

Vers la réalisation d'un dossier de sûreté de démantèlement

**Rapport de synthèse préparé au nom du WPDD
par son Groupe d'étude sur l'analyse du dossier
de sûreté de démantèlement**

© OECD 2005
NEA No. 6073

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 de l'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 1^{er} 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.

© OCDE 2005

Toute reproduction, copie, transmission ou traduction de cette publication doit faire l'objet d'une autorisation écrite. Les demandes doivent être adressées aux Éditions de l'OCDE rights@oecd.org ou par fax (+33-1) 45 24 13 91. Les demandes d'autorisation de photocopie partielle doivent être adressées directement au Centre français d'exploitation du droit de copie, 20 rue des Grands Augustins, 75006 Paris, France (contact@cfcopies.com).

AVANT-PROPOS

Le démantèlement d'installations nucléaires dans les pays membres de L'OCDE est une activité déjà en cours qui devra s'accroître de manière importante dans les années à venir. C'est dans ce contexte que le Comité de l'OCDE/AEN sur la gestion des déchets radioactifs (RWMC) a établi le Groupe de travail sur le déclasserment et le démantèlement (WPDD), qui réunit des exploitants, des autorités de sûreté et des spécialistes de la R-D et de l'action publique de pays ayant une infrastructure nucléaire développée et une vaste expérience dans le domaine du démantèlement.

Afin de garantir la sûreté des travailleurs, du public et de l'environnement, et d'assurer la continuité et la transparence du processus réglementaire, le WPDD a décidé de revoir l'ensemble du processus de démantèlement. Dans un premier temps, il a tenu une session thématique sur le contenu du dossier de sûreté relatif au démantèlement d'installations nucléaires. Tous les types d'installations nucléaires ont été passés en revue à l'occasion de cette session thématique ; il était seulement convenu par hypothèse que le combustible usé avait été retiré de la piscine de combustible usé.

Le présent rapport de synthèse reflète les points de vue et les documents présentés à la session thématique, ainsi que la somme des informations et des expériences partagées au sein du WPDD depuis. Il pourra être utilisé avec profit par les personnes et les organisations qui sont sur le point d'établir un dossier de sûreté de démantèlement.

TABLE DES MATIÈRES

AVANT-PROPOS	3
INTRODUCTION	7
ÉTABLISSEMENT D'UN DOSSIER DE SÛRETÉ SUR LE DÉMANTÈLEMENT	9
Risques au cours du démantèlement	9
Objectifs prioritaires dans la sûreté du démantèlement	10
<i>Protection des travailleurs et prévention des accidents</i>	10
<i>Risques radiologiques</i>	10
Criticité	10
Perte de confinement	11
Exposition externe	11
Ingestion et inhalation de radionucléides	11
<i>Risques non radiologiques</i>	12
Incendie	12
Explosion	12
Matières toxiques et dangereuses	13
Électricité	13
Risques physiques	14
<i>Protection du public et de l'environnement</i>	14
<i>Effluents liquides et gazeux</i>	14
<i>Libération/exemption de matériaux</i>	15
<i>Contamination résiduelle du site</i>	15
<i>Impacts sur l'environnement</i>	15
Le dossier de sûreté	16
PRÉPARATION DU DOSSIER DE SÛRETÉ – CARACTÉRISATION DE L'INSTALLATION ET ÉVALUATION DES RISQUES	19
Collecte de l'information et analyse des risques	19
<i>Rassemblement des informations et réalisation des analyses des risques</i>	19
<i>Les types de caractérisation</i>	21

<i>Caractérisation physique</i>	21
<i>Caractérisation radiologique</i>	21
<i>Caractérisation de l'état radiologique final</i>	23
<i>Confirmation de la caractérisation</i>	23
<i>Sources d'information pour la caractérisation</i>	24
<i>Documents issus des autorisations</i>	24
<i>Autres documents opérationnels sûreté</i>	25
<i>Archives de conception</i>	25
<i>Archives de construction</i>	26
<i>Archives d'exploitation</i>	26
<i>Interviews particuliers des opérateurs</i>	26
TÂCHES TECHNIQUES, MANAGÉRIALES ET ADMINISTRATIVES INDISPENSABLES À LA RÉALISATION DES OBJECTIFS DU DOSSIER DE SÛRETÉ	29
Tâches techniques, managériales et administratives.....	29
<i>Décontamination et assainissement</i>	29
<i>Expertises en cours d'exécution</i>	31
<i>Techniques de démantèlement et optimisation du volume des matériaux issus des opérations et fragmentation des équipements et démolition des structures et des bâtiments</i>	32
<i>Confinement de la contamination</i>	33
<i>Maintenance des autres systèmes liés à la sûreté</i>	33
<i>Gestion de la protection radiologique</i>	34
<i>Gestion des déchets radioactifs</i>	35
<i>Déchets radioactifs solides</i>	35
<i>Effluents liquides et gazeux</i>	36
<i>Plans d'intervention et protection physique</i>	36
<i>Assurance qualité</i>	36
<i>Gestion de projet</i>	37
<i>Organigramme des tâches</i>	37
<i>Gestion du personnel</i>	38
<i>Utilisation et maîtrise des contractants</i>	38
<i>Préservation des connaissances et formation du personnel</i>	39
<i>Prévention d'une perte de la culture de sûreté</i>	39
<i>Échange d'expérience des opérations de démantèlement</i>	40
<i>Implication des parties prenantes</i>	40
CONCLUSIONS	43
RÉFÉRENCES	45

INTRODUCTION

Le déclasséement d'une installation nucléaire peut se définir comme les actions administratives et techniques ayant pour but, une fois l'installation retirée du service, de permettre la suspension du contrôle réglementaire la concernant et d'affranchir le titulaire de l'autorisation d'exploitation de la responsabilité de sa sûreté, qui lui incombait lorsque l'installation était réglementairement en service.

Un large éventail d'installations nucléaires a déjà été démantelé, y compris des laboratoires, des réacteurs prototypes, des usines de production d'isotopes, des accélérateurs et des centrales nucléaires commerciales de puissance. Les programmes de démantèlement nationaux vont connaître un essor important au fur et à mesure que les centrales nucléaires approcheront de leur fin de vie utile pour des raisons de vieillissement, des considérations économiques ou des changements dans la politique d'utilisation de l'énergie nucléaire. On peut se faire une idée de l'ampleur du défi à relever en rappelant que plus de 500 centrales nucléaires commerciales ont été construites et exploitées dans le monde, mais qu'une centaine seulement ont été retirées du service et encore moins ont été totalement démantelées. Compte tenu de la durée de vie utile prévue de 30 à 40 ans et de l'âge moyen des centrales nucléaires actuelles, soit 15 à 20 ans, le rythme des mises hors service devrait culminer un petit peu après 2015.

Un gros travail a été accompli dans le domaine du démantèlement, en particulier en termes de réalisations techniques et de mise en place de cadres institutionnels, surtout dans les programmes nucléaires les plus développés établis. Eu égard au nombre et à l'ampleur de projets à entreprendre, aussi bien du point de vue de la taille que de la durée, l'importance du travail préparatoire qui reste à mener à bien variera selon les pays. Le travail relatif à l'établissement du dossier de sûreté pour les projets de démantèlement sera de plus en plus déterminant pour obtenir l'approbation de l'ensemble des acteurs concernés.

Le présent document consigne la position du WPDD concernant la sûreté du démantèlement et le travail qu'implique l'établissement d'un dossier de

sûreté sur le déclassé Il existe déjà des orientations, à l'échelon tant international que national [1, 2, 3] sur le détail des prescriptions techniques, managériales et administratives applicables au déclassé des installations nucléaires. Ces orientations tendent actuellement à privilégier les aspects radiologiques, ce qui traduit leur filiation avec le dossier de sûreté relatif à la phase d'exploitation. Toutefois, la phase de démantèlement met en jeu des problématiques plus vastes ou, pour le moins, un changement de priorité par rapport aux questions présentes, et c'est dans ce contexte que le WPDD a commencé à considérer les points clés dont l'étude est indispensable pour la sûreté du démantèlement et a cherché à déterminer si les orientations étaient suffisantes, compte tenu de l'intensification attendue des activités de démantèlement dans la dizaine d'années à venir.

Le présent document s'adresse à un public plus ou moins averti du processus de déclassé et/ou des dangers possibles liés au démantèlement des installations nucléaires. Les informations fournies peuvent être utilisées par les exploitants d'installations nucléaires et les décideurs pour planifier et établir des stratégies concernant la mise à l'arrêt et le démantèlement d'une installation quand celle-ci approche de la fin de sa phase d'exploitation. On suppose ici que le lecteur possède une connaissance suffisante de l'exploitation des installations nucléaires pour appliquer les concepts généraux examinés aux conditions propres au site de son installation.

La sûreté du démantèlement repose sur trois éléments fondamentaux décrits ci-après :

- l'établissement d'un dossier de sûreté pour le démantèlement (voir chapitre 2), qui repose sur :
- une pré-évaluation appropriée du niveau et de la localisation du risque (voir chapitre 3) ; et la
- mise en œuvre de méthodes techniques et de gestion pertinentes pour éliminer les risques (voir chapitre 4).

ÉTABLISSEMENT D'UN DOSSIER DE SÛRETÉ SUR LE DÉMANTÈLEMENT

Risques au cours du démantèlement

De l'avis général, les risques radiologiques liés aux opérations de démantèlement d'une installation nucléaire sont nettement moins élevés que ceux liés à une exploitation normale. Cela tient au fait que l'élimination des éléments combustibles et des matières radioactives présents dans les systèmes, ainsi que le conditionnement et l'élimination des déchets d'exploitation, contribuent considérablement à réduire le volume, la composition et la distribution des radionucléides à l'intérieur de l'installation. Par exemple, dans le cas d'un réacteur moderne à eau ordinaire de 1.000 MWe, une fois le combustible déchargé, la quantité de matières radioactive présente est ramenée à 0,1 % du niveau d'exploitation. La quantité de matières radioactives retirées de la centrale à ce stade représente environ 10^{20} Bq contre 10^{17} Bq qui demeurent dans les structures et les composants activés, et 10^{14} Bq présents sous forme de contamination superficielle. Dans les autres types d'installation on observe une réduction dans l'inventaire radioactif à la suite de l'enlèvement des déchets radioactifs et des matières radioactives intervenant dans les activités telles que la fabrication du combustible et le retraitement du combustible usé.

L'effet positif de la réduction de l'inventaire radioactif est encore amplifié pendant le démantèlement par l'élimination ou la réduction de certains des risques les plus notables tels que les pressions et les températures élevées. Cependant, si ces risques peuvent être atténués, d'autres plus classiques peuvent être introduits ou accrus. Il convient également d'être conscient que la nécessité incontournable de mettre progressivement hors service les systèmes de sûreté et de détruire les barrières de confinement, afin de parvenir à une réduction des risques à long terme, peut accroître provisoirement les risques à court terme. Les divers risques ou facteurs qui doivent être pris en compte eu égard aux principaux objectifs d'une démarche de sûreté sont examinés ci-dessous.

Objectifs prioritaires dans la sûreté du démantèlement

Les objectifs prioritaires de la sûreté du démantèlement d'une installation nucléaire sont :

- Protéger les travailleurs et éviter les accidents ;
- Protéger le public, et
- Protéger l'environnement dans lequel est implantée l'installation.

Protection des travailleurs et prévention des accidents

Il est nécessaire de protéger les travailleurs en éliminant ou en réduisant les risques radiologiques et non radiologiques susceptibles de se manifester pendant les activités normales de démantèlement ou en cas de situations accidentelles. Les risques industriels non radiologiques ou classiques auxquels sont exposés les travailleurs pendant le processus de démantèlement et de démolition peuvent dépasser ceux associés à la phase d'exploitation de l'installation. Les risques liés à la décontamination et à la démolition des structures et des bâtiments, ou à la construction d'installations temporaires, sont importants non seulement parce qu'il peuvent porter directement atteinte aux travailleurs, mais aussi parce que leur matérialisation peut, indirectement, entraîner une augmentation des risques radiologiques. Les risques radiologiques et non radiologiques sont récapitulés ci-dessous.

Risques radiologiques

Le principe général est que les limites de doses fixées doivent être respectées et les contraintes de dose applicables doivent réduire les doses individuelles prévues. L'ampleur des doses individuelles, le nombre de personnes exposées et la probabilité d'être soumis à une exposition doivent être maintenue aussi bas qu'il est raisonnablement possible, compte tenu des considérations économiques et sociales (principe ALARA¹).

Criticité

La probabilité d'une criticité accidentelle n'est pas envisagée dans les réacteurs nucléaires mis à l'arrêt dont les éléments combustibles ont été intégralement retirés et évacués, y compris des entreposages associés. La possibilité de criticité accidentelle n'est cependant pas à exclure dans le matériel

1. CIPR-26 (1977) : Recommandations de la Commission internationale de protection radiologique.

de procédé ou les capacités des installations où ont été traitées des matières fissiles, tels que les usines de fabrication ou de retraitement du combustible usé. Le risque de criticité doit être considérée comme possible tant que la totalité des matières et des fluides traités n'ont pas été retirés de l'ensemble des systèmes et des capacités d'entreposage de l'installation.

Perte de confinement

La possibilité d'une perte intempestive de confinement des matières radioactives présentes dans l'installation doit être prise en compte dans toutes les étapes d'un projet de démantèlement. Cela est particulièrement important dans l'extraction de matières radioactives des diverses unités de traitement d'une installation, dans le démantèlement de ces systèmes et dans le nettoyage ultérieur des zones où elles étaient situées. Les systèmes de confinement et de ventilation utilisés pendant la phase d'exploitation d'une installation sont généralement insuffisants et ou inadaptés pour les opérations de démantèlement, aussi faut-il souvent mettre en place des systèmes particuliers pour confiner et ventiler les zones de travail. Les caractéristiques de sûreté de ces systèmes de confinement particuliers doivent correspondre aux risques et aux radionucléides présents dans chaque zone et, à cet égard, la présence d'émetteurs alpha représente la contrainte la plus sérieuse.

Exposition externe

Dans les situations où le recours à des systèmes de télémanutention est impossible, et une fois prises toutes les dispositions pratiques pour décontaminer une zone ou un équipement, il faut optimiser/minimiser l'exposition aux sources externes des travailleurs affectés aux activités de démantèlement.

Ingestion et inhalation de radionucléides

Si des radionucléides sont présents dans la zone de travail sous la forme de contamination de surface labile, le personnel peut subir une radioexposition interne par ingestion ou inhalation. Le risque d'inhalation est particulièrement préoccupant dans le cas d'activités exécutées dans des zones ou des locaux contaminés par des radionucléides émetteurs alpha, aussi des mesures doivent-elles être prises pour éviter ou atténuer le risque d'inhalation. Le principe ALARA doit être observé.

Risques non radiologiques

Incendie

L'incendie est le risque classique qui se matérialise le plus souvent dans les projets de démantèlement d'installations. Les méthodes utilisées pour les opérations de démantèlement de certains équipements (par exemple, technique de découpe thermique) ou pour la décontamination de surfaces (par exemple, solutions décontaminantes agressives, etc.) peuvent être à l'origine d'incendies localisés. En outre, lorsque les activités de démantèlement battent leur plein, l'accumulation provisoire de matériel et de déchets combustibles (matières plastiques, coton, etc.) est fréquente, d'où une augmentation du risque d'incendie dans la zone. Heureusement, ces incendies peuvent être rapidement détectés et éteints par la prise de mesures de protection appropriées et ils sont généralement de peu d'importance.

Bien que l'on ait fait l'hypothèse dans la présente étude que la totalité du combustible utilisé soit intégralement retirée de l'installation avant le démantèlement, il convient de noter ici, en raison de ses conséquences possibles, que lorsque des éléments de combustible utilisé demeurent dans des piscines, une oxydation rapide du zirconium présent dans le gainage du combustible peut se produire si le combustible est soumis à une température élevée dans la vapeur d'eau et/ou une atmosphère oxydante.

Les risques d'incendies pendant les activités de démantèlement doivent donc être étudiés avec soin, en particulier les techniques et les réactifs qui seront utilisés, les conditions dans lesquelles les activités seront exécutées et les aménagements concernant l'entreposage des matières qui seront produites pendant les opérations. Il faudrait que des mesures de protection préventives soient déterminées sur la base de cette analyse.

Explosion

Outre les incendies ordinaires, des explosions peuvent se produire pendant la décontamination et le démantèlement du fait des réactifs chimiques et de l'équipement utilisés (par exemple, solutions décontaminantes, outils de découpe tels que les chalumeaux alimentés par des combustibles hautement inflammables, etc.). Ce type d'explosions peut même survenir par réaction de certains agents avec des matières nucléaires résiduelles (dans les circuits et les capacités) ou associées à un équipement destiné à être décontaminé, créant ainsi des dangers à la fois radiologiques et non radiologiques.

Certaines matières produites pendant le processus de démantèlement d'une installation, comme des poussières inflammables, peuvent dans certaines circonstances acquérir des propriétés explosives. En outre, dans les installations où un délai considérable s'est écoulé depuis la mise à l'arrêt et où des réactifs chimiques ou des déchets liquides sont demeurés en attente de conditionnement pendant de longues périodes, il peut se produire des phénomènes d'auto-concentration susceptibles de créer des conditions explosives aussi convient-il de redoubler d'attention dans ce type de situations.

Matières toxiques et dangereuses

Le démantèlement d'installations nucléaires fait parfois apparaître que celles-ci ont été construites au moyen de matériaux aujourd'hui interdits et dont l'élimination demande des mesures spéciales en raison de leurs propriétés toxiques ou dangereuses. Il est fréquent, par exemple, de trouver de l'amiante dans les isolations thermiques ou dans les coupe-feu, du plomb dans les peintures, les contrepoids et les blindages, et des polychlorobiphényles (PCB) dans les huiles et les isolations électriques. En outre, certaines des matières utilisées dans le processus de démantèlement, telles que les solutions décontaminantes peuvent être directement ou indirectement toxiques ou dangereuses. Toutes ces matières requièrent la prise de mesures de protection appropriées.

Des précautions particulières doivent être respectées lorsque ces matières dangereuses/toxiques non radioactives sont, soit chimiquement combinées avec des matières radioactives, soit contaminées par elles. Quand c'est le cas, les exploitants peuvent se trouver obligés de mettre au point des stratégies de sûreté et de stockage qui prennent en compte simultanément les dangers radiologiques et non radiologiques. Il peut arriver, *quoique rarement*, que la mise en œuvre de procédures normales de sûreté requises un type de risque puisse augmenter les risques liés à l'autre. C'est pourquoi une analyse approfondie des prescriptions en matière de sûreté (et de stockage) applicables à ces matières mixtes doit être réalisée par des spécialistes ayant une bonne connaissance des risques intrinsèques. Les méthodes de sûreté et de stockage ne doivent être appliquées qu'une fois que cette analyse aura été réalisée et que des pratiques auront été arrêtées pour faire face aux risques présentés par ces matières.

Électricité

Le démantèlement d'installations électriques dans un environnement où des câblages sous tension peuvent être présents et coupés de façon intempestive, entraîne un risque qu'il convient de prendre en compte et de traiter efficacement dans les activités de démantèlement. C'est la raison pour laquelle il peut

s'avérer prudent d'utiliser des systèmes électriques nouveaux totalement indépendants et de déconnecter les systèmes d'origine.

Risques physiques

Les risques physiques classiquement associés aux activités de démolition, ou de construction et d'utilisation d'installations provisoires, sont également importants (par exemple, effondrement de structures, chute d'objets lourds, travaux en hauteur, etc.) et doivent être pris en compte.

Protection du public et de l'environnement

Tous les risques pour le public et l'environnement découlant des installations nucléaires une fois leur vie utile terminée, décroîtront progressivement au cours du processus de démantèlement. Le retrait des matières radioactives présentes compte pour beaucoup dans la réduction des risques. Les éléments de combustible usé, les déchets radioactifs d'exploitation et les déchets radioactifs produits pendant les opérations sont généralement transportés vers des zones d'entreposage ou des installations de stockage, selon le cas. Ainsi, ils demeurent solidement placés sous le régime de contrôle applicable aux installations en exploitation et les dangers relatifs à leur entreposage ou à leur stockage ultérieur sont en principe indépendants des activités de démantèlement. Les rejets contrôlés et autorisés d'effluents liquides ou gazeux dans l'environnement et la libération de matières solides contenant des niveaux insignifiants de contaminants radioactifs en vue de leur réemploi ou de leur évacuation en tant que déchets ordinaires relèvent d'un autre régime de contrôle comme cela est décrit ci-dessous.

Effluents liquides et gazeux

Certains des déchets produits pendant le démantèlement d'une installation nucléaire peuvent se distinguer des déchets produits pendant l'exploitation. Cela tient au fait que certains des matériaux utilisés dans le démantèlement et certains des procédés en jeu (par exemple, découpage et décontamination) sont très différents de ceux de la phase d'exploitation. En outre, la quantité d'effluents liquides issus des opérations de décontamination peut être plus importante pendant le démantèlement alors que la quantité d'effluents gazeux produits par la ventilation des zones de travail a généralement tendance à baisser. S'agissant des activités de démantèlement, les mesures de gestion des déchets doivent viser à réduire au minimum le volume et le contenu radioactif de ces rejets dans l'environnement, grâce à l'installation de systèmes de dépollution appropriés, adaptés aux propriétés chimiques et radioactives du flux de déchets concerné.

Libération/exemption de matériaux

Une fraction non négligeable des matériaux issues des activités de démantèlement, dont les métaux constituent habituellement la part la plus intéressante du point de la valorisation économique, n'est pas du tout radioactive ou très faiblement contaminée. La levée des contrôles réglementaires de ces matériaux, suit une procédure souvent appelée, « clearance », libération. Cette procédure évite d'affecter des ressources injustifiées au stockage de matériaux de très faible radioactivité. Ces matières peuvent être réintroduites dans l'environnement par la voie d'un réemploi direct, d'un recyclage sous forme de matières premières ou être évacuées comme un déchet ordinaire.

Contamination résiduelle du site

Lorsque le démantèlement d'une installation nucléaire est achevé, des radionucléides résiduels peuvent demeurer dans le sol, sur les bâtiments ou dans d'autres milieux. L'ensemble peut être exempté de contrôles réglementaires ultérieurs si l'impact radiologique résiduel est inférieur à un seuil acceptable, en application des critères radiologiques pertinents.

Impacts sur l'environnement

Dans plusieurs pays membres de l'OCDE/AEN, dont tous les États Membres de l'UE, les répercussions sur l'environnement de certaines activités, au nombre desquelles le démantèlement des installations nucléaires, doivent donner lieu à une Étude d'Impact sur l'Environnement (EIE). Une EIE comprend la détermination, la description et l'évaluation selon des méthodes appropriées des effets directs et indirects de diverses activités sur :

- Les êtres humains, la faune et la flore.
- Le sol, l'eau, l'air, le climat et le paysage.
- Les biens matériels et l'héritage culturel.
- L'interaction entre l'ensemble des facteurs ci-dessus.

Une EIE suppose une réelle participation du public, et en cas d'effets transfrontières éventuels, des pays voisins.

À quelques exceptions près, dans les pays de l'UE il est vraisemblable qu'au delà des impacts physiques, au nombre desquels les effets éventuels à court et à long terme des substances radioactives sur l'environnement et sur les êtres humains, les évaluations prendront également en compte les effets sociaux,

économiques et sanitaires. Il est probable que dans les incidences sociales éventuelles figureront les effets sur la démographie, la structure sociale, l'image et la cohésion de la collectivité. Les incidences économiques potentielles prennent en compte les effets sur les services collectifs, l'emploi, le logement et le développement des entreprises locales. Parmi les impacts potentiels sur la santé collective pourraient figurer les effets psychologiques. Cette démarche est également compatible avec la méthodologie adoptée aux États-Unis, au Canada et en Australie pour évaluer les impacts sur l'environnement. Il est probable que ces dernières questions revêtiront une importance capitale dans le démantèlement d'une installation nucléaire implantée à l'intérieur ou à proximité d'une collectivité qui en est tributaire pour ses moyens d'existence et son infrastructure.

Le dossier de sûreté

Le problème clé dans le déclassement des installations nucléaires est l'élimination progressive des risques, au moyen d'une série d'actions de décontamination et de démantèlement qui doivent être réalisées de façon sûre et dans les limites d'un dossier de sûreté préalablement approuvé.

Un dossier de sûreté est un ensemble d'arguments et de justifications visant à démontrer la sûreté d'une installation ou d'une activité. Un dossier de sûreté décrit les activités effectivement réalisées dans l'installation et les conditions qui y règnent concrètement. Le dossier de sûreté est préparé par, l'exploitant nucléaire, le titulaire de l'autorisation de l'installation concernée et comprend en principe une évaluation de la sûreté, mais on y trouve aussi des données (y compris des éléments de preuve et des justifications logiques) sur la solidité et la fiabilité de l'évaluation de la sûreté et des hypothèses qui la sous-tendent. Il est désormais habituel de compléter le dossier de sûreté par une évaluation sur l'environnement.

Le dossier de sûreté concernant le démantèlement d'une installation diffère par certains aspects du dossier de sûreté relatif à son exploitation. Dans ce contexte il n'est pas inutile de faire une distinction entre les termes « dossier de sûreté » et « évaluation de la sûreté, ou de l'environnement ». La dernière expression suppose en général une intervention spécifique réalisée à des moments donnés, et à un niveau de détail déterminé, qui dépend du moment particulier du cycle de vie de l'installation. En revanche, le dossier de sûreté suit sans interruption une installation nucléaire tout au long de son cycle de vie. Il doit être actualisé au fur et à mesure des changements et des transformations qui interviennent dans la situation de l'installation, y compris dans ses évolutions. À cet égard, les évaluations de la sûreté et de l'environnement jouent un rôle essentiel dans la tenue et l'évolution du dossier de sûreté en cours.

Ainsi, indépendamment des raisons de mettre fin à l'exploitation d'une installation, le dossier de sûreté relatif à l'exploitation doit être transformé en un dossier de sûreté sur le démantèlement, assorti d'analyses appropriées des risques et des projets de plans destinés à les éliminer ou à les éviter. Ce processus peut profiter de la bonne pratique consistant à préparer des plans de démantèlement préliminaires dès les premières étapes de la conception et de l'exploitation de l'installation puis à les revoir à la lumière de l'expérience acquise dans l'installation et des enseignements tirés des progrès intervenus ailleurs en matière de démantèlement.

PRÉPARATION DU DOSSIER DE SÛRETÉ – CARACTÉRISATION DE L'INSTALLATION ET ÉVALUATION DES RISQUES

Collecte de l'information et analyse des risques

Avant d'élaborer les plans de démantèlement d'une installation, il convient d'en déterminer ou « caractériser » l'état radiologique. En termes simples, on peut décrire la caractérisation comme le rassemblement des données, faits et informations nécessaires pour définir les situations susceptibles de se produire pendant le démantèlement d'une installation et d'affecter les travailleurs, le public ou l'environnement. Elle doit précéder le coup d'envoi de tout projet de démantèlement et être poursuivie et mise à jour selon les besoins tout au long de la mise en œuvre du projet. En résumé, elle devrait prendre en compte les éléments suivants :

- Établissement d'un inventaire des situations qui pourraient présenter un risque pour les travailleurs, le public ou l'environnement.
- Analyse des conditions structurelles de l'installation susceptibles d'affecter la sûreté ou la protection des travailleurs.
- Détermination de l'ampleur, la nature et la concentration de la contamination radioactive et des contaminants chimiques classiques.

Rassemblement des informations et réalisation des analyses des risques

Pour faciliter la planification efficace du démantèlement, il faudrait réunir également les informations suivantes :

- Ampleur des travaux qui seront nécessaires pour faire face à chaque situation.
- Techniques disponibles pour éliminer ou réduire les risques potentiels.
- Méthode qui servira à vérifier les progrès accomplis dans la réduction des risques.
- Nature et quantité déchets qui devraient être produits.

L'objectif de la planification est d'éliminer ou de réduire les risques radiologiques et non radiologiques en affectant les ressources nécessaires et en mettant en œuvre les moyens techniques ou administratifs pour y remédier. Cette démarche pourrait être encore facilitée par le regroupement des risques (recherche des conjugaisons d'effets), leur hiérarchisation en fonction de leurs effets sanitaires et de la législation nationale et l'élimination sélective de ceux jugés suffisamment faibles pour être négligés.

Dans ce contexte général, on trouvera des conseils utiles dans le Decommissioning Handbook, US DOE/EM-0383, de janvier 2000 [4]. Entre autres, il comporte les observations suivantes concernant la détermination, l'analyse et la classification des dangers :

- Dans cette perspective, un risque est une source de danger (par exemple, matière, source d'énergie ou opération) susceptible de provoquer une affection, une blessure ou un décès à un membre du personnel, ou des dégâts à une exploitation ou à l'environnement, indépendamment de la probabilité ou de la plausibilité des scénarios d'accidents ou d'une atténuation des conséquences).
- L'analyse des risques doit évaluer les risques radiologiques, biologiques et physiques, selon le cas, associés à l'installation à démanteler. La réalisation de l'évaluation doit être confiée à une équipe pluridisciplinaire expérimentée. Lorsque des matières dangereuses sont présentes, l'analyse des risques doit évaluer : 1) le type, la forme, la quantité et les concentrations ; 2) l'emplacement ; 3) les conditions dans lesquelles une exposition peut se produire ; et 4) les propriétés nocives intrinsèques de la substance dangereuse (par exemple, toxicité ou sous-produits de décomposition).
- L'analyse des risques doit envisager les dangers liés aux phénomènes naturels et déterminer les structures, systèmes et composants qui sont nécessaires pour éviter ou atténuer les rejets de matières dangereuses imputables à des événements de caractère naturel.
- L'analyse des risques doit s'appuyer sur les analyses des risques existantes documentées (le cas échéant) portant sur les phases antérieures du cycle de vie de l'installation.
- Parmi les documents entrant dans l'analyse des risques devrait figurer un inventaire officiel de l'ensemble des risques recensés, y compris ceux auxquels peuvent être exposés les travailleurs pendant les activités de démantèlement. Il faudrait également une liste officielle des contrôles nécessaires pour faciliter une exécution sûre des travaux compte tenu des dangers recensés.

Les prescriptions de base de la caractérisation et les sources d'information nécessaires pour la mener à bien sont décrites ci-dessous.

Les types de caractérisation

L'état radiologique et physique de l'installation a une influence sur la stratégie qui sera retenue pour le démantèlement, surtout si la structure est en mauvais état et vouée à une détérioration probable ; d'où la nécessité d'une caractérisation tant physique que radiologique. En outre, s'agissant de la caractérisation radiologique au moins, une gestion efficace de l'activité de démantèlement et son succès impliquent une caractérisation finale de l'état radiologique et une caractérisation supplémentaire de confirmation.

Caractérisation physique

En principe, une caractérisation physique suppose une inspection de l'installation par des observateurs ayant une expérience suffisante pour déceler les risques et déterminer les dispositions à prendre pour se protéger contre toutes conditions radiologiques ou conventionnelles anormales. Le but de cet examen est de faire un bilan de l'état actuel de l'installation par le biais de photographies, vidéos, plans et diagrammes qui peuvent contribuer à déterminer les risques présents et d'analyser, en particulier :

- L'état des structures (fondations, toitures, parois, sols, piliers, etc.).
- Les systèmes de surveillance (entrées de sécurité, clôtures, etc.).
- Protection anti-incendie (détecteurs, alarmes, systèmes de lutte contre l'incendie, etc.).
- Systèmes de radioprotection (adéquation, fonctionnalité et efficacité).
- Questions relatives à la sûreté du personnel (risques physiques, matières dangereuses, etc.).
- Fonctionnalité des systèmes (chauffage, ventilation, alimentation en air et en électricité, éclairage intérieur et extérieur, etc.).
- Matériel de procédé (dans les conteneurs ou les réservoirs, les zones contaminées des sites, etc.)

Caractérisation radiologique

La caractérisation radiologique préliminaire comprend le recensement des risques radiologiques auxquels pourraient être exposés les travailleurs affectés au démantèlement. Ce recensement des risques aide à déterminer s'il est ou non

nécessaire de décontaminer une zone quelconque de l'installation pour en permettre l'accès direct aux travailleurs et il facilite l'élaboration de mesures de protection radiologique adaptées en vue d'activités ultérieures.

Il s'agit de quantifier les risques recensés de façon à faire un premier choix des activités du projet et à dresser une liste des mesures de précaution à prendre. Les informations recueillies sont ensuite examinées et complétées jusqu'à un degré de détail qui dépendra des actions correctives programmées. Ce travail de caractérisation préliminaire comprend l'échantillonnage des matériaux inconnus, l'actualisation des cartographies radiologiques, ainsi que l'estimation des paramètres physiques et des quantités de déchets qui seront générés par les activités de décontamination et de démantèlement ultérieures.

Une caractérisation détaillée est réalisée une fois déterminées et arrêtées les activités du projet. En général, le plan de caractérisation détaillée fera l'objet d'un programme d'assurance qualité et, dans le cas des installations de grande taille, il sera soumis à une évaluation préalable par les organes réglementaires compétents. Dans l'idéal, cette caractérisation détaillée devrait suivre un plan identique à celui prévu pour la caractérisation finale ou de confirmation de façon à constituer une référence fiable, par exemple pour vérifier les résultats des activités de décontamination.

La caractérisation détaillée a deux objectifs : confirmer les informations obtenues par la caractérisation préliminaire et apporter toute autre information supplémentaire requise. Pour y parvenir, la caractérisation détaillée devrait prendre en compte les aspects suivants :

1. *Objectif de la caractérisation.* L'objectif est de dégager les facteurs les plus importants (par exemple, radionucléides pertinents, limites de détection, volume de déchets estimé, mesures requises, estimation et calcul de l'inventaire des radionucléides, facteurs d'échelle nécessaires pour l'estimation des radionucléides difficiles à mesurer, etc.).
2. *Mise en œuvre.* Description de la méthodologie proposée pour les diverses mesures à effectuer (champs de rayonnement gamma ou beta-gamma, contamination alpha, échantillonnage de frottis ou de matières, etc.). Description des instruments qui seront utilisés, séquence d'échantillons et plan d'exécution, etc.
3. *Emplacement des mesures.* Détermination et justification de l'emplacement des mesures prises dans chaque zone à échantillonner.

4. *Considérations statistiques.* Détermination et justification du nombre de mesures effectuées à chaque emplacement, analyse statistique des échantillons, représentativité de la zone à échantillonner, incertitudes admissibles, etc.
5. *Assurance qualité.* Objectifs de qualité concernant les données (représentativité, précision et exactitude, etc.), les dispositions relatives à l'entreposage et à la gestion des échantillons prélevés, les procédures et la fréquence d'étalonnage des instruments, et assurance qualité des procédures d'analyse, des méthodes de vérification de la validité des résultats, des méthodes d'analyse des résultats et d'établissement des rapports finaux, la vérification du processus de caractérisation, etc.

L'établissement d'un plan de caractérisation radiologique devrait s'accompagner d'une optimisation des doses de rayonnement estimées aux travailleurs effectuant la caractérisation. Dans les situations mettant en jeu des niveaux de rayonnement et/ou de contamination élevés, l'obtention des données pourrait entraîner l'exposition des travailleurs à des doses importantes. Il se pourrait que la réalisation de telles mesures ne soit pas justifiée par les résultats obtenus et soit incompatible avec le principe ALARA.

Caractérisation de l'état radiologique final

Lorsque les tâches et les activités fixées dans le plan de démantèlement auront été achevées, la réalisation de mesures appropriées sera requise pour démontrer que les radionucléides résiduels dans l'installation ont été éliminés et que les critères d'acceptation définis à l'origine dans le plan ont été respectés. Cette caractérisation radiologique finale sert de base au titulaire de la licence pour sa déclaration finale relative à l'état radiologique de l'installation. Il convient de noter ici que la caractérisation radiologique effectuée pour déterminer l'état de l'installation avant la réalisation des mesures correctives peut suffire pour démontrer l'état radiologique final de l'installation, sous réserve qu'elle soit d'une qualité et d'une portée satisfaisantes et que l'on puisse apporter la preuve qu'il n'y a pas eu de recontamination.

Confirmation de la caractérisation

Lorsque le titulaire de l'installation/titulaire d'autorisation a terminé le démantèlement et soumis sa démonstration de l'état radiologique final de l'installation à l'autorité de sûreté, celle-ci peut effectuer une étude de confirmation de la caractérisation. Cette caractérisation n'a pas normalement pour but de réunir des données de caractérisation/d'enquête nouvelles ou supplémentaires, mais vise à valider les données présentées par le propriétaire

de l'installation/titulaire d'autorisation. En général, un nombre très réduit d'échantillons est prélevé à des emplacements échantillonnés par le propriétaire de l'installation/titulaire d'autorisation et les résultats des échantillons prélevés par l'autorité de sûreté sont comparés à ceux présentés par le propriétaire de l'installation/titulaire d'autorisation.

Sources d'information pour la caractérisation

On croit souvent que la caractérisation d'une installation ne concerne que les données relatives à l'équipement et aux mesures qui s'y rapportent. Bien qu'il s'agisse là d'aspects importants du processus, ils doivent être accompagnés d'autres éléments d'information tout aussi importants si l'on veut atteindre tous les objectifs du démantèlement.

Outre les travaux de caractérisation décrits ci-dessus, il importe de réunir des enregistrements et des souvenirs personnels d'anciens travailleurs. Ce dernier aspect est indispensable dans le cas des installations anciennes dont l'exploitation a cessé depuis longtemps et dont les archives peuvent avoir été perdues ou détruites, comme c'est parfois le cas pour les installations pilotes ou les installations de recherche. Cependant, l'histoire des installations figure en général dans leurs enregistrements d'exploitation. À supposer que ces documents soient encore disponibles lors du lancement du démantèlement, comme c'est habituellement le cas dans les installations nucléaires, ils doivent être préservés et analysés de façon à anticiper les situations dangereuses éventuelles qui pourraient survenir pendant le démantèlement. Quant aux divers types d'enregistrements et autres sources, les documents suivants joueront vraisemblablement un rôle important.

Documents issus des autorisations

Les documents officiels relatifs à l'octroi de l'autorisation d'exploitation d'une installation sont une source d'informations qui doit être mise à disposition dès le début de la planification de toute activité de démantèlement. Le plus souvent, ces documents sont nécessaires pour démontrer que les risques que l'exploitation de l'installation présente pour les travailleurs, le public et l'environnement sont reconnus et que des mesures de précaution appropriées ont été prises pour les maîtriser et pour atténuer les conséquences d'accidents éventuels. L'évaluation de la sûreté de l'installation et ses caractéristiques techniques de fonctionnement sont les deux documents fondamentaux, bien qu'ils ne soient pas les seuls, à partir desquels peuvent être récupérées des informations de base sur les risques qui peuvent subsister dans les diverses parties d'une installation lorsqu'il est mis fin à son exploitation.

Autres documents opérationnels sûreté

On trouvera d'autres informations importantes dans les rapports et inspections de sûreté décrivant les risques réels et potentiels et les mesures prises pour les maîtriser pendant la vie utile de l'installation.

Le plan de protection contre les incendies donne des informations sur les charges calorifiques, les réseaux d'extinction d'incendie et les coupe-feu opérationnels, etc. Ces données peuvent être utilisées pour maintenir en place certaines mesures de protection pendant le démantèlement et également pour détecter la présence de certaines matières dont l'élimination nécessitera des précautions spéciales (par exemple, l'amiante).

Les rapports sur les incidents ou accidents d'exploitation peuvent servir à déterminer et à localiser des points dangereux hérités de la vie de l'installation ou résultant d'incidents d'exploitation.

Les enregistrements des expositions professionnelles du personnel dues à une contamination pendant l'exploitation sont une source utile dans la planification des activités du projet et des méthodes de décontamination. Ils sont également utiles pour déterminer s'il convient d'avoir recours à des systèmes télécommandés dans certaines activités de démantèlement.

Des enregistrements des débordements et des descriptions d'activités de nettoyage antérieurs peuvent être tirés des caractéristiques et des descriptions fonctionnelles des systèmes et équipements déjà en place dans l'installation pour réaliser des travaux de décontamination. Des informations du même ordre peuvent également être récupérées dans les caractéristiques des fournitures livrées à l'installation.

Archives de conception

Les principales sources d'information d'une installation proviennent des archives de sa conception, des plans de récolement et la documentation relative à l'ouvrage fini. Le plan de démantèlement reposera sur ces plans et diagrammes techniques sur lesquels auront dû être consignés les relevés des modifications effectués pendant l'exploitation. Comme cela a été noté plus haut, ces données de base pourraient ne pas être disponibles pour les installations anciennes qui ne sont plus en activité depuis longtemps. Cette situation rend le démantèlement plus difficile et aussi plus onéreuse si ces documents doivent être reconstitués sans accès aux originaux.

Archives de construction

Tout dossier de construction conservé sera une source d'informations précieuse pour la planification des travaux de démantèlement car durant le démantèlement des systèmes et des structures il est fréquent de trouver des structures et des matériaux qui ne sont pas mentionnés dans les dossiers de conception.

Par exemple, les plans d'exécution facilitent la localisation des joints de structure et de dilatation dans les bâtiments. Il s'agit d'une information extrêmement utile pour leur démolition et pour la démolition d'équipements et de systèmes de grande taille. Les descriptions et les photographies des diverses étapes de la construction peuvent également suggérer des séquences de démantèlement puis de démolition.

Archives d'exploitation

Les archives d'opérations devraient contenir des informations importantes concernant toutes les modifications réalisées sur l'installation pendant la phase d'exploitation. Ces données devraient être conservées avec les dossiers de conception originaux, surtout si les plans initiaux n'ont pas été mis à jour. On devrait également trouver dans ces relevés d'opérations des informations concernant la nature et l'ampleur de la contamination résultant d'interventions courantes ou d'incidents survenus pendant la phase d'exploitation.

Des changements dans les procédures d'exploitation sont souvent effectués pour tenir compte de conditions qui n'avaient pas été envisagées dans la conception initiale ; ils sont parfois provoqués par la nécessité d'améliorer des procédés ou par des situations radiologiques découlant d'incidents d'exploitation. C'est pourquoi une étude des modifications successives apportées aux procédures d'exploitation peut également contribuer à mettre en évidence des incidents d'exploitation qui pourraient ne pas être intégralement décrits dans le relevé d'opérations.

Interviews particuliers des opérateurs

L'expérience montre qu'un certain nombre de renseignements importants pour la sûreté du démantèlement ne sont connus que des travailleurs et des responsables en poste dans l'installation pendant sa phase d'exploitation. Cela tient au fait que certaines informations pertinentes étaient initialement consignées dans des enregistrements qui ont été perdus ou détruits, ou qu'elles n'ont pas été archivées car jugées sans importance au moment de l'exploitation de l'installation. Normalement, la seule façon de récupérer ces informations

consiste à recueillir les témoignages personnels des travailleurs en fonction pendant l'exploitation de l'installation. Il est parfois difficile d'obtenir ces informations qui, en toute hypothèse, se perdent au fil du temps dans le cours naturel des événements.

En général le *personnel d'exploitation de l'installation* est la source la plus fiable d'informations sur une installation vouée au démantèlement et, dans la mesure du possible, quelques éléments de ce personnel devraient être mis à disposition pour les travaux de démantèlement. Si cela ne peut pas être fait, des efforts devraient être déployés pour récupérer les informations pertinentes auprès d'anciens employés même s'il s'agit seulement d'informations orales sans document à l'appui.

Le personnel des organismes réglementaires compétents, et leurs relevés, peuvent également constituer une source d'informations importante, surtout pour nombre de petites installations exploitées à l'origine par des entreprises qui peuvent avoir cessé leurs activités sans laisser d'archives. Il se peut que des employés des organismes réglementaires connaissent l'installation à démanteler et leurs témoignages personnels peuvent faciliter la planification du démantèlement.

TÂCHES TECHNIQUES, MANAGÉRIALES ET ADMINISTRATIVES INDISPENSABLES À LA RÉALISATION DES OBJECTIFS DU DOSSIER DE SÛRETÉ

Tâches techniques, managériales et administratives

Un large éventail de solutions stratégiques également acceptables sont envisageables pour le démantèlement des installations nucléaires [5]. Ces solutions dépendent du type de l'installation, de la nature des matières résiduelles dans la centrale et des politiques et priorités propres à chaque pays. Concernant la planification, l'éventail des radionucléides présents dans chaque installation a une influence directe sur la stratégie retenue pour le démantèlement. Par exemple, dans le cas des réacteurs nucléaires, une fois retirés les éléments combustibles et les déchets d'exploitation, on trouve surtout des matières radioactives à vie relativement courte dans le bâtiment réacteur et les structures auxiliaires, d'où la logique d'un report du démantèlement à une date ultérieure à l'issue d'une période intérimaire de confinement sûr, à moins que ne l'emportent d'autres facteurs plus importants. Un tel report peut réduire les doses auxquelles sont exposés les travailleurs affectés aux activités de démantèlement. Cependant, on peut trouver dans le sol et dans la nappe phréatique à l'emplacement de l'installation des radionucléides susceptibles de nécessiter des interventions correctives rapidement après la mise à l'arrêt pour éviter une plus grande diffusion de la contamination. Dans le cas des installations contenant des émetteurs alpha (par exemple, usines de retraitement du combustible usé), cependant, différer le démantèlement n'entraîne aucune diminution substantielle des doses liées à la phase d'exploitation. Toutefois, la mise en œuvre effective de la plupart des solutions relève du même arsenal méthodologique en ce qui concerne les tâches techniques, managériales et administratives indispensables à la réalisation des objectifs du dossier de sûreté sur le démantèlement (voir section 2).

Décontamination et assainissement

Même en cas de retrait des éléments combustibles, des déchets et des autres sources radioactives d'une installation, il demeure généralement indispensable de procéder à une décontamination et à un assainissement radiologiques des systèmes ou équipements mis à l'arrêt, des parois et des

surfaces, ainsi que des zones d'entreposage. Les objectifs visés sont les suivants :

- Réduire les expositions des travailleurs qui seront affectés aux activités manuelles ultérieures de démantèlement et de démolition.
- Diminuer la probabilité de générer des aérosols dans les activités de démantèlement et de démolition ultérieures.
- Réduire les conséquences de tout incident qui pourrait survenir pendant les tâches ultérieures de démantèlement et de démolition.
- Réduire au minimum le volume de matières produites qui seront classées comme déchets radioactifs.
- Permettre le réemploi de l'équipement, des matières ou des installations sous le régime de contrôle applicable au nucléaire.
- Permettre la « libération » de matières en vue de leur recyclage, réemploi ou élimination en tant que matières ordinaires.
- Réduire le coût global du déclassement.

L'applicabilité et l'efficacité des techniques de décontamination envisageables doivent être évaluées avant leur mise en oeuvre, au moyen d'essais sur des modèles si nécessaire, de même que les risques possibles liés à leur utilisation. Cela est particulièrement important dans le choix des techniques de décontamination des installations et des équipements qui ont un rôle permanent dans les systèmes de sûreté, de façon à garantir que la sûreté n'est pas compromise. Les éléments à prendre en compte dans le choix d'une stratégie de décontamination sont notamment les suivants :

- Estimation des doses aux travailleurs chargés de la décontamination
- Risque de production d'aérosols et leurs effets sur les travailleurs.
- Facteur de décontamination requis et probabilité de l'atteindre dans la pratique.
- Méthode d'évaluation des facteurs de décontamination achevés.
- Dispositions concernant le démantèlement des structures et de l'équipement à décontaminer.
- Estimation du volume et de la teneur radioactive des déchets produits par la décontamination, et dispositions visant le conditionnement, l'entreposage et le stockage.

- Comptabilité des déchets produits avec les prescriptions en matière de stockage.
- Risques non radiologiques en jeu (par exemple, incendies, explosions, toxicité des composés, etc.).
- Considérations en matière de sûreté.
- Impacts radiologiques et non radiologiques potentiels sur l'environnement.
- Analyse coût/avantage des activités considérées.

Un autre aspect très important de la décontamination et de l'assainissement concerne la « clearance », ou libération des contrôles réglementaires, des sites nucléaires qui ont pu être contaminés par des substances radioactives. Cette contamination peut découler d'incidents passés ayant fait intervenir des débordements ou des fuites, ou l'entreposage délibéré de substances radioactives dans le sol. Les plans de démantèlement doivent prévoir des dispositions pour la gestion sûre de ces sols, y compris le traitement et le stockage des déchets radioactifs en résultant. La norme à atteindre aux fins de la libération « clearance » revêt une importance déterminante pour l'ampleur du traitement requis. L'ultime prescription pour la levée des contrôles réglementaires est la limitation de la dose de rayonnement aux membres du public ou aux utilisateurs ultérieurs du site. Cependant, on peut parvenir à ce résultat par le biais d'au moins deux formes de normes dérivées. La première est la norme fondée sur la dose caractérisée par la USNRC *Licence Termination Rule de 1997* [6], l'autre forme, largement utilisée dans l'Union européenne par exemple, est la norme de concentration de radionucléides caractérisée par l'Ordonnance de radioprotection allemande de 2001 [7], qui transpose dans la législation nationale la Directive fixant les normes de base pertinentes de la CE [8].

En général, une fois la libération « clearance » achevée, le site visé ne fait plus l'objet d'aucune restriction. Cependant, dans certains cas, la libération réglementaire d'un site peut être assortie d'une prescription concernant des restrictions spécifiques. Dans une deuxième étape, ces restrictions peuvent être associées à une disposition relative au traitement des conséquences en cas d'inefficacité de ces restrictions.

Expertises en cours d'exécution

Les expertises en cours d'exécution prévoient la prise de mesures concernant la centrale, au fur et à mesure de l'avancement des travaux, de façon à évaluer l'efficacité du travail de décontamination réalisé. C'est une tâche souvent répétitive, mais elle aide à déterminer si les activités de décon-

tamination ont été suffisantes et couronnées de succès, ou si elles doivent être poursuivies. Lorsque la contamination a pénétré dans le matériau de gros oeuvre ou s'est infiltré dans le sol du site, par exemple, et lorsque la décontamination suppose l'enlèvement d'une certaine épaisseur du sol, les mesures prises peuvent délimiter les zones où la pénétration de la contamination oblige à pousser plus loin l'enlèvement de matières.

Techniques de démantèlement et optimisation du volume des matériaux issus des opérations et fragmentation des équipements et démolition des structures et des bâtiments

Le démantèlement les opérations de découpe et de fragmentation, des équipements, composants et systèmes sont des opérations inévitables dans le démantèlement de la plupart des installations nucléaires, les objectifs sont les suivants :

- Réduire la taille des composants individuels de façon à faciliter leur décontamination et leur manutention et gestion ultérieures.
- Ménager un accès aux sources de rayonnements enrobées ou à d'autres types de matières radioactives ou non radioactives nécessitant une gestion spéciale.
- Permettre le tri des déchets de façon à réduire au minimum la quantité qui devra être traitée ou retraitée.

Diverses techniques, dont les techniques de découpage mécanique, sont disponibles pour le démantèlement et la fragmentation des équipements. Elles font généralement intervenir des équipements lourds et robustes ainsi que des techniques de découpe thermique, qui sont plus légères mais nécessitent une protection anti-incendie et génèrent des déchets et des aérosols qu'il convient de maîtriser. On utilise également des techniques de découpe spéciales sous eau qui permettent de tirer avantage de l'effet protecteur de l'eau et d'éviter la production d'aérosols. Le choix de la technique appropriée pour chaque situation suppose une évaluation minutieuse, prenant en compte les impératifs suivants en matière de sûreté :

- Simplicité et fiabilité opérationnelles des techniques et des équipements à utiliser.
- Utilisation de technologies prouvées à chaque fois que possible.
- Maintenance et décontamination aisées de l'équipement.
- Contrôle de tout relâchement d'aérosols ou de gaz dans l'environnement.

- Réduction au minimum de la production des déchets liquides et solides secondaires.
- Maîtrise de tout déchet toxique ou dangereux produit pendant l'opération.
- Visibilité de l'opération en cas d'utilisation de techniques de segmentation sous l'eau.

Il faudrait tester d'abord ces techniques dans des conditions non radioactives, en particulier celles prévues pour être utilisées en mode télécommandé. Le choix des techniques de fragmentation et de démolition devrait également prendre en compte les effets éventuels sur les systèmes, structures ou opérations liés à la sûreté dans les zones adjacentes et, autant que possible, les déchets issus de leur utilisation devraient pouvoir être conditionnés et emballés directement dans les conteneurs dans lesquels ils seront entreposés ou stockés, de façon à éviter les manutentions multiples et une contamination supplémentaire.

Confinement de la contamination

Un confinement efficace est nécessaire pour éviter la migration et la dispersion de la contamination résiduelle dans les installations faisant l'objet d'un démantèlement. Si cela est concrètement réalisable, il faudrait organiser les activités de démantèlement de telle sorte que les barrières de confinement initiales demeurent fonctionnelles aussi longtemps que possible après la mise à l'arrêt. Dans le cas contraire, des barrières temporaires efficaces devront être érigées et entretenues aussi longtemps que nécessaire pour confiner tous les radionucléides résiduels. Cela est particulièrement important dans les installations qui pourraient être confinées pendant de longues périodes avant le démarrage des opérations de démantèlement et où les systèmes de confinement d'origine pourraient se dégrader. Cependant, en tout état de cause, un programme régulier de maintenance et de surveillance destiné à garantir l'intégrité du confinement pendant toute la période d'attente est essentiel.

Maintenance des autres systèmes liés à la sûreté

La maintenance des systèmes de sûreté est toujours cruciale, mais, comme dans le cas des systèmes de confinement en place sur une installation qui pourrait faire l'objet de longues périodes d'attente avant le démarrage des opérations de démantèlement, il est particulièrement important d'assurer en permanence une maintenance et une surveillance efficaces des systèmes de sûreté suivants, à des niveaux adaptés à la hauteur du risque et pendant aussi longtemps que nécessaire :

- Systèmes de protection physique.
- Systèmes de contrôle, de surveillance et d'inspection des installations, y compris des systèmes de ventilation et autres systèmes requis pour permettre l'accès à l'installation.
- Équipement essentiel pour les tâches de manutention des matières et équipements.

Gestion de la protection radiologique

Tous les projets de démantèlement doivent se doter d'une organisation appropriée, suffisamment autonome en matière de protection radiologique afin de préserver les travailleurs et le public des effets des rayonnements ionisants. A cette organisation incomberaient des mesures de radioprotection radiologique adaptées aux diverses situations susceptibles de se produire dans l'installation lors du démantèlement, et prenant en compte :

- La proximité des sources de rayonnement par rapport au personnel affecté au projet.
- Les risques de production d'aérosols radioactifs du fait des activités de démantèlement.
- L'utilisation de techniques et procédures nouvelles nécessitant des contrôles et une formation du personnel spécifiques.
- Le risque de se trouver confronté à des situations radiologiques imprévues pendant le démantèlement.

Les mesures de radioprotection des travailleurs doivent se fonder sur une connaissance du milieu de travail et la durée des tâches liées au projet, de façon à déterminer les techniques appropriées à utiliser, les modalités d'intervention et les équipements de protection nécessaires pour les travailleurs. Chaque tâche doit être réalisée comme convenu dans un ordre d'exécution garantissant que les doses individuelles et collectives prévisibles ont été estimées, que des solutions de remplacement pour atteindre les objectifs ont été envisagées et que les bonnes solutions ont été retenues.

Les prescriptions générales concernant la formation du personnel, la préparation et la surveillance du milieu de travail, sont particulièrement importantes pour garantir que les travaux de démantèlement sont réalisés dans des conditions satisfaisantes et radiologiquement sûres. Ainsi :

- La formation revêt une importance particulière car, dans les opérations de démantèlement, il faut souvent avoir recours à des outils ou des

équipements spéciaux pour la surveillance ou la protection des personnes, et exécuter des procédures et des interventions qui ne sont pas effectuées couramment pendant l'exploitation des installations nucléaires.

- La préparation du milieu de travail est importante lorsque la radioprotection nécessite la décontamination de zones où un travail doit être effectué de façon à réduire les débits de doses. Cette décontamination peut être réalisée aux moyens de techniques de téléopération robotisées jusqu'à ce que soient satisfaites les conditions d'un accès sûr du personnel affecté au projet.
- Les travaux de démantèlement sont généralement exécutés dans un milieu radiologique évolutif où se produisent sans cesse des changements, prévus ou imprévus, dans la cartographie radiologique, dans les circulations d'air à l'intérieur de l'installation, etc. C'est pourquoi une surveillance radiologique permanente des zones de travail est cruciale pour la conception et la maintenance des systèmes de confinement et pour le choix de techniques et d'équipements de protection personnelle adaptés à chaque situation.

Gestion des déchets radioactifs

Compte tenu de la quantité de déchets radioactifs produits dans le processus de déclassement, une bonne planification de la gestion des déchets est un aspect crucial du dossier de sûreté sur le démantèlement. Cette planification doit envisager les différentes catégories de matériaux qui seront vraisemblablement générées par les diverses activités, en prenant en compte leurs propriétés radiologiques et autres, les différentes stratégies disponibles pour leur gestion et l'impact radiologique sur les travailleurs, le public et l'environnement.

Déchets radioactifs solides

Il faudrait que les projets de démantèlement visent à réduire au minimum la production de déchets radioactifs et à éviter la production de déchets secondaires et de contamination croisée. D'importantes réductions du volume des déchets radioactifs peut être obtenues grâce à un choix judicieux de méthodes de décontamination et de démantèlement, à un réemploi ou un recyclage des composants ou des matières au sein de l'industrie nucléaire, à la libération de matières faiblement contaminées, ou au retraitement des déchets par des techniques de réduction du volume (compaction, fusion, etc.). Les risques radiologiques auxquels peuvent être exposés les travailleurs affectés au démantèlement et le public peuvent varier dans de larges proportions selon la

stratégie choisie pour réduire au minimum la production de déchets, aussi faudrait-il, dans la planification de la gestion des déchets, concilier au mieux l'objectif de réduire au minimum les déchets radioactifs et l'impact sur le public, d'une part, avec celui de maintenir les doses au personnel au niveau le plus bas que l'on peut raisonnablement atteindre, d'autre part.

Effluents liquides et gazeux

Dans les premières étapes du démantèlement, il est vraisemblable que les relâchements d'effluents liquides et gazeux seront maîtrisés par les systèmes utilisés pendant l'exploitation normale de l'installation. Cependant, au fur et à mesure que le démantèlement progressera, ces systèmes seront partiellement démontés ou, dans certains cas, totalement remplacés. Il faudra tenir compte de cet impératif en temps utile et l'intégrer dans la planification globale.

Plans d'intervention et protection physique

La planification des interventions d'urgence en cas de situation anormale ou accidentelle, et de protection physique, doit rester en place tout au long de la transition, depuis la phase d'exploitation jusqu'à la phase de démantèlement comprise. Les plans doivent être adaptés en permanence à l'évolution des risques résiduels dans l'installation et ils dépendront, pendant la phase de transition, du maintien, ou non, de la présence d'éléments combustibles sur le site. Les exercices de crise revêtent une importance particulière pour vérifier l'état de préparation du personnel en cas d'urgence et l'adéquation des plans et des systèmes associés.

Assurance qualité

Tout projet de démantèlement doit comprendre un plan d'assurance qualité couvrant l'ensemble des activités importantes réalisées dans le cadre du projet. Dans ce contexte, le plan d'assurance qualité vise deux objectifs, à savoir garantir la protection du personnel affecté au projet et faire en sorte que les activités ont été exécutées selon les modalités de travail établies et ont atteint les objectifs qui leur avait été fixés. Le dernier point s'applique également aux dispositions concernant la libération à terme de l'installation des contrôles réglementaires, qui dépendra vraisemblablement de la production de pièces justificatives attestant que les tâches ont été achevées de façon satisfaisante et que l'ensemble des matières radioactives initialement présentes dans l'installation ont été convenablement gérées.

La traçabilité de la documentation et des informations relatives aux activités pertinentes joue un rôle crucial dans tous les programmes d'assurance

qualité. Cela est particulièrement important en ce qui concerne les stratégies de démantèlement qui tablent sur une longue période de confinement sûr avant le démantèlement final pendant laquelle, pour les deux objectifs ci-dessus, il est crucial de veiller à ce que l'ensemble des informations qui seront nécessaires ultérieurement demeurent accessibles. Si la période d'attente est très longue, il pourrait s'avérer nécessaire de prévoir une mise à jour périodique du système d'enregistrement.

Gestion de projet

L'organisation du démantèlement doit être conçue de façon à ce que le titulaire de l'autorisation ou le propriétaire du site exerce un contrôle approprié sur le projet de démantèlement et dispose le moment venu des ressources en personnel nécessaires pour pouvoir mener à bien le démantèlement de l'installation de façon sûre et en conformité avec les prescriptions applicables. Cela suppose :

- Une structure de gestion du projet prévoyant des unités de travail individuelles, une obligation de rendre compte et des lignes hiérarchiques.
- Une stratégie concernant les modalités de mise au point, révision, mise en œuvre et gestion des procédures/pratiques de travail relatives aux matières radioactives (par exemple, autorisation de travail sous rayonnement).
- Les qualifications minimums nécessaires pour les personnes affectées aux diverses fonctions de gestion et de sûreté relatives au projet.
- Une relation clairement définie entre les diverses unités de travail au sein de l'organisation de démantèlement (telles que les unités chargées des interventions correctives et celles chargées de l'hygiène et de la sûreté), notamment la compétence et l'autorité pour modifier ou interrompre une activité.

Organigramme des tâches

La gestion des tâches de démantèlement doit veiller à ce que toutes les activités de démantèlement soient exécutées conformément aux procédures écrites et approuvées, et à ce que le titulaire de l'autorisation ou le propriétaire du site dispose d'une méthodologie pour gérer l'élaboration, la révision et la mises à jour des procédures, notamment :

- Un plan sur la façon dont seront pilotées les tâches de démantèlement, par exemple par le biais d'autorisations de travail ou d'autres

procédures écrites utilisées pour gérer des tâches individuelles de démantèlement.

- Une méthodologie concernant l'évaluation des tâches relatives au démantèlement et la mise au point des procédures écrites propres à chaque tâche, notamment les modalités d'examen et d'approbation de l'organisation chargée de la gestion du projet de démantèlement.
- Un processus de gestion des procédures écrites tout au long du projet de démantèlement (à savoir, comment elles sont établies, gérées, révisées et abrogées).
- Un processus permettant d'informer les personnes affectées aux tâches de démantèlement des procédures écrites ou des autorisations de travail, prévoyant les modalités d'information de l'existence d'une procédure ou d'une autorisation de travail et de sa révision ou de son abrogation.

Gestion du personnel

Le passage d'une installation nucléaire de la phase d'exploitation à la phase de démantèlement peut, ou non, entraîner un transfert du droit de propriété ou de la responsabilité organisationnelle en ce qui concerne les obligations liées à l'autorisation d'implantation. En tout hypothèses, même en l'absence d'un tel transfert, il est vraisemblable que le régime fonctionnel et les modalités administratives et de gestion seront amenés à changer. Ces changements devraient se répercuter sur le personnel aussi faudrait-il prendre en compte les questions suivantes.

Utilisation et maîtrise des contractants

Une organisation chargée d'un projet de démantèlement, et responsable du respect de l'autorisation visant le site, doit avoir suffisamment de personnel qualifié en interne pour assumer la responsabilité des aspects fondamentaux de la sûreté du projet. Cependant, des contractants spécialisés ou d'autres types d'intervenants extérieurs peuvent être amenés à exécuter les diverses tâches en jeu mais, indépendamment de la personne qui réalise effectivement les travaux, la responsabilité d'assurer la sûreté globale continue d'incomber au titulaire de l'autorisation relative à l'installation. Il est par conséquent essentiel en cas de recours à des contractants ou du personnel extérieur que la ligne hiérarchique et les diverses responsabilités de l'ensemble du personnel en jeu soient clairement définies.

Préservation des connaissances et formation du personnel

Il est souhaitable que le personnel affecté au projet de démantèlement connaisse bien l'installation, car il sera ainsi mieux à même d'exécuter les tâches qui lui seront assignées. Cela pourrait s'avérer impossible pour diverses raisons, et l'on pourrait être contraint d'engager de nouvelles recrues, ne serait ce qu'en raison de la durée des opérations. Il est par conséquent recommandé de conserver, aussi longtemps que possible, certains des membres clés du personnel en poste pendant la phase d'exploitation de l'installation. Leur connaissance et leur expérience peuvent jouer un rôle crucial pour assurer, dans un premier temps, que la sûreté de certaines activités n'est pas compromise par un manque de connaissance de l'installation et de ses antécédents d'exploitation et, dans un deuxième temps, qu'il existe une source d'informations connaissances et d'expériences pertinentes disponible pour la formation des nouvelles recrues.

Cependant, en toute hypothèse, une formation spéciale sera vraisemblablement requise pour certaines tâches complexes ou inhabituelles pour lesquelles on aura besoin de modèles et de simulateurs de formation spécifiques. Des dispositions appropriées sont à prévoir pour répondre à ces besoins.

Prévention d'une perte de la culture de sûreté

Le personnel, qu'il s'agisse d'anciens membres du personnel d'exploitation ou de contractants extérieurs, peut entretenir l'impression que l'installation nucléaire est beaucoup moins dangereuse pendant la phase de démantèlement que pendant la phase d'exploitation. Bien que cela soit vrai jusqu'à un certain point, il convient de se garder d'une telle attitude car elle peut entraîner un relâchement de la vigilance indispensable pour assurer la permanence de la sûreté. Comme dans le cas de la préservation des connaissances, il est important de conserver des membres du personnel déjà imprégnés de la culture de sûreté opérationnelle pour qu'ils puissent la transmettre aux nouvelles recrues. Dans ce contexte, comme dans celui de la préservation des connaissances, il est prudent, par exemple, du point de vue de la gestion du personnel, de rapprocher les plages de vulnérabilité et les départs programmés de personnel clé à la retraite. Il est également important de reconnaître que, au fur et à mesure que le projet avance et que les compressions de personnel deviennent d'actualité, le moral peut s'en ressentir, d'où une perte de vigilance ou de culture de la sûreté. Ce problème nécessite lui aussi une gestion prudente.

Échange d'expérience des opérations de démantèlement

Le démantèlement des installations nucléaires est une activité encore relativement récente et du fait que, contrairement à l'exploitation courante normale, il s'agit d'une activité « ponctuelle » sur une installation donnée, l'expérience en la matière demeure relativement lacunaire. Des échanges d'informations, voire de personnel, entre divers projets de démantèlement devraient donc contribuer au perfectionnement du personnel et aider à réduire l'incidence des erreurs récurrentes et des accidents évitables. Toutefois, cela ne va pas sans difficulté car les activités de démantèlement comportent un certain nombre de particularités qui ne s'appliquent pas aux opérations habituelles effectuées dans les centrales. Par exemple :

- Les activités de démantèlement ne sont généralement pas répétitives sur un site.
- La collecte des données est une tâche compliquée pendant le démantèlement d'une installation.
- Les ressources disponibles pour les centrales en cours de démantèlement sont généralement chiches et dédiées au projet lui-même, et non pas à l'échange d'informations.
- Les contractants spécialisés dans le démantèlement assimilent leur expérience à une propriété intellectuelle et répugnent à la diffuser publiquement. Aussi ne voient-ils pas l'intérêt de constituer un dossier étayé sur les enseignements tirés, lorsqu'ils envisagent de se désengager de l'industrie nucléaire.

Implication des parties prenantes

La participation effective de l'ensemble des parties prenantes est un facteur crucial pour la réussite d'un projet de démantèlement. Par parties prenantes, on entend la collectivité locale et le personnel. Il faut communiquer à ces acteurs des informations fiables et transparentes sur les plans et les programmes, respecter les engagements pris, se tenir constamment prêt à répondre aux questions et à écouter les commentaires, et développer des relations de confiance. Il faut aussi fournir des informations valides sur les questions de sûreté et d'environnement, y compris la gestion des déchets, et tenir pleinement compte des préoccupations au sujet des conséquences pour la collectivité, telles que les pertes d'emploi, la nécessité d'activités économiques de substitution et l'utilisation future du site.

Il faudra en particulier discuter avec les parties prenantes des modalités et de la date à retenir pour changer le système d'intervention d'urgence en cas de

conséquences sur le site et hors site en place pendant l'exploitation de la centrale. On reconnaît par là que le démantèlement correspond à une élimination progressive des risques et qu'il est par conséquent naturel de réduire les contre-mesures et les coûts y afférents.

Quant aux canaux de communication de ces informations, toutes les techniques ont un rôle à jouer, depuis les classiques réunions, séminaires, débats et fourniture de dossiers d'informations pour les débats locaux, aux programmes de télévision et aux sites web, complétés le cas échéant par des « salons de discussion ». Le choix du moment est un facteur décisif. Les collectivités où des installations sont mises à l'arrêt avant la fin de leur vie utile doivent faire l'objet d'une campagne de communication spéciale en raison de la suppression de certains emplois.

CONCLUSIONS

On peut définir le déclassement d'une installation nucléaire comme les actions administratives et techniques ayant pour but, une fois l'installation retirée du service, de permettre la levée du contrôle réglementaire la concernant et d'affranchir le titulaire de l'autorisation d'exploitation de la responsabilité de sa sûreté, qui lui incombait lorsque l'installation était exploitée en tant qu'installation nucléaire autorisée.

De l'avis général, les risques radiologiques liés aux opérations de démantèlement d'une installation nucléaire sont nettement moins élevés que ceux liés à une exploitation normale. Cela tient au fait que l'enlèvement des éléments combustibles et des matières radioactives présents dans les systèmes, et le conditionnement et l'enlèvement des déchets d'exploitation, contribuent considérablement à réduire le volume, la composition et la distribution des radionucléides à l'intérieur de l'installation.

L'effet positif de la réduction de l'inventaire radioactif est encore amplifié pendant le démantèlement par l'élimination ou la réduction de certains des risques les plus notables tels que les pressions et températures élevées. Cependant, bien que ces risques puissent être atténués, d'autres risques plus classiques peuvent être introduits ou accrus. Il convient également de être conscient que la nécessité incontournable de mettre progressivement hors service les systèmes de sûreté et de détruire les barrières de confinement afin de parvenir à une réduction des risques à long terme, peut accroître provisoirement les risques à court terme. Les divers risques ou facteurs qui doivent être pris en compte eu égard aux principaux objectifs d'une démarche de sûreté sont examinés ci-dessous.

Le problème clé dans le démantèlement des installations nucléaires est l'élimination progressive des risques, au moyen d'une série d'actions de décontamination et de démantèlement qui doivent être réalisées de façon sûre et dans les limites d'un dossier de sûreté approuvé. Le dossier de sûreté sur le démantèlement est un document stratégique destiné à analyser ces risques, et les différentes phases nécessaires pour réduire les risques. La fourniture du dossier de sûreté est l'un des trois principaux piliers sur lesquels repose la sûreté du

démantèlement. Les deux autres sont l'évaluation des risques et la mise en oeuvre de méthodes techniques et de modalités de gestion destinées à éliminer les risques.

Le dossier de sûreté sur le démantèlement d'une installation diffère du dossier de sûreté relatif à son exploitation. Il doit être actualisé au fur et à mesure des changements et des transformations qui interviennent dans la situation de l'installation, y compris dans sa gestion. À cet égard, les évaluations de la sûreté et de l'environnement occupent une place importante dans le dossier de sûreté.

Le dossier de sûreté sur le démantèlement nécessitera une caractérisation de l'installation, une évaluation de la sûreté et, le plus souvent, une évaluation environnementale spécifiques. Dans le contexte de l'évaluation de la sûreté, il est important d'étudier les aspects non radiologiques car, dans le démantèlement, ils peuvent l'emporter sur certains aspects radiologiques. Il est également clair que les différentes approches stratégiques du démantèlement, et la diversité des installations concernées, rendront inévitable l'établissement de dossiers de sûreté qui reflèteront les particularités de la situation et le moment de leur réalisation. Leur élaboration devra se faire sur une base individuelle, propre à chaque site.

Les éléments présentés constituent une contribution étoffée et solide à un dossier de sûreté sur le démantèlement qui pourra être utilisée avec profit par les personnes et les organisations qui sont sur le point d'établir un tel dossier. Quant aux orientations et aux informations sur les questions relatives à la sûreté du démantèlement, les pays et organisations sont invités à échanger largement leurs connaissances. Les organisations internationales telles que l'AIEA, l'AEN/OCDE, le WPDD et le CPD ainsi que le Réseau européen ALARA veillent à la diffusion d'informations sur les pratiques recommandables et sûres et à la mise en oeuvre de l'expérience acquise et des pratiques exemplaires dans les projets de démantèlement en cours.

RÉFÉRENCES

- [1] Collection Normes de sûreté de l'AIEA:
- a) WS-G-2.1, Déclassement des centrales nucléaires et des réacteurs de recherche, Vienne 1999;
 - b) WS-G-2.2, Déclassement des installations médicales, industrielles et de recherche, Vienne 1999; et
 - c) WS-G-2.4, Déclassement des installations du cycle du combustible, Vienne 2001.
- [2] UK HSE "Guidance for Inspectors on Decommissioning on Nuclear Licensed Sites".
- [3] USNRC NUREG-1757, vol 1-3, septembre 2002.
- [4] Decommissioning Handbook, US DOE/EM-0383, janvier 2000.
- [5] OCDE/NEA Strategy Selection for the Decommissioning of Nuclear Facilities, Seminar Proceedings Tarragone Espagne 1-4 septembre 2004;
- IAEA TECDOC-1394 Planning, Managing and Organizing the Decommissioning of Nuclear Facilities: Lesson learned, mai 2004.
- [6] USNRC Licence Termination Rule of 1997, (62 FR 39058).
- [7] Décret allemand sur la radioprotection de 2001.
- "Décret de transposition des directives Euratom relatives à la radioprotection du 20 juillet 2001", publié dans *Bundesgesetzblatt* 2001 partie I p. 1714; texte également disponible sur www.bmu.de.
- [8] Directive fixant les normes de base de la CE, Directive 96/29/Euratom du 13 mai 1996.

LES ÉDITIONS DE L'OCDE, 2, rue André-Pascal, 75775 PARIS CEDEX 16
IMPRIME EN FRANCE