

COMMENT FAIRE MIEUX AVEC MOINS

RECOMMANDATIONS TECHNIQUES POUR REDUIRE AU MINIMUM LES DECHETS RADIOACTIFS

PAR RUDOLF BURCL, MICHELE LARAIA ET ARNOLD BONNE

A l'heure où les considérations écologiques et financières influent largement sur les opérations industrielles, l'exploitation efficace des installations nucléaires et la gestion des déchets qui en résultent acquièrent une nouvelle dimension. Une question clé qui ressort du processus de prise de décisions s'avère être la définition de moyens permettant de réduire au minimum les déchets radioactifs par souci de maîtrise des coûts. Toutefois, si l'on s'attache uniquement aux considérations de coûts, on risque de trop simplifier la question et d'occasionner d'autres inconvénients, surtout dans le domaine de la gestion des déchets radioactifs, où de nombreux facteurs entrent en jeu et où le moment auquel les décisions doivent être prises a son importance.

Dans ses documents techniques, l'AIEA définit la réduction au minimum des déchets comme un concept englobant la réduction de la quantité mais aussi de la radioactivité des déchets au niveau le plus bas que l'on puisse raisonnablement atteindre. Toutefois, cette définition ne rend pas compte de la complexité de l'opération, qui s'inscrit dans le cadre plus large d'une gestion globale des déchets et d'une culture de sûreté visant à réduire efficacement les impacts radiologiques et écologiques des déchets produits.

Une stratégie mal adaptée de réduction au minimum des

déchets pourrait s'avérer être une "arme à double tranchant", susceptible d'un côté de générer des économies d'ordre financier mais, de l'autre, de présenter de nouveaux risques ou de transformer les risques inhérents à l'installation. En matière de réduction au minimum des déchets, il convient de comparer systématiquement le gain financier avec d'autres éléments, notamment ceux liés à la sûreté des travailleurs et du grand public.

Le présent article passe en revue les grands aspects techniques de la stratégie de réduction au minimum des déchets et signale les éléments devant entrer en ligne de compte dans le processus de prise de décisions. L'accent porte essentiellement sur l'exploitation et le déclassé des centrales nucléaires, car ces activités constituent de grandes sources de déchets radioactifs et devraient se prêter le mieux à l'application de la stratégie et des techniques de réduction au minimum des déchets. Néanmoins, les autres producteurs de déchets peuvent également recourir aux méthodes appropriées de réduction au minimum des déchets.

BILAN DE LA SITUATION

La réduction au minimum des déchets comporte des aspects organisationnels, technologiques et économiques. Chaque projet doit donc être soigneusement évalué en tenant compte des conditions et des circonstances particulières. Le type d'évaluation nécessaire, son niveau de détail et

l'exhaustivité des examens effectués par des organes internes et/ou des organismes de réglementation doivent être en rapport avec le degré d'importance des changements. De toute évidence, certains types de déchets posent plus de problèmes que d'autres et leur production doit être évitée à tout prix. C'est le cas des déchets radioactifs qui sont en même temps chimiquement toxiques et que l'on qualifie souvent de déchets mixtes.

Les avantages réels des projets de réduction au minimum des déchets sont proportionnels à leur complexité et à leur portée. L'exécution de projets nationaux ou de projets d'entreprises portant sur une ou plusieurs installations nucléaires, ou encore l'application systématique de mesures destinées à améliorer les applications des radionucléides devraient donner les meilleurs résultats.

La planification et l'exécution de grands projets complexes de réduction au minimum des déchets supposent généralement l'étude des éléments suivants: la stratégie de réduction au minimum; la réduction des sources de déchets; et la réduction au minimum des volumes de déchets destinés à l'entreposage ou au stockage définitif.

MM. Burcl et Laraia sont membres de la Division du cycle du combustible nucléaire et de la technologie des déchets au Département de l'énergie nucléaire, à l'AIEA. M. Bonne est directeur par intérim de la Division et chef de la Section de la technologie des déchets.

Stratégie de réduction au minimum des déchets. Cette stratégie s'inspire de ce qui est généralement reconnu comme le principal objectif de la gestion des déchets radioactifs: "... prendre en charge les déchets radioactifs de manière à protéger la santé humaine et l'environnement, aujourd'hui et à l'avenir, sans imposer de contraintes excessives aux générations futures" (*Principes de gestion des déchets radioactifs*, Collection Sécurité de l'AIEA n° 111-F, 1996). Cette règle est incorporée à la plupart des documents pertinents de l'AIEA ainsi qu'aux textes juridiques et réglementaires de base des Etats Membres de l'AIEA.

Une stratégie de réduction au minimum des déchets devrait être instaurée et servir de base conceptuelle à la planification et à l'application coordonnées des mesures souhaitées. Cette stratégie peut couvrir notamment les aspects suivants:

Considérations administratives.

Elles comprennent la base juridique de la gestion et de la réduction au minimum des déchets, notamment des mesures appropriées et judicieuses en matière d'exemption et de rejet des déchets; l'attribution des responsabilités et des arrangements commerciaux entre les compagnies d'électricité et les responsables de la gestion des déchets; les conditions économiques (appui économique, taux d'imposition, taux d'escompte); le système d'assurance de la qualité; la qualification et la formation du personnel.

Considérations techniques et considérations de sûreté. Elles concernent notamment la puissance installée et la performance, la filière de réacteur et le site de la centrale; les principes de conception de l'installation nucléaire et des différents composants; la durée de vie utile prévue des installations; la stratégie

de conditionnement des déchets (nationale mais aussi propre à l'installation); et la stratégie de stockage définitif des déchets, et la taille, le type et l'emplacement des installations d'entreposage et de stockage définitif.

Réduction des sources de déchets.

Le moyen le plus simple d'abaisser les coûts de traitement et de stockage définitif est de réduire la production de déchets à la source en termes aussi bien de volume que de radioactivité. Il est plus efficace d'envisager les moyens de réduire au minimum les déchets lors de la définition des spécifications de conception et de construction des nouvelles installations. La révision et la modification des pratiques appliquées dans les installations en service permettent également de réduire considérablement la production de déchets, tout comme la prise en compte des procédures de déclasserment dès la conception, dans le cadre de mesures de planification adéquate des opérations de déclasserment.

La prise en compte des impératifs de réduction au minimum des déchets dans la phase de conception et de construction des centrales nucléaires peut influencer directement sur la production future de déchets tant pendant l'exploitation que lors du déclasserment. Les principales options techniques liées à la conception sont:

■ Le bon choix de matériaux (résistance à la corrosion, traitement des surfaces de grande qualité, faible tendance à être activés et/ou à produire des radionucléides qui risquent de poser des problèmes;

■ L'application des techniques les plus efficaces, les plus fiables et les plus modernes, de sorte que les équipements soient utilisables le plus longtemps possible sans devoir être remplacés et/ou sans nécessiter de maintenance;

■ La performance élevée des composants, la prévention de

l'accumulation accidentelle de déchets et la réduction au minimum des fuites/écoulements pour éviter la réparation de composants actifs et la production de déchets supplémentaires;

■ La séparation poussée des substances actives et non actives et la sélection des substances actives suivant leur nature et leur activité.

Le déclasserment des installations nucléaires est à l'origine de volumes considérables de déchets radioactifs, pour la plupart de faible ou moyenne activité. En outre, une grande partie d'entre eux appartient à la catégorie des "déchets de très faible activité". La contribution, en termes de volume, des déchets d'activité moyenne et élevée est relativement faible (moins de 5 % environ). La production de déchets lors du déclasserment peut être considérablement réduite grâce à l'application de techniques de décontamination adéquates, à la sélection et à la séparation rigoureuses des flux de déchets, au recyclage et à la réutilisation de certains métaux et matériaux de construction et à la définition et à l'application de mesures appropriées en matière d'exemption et de rejet.

Dans les centrales nucléaires, les efforts conjugués des exploitants au cours des dix dernières années ont permis de réduire considérablement — par un facteur de quatre à cinq en termes de volume et par un facteur de dix en termes d'activité totale — les déchets produits pendant l'exploitation. C'est dans la phase de déclasserment que les efforts de réduction des déchets devraient en principe être les plus payants. En effet, environ 75 % des déchets provenant du démantèlement des installations pourraient être classés comme des déchets de très faible activité, pour lesquels le potentiel d'exemption du contrôle réglementaire serait important.

Les mesures pratiques caractéristiques contribuant à la



réduction des déchets radioactifs produits pendant l'exploitation sont les suivantes:

- Limitation du nombre et de la taille des zones contrôlées et recensement de tous les endroits des zones de travail et de toutes les étapes du processus où il est possible d'empêcher les matières de devenir des déchets radioactifs;
- Instauration de systèmes de comptabilité et de suivi des déchets pour évaluer les sources, les types, les quantités, l'activité et les caractéristiques de ces déchets;
- Application de procédés techniques récents (bonnes pratiques d'exploitation) et modification des procédures de maintenance et de remise en état en vue de réduire les déchets;
- Réutilisation des matériaux récupérés (par exemple l'acide borique, les métaux spéciaux, les produits de fission) pour réduire la production de déchets et abaisser les coûts d'exploitation;
- Recyclage et réutilisation des liquides au sein du processus (comme les solutions de

décontamination et l'eau de lessive) pour réduire le volume et l'impact écologique éventuel des liquides rejetés;

- Instauration d'un système de tri des déchets et de séparation des flux de déchets pour empêcher des mélanges indésirables et pour assurer une caractérisation et un traitement ultérieur plus efficaces;
- Instauration d'un système rigoureux de sélection des déchets contaminés non actifs et actifs dans la zone contrôlée;
- Développement de l'information du personnel sur les théories, les techniques et les progrès des méthodes de réduction des déchets et accentuation de la formation du personnel aux pratiques de réduction des déchets.

Ces procédures s'adressent essentiellement aux exploitants de grandes installations nucléaires désireux de réduire la production de déchets. Toutefois, elles peuvent parfaitement être appliquées aussi par les petits utilisateurs de radionucléides.

Réduction au minimum des volumes de déchets destinés à l'entreposage ou au stockage définitif.

Les coûts d'entreposage et de stockage définitif sont souvent la principale raison, mais non la seule, qui pousse les exploitants à réduire le volume des déchets produits. Du fait de l'opposition que le public et des responsables politiques manifestent à l'égard de la construction de dépôts, pour des raisons écologiques ou autres, les efforts visant à optimiser l'espace des installations d'entreposage et de stockage définitif existantes revêtent un intérêt accru pour les organisations s'occupant de la gestion des déchets.

Diverses techniques de traitement et de conditionnement permettent de réduire

Photo: Le couvercle de la cuve d'un réacteur prototype en Allemagne a été découpé lors des opérations de démantèlement. Une bonne planification du déclassement des réacteurs peut permettre une réduction importante des déchets.

considérablement le volume final des déchets.

Une technique consiste à entreposer les déchets pendant des périodes suffisamment longues pour que leur radioactivité décroisse. Elle est appliquée couramment à la réduction des déchets résultant d'applications des radio-isotopes à courte période et, dans une certaine mesure, à celle des déchets produits par des installations nucléaires en service ou en cours de déclassement. Cette approche pourrait simplifier et optimiser les phases ultérieures de traitement et/ou de conditionnement des déchets, ou encore conduire à l'exemption de ces derniers du contrôle réglementaire. La réduction du volume de déchets radioactifs par décroissance naturelle est un facteur important de sélection d'une stratégie de démantèlement différé des installations nucléaires déclassées.

Une autre technique consiste à recycler et réutiliser les métaux ainsi que certains types de matériaux de génie civil (béton) provenant de la remise en état et du déclassement d'installations nucléaires. Le principal avantage économique de cette technique réside dans les économies réalisées sur les coûts de stockage définitif ainsi évités, plutôt que dans la réutilisation ou le recyclage direct des matériaux. Il en va de même de la fusion des déchets métalliques, qui permet de réduire considérablement les volumes de déchets.

Pour certains types de déchets, des méthodes avancées de traitement peuvent être appliquées afin de réduire le volume et de satisfaire aux prescriptions réglementaires d'entreposage et/ou de stockage définitif.

Pour les volumes importants de déchets aqueux fortement dilués contenant des contaminants radiochimiques et chimiques, on a mis au point des traitements

avancés utilisant des membranes et des microfiltres. Au Laboratoire national de Los Alamos (Etats-Unis), par exemple, un nouveau système intégré de membranes filtrantes a été mis au point pour traiter de six à dix millions de litres de déchets radioactifs liquides. Le système de microfiltration avec du dioxyde de titane donne un facteur de concentration supérieur à celui obtenu par la méthode de traitement précédente, réduit l'emploi de substances chimiques et donne une eau usée de grande qualité pour le rejet dans l'environnement.

Les procédés à membranes peuvent également servir au traitement de déchets complexes contenant diverses proportions de composants organiques. Ils offrent une alternative efficace aux méthodes plus complexes utilisées pour la décomposition des composants organiques, à savoir la méthode des hautes températures, la méthode catalytique et la méthode de biodégradation.

D'autres méthodes faisant appel à l'incinération et au supercompactage sont couramment utilisées pour réduire le volume des déchets radioactifs solides et donnent des facteurs de réduction supérieurs à dix. L'incinération combinée de déchets solides et de nombreux types de déchets organiques de faible activité permet de résoudre certains problèmes particuliers. Les résines échangeuses d'ions et l'huile usée peuvent par exemple être transformées en minéraux homogènes stables se prêtant

au conditionnement final et au stockage définitif.

RECOMMANDATIONS A POINT NOMME

Tout au long du développement de l'énergie nucléaire, des techniques et des méthodes ont été mises au point pour une gestion efficace des déchets radioactifs, notamment pour leur réduction au minimum. De nouveaux progrès ont été accomplis ces dernières années en ce qui concerne les techniques et pratiques de traitement visant à réduire les coûts et à satisfaire aux prescriptions réglementaires, qui deviennent de plus en plus strictes pour des raisons écologiques et autres.

Dans le cadre de ses activités dans ce domaine, l'AIEA a publié un certain nombre de rapports techniques sur divers aspects de la gestion des déchets radioactifs, notamment les stratégies et pratiques de réduction au minimum des déchets*. Si l'on veut que ces stratégies se traduisent par des avantages réels, il importe d'évaluer de manière exhaustive toutes les options, du point de vue tant écologique qu'économique ou technique.

Dans les années à venir, les programmes de gestion des déchets radioactifs devront continuer à privilégier la coopération et l'échange de données d'expérience technique, car les installations nucléaires susceptibles d'être déclassées se multiplieront et de nouvelles techniques de traitement des différents types de flux de déchets se développeront. □

*Ces rapports comprennent *Factors Relevant to the Recycling or Reuse of Components Arising from the Decommissioning and Refurbishment of Nuclear Facilities (TRS-293)*; *Planning and Management for the Decommissioning of Research Reactors and other Small Nuclear Facilities (TRS-351)*; *Status and Technology for Volume Reduction and Treatment of Low- and Intermediate-Level Solid Radioactive Waste (TRS-360)*; *Assessment and Comparison of Waste Management System Costs for Nuclear and Other Energy Sources (TRS-366)*; *Minimization of Radioactive Waste from Nuclear Power Plants and the Back End of the Nuclear Fuel Cycle (TRS-377)*; et *Characterization of Radioactive Waste Forms and Packages (TRS-383)*.