



Comment tirer parti de l'expérience: tour d'horizon international

Les opérations de déclassement dans le monde et rôle de l'AIEA dans la coopération

par M.A. Feraday

Mettre une installation définitivement hors service – la déclasser comme on dit généralement – est une opération industrielle courante que l'on se représente souvent comme faisant intervenir une boule de démolition géante et une grue. Les installations et les bâtiments peuvent se dégrader, être périmés ou leur entretien peut devenir trop coûteux. Dans de nombreux cas on se contente de les démolir ou de les démonter. Dans d'autres cas on les nettoie, les remet en état et les adapte à d'autres usages, non nécessairement industriels. Plusieurs options sont offertes.

Dans les années à venir, les opérations de déclassement prendront de plus en plus d'importance dans l'industrie nucléaire. Après des dizaines d'années d'exploitation, de nombreuses installations doivent être arrêtées définitivement et il faut décider de leur sort. Pour certaines d'entre elles, le choix est fait et les travaux sont en cours.

Pour la planification des opérations futures, l'expérience acquise dans le déclassement des installations industrielles, nucléaires ou autres, sera d'une très grande utilité pour assurer en toute sécurité et de façon rationnelle la mise à l'arrêt définitive des réacteurs nucléaires. Il en sera de même des techniques, des matériels et des méthodes d'avant-garde qui font actuellement l'objet d'études, d'essais ou de démonstrations dans certaines applications particulières sur des sites nucléaires. Il n'en reste pas moins que beaucoup reste à faire dans de nombreux domaines.

La série d'articles qui suit fait un tour d'horizon du problème et expose certaines opérations menées actuellement dans le monde entier.

La décontamination et le déclassement des installations nucléaires présente un grand intérêt sur le plan international, car bon nombre d'entre elles sont sur les rangs. A titre d'exemple, plus de 100 des 270 réacteurs de recherche et d'essai existant de par le monde sont en service depuis plus de 20 ans. Certains auront bientôt dépassé leur durée de vie utile. Par ailleurs, le déclassement de vieilles centrales nucléaires comme celles de Gundremmingen-A, en République fédérale d'Allemagne, de Windscale (à réacteur avancé refroidi par gaz) au Royaume-Uni et de Shippingport aux Etats-Unis d'Amérique est actuellement en cours.

On estime que, d'ici l'année 2010, des réacteurs représentant l'équivalent de plus de 50 gigawatts électriques (GWe) pourraient être bons pour le déclassement dans les pays membres de l'Organisation de coopération et de développements économiques (OCDE). En 2030 il y en aura d'autres qui représenteront 330 GWe supplémentaires.

Enfin, de nombreuses installations relevant ou non du cycle du combustible nucléaire nécessitent actuellement de grosses réparations ou doivent être déclassées. Rien qu'aux Etats-Unis, plus de 50 sites, autrefois utilisés pour le traitement des résidus de minerai, et 500 autres installations excédentaires encore en service, doivent être déclassées. Les installations du cycle du combustible nucléaire comprennent des usines de fabrication, de transformation et de retraitement du combustible, des

M. Feraday est un membre de la Division du cycle du combustible nucléaire de l'AIEA.

Dessin: W. Kalabis

Ouvrages techniques à consulter

On trouve des renseignements techniques concernant divers problèmes que posent la décontamination et le déclassement des installations nucléaires dans de nombreux rapports qui reprennent divers travaux faits en collaboration avec des Etats Membres de l'AIEA. Rédigés et publiés par les soins de l'Agence, il s'agit notamment de* :

- *Decommissioning of Nuclear Facilities*, IAEA-TECDOC-179 (1975)
- *Decommissioning of Nuclear Facilities*, IAEA-TECDOC-205 (1977)
- *Sûreté de l'exploitation des centrales nucléaires, y compris les essais de mise en service et l'arrêt définitif*: Code de bonne pratique, AIEA, Collection Sécurité n° 50-C-O (1979)
- *La désaffectation des usines nucléaires*, comptes rendus d'un colloque international organisé conjointement par l'OCDE/AEN et l'AIEA (1979)
- *Manual on Decontamination of Surfaces*, AIEA, Collection Sécurité n° 48 (1979)
- *Factors Related to the Decommissioning of Land-Based Nuclear Reactor Plants*, AIEA, Collection Sécurité n° 52 (1980)
- *Decommissioning of Operational Nuclear Power Plants*, IAEA-TECDOC-248 (1981)
- *Decommissioning of Nuclear Facilities: Decontamination, Disassembly, and Waste Management*, AIEA, Collection Rapports techniques n° 230 (1983)
- *Decontamination of Nuclear Facilities to Permit Operation, Inspection, Maintenance, Modification, or Plant Decommissioning*, AIEA, Collection Rapports techniques n° 249 (1985)
- *The Methodology and Technology of Decommissioning of Nuclear Facilities*, AIEA, Collection Rapports techniques (sous presse)
- *Safety in Decommissioning of Research Reactors*, AIEA, Collection Sécurité (sous presse).

* Voir la section *Keep Abreast* («Tenez-vous au courant») pour le passage des commandes. Les documents TECDOC ne sont généralement disponibles que sur microfiches.

cellules chaudes, des laboratoires et des bâtiments d'entreposage. Parmi les installations qui ne relèvent pas du cycle du combustible citons les hôpitaux, les laboratoires de recherche et les fabriques de produits pharmaceutiques où l'on manipule des radioisotopes.

Pas de problèmes techniques majeurs

Au cours des 35 dernières années, on a accumulé une expérience pratique et technique considérable dans le déclassement et la récupération de nombreux types d'installations nucléaires. Aucun grand réacteur de puissance n'a encore été totalement démantelé mais les experts s'accordent en général pour reconnaître que, quelle que soit la séquence des étapes, aucun problème technique majeur n'empêche, avec les moyens techniques que l'on possède aujourd'hui, d'assurer en toute sécurité le déclassement de n'importe quelle installation nucléaire. Les études théoriques comme les travaux déjà effectués corroborent cette manière de voir.

On s'accorde généralement à reconnaître que les coûts de démantèlement et d'élimination des déchets des installations nucléaires ne représenteront qu'une faible part du prix de l'électricité facturé à l'utilisateur.

Certes des progrès ont été réalisés dans la mise au point des techniques et des méthodes mais il reste

encore beaucoup à faire pour perfectionner les matériels et les techniques, réduire les coûts, et ramener les expositions du personnel aux niveaux les plus bas qu'il est raisonnablement possible d'atteindre compte tenu des considérations économiques et sociales. Il faut en arriver à disposer de tous les moyens techniques nécessaires aux grandes étapes d'un programme de déclassement.

Une opération en plusieurs étapes

Le déclassement d'une grande installation nucléaire telle qu'un grand réacteur de puissance est une opération assez complexe, qui se fait en plusieurs étapes et nécessite une parfaite planification, le matériel voulu, des installations d'entreposage et d'élimination ainsi qu'un personnel parfaitement qualifié.

Une fois qu'il a été décidé de déclasser une installation et que les formalités préalables ont été accomplies tant sur le plan socio-politique que sur le plan réglementaire, les grandes étapes du déclassement sont, en résumé, les suivantes:

- Calcul de la radioactivité résiduelle dans l'installation
- Etablissement de plans détaillés pour les opérations de déclassement, le financement, la sûreté et la gestion des déchets
- Obtention de l'approbation réglementaire définitive
- Décontamination de l'installation
- Démantèlement de l'installation
- Caractérisation des déchets et triage en vue de leur réutilisation ou de leur élimination dans un dépôt souterrain ou comme matériaux de remblayage
- Conditionnement, immobilisation et emballage des déchets
- Transport des déchets vers une décharge
- Nettoyage du site pour en assurer le libre usage
- Elimination des déchets dans des sites convenant à leur niveau de radioactivité
- Communication de données d'expérience aux concepteurs de nouvelles installations.

Nécessité d'une stratégie nationale

Pour pouvoir déclasser ses installations nucléaires efficacement, en toute sûreté et économiquement, il faudrait que chaque pays arrête une stratégie en sorte que les grandes opérations d'un programme de déclassement puissent se dérouler selon un calendrier bien coordonné et conformément aux intérêts nationaux. Cette stratégie doit assurer que les moyens techniques et les méthodes nécessaires à l'exécution de chaque étape existent bien. Par exemple, il faut qu'il existe des installations convenables d'évacuation ou d'entreposage, faute de quoi il est impossible d'aller au-delà de la troisième étape indiquée plus haut.

Bien que les installations nucléaires et les déchets diffèrent considérablement, les plans, ainsi que bon nombre des moyens techniques employés pour les étapes exposées précédemment, sont analogues et peuvent être adaptés à différents types d'installations.

Les pays qui n'ont pas de programmes de déclassement très au point peuvent obtenir une assistance auprès d'organisations internationales comme l'AIEA ou d'autres pays qui ont des programmes très élaborés.

Le programme de déclassement de l'AIEA

Depuis 1973, année où l'AIEA a inscrit le déclassement dans ses programmes, divers documents de l'Agence exposant les besoins des Etats Membres en la matière ont été publiés (voir liste en encadré). Ces rapports résument les travaux effectués par divers comités techniques, groupes consultatifs et colloques internationaux sur divers sujets intéressant le déclassement et la décontamination. Les documents que l'Agence a déjà publiés à ce propos ont reçu un accueil favorable de la part des techniciens et constituent une source précieuse de renseignements pour les Etats Membres et notamment pour les pays en développement qui veulent entreprendre des opérations de déclassement.

Pour répondre à l'intérêt que le monde entier porte au déclassement et aux besoins des Etats Membres, l'AIEA a, au cours des dernières années, étendu ses travaux dans ce domaine. Il a été décidé qu'ils seraient considérablement intensifiés à l'avenir. Un examen très poussé des programmes et des besoins des Etats Membres a conduit à élaborer un programme à long terme fondé sur le principe des systèmes intégrés couvrant toutes les étapes techniques et réglementaires que suppose le déclassement

des installations nucléaires. La base de données que ce travail permettra d'établir est indispensable pour que les Etats Membres puissent assurer le déclassement de leurs installations nucléaires en toute sûreté, en temps voulu et économiquement et l'Agence est en mesure de répondre aux demandes d'assistance.

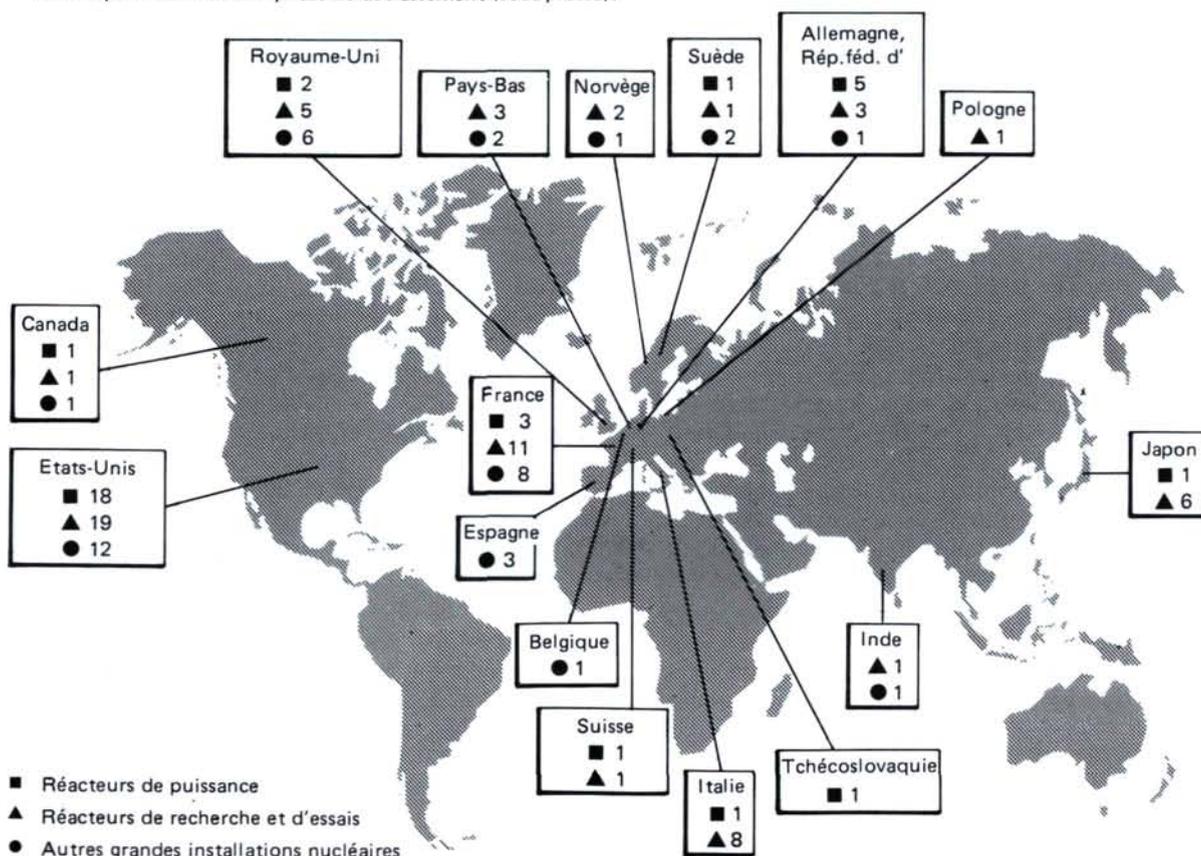
Le programme de l'Agence a pour but d'aider les Etats Membres à acquérir les connaissances dont ils ont besoin pour déclasser leurs installations nucléaires. A cette fin, l'Agence recueille, évalue et diffuse des renseignements sur les éléments techniques, réglementaires et économiques les plus récents intéressant les opérations de déclassement; elle fournit aux Etats Membres une assistance et des conseils techniques pour les aider à arrêter des programmes convenables et à planifier et exécuter leurs opérations de déclassement; elle coopère à l'élaboration de directives, de codes et de guides de sûreté sur ce sujet.

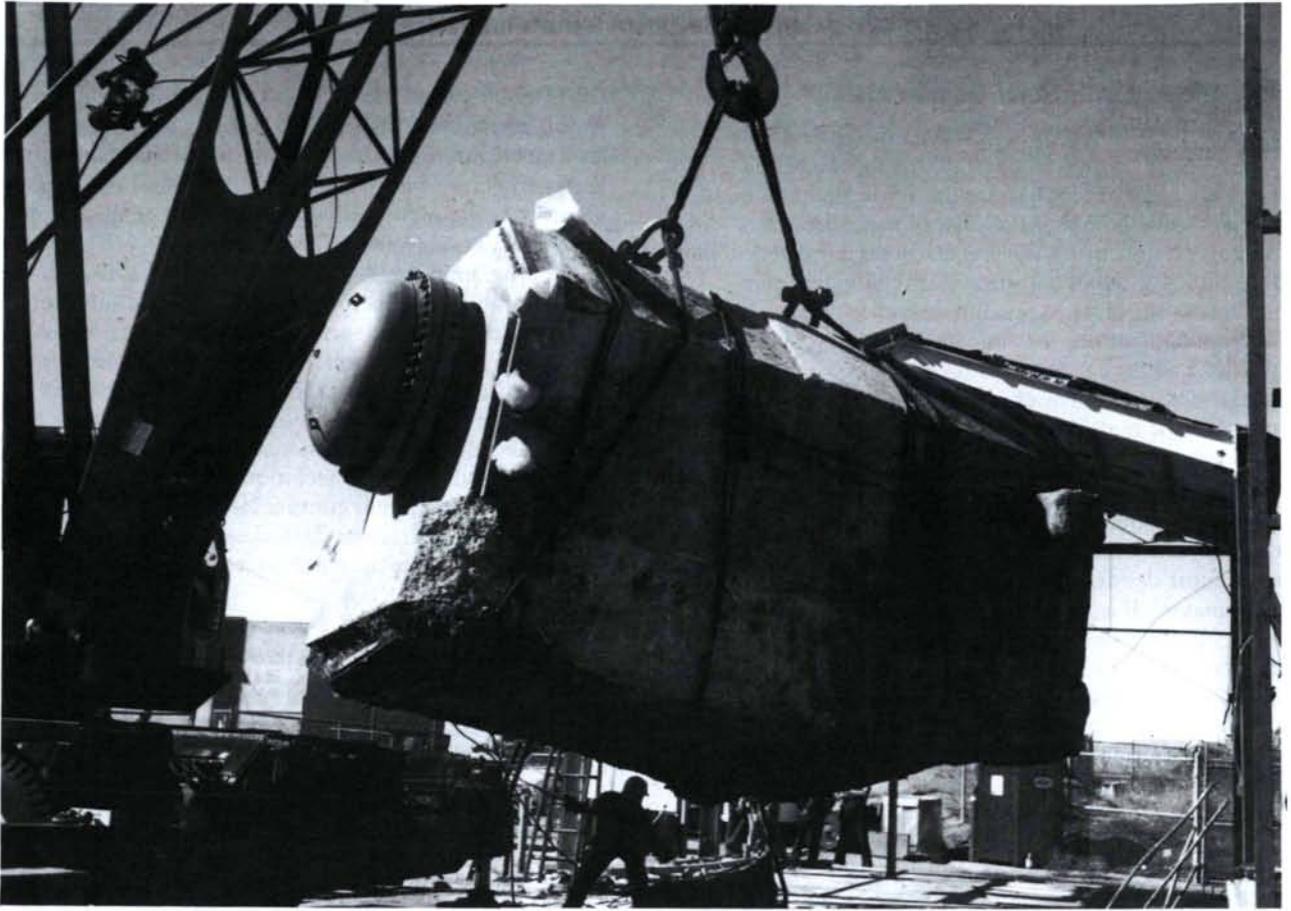
Base de données sur le déclassement

La base de données centralisée dont l'établissement se poursuit couvrira tous les domaines techniques et réglementaires de la décontamination et du déclassement.

Les opérations de déclassement dans le monde

Au cours des 35 dernières années, on a acquis une expérience considérable du déclassement et de la transformation de nombreux types d'installations nucléaires. D'autres en sont ou en seront bientôt à diverses phases de déclassement. En tout, quelque 134 installations nucléaires, réparties dans 16 pays, figurent sur la liste de l'AIEA qui indique les opérations de déclassement achevées, prévues ou en cours. Le rapport technique de l'AIEA intitulé *The Methodology and Technology of Decommissioning of Nuclear Facilities* contient des tableaux très complets des installations nucléaires précisant leur type, leur emplacement et leur phase de déclassement (sous presse).





Cuve de réacteur dont on enlève la protection de béton avant transport pour enfouissement. (Photo: Rockwell International)

Un rapport déjà paru* expose les grands principes et les facteurs dont il faut tenir compte pour déclasser méthodiquement et en toute sécurité les réacteurs nucléaires terrestres. Le rapport examine les critères de planification, de gestion, d'assurance de la qualité et d'émission de rejets, qu'il faut observer pour mener à bien toute opération de déclassement. Un autre rapport paru plus tard** expose des considérations d'ordre technique importantes pour les opérations de déclassement, examine brièvement les méthodes existantes de décontamination et de démontage d'une installation nucléaire et indique les domaines où il est possible d'apporter des améliorations aux méthodes.

D'une manière générale, les déchets que produit le déclassement d'une installation nucléaire ne diffèrent guère des autres déchets radioactifs. Les méthodes relatives à leur traitement, leur conditionnement, leur entreposage, leur transport et leur élimination étant suffisamment traitées dans d'autres rapports de l'AIEA, l'Agence n'envisage pas, pour l'immédiat, de publier de nouveaux documents sur les rejets dus aux opérations de déclassement.

Deux autres rapports traitent plus en détail des aspects techniques des opérations de déclassement. L'un expose les moyens techniques employés ou à l'étude pour

décontaminer les installations nucléaires, tant aux fins de déclassement que pour faciliter l'exploitation, l'inspection, l'entretien et la modification des installations en service*.

Le second fait un tour d'horizon des méthodes et des techniques les plus récentes auxquelles on a recours pour déclasser les installations nucléaires**. Il complète et corrobore les renseignements déjà publiés et donne en particulier des renseignements détaillés dans des domaines techniques non traités ailleurs, et notamment le coût et le financement des opérations de déclassement.

Le rapport comporte trois annexes détaillées. La première donne des détails sur les réacteurs, et autres installations nucléaires qui ont été déclassés récemment ou le seront sous peu. La seconde passe en revue les outillages classiques et spécialisés qui servent à la démolition ou au démontage selon le cas des cuves de réacteur, des structures en béton, des canalisations et autres composants. Parmi les techniques exposées nous citerons: le chalumeau à arc de plasma, le sectionnement par explosion, la boule de démolition, la lance à fusion de thermitite, les scies à métaux, les grandes scies à béton, les robots industriels, les systèmes montés sur véhicule télécommandé ainsi que l'emploi de ces matériels

* *Factors Related to the Decommissioning of Land-Based Nuclear Reactor Plants*, Collection Sécurité de l'AIEA n° 52 (1980).

** *Decommissioning of Nuclear Facilities: Decontamination, Disassembly, and Waste Management*, Collection Rapports techniques de l'AIEA n° 230 (1983).

* *Decontamination of Nuclear Facilities to Permit Operation, Inspection, Maintenance, Modification, or Plant Decommissioning*, Collection Rapports techniques de l'AIEA n° 249 (1985).

** *The Methodology and Technology of Decommissioning Nuclear Facilities*, Collection Rapports techniques de l'AIEA (sous presse).

Le déclassément: ses buts et ses phases

Dans l'industrie nucléaire, on entend par «déclassément» les mesures prises à la fin de la vie utile d'une installation pour la retirer du service sans nuire à la santé et à la sécurité des préposés aux opérations de déclassément et des particuliers, ni compromettre l'intégrité de l'environnement. Ces mesures peuvent aller de la simple fermeture de l'installation (dont on enlève un minimum de matières radioactives et dont on continue à assurer la surveillance et l'entretien) à l'élimination complète de toute activité résiduelle dépassant des niveaux qui empêcheraient d'utiliser librement le site ou l'installation. Toutes les mesures de déclassément ont essentiellement pour but d'en permettre le nettoyage en sorte que, une fois les opérations terminées, on puisse en disposer librement, sans aucune restriction.

Les phases de déclassément

Dans le présent contexte, on entend par phase un ensemble de conditions caractérisant l'installation en cours de déclassément. Il ne s'agit nullement d'une séquence étape par étape et l'installation ne doit pas nécessairement passer par les trois phases décrites ci-après. Par exemple, selon la stratégie adoptée, la phase 3 peut suivre immédiatement la phase 2 ou n'avoir lieu que cent ans plus tard; de même l'exploitant peut procéder directement à la phase 3 sans passer par les phases précédentes.

Les trois phases généralement retenues pour le déclassément sont les suivantes:

- **Phase 1.** On maintient la première barrière de confinement telle qu'elle était pendant l'exploitation mais on obture de façon permanente les ouvertures ménagées pour les traversées. L'enceinte de confinement et son atmosphère sont maintenues dans un état correspondant au risque qu'elle comporte. Une surveillance, des contrôles radiologiques et des inspections ont lieu pour vérifier que l'installation reste en bon état.

- **Phase 2.** On réduit au minimum les dimensions de la première barrière de protection en enlevant les parties faciles à démanteler. On renforce l'étanchéité de la barrière par des moyens physiques et prolonge éventuellement l'écran biologique de façon à ce qu'il entoure complètement la barrière. Après décontamination, on peut modifier ou enlever l'enceinte de confinement si elle n'est plus indispensable à la sûreté radiologique. L'accès au bâtiment peut être autorisé. Les bâtiments non radioactifs se trouvant sur le site peuvent être employés à d'autres fins. Les mesures de surveillance et les inspections peuvent devenir moins strictes mais il convient de procéder à des contrôles ponctuels.

- **Phase 3.** On enlève tous les matériaux, les équipements et les parties de l'installation qui présentent encore une forte radioactivité. L'installation et le site sont alors libérés pour libre usage, sans aucune restriction. Les inspections et les contrôles sont alors inutiles.

Quelques facteurs importants

Dans le choix des étapes de déclassément, il faut tenir compte d'un grand nombre de facteurs importants intéressant la réglementation, la technique, la sûreté, l'environnement et les aspects sociaux. Nous citerons notamment les considérations de stratégie nationale, l'existence de moyens financiers suffisants, de terrains d'entreposage ou d'évacuation, de bonnes méthodes de décontamination et de bons appareils de démontage et un personnel parfaitement qualifié. Il faut en outre tenir compte de l'état des bâtiments, de l'usage que le propriétaire entend faire du site, de l'existence d'autres sites nucléaires convenables, de questions sociales ou environnementales et des risques que les opérations de déclassément peuvent présenter pour le personnel et les particuliers.

dans l'industrie nucléaire et les critères auxquels ils doivent satisfaire. De nombreux Etats Membres réalisent des ensembles de manipulation télécommandés très perfectionnés, des systèmes télécommandés de manutention par robots et autres moyens techniques d'avantgarde pour leurs opérations futures de déclassément.

En complément de ces rapports, l'AIEA prépare ou envisage de publier des rapports techniques sur des questions liées au déclassément telles que: méthodes pour réduire les expositions professionnelles; technique, sûreté et économie des opérations de recyclage; décontamination et démolition des structures en béton et en acier; surveillance pour s'assurer que les critères de libre réutilisation sont respectés; état et application des techniques de télécommande servant au déclassément; élaboration de procédures réglementaires.

Normes de déclassément

Pour les opérations de déclassément comme pour toutes les autres opérations nucléaires, il faut fixer des normes pour protéger le personnel, les particuliers et l'environnement contre des dangers nucléaires inacceptables que ces opérations pourraient présenter. Les procédures, normes et matériels retenus pour garantir la sûreté des opérations dépendent de nombreux facteurs, dont le type d'installation, l'importance et les caractéristiques des matières radioactives qui s'y trouvent, le matériel dont on dispose, le site et l'implantation de l'installation.

Les normes appliquées pendant l'exploitation normale des installations nucléaires, par exemple celles qui ont trait à la radioprotection, à l'élimination des déchets, au transport, à la composition des effluents atmosphériques et aqueux, restent valables pour les opérations de déclassément, mais il faut en outre fixer des normes pour la libre disposition ou l'élimination des matériaux des équipements des installations et des sites tant aux fins du déclassément, que de gestion des déchets.

Une fois élaborées par les organismes nationaux ou internationaux, ces normes doivent être approuvées par les autorités nationales pour être applicables dans chacun des Etats Membres.

Par le passé, des normes *ad hoc* ont été adoptées cas par cas pour assurer la libre disposition ou le recyclage de certains éléments. Voici quelques exemples:

- En République fédérale d'Allemagne, on a déclassé complètement le navire nucléaire *Otto Hahn* en enlevant tous les composants nucléaires et en éliminant l'activité résiduelle. Le navire est aujourd'hui utilisé comme un navire ordinaire.

- Quelque 900 tonnes de ferraille provenant de la centrale nucléaire de Würgassen en RFA ont été décontaminées et réutilisées comme ferraille de type courant.

- Aux Etats-Unis, il a été possible de nettoyer des sites et des installations nucléaires et d'en assurer la libre disposition grâce aux directives données en la matière par la Commission de la réglementation nucléaire.

La pratique qui consiste à appliquer des critères fixés en fonction de cas d'espèce et pour des circonstances particulières a donné d'assez bons résultats. Cependant,

aux fins d'application pratique, il est souhaitable d'arrêter un ensemble de principes généraux régissant la libre disposition. Ainsi:

- Les volumes importants de déchets de très faible radioactivité provenant des opérations de déclassement et autres peuvent être évacués sous forme de matériaux de remblayage, ce qui est généralement moins coûteux que la moins coûteuse des formules d'enfouissement à faible profondeur dans une décharge pour déchets radioactifs.
- Il est possible de recycler des métaux onéreux provenant des installations déclassées et de réutiliser les matériels et des sites coûteux.

Principes radiologiques internationaux

Par le passé, l'AIEA s'est intéressée à élaborer des principes internationaux régissant l'élimination des matériaux radioactifs représentant un danger minime pour la santé. Des groupes de travail de l'AIEA ont étudié les éléments dont il fallait tenir compte pour définir les quantités et les types de déchets qui pourraient être évacués dans la mer sans permis spécial ou enfouis dans la terre sans qu'un contrôle réglementaire s'impose.

Les études en cours concernant les exemptions ont pour but d'établir un ensemble de principes ou de règles radiologiques généralement applicables dans les cas où il semble justifié d'accorder une dérogation aux prescriptions ou aux règlements en vigueur. Il est vraisemblable que les principes régissant les exemptions disposeront que chaque situation pour laquelle une exemption est envisagée sera l'objet d'une étude particulière afin de déterminer si les règles radiologiques sont bien respectées. Cette disposition vise essentiellement à empêcher que les procédures d'exemption ne donnent lieu à des abus et à éviter une pollution généralisée par des matériaux à faible radioactivité. Cependant il est encore possible d'accorder des exemptions plus générales, pour l'élimination de types de déchets bien précis par des voies bien définies.

L'AIEA, l'Agence de l'OCDE pour l'énergie nucléaire, l'Organisation mondiale de la santé et l'Organisation internationale du travail coopèrent actuellement à l'établissement des grands principes qui doivent régir les

exemptions. Par ailleurs l'AIEA prépare un rapport où seront exposées les méthodes d'application des principes régissant les exemptions afin de déterminer les quantités qui, dans la pratique, peuvent être évacuées dans des dépôts municipaux de remblayage ou éliminées par incinération.

Une autre étude est en cours, qui doit permettre d'appliquer les règles d'exemption et de mettre au point des méthodes de modélisation pour évaluer quelles sont, dans la pratique, les quantités de matériaux que l'on peut exempter aux fins d'évacuation des déchets provenant des opérations de déclassement ou d'un recyclage ultérieur du matériel et des matériaux.

Pour le déclassement d'une installation nucléaire, il importe qu'il existe des normes et des moyens de vérification pour séparer de l'ensemble des déchets, les déchets de faible radioactivité qui entrent dans la catégorie exemptée. D'une manière générale il existe trois catégories de matières exemptées:

- Les déchets proprement dits qui doivent être évacués dans des sites de remblayage
- Les métaux utiles qu'il est possible de fondre et de recycler
- Les matériels coûteux qu'il est possible de réutiliser.

Ce qui importe le plus sans doute est qu'il existe des critères et des instruments appropriés pour trier la première de ces trois catégories de déchets aux fins d'évacuation. En effet, ce sont eux qui occupent le plus de volume et la différence des coûts entre une évacuation sous forme de remblai et une évacuation dans un dépôt pour déchets nucléaires est généralement très grande.

Echange d'expérience

Indépendamment des activités que nous venons de décrire, l'AIEA entretient des rapports et coopère activement avec de nombreux organismes nationaux et internationaux dans les divers domaines du déclassement et de la décontamination des installations nucléaires. Elle cherche par là à éviter les chevauchements et les doubles emplois et à les faire bénéficier au maximum de son expérience.

