements en question. Ce type de raccordement crée souvent des risques d'accumulation de dépôts, de sorte que la conception en a limité le nombre. Les opérations de décontamination du circuit primaire décrites dans le plan de démantèlement porteront sur la décontamination des éléments en acier inoxydable et en Inconel. Comme on n'aura plus besoin d'exploiter la centrale, la décontamination peut être plus agressive.

AREVA-NP indique que les gros composants radioactifs sont fournis avec des raccordements blindés pour la décontamination.

La centrale de l'ACR-1000 comprend un centre de décontamination.

Selon le document EUR, il faut en permanence disposer de raccordements et d'un espace permettant d'installer des équipements de décontamination.

Question D 14 : Limitation des dépôts possibles de contamination radioactive

Pour l'AP-1000, la disposition et le tracé des tuyauteries des circuits contenant des fluides radioactifs sont conçus de façon à limiter les pièges de contamination. Des robinets à boisseau sphérique et des tuyaux soudés bout à bout sont utilisés chaque fois que cela est possible. Sont par ailleurs prévus des dispositifs tels que des capteurs à membrane ou des pompes à membrane, etc.

Pour l'EPR, les exigences de radioprotection prises en compte lors de la conception garantissent l'absence de zones « mortes » ou de stagnation dans l'agencement et empêchent les faibles débits.

Pour l'ACR-1000, les tuyauteries sont configurées de façon à éviter les dépôts chaque fois que possible.

Question D15 : Amélioration de la filtration de la contamination du fluide primaire de refroidissement et de la piscine de combustible usé

Le procédé de purification de ventilation de l'enceinte de l'AP-1000 comprend des filtres et des déminéraliseurs cationiques à lits mélangés. Le débit nominal continu de la purification est accru par rapport aux réacteurs actuellement exploités. Cette disposition, ajoutée aux critères chimiques plus exigeants, fera

que le fluide caloporteur sera bien plus propre. En outre, la maîtrise de la chimie du circuit primaire en utilisant du zinc réduira considérablement les produits de corrosion actifs. Le système de refroidissement de la piscine de stockage du combustible usé comprend également des filtres et des déminéraliseurs dimensionnés de manière appropriée pour assurer des niveaux d'activité réduits dans le fluide.

AREVA-NP indique que le maillage a été réduit par rapport aux conceptions précédentes. Le changement de filtre est assuré partiellement à distance avec une machine blindée et le changement de résine est effectué à distance par rinçage à contre-courant.

Pour l'ACR-1000, des filtres submicroniques viennent compléter le dispositif d'épuration du fluide caloporteur pour améliorer l'efficacité de l'élimination des matières particulaires. Un circuit de nettoyage par aspiration (un filtre et une pompe) permet de réduire la concentration de débris solides dans la piscine de désactivation du combustible irradié. L'ajout d'un biocide pour éviter que des matières vivantes n'y prolifèrent empêchera l'accumulation de contaminants. La contamination solide radioactive est enlevée de façon à éviter sa diffusion autour du système et la création de champs de rayonnements locaux de haute activité dans les zones accessibles.

Question D16 : Réduction des risques de fuites et de déversements et dispositions permettant un repérage et un nettoyage précoces

La conception et la configuration de l'AP-1000 visent à limiter les fuites et les déversements grâce à des dispositifs de ventilation et de vidange placés judicieusement. Toutes les dalles supportant du matériel radioactif sont enfermées dans des salles disposant de surfaces décontaminables ainsi que de drains de plancher reliés aux systèmes de traitement des déchets. Des archives seront tenues concernant les rejets de radionucléides importants aux fins du démantèlement.

Les mêmes dispositions existent pour l'EPR mais AREVA-NP ajoute que les fuites dans le système primaire sont détectées à un stade précoce grâce à des capteurs d'humidité.

EACL indique que c'est avec une construction soudée qu'il est fait face aux risques de fuites susceptibles d'aboutir à des rejets de matières radioactives. Des systèmes de récupération permettent de collecter de manière contrôlée les fuites à des points donnés (par exemple joints de pompes, garnitures d'étanchéité de robinet, etc.). Divers moyens sont également mis en œuvre pour détecter les fuites.

Par ailleurs, tous les concepteurs font état de dispositions permettant de faciliter l'assainissement.

Question D17 : Utilisation limitée des tuyauteries encastrées

Pour l'AP-1000, l'utilisation de tuyauteries encastrées a été limitée autant que possible, dans le respect du principe ALARA (doses maintenues au niveau le plus bas qu'il soit raisonnablement possible d'atteindre). Dans la mesure du possible, les tuyaux ont été installés dans des zones accessibles, telles que des tunnels spéciaux ou des caniveaux techniques, ce qui facilitera le démantèlement.

AREVA-NP fait état d'une situation semblable : pas de tuyauterie encastrée dans la mesure du possible. Il peut y avoir des exceptions pour les tuyaux d'évacuation, selon les exigences de la compagnie d'électricité.

La conception de l'ACR-1000 limite aussi l'utilisation de tuyauterie enterrée ou encastrée. EACL précise par ailleurs que lorsque des tuyaux sont encastrés, les matériaux utilisés sont conçus pour durer toute la durée de vie de la centrale.

Question D18 : Conception améliorée pour les puisards et les collecteurs

Westinghouse indique que la conception et l'emplacement des systèmes de drainage actif et des puisards connexes reflètent les exigences du document URD (*Utilities Requirements Document*) et l'expérience de Westinghouse dans ce domaine. Tous les puisards ont un revêtement en tôle métallique, on essaie de limiter les soudures et les surfaces sont traitées pour empêcher la formation de dépôts.

AREVA-NP précise que le système de drainage est conçu pour maintenir une séparation entre les liquides et toute radioactivité possible. Ainsi, les drains prévus pour les composants des systèmes de traitement doivent être séparés des systèmes de drainage des structures. Le système de drains pour les composants est enclouonné. De même, le drainage du système primaire est assuré par un système enclouonné séparé.

Pour l'ACR-1000, les puisards et les dispositifs de drainage dans les sols en béton sont conçus avec un revêtement en tôle d'acier pour protéger le béton de la contamination et faciliter l'assainissement final. Cela est particulièrement important pour les systèmes contenant des fluides radioactifs. Les drains de plancher de l'ACR-1000 sont fermés pour éviter tout déversement d'huiles ou de produits chimiques dans l'environnement.

Question D19 : Parois lisses, non poreuses, et sans fissures ni crevasses

Westinghouse a considérablement progressé sur ce point grâce à la construction modulaire. De fait, une grande partie de la conception structurale repose sur des modules structuraux composites. Il s'agit de structures en tôle d'acier qui sont installées puis remplies de béton. En plus de leur fonction

structurale spécifique, ces tôles remplacent le béton coulé de manière traditionnelle, avec revêtement du coffrage par des plaques d'acier externes.

Sans fournir de détail, AREVA-NP répond que les surfaces sont conçues pour être décontaminables.

Les systèmes fonctionnels et les surfaces en béton de l'ACR-1000 sont rendus impénétrables aux fluides radioactifs, de façon à éviter que toute contamination fixée ne pénètre la surface. Cela est obtenu grâce à des prétraitements des surfaces, en les peignant ou en les revêtant de matériaux appropriés.

Question D20 : Surfaces plus lisses pour les sols et les parois, et suppression des angles aigus

Les réponses étaient globalement les mêmes que pour la Question D19 : des dispositions sont prises pour faciliter la décontamination. Il n'y a que Westinghouse qui semble prendre des mesures pour éviter les angles aigus en adoptant une conception modulaire qui les élimine pour l'essentiel, avec par exemple des soudures d'angles aux limites interplaques.

2.1.4 Réduction des doses – Caractéristiques liées au choix des matériaux

Question D21 : Choix de matériaux pour les systèmes qui limiteront les produits d'activation (faible teneur en cobalt, par exemple)

Il est fait remarquer que les modifications apportées pour améliorer l'exploitation seront bénéfiques également pour le démantèlement. Actuellement, la principale source d'exposition pour le personnel est le cobalt 60 de sorte que tous les efforts sont déployés lors de la conception pour limiter sa production. Cela vaut pour tous les matériaux en contact avec le fluide caloporteur ou qui sont susceptibles de faire l'objet d'un bombardement neutronique. Dans le deuxième cas, il peut s'agir de matériaux à rechargement dur pour les vannes. Pour les composants en cœur, l'utilisation d'acier inoxydable et d'Inconel est évitée chaque fois que possible, le zircaloy étant la solution de remplacement préférée. Par ailleurs, l'ajout de zinc au fluide caloporteur permettra d'obtenir une couche plus stable à la corrosion sur les surfaces primaires, ce qui réduira le transport et l'activation ultérieure de produits de corrosion.

AREVA-NP indique également que l'utilisation de cobalt est limitée dès la conception. La réduction optimale a été définie après analyse. L'utilisation d'antimoine et d'argent dans les joints est également réduite.

Les matériaux utilisés dans les systèmes, composants et structures de l'ACR-1000 dans les zones à hauts flux de neutrons sont soigneusement choisis

pour limiter les produits d'activation. Ainsi, de l'acier inoxydable avec une teneur en cobalt aussi faible que possible est utilisé dans le cœur du réacteur hautement radioactif. Cela s'applique également à d'autres zones de la centrale où une activation neutronique est prévisible.

Le document EUR prévoit que des limites seront imposées aux teneurs en cobalt mais elles sont encore en cours de discussion. Dans sa réponse, Westinghouse précise que l'URD aura des exigences semblables.

Question D22 : Procédés de finition appliqués aux surfaces internes de composants en contact avec le fluide primaire de refroidissement en vue de limiter la formation de dépôts

Le polissage électrolytique des surfaces exposées au fluide caloporteur sera requis pour l'AP-1000. Un traitement similaire est également prévu pour les surfaces du puits de cuve et de la piscine de combustible usé. Les avantages de la passivation et une sélection des procédés les plus efficaces sont en cours d'évaluation pour l'AP-1000.

Pour l'EPR, le polissage électrolytique peut être utilisé ainsi que tout autre moyen de polissage, en particulier aux jonctions soudées.

Dans le cadre des efforts visant à réduire les émissions ainsi que les doses reçues par les travailleurs, différents traitements de surface permettant de limiter la corrosion et la formation de dépôts sont évalués actuellement dans le projet ACR-1000.

Question D23 : Amélioration de l'étanchéité du combustible

Le combustible de Westinghouse fait l'objet de développements permanents et dynamiques en vue d'atteindre une « étanchéité parfaite ».

Le combustible d'AREVA-NP est déjà amélioré et d'une grande étanchéité.

EACL souligne le faible taux de défaut du combustible CANDU et les avantages des réacteurs CANDU pour ce qui est de la détection et du retrait pendant l'exploitation du combustible défectueux du réacteur.

Question D24 : Traitements de surface des équipements et des tuyauteries

La conception de l'AP-1000 a intégré bon nombre des caractéristiques innovantes qui étayaient les principes ALARA concernant la facilité de maintenance et la décontaminabilité. Les surfaces des tuyauteries situées dans des zones où elles risquent d'être contaminées seront conçues de façon à faciliter la décontamination.

AREVA-NP indique que dans la zone contrôlée, le matériel et les tuyauteries ont des surfaces lisses qui facilitent le nettoyage et sont conçus de telle sorte que les fissures et les recoins sont évités.

Pour l'ACR-1000, des instruments et matériaux industriels standard de types appropriés sont utilisés de manière générale. Des matériaux, traitements et finitions spéciaux et toute forme de protection étanche aux poussières et à air conditionné sont utilisés lorsque nécessaire.

Question D25 : Choix de matériaux d'isolation pour réduire la création de déchets radioactifs ou mixtes

Pour l'AP-1000, l'isolation dans l'enceinte de confinement et les bâtiments auxiliaires est généralement en acier inoxydable réfléchissant qui peut être décontaminé.

AREVA-NP prévoit d'utiliser de la laine minérale protégée par un revêtement en acier inoxydable de façon à limiter les risques de production de déchets radioactifs suite à l'activation ou la contamination.

Pour l'ACR-1000, l'accent est mis sur la séparation des systèmes actifs et non actifs. En outre, des matériaux d'isolation thermique encloisonnés dans des enveloppes métalliques limitent la contamination de surface et la quantité de déchets radioactifs qui seront évacués lors du démantèlement.

Il est précisé dans la JSR que les matériaux isolants doivent être choisis parmi ceux qui sont disponibles dans le commerce.

Question D26 : Choix de matériaux pour les structures qui limitent les produits d'activation

Comme indiqué précédemment, les matériaux utilisés dans les systèmes, composants et structures des zones à haut flux neutronique de l'ACR-1000 sont soigneusement choisis pour limiter les produits d'activation.

Pour l'AP-1000, la conception du mélange de béton n'est pas encore finalisée mais répondra à la nécessité de limiter les produits d'activation.

Pour AREVA-NP voir la question D27.

Question D27 : Amélioration de la conception du bouclier biologique pour limiter l'activation

Pour l'AP-1000, le bouclier biologique est conçu de telle sorte que toutes les parties qui font face à la cuve du réacteur s'intègrent dans un module structural et par conséquent présentent une face en acier décontaminable. Les matériaux utilisés répondront aux critères prévoyant une faible teneur en cobalt, voire l'absence de cobalt.

Pour l'EPR, le béton entourant la cuve du réacteur est conçu pour résister à un accident grave et c'est donc cette priorité qui prime. Toutefois, le béton est analysé pour garantir que les nucléides à vie longue ne sont présents qu'à l'état de traces. La composition du béton dépend cependant des agrégats qu'on trouve sur le site. En outre, tout additif dans le béton pour réduire l'activation neutronique a également des effets négatifs sur d'autres aspects.

Dans le cadre du processus de conception de l'ACR, les doses prévisibles en provenance des différents systèmes et composants sont utilisées comme données d'entrée dans la configuration de différentes salles. Une protection appropriée est prévue de façon à réduire les doses auxquelles les travailleurs sont exposés et l'activation du matériel environnant.

2.2 Exigences des producteurs d'électricité

Ont répondu au questionnaire les compagnies d'électricité suivantes : British Energy, EDF, Fortum, KKG et Vattenfall. Sont également indiquées dans cette section les réponses reçues de la part de SOGIN et la JSR (*Joint Slovakia Response*).

Question U1 : Avez-vous fait figurer dans vos récentes spécifications d'approvisionnement des exigences spécifiques concernant le démantèlement ou prévoyez-vous de le faire ?

EDF indique que des exigences spécifiques sont incluses.

Fortum précise que l'inclusion d'exigences spécifiques est prévue. Le projet de guide de réglementation STUK-YVL5.5 stipule déjà que le démantèlement doit être pris en considération dès la conception de la centrale. Fortum estime que le chapitre 2.16 du document EUR pourrait servir de base pour les exigences.

Vattenfall indique que des aspects environnementaux sont pris en compte dans les spécifications. Les exigences existantes pour les produits chimiques visent avant tout à assurer la sûreté des réacteurs, mais elles présenteront également des avantages pour le traitement des déchets.

La réponse de KKG concerne le démantèlement de la centrale existante.

La JSR porte essentiellement sur un projet de démantèlement en cours mais laisse penser que VUJE prévoira des exigences spécifiques en matière de démantèlement lors de la commande d'une nouvelle usine de traitement des déchets.

SOGIN indique que des exigences spécifiques en termes de démantèlement, par exemple assurer un démantèlement facile de la centrale

nucléaire pour ce qui est de la faisabilité, des coûts et des doses auxquelles sont soumis les travailleurs, sont imposées lors de l'approvisionnement d'une centrale ou de toute installation nucléaire.

Question U2 : Avez-vous réalisé ou comptez-vous réaliser une caractérisation initiale de référence du site et des bâtiments ?

EDF indique qu'une caractérisation initiale de référence du site est réalisée.

Vattenfall répond au sujet de la caractérisation d'une centrale à l'arrêt ou encore en exploitation.

Fortum indique que rien n'est prévu en la matière pour l'instant. Toutefois, vu que cela semble pouvoir être utile, il y sera pourvu le cas échéant le moment venu.

Pour KKG, ce point fera l'objet d'une décision ultérieure. Toutes les données disponibles pour le moment sont fondées sur les *Stilllegningsstudie* et les *Modellhaftes Abfallinventar* de la Nagra.

SOGIN indique qu'il n'y a pas de caractérisation de référence du site et des matériaux. Les dernières installations ont fait l'objet d'une évaluation des incidences sur l'environnement qui donne des indications sur l'hydrogéologie. Elle estime que les données collectées devraient être suffisantes pour déterminer les migrations.

La JSR porte uniquement sur les opérations de démantèlement en cours ou prévues pour une centrale déjà en exploitation. Il convient de noter que, pour la centrale du Bohunice A-1, une caractérisation initiale du site a été réalisée après l'accident qui a entraîné sa fermeture.

Question U3 : Avez-vous élaboré des plans de démantèlement initiaux sur la base desquels vous vérifiez les financements à obtenir ? Les mettez-vous à jour périodiquement à partir de l'expérience tirée de l'exploitation ou comptez-vous le faire ?

British Energy élabore des plans et les actualise de façon à garantir que les estimations de coût sont à jour et que les fonds disponibles pour faire face aux charges de démantèlement sont suffisants.

EdF indique que la réglementation française de 2007 prévoit désormais qu'un plan de démantèlement doit être présenté au début de la procédure d'autorisation.

Vattenfall précise que pour toutes les centrales nucléaires en Suède le Fonds de démantèlement est géré par une entité indépendante, SKB.

Fortum indique que le financement est fondé sur les plans de démantèlement, lesquels, en vertu de la Loi relative à l'énergie nucléaire doivent être présentés tous les six ans.

KKG élabore le plan de démantèlement, qui doit être actualisé tous les 10 ans, conformément au *Kernenergieverordnung, Art. 42*.

SOGIN précise que quand les centrales nucléaires italiennes ont été construites, il n'y avait pas de plan de démantèlement et les coûts étaient fondés sur la pratique internationale. À l'avenir, les estimations des coûts devront faire l'objet d'une approbation réglementaire et seront basées sur un plan de démantèlement détaillé.

Il est indiqué dans la JSR que le plan de démantèlement (estimation de financement comprise) pour la centrale nucléaire A-1 comporte cinq étapes et est actualisé tous les cinq ans ou selon une périodicité moindre (prescription juridique). Des plans de démantèlement initiaux ont été élaborés pour les installations de gestion des déchets de VUJE, leur financement devant provenir du Fonds nucléaire national slovaque (*Slovak National Nuclear Fund*).

Question U4 : Avez-vous repéré des informations liées à la conception et à l'exploitation qui sont pertinentes pour le démantèlement et veillez-vous à ce qu'elles soient conservées comme il se doit ?

Les plans de démantèlement de British Energy abordent désormais spécifiquement la question de la gestion des connaissances en matière de démantèlement.

EdF indique que les informations pertinentes pour le démantèlement seront conservées comme il se doit.

Vattenfall précise qu'il n'y avait pas de collecte des informations pertinentes pour le démantèlement avant l'arrêt de la centrale (à Barsebäck). La tâche de conservation des informations a débuté après l'arrêt et a été facilitée par un bon système de gestion des données.

Fortum indique que les éléments de conception importants ont été repérés lors de la préparation des plans de démantèlement. Les révisions régulières des plans de démantèlement ainsi que le suivi de l'évolution de la contamination garantissent que les enseignements tirés de l'expérience lors de l'exploitation seront pris en considération.

KKG renvoie aux *Stilllegungsstudie*.

SOGIN indique que pour la centrale dont le démantèlement est en cours, il n'y a pas d'exigences quant à la conservation de données expressément à cette fin. Avant d'entamer toute activité de démantèlement, il a été jugé nécessaire de

vérifier que les informations relatives à la conception et à d'autres aspects sont conformes à la véritable configuration de la centrale.

Il est précisé dans la JSR que des relevés d'exploitation ont été utilisés pour le démantèlement de la centrale nucléaire A-1 mais que ce sont surtout les informations sur les conditions à la suite d'un accident et la conception de la centrale qui sont primordiales. C'est l'exploitant des installations qui se charge de tenir les archives.

Question U5 : Avez-vous un programme de gestion de la configuration pour garantir la conservation appropriée des informations relatives aux modifications apportées à la centrale ?

Pour British Energy, les modifications apportées à une centrale font l'objet d'une procédure stricte de contrôle en vertu de laquelle tout changement susceptible d'avoir une incidence sur les charges en matière de démantèlement doit être repéré. Selon son importance, il est soit immédiatement évalué, soit intégré dans l'actualisation ultérieure du plan de démantèlement de la centrale concernée.

EDF indique que c'est le système de gestion qui garantira que les données sur les modifications de la centrale sont conservées comme il se doit.

Vattenfall et Fortum font état de dispositions semblables.

Pour KKG, les modifications apportées aux centrales font partie du programme de gestion.

Selon l'expérience de SOGIN en Italie, des procédures appropriées existaient pour conserver des données sur les modifications mais, dans la pratique, toutes les modifications n'étaient pas enregistrées dans les archives. Par conséquent, les informations doivent être vérifiées comme indiqué dans la réponse faite à la question U4.

La JSR porte sur les modifications qui ont eu lieu au cours du démantèlement de la centrale nucléaire A-1 qui a connu deux accidents avant son arrêt. Le programme de gestion de la configuration a été étendu également à la phase de démantèlement. La documentation relative à l'agencement et à la configuration des bâtiments et installations de la centrale nucléaire A-1 est continuellement mise à jour.

Question U6 : Réalisez-vous (ou comptez-vous réaliser) un contrôle d'intégrité périodique de la tuyauterie encastrée susceptible d'être contaminée ?

Pour British Energy, des contrôles non destructifs approfondis des traversées de la cuve sont menés pour étayer le dossier de sûreté.

Fortum réalise une vérification périodique de l'intégrité, dont l'ampleur dépend de la classe de sûreté de la tuyauterie. Tous les tuyaux ne sont donc pas concernés.

Vattenfall et KKG fournissent la même réponse : « oui et non » : oui, parce que la vérification fait partie du programme de contrôle ; non, parce que tous les tuyaux encastrés n'y sont pas soumis, cela dépend de la classification.

Selon SOGIN (qui fait référence à une centrale démantelée), ce type de vérifications n'a pas été envisagé au cours de l'exploitation et il n'est pas nécessaire de les mener une fois les tuyaux vidés après l'arrêt de la centrale.

Il est indiqué dans la JSR qu'au cours de l'exploitation de l'installation expérimentale de bitumage (de 1985 à 1999), des vérifications périodiques de l'intégrité de la tuyauterie encastrée ont été réalisées. Concernant le démantèlement de la centrale nucléaire A-1, il n'est pas précisé dans la réponse si ces inspections ont été menées pendant la période d'exploitation, qui s'est achevée en 1977 (le démantèlement a débuté en 1999).

Question U7 : Avez-vous accès à un retour d'expérience systématique du démantèlement ? Estimez-vous que la réalisation d'une telle activité par l'AEN puisse être utile pour vos centrales ?

Selon British Energy, l'accès au retour d'expérience du démantèlement se fait au gré des occasions, à la suite de contacts personnels, de conférences et de publications. Les informations sont inmanquablement incomplètes et elles nécessitent un suivi. British Energy suggère que la *National Decommissioning Authority* (NDA) pourrait favoriser la diffusion des meilleures pratiques en systématisant la collecte d'informations et en assurant leur circulation.

EDF a accès à des enseignements spécifiques tirés du démantèlement en vertu d'accords bilatéraux avec d'autres organisations participant au démantèlement. Néanmoins, une activité menée par l'AEN pourrait être utile.

Vattenfall précise que Barsebäck a accès au programme de démantèlement de l'EPRI. L'AEN pourrait élaborer un programme plus large, qui serait certainement utile.

Fortum estime qu'un meilleur accès à ce retour d'expérience lui serait profitable.

KKG a accès à ces enseignements par l'intermédiaire de la *World Nuclear Association* (WNA) et n'a pas besoin de plus pour le moment.

SOGIN dispose de peu d'informations de ce type et encourage le retour d'expérience de la manière mise en place par l'Association mondiale des exploitants de centrales nucléaires (WANO) ou dans le cadre du Réseau international sur le déclassement (IDN) de l'AIEA.

Il est indiqué dans la JSR que la centrale nucléaire A-1 a été construite en tant que centrale expérimentale ; elle n'est pas comparable à d'autres et a été exploitée uniquement pendant une courte période, de sorte que les possibilités de tirer des enseignements applicables à d'autres installations ou d'appliquer des leçons acquises d'autres centrales sont limitées. Des activités menées par l'AEN pourraient être utiles, mais ne doivent pas faire doublon avec celles assurées par l'AIEA (par exemple, VUJE participe déjà à des programmes de coopération technique régionaux et nationaux dans les domaines de la gestion des déchets radioactifs et du démantèlement).

Question U8 : Vos autorités de contrôle fournissent-elles des orientations suffisantes sur ce qui est attendu en termes d'utilisation de l'expérience tirée des projets de démantèlement ?

British Energy considère que les autorités de sûreté fournissent des orientations suffisantes.

EDF estime ne pas avoir besoin de davantage d'orientations de la part de l'autorité de sûreté sur ce point. Elle fait également remarquer que, à la demande de l'Autorité de sûreté française, un chapitre du rapport préliminaire de sûreté est consacré au démantèlement et décrit les différentes dispositions adoptées pour faciliter les opérations correspondantes.

Vattenfall précise que les autorités de sûreté ne fournissent pas suffisamment d'orientations.

Fortum indique recevoir des orientations de la part des autorités de sûreté.

KKG précise qu'il lui est difficile de répondre parce qu'elle ne participe pas encore à un programme de démantèlement.

SOGIN indique qu'en Italie, des orientations non spécifiques ont été élaborées pour traiter des activités de démantèlement. La procédure d'autorisation est actuellement la même que pour la construction d'une centrale nucléaire de sorte que l'autorité de sûreté traite chaque activité de démantèlement individuellement, ce qui est chronophage.

Il est indiqué dans la JSR que les autorités de sûreté fournissent des orientations suffisantes.

2.3 Exigences des autorités de sûreté

Ont répondu au questionnaire les autorités de sûreté suivantes : CCSN (Canada), HSE/EA (Royaume-Uni/Angleterre et Pays de Galles), STUK (Finlande) et UJD-SR (Slovaquie).

Question R1 : Jugez-vous nécessaire de définir des exigences en matière de démantèlement et de réviser les critères pour l'autorisation de nouvelles centrales nucléaires ? Quel est le degré de détail des informations que vous demandez ?

CCSN a répondu par l'affirmative mais n'a pas donné de détails.

HSE/EA publie des lignes directrices^{1,2} à l'intention des constructeurs de réacteur concernant l'évaluation de conception générique (GDA), se rapportant aux évaluations préalables à l'autorisation des conceptions de réacteur candidates. En vertu de la GDA, il convient de fournir des estimations des quantités annuelles de combustible usé et de déchets (nature et volume) ainsi que des détails sur la gestion des déchets radioactifs et du combustible usé, et sur le démantèlement. L'ampleur des informations requises peut varier selon l'importance de chaque problème pour l'acceptation de la conception. Les parties qui demandent l'autorisation doivent faire la démonstration de ce que :

- La conception et l'exploitation proposée éviteront ou limiteront la création de déchets radioactifs.
- Les déchets radioactifs feront l'objet d'un entreposage sûr en attendant leur évacuation.
- Les déchets peuvent être évacués.

HSE utilisera également les critères existants pour l'autorisation et le démantèlement, qui ont été récemment révisés et publiés^{3,4}.

STUK indique que la demande d'autorisation de construction doit être accompagnée de la description des plans du demandeur et des méthodes disponibles pour assurer la gestion des déchets nucléaires, y compris le démantèlement de l'installation nucléaire et l'évacuation des déchets nucléaires, ainsi que d'une description du calendrier de gestion des déchets nucléaires et d'une estimation des coûts. Doivent notamment être indiquées des informations concernant :

- La façon dont le démantèlement est pris en compte dès la conception de la centrale.

-
1. Voir « Process and Information Document for Generic Assessment of Candidate Nuclear Power Plant Designs », Environment Agency, version 1, janvier 2007, disponible à l'adresse suivante :
<http://publications.environment-agency.gov.uk/pdf/GEHO0107BLTN-e-e.pdf>
 2. Voir « Nuclear Power Station Generic Design Assessment – Guidance to Requesting Parties », Health & Safety Executive, Version 2, 16 juillet 2007, disponible à l'adresse suivante :
<http://www.hse.gov.uk/nuclear/reactors/design.pdf>
 3. <http://www.hse.gov.uk/nuclear/notesforapplicants.pdf>
 4. <http://www.hse.gov.uk/nuclear/decomm1.pdf>

- L'optimisation de la radioprotection lors du démantèlement.
- La limitation des déchets de démantèlement.

La demande d'autorisation d'exploitation doit comprendre tous les renseignements précités plus le plan de démantèlement, qui doit être suffisamment détaillé pour servir de base pour l'estimation des charges prévues.

UJD-SR impose que le démantèlement soit traité de manière de plus en plus détaillée dans le cadre de la procédure d'autorisation :

- Un rapport de référence consacré à la méthode de démantèlement doit être joint à la demande écrite d'autorisation d'implantation d'une installation nucléaire.
- Un plan de démantèlement conceptuel préliminaire doit être joint à la demande écrite d'autorisation de construction d'une installation nucléaire.
- Un plan de démantèlement conceptuel (détaillé) doit être joint à la demande écrite d'autorisation de mise en service et d'exploitation d'une installation nucléaire, et doit être actualisé tous les 10 ans.

Ces rapports couvrent tous les aspects du démantèlement, y compris la méthode, la production de déchets (tant radioactifs que classiques), l'estimation des coûts, la garantie de financements suffisants, et la réutilisation de matériaux libérés.

Question R2 : Exigez-vous que les plans de démantèlement des nouvelles centrales prennent en considération les évolutions futures possibles en termes de critères de libération et de rejet ?

CCSN a répondu par l'affirmative mais n'a pas donné de détails.

HSE/EA indique que cette exigence sera reflétée dans les révisions périodiques auxquelles les exploitants d'installations nucléaires devront soumettre leurs plans de démantèlement et de gestion des déchets (voir la réponse à la question R3).

STUK précise que des orientations réglementaires en matière de libération existent (Guide YVL 8.2) et sont actualisées régulièrement. La législation prévoit de manière générale que les quantités de déchets issus du démantèlement doivent être limitées, et que les systèmes de gestion des déchets doivent être mis à jour régulièrement en tenant compte des évolutions technologiques et autres.

UJD-SR indique qu'il est prévu que des critères en matière de libération et de rejet soient inclus dans le plan de démantèlement conceptuel, qui doit être actualisé tous les dix ans. La mise à jour reflète notamment les modifications

apportées aux règles de droit contraignantes, y compris les conditions applicables au rejet et à la libération de matières radioactives.

Question R3 : Quel est votre rôle dans le cadre de la détermination des coûts du démantèlement et de la vérification que les fonds alloués sont actualisés en permanence, autant que de besoin ?

CCSN précise qu'il faut pour les installations nucléaires de catégorie I et II au Canada un plan de démantèlement et une garantie financière. Le demandeur d'autorisation définit les coûts du démantèlement servant d'indication pour la détermination de la garantie financière. CCSN fournit des lignes directrices concernant ces garanties. Le plan de démantèlement constitue la base stratégique de l'établissement de la garantie financière et donne des indications pour la planification détaillée ultérieure ; il est révisé et actualisé périodiquement, autant que de besoin, et le montant de la garantie peut être modifié en conséquence.

Presque toutes les installations nucléaires existantes au Royaume-Uni sont détenues soit directement, soit indirectement, par l'État, auquel incombe la responsabilité d'assurer le financement du démantèlement. Les exploitants de nouvelles centrales nucléaires sont tenus de prévoir des dispositions garantissant le financement des coûts du démantèlement et de la gestion des déchets. Un Programme financé de démantèlement et de gestion des déchets doit être approuvé par le Secrétaire d'État compétent avant que toute construction d'une nouvelle centrale puisse débuter. Les exploitants doivent se conformer au programme en question et le réviser régulièrement. Les programmes financés de démantèlement et de gestion des déchets comportent deux parties essentielles : l'une technique et l'autre financière. Le droit prévoit que le Secrétaire d'État consulte les autorités de contrôle pour l'approbation du programme et pour toute modification ultérieure. Des orientations supplémentaires concernant la teneur de ces programmes sont en cours de préparation.

STUK fait part de son avis au ministère de l'Emploi et de l'Économie concernant la sûreté des techniques de démontage, de démantèlement et d'évacuation dans le programme de gestion des déchets présenté par les demandeurs d'autorisation qui l'actualisent régulièrement. Le ministère confirme l'estimation des charges et fixe les montants annuels qui doivent être payés au Fonds national de gestion des déchets nucléaires reposant sur les programmes de gestion des déchets. Les principaux points sont les suivants :

- Le demandeur d'autorisation est responsable de toutes les mesures et tous les coûts liés à la gestion des déchets nucléaires. Il est fait face à l'obligation financière en versant des paiements annuels au Fonds national de gestion des déchets nucléaires. L'exploitant doit souscrire une garantie à titre de précaution contre son insolvabilité.

- Le Fonds national de gestion des déchets nucléaires est contrôlé et géré par le ministère de l'Emploi et de l'Économie et est indépendant du budget de l'État.
- Une estimation des charges est réalisée par l'exploitant à partir du programme de gestion des déchets proposé et des prix et coûts courants, avec une marge d'incertitude raisonnable.
- Le programme de gestion des déchets doit être suffisamment détaillé pour permettre l'estimation des charges. Il doit être approuvé par le ministère avant que ne démarrent les travaux à l'origine des déchets nucléaires.
- Le demandeur d'autorisation doit actualiser régulièrement le programme, les estimations de déchets, les prix, les coûts et les calculs et les transmettre au ministère.
- Avant d'approuver le programme de gestion des déchets et de confirmer l'estimation des charges, le ministère doit obtenir un avis de l'Autorité finlandaise de radioprotection et de sûreté nucléaire (STUK).

La Loi atomique slovaque impose au détenteur de l'autorisation de veiller à ce que les fonds affectés couvrent bien les coûts du démantèlement. Les règles de création et d'utilisation des ressources du fonds de démantèlement sont fixées par la loi. La loi prévoit également la préparation d'une stratégie pour l'aval du cycle par le ministère de l'Économie et son approbation par le Gouvernement. La stratégie est actualisée tous les cinq ans et vise à garantir que les activités « aval » nécessaires sont bien réalisées et que les dispositions financières appropriées sont prévues. UJD-SR révisé la stratégie et publie une déclaration publique sur ces conclusions. UJD-SR est également représenté au sein du conseil d'administration du fonds de démantèlement nucléaire et son comité consultatif. Enfin, le détenteur de l'autorisation de démantèlement devra solliciter l'approbation d'UJD-SR pour obtenir des subsides au titre du Fonds de démantèlement nucléaire.

Question R4 : Avez-vous accès à un retour d'expérience systématique du démantèlement ? Estimez-vous que la réalisation d'une telle activité par l'AEN puisse vous être utile ?

CCSN répond par l'affirmative aux deux questions.

Les Autorités de sûreté du Royaume-Uni n'ont pas d'accès direct à de telles informations. Toutefois, l'industrie nucléaire gère divers systèmes de retour d'expérience auxquels il leur est possible d'accéder. La mise au point de systèmes permettant de partager les expériences et de tirer des enseignements est vue d'un bon œil.

STUK répond « non » à la première question et « oui » à la seconde.

UJD-SR a accès à un retour d'expérience systématique du démantèlement grâce à ses interactions avec l'AIEA (WASSC, SADRWMS, DeSa/ FaSa), l'OCDE/AEN et la WENRA.

Question R5 : Indiquez les références des réglementations et/ou documents d'orientation qui portent sur les questions précitées.

Canada

Commission canadienne de sûreté nucléaire (CCSN)

- Loi sur la sûreté et la réglementation nucléaires (NSCA).
- Règlement sur les installations nucléaires de catégorie I.
- G-219 : Les plans de déclassement des activités autorisées.
- G-206 : Les garanties financières pour le déclassement des activités autorisées.

Association canadienne de normalisation (CSA)

- Norme N294 (en cours de développement).

Normes internationales dans ce domaine, auxquelles les documents canadiens se conforment.

Royaume-Uni

- « Process and Information Document for Generic Assessment of Candidate Nuclear Power Plant Designs », Environment Agency, version 1, janvier 2007, disponible à l'adresse suivante : publications.environment-agency.gov.uk/pdf/GEHO0107BLTN-e-e.pdf
- « Nuclear Power Station Generic Design Assessment – Guidance to Requesting Parties », Health & Safety Executive, Version 2, 16 juillet 2007, disponible à l'adresse suivante :
- <http://www.hse.gov.uk/nuclear/reactors/design.pdf>
- CM 7296 « Meeting the Energy Challenge: A White Paper on Nuclear Power », janvier 2008 Department for Business, Enterprise & Regulatory Reform, Janvier 2008, voir : <http://www.berr.gov.uk/energy/nuclear-whitepaper/page42765.html>
- Energy Bill 2008
- Health and Safety Executive, Nuclear Safety Directorate, The Licensing of Nuclear Installations, <http://www.hse.gov.uk/nuclear/notesforapplicants.pdf>
- Health and Safety Executive, Guidance for Inspectors: Decommissioning on Nuclear Licensed Sites, <http://www.hse.gov.uk/nuclear/decomm1.pdf>

Finlande

Guides de réglementation

- YVL 7.18 Radiation safety aspects in the design of a nuclear power plant, 26.9.2003
- YVL 8.2 Premises for removal of regulatory control from nuclear waste and decommissioned nuclear facilities, 18.2.2008
- STUK YVL 5.5 Management of low and intermediate level nuclear waste and decommissioning of nuclear facilities (projet)

Slovaquie

- Loi n° 541/2004 Coll. sur les utilisations pacifiques de l'énergie nucléaire (« Loi atomique »)
- Règlement n° 58/2006 Coll. concernant la portée, la teneur et la méthode d'établissement de la documentation sur des installations nucléaires nécessaires pour certaines décisions
- Règlement n° 53/2006 Coll. concernant les spécifications de gestion des matières nucléaires, des déchets radioactifs et du combustible usé
- Loi n° 238/2006 Coll. concernant le Fonds national prévu pour le démantèlement des installations nucléaires et la gestion du combustible usé et des déchets radioactifs (« Fonds national de démantèlement »)
- Loi n° 355/2007 Coll. concernant la préservation de la santé publique
- Règlement public n° 345/2006 Coll. concernant les règles fondamentales de sûreté pour la protection sanitaire des travailleurs et de la population contre les rayonnements ionisants