

Conclusions

La gestion des déchets radioactifs est une activité en constante mutation, car les Etats Membres doivent tenir compte des aspects techniques des opérations et des réactions de l'opinion publique devant les problèmes qui se posent. Aussi faut-il que le programme de l'Agence soit assez souple pour répondre aux besoins des Etats Membres en prévoyant des mesures utiles et opportunes.

Les nouvelles initiatives dont nous venons de parler sont le fruit d'une évaluation continue de la situation qui a permis de mettre au point des services utiles aux Etats Membres quel que soit le niveau de leurs programmes de gestion des déchets. L'Agence se propose de continuer dans cette voie, afin de s'assurer que les ressources sont affectées à des activités importantes qui intéressent directement les Etats Membres.



Rapport sur la situation du stockage définitif des déchets radioactifs

Différents types de déchets radioactifs peuvent être et sont stockés provisoirement et définitivement en toute sécurité

par Alf Larsson

Les travaux considérables que requiert l'aménagement de dépôts de déchets radioactifs ont donné naissance à une vaste coopération internationale dans ce domaine. L'AIEA a aussi joué un rôle non négligeable en publiant un certain nombre de rapports traitant des divers aspects du problème. Suite à une recommandation de son Comité technique sur le stockage définitif souterrain (TRCUD), elle se propose de publier un rapport, actuellement en préparation, faisant le point sur ce sujet, dont voici l'essentiel.

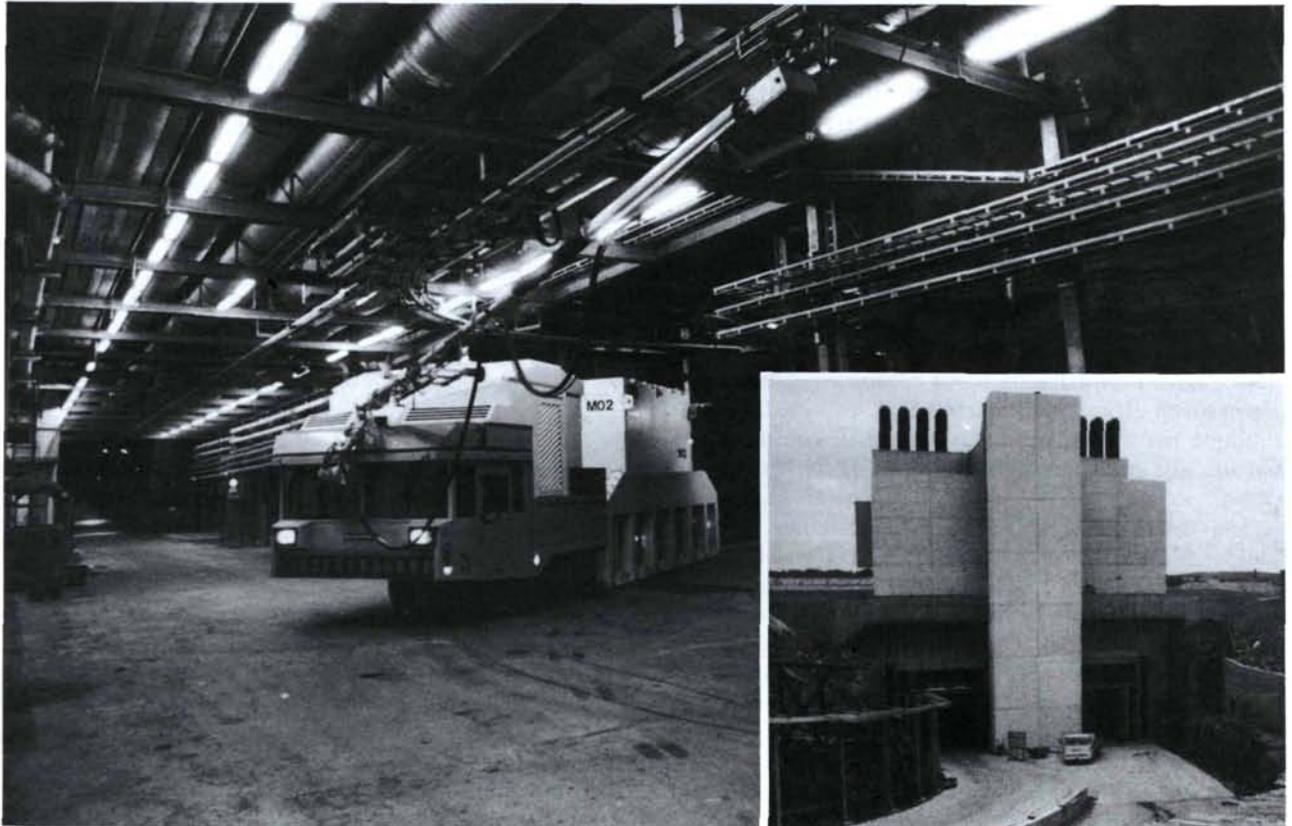
M. Larsson est l'ancien directeur de la Division des déchets nucléaires du Service d'inspection de l'énergie d'origine nucléaire de Stockholm et l'ancien président du Comité technique sur le stockage définitif souterrain de l'AIEA. Les travaux de ce comité relèvent maintenant du Comité consultatif international sur la gestion des déchets radioactifs de l'AIEA, créé en 1989 pour donner des avis sur tous les aspects des activités de l'Agence dans ce domaine.

Déchets radioactifs et cycle du combustible nucléaire

Dans le cycle du combustible nucléaire, les déchets radioactifs proviennent de l'extraction et du traitement des minerais d'uranium, des opérations d'enrichissement, de la fabrication du combustible, de l'exploitation des réacteurs nucléaires, du retraitement du combustible usé et du déclassement des installations nucléaires. Une gestion et un stockage définitif sûrs des déchets nucléaires sont d'une importance primordiale pour les pays producteurs d'électricité d'origine nucléaire. D'autres pays dont les hôpitaux et les établissements de recherche utilisent des substances radioactives rencontrent aussi des problèmes similaires, quoique sur une échelle réduite.

On a avancé plusieurs solutions pour stocker définitivement les déchets radioactifs. Sans parler des propositions insolites qui ne semblent pas réalisables avec la

En Suède, le dépôt destiné aux déchets de faible et moyenne activité est attenant à la centrale nucléaire de Forsmark. Construit dans une cavité creusée dans la roche, il est entré en exploitation en 1988. (Photo: SKB)



technologie actuelle, comme celle consistant à envoyer les déchets vers le soleil ou dans l'espace extra-atmosphérique, ou à les transmuter dans des réacteurs à haut flux neutronique, il existe deux principes de gestion des déchets radioactifs fondamentalement différents: la dispersion et l'isolement.

La dispersion signifie l'évacuation, normalement sous surveillance, de radionucléides dans l'environnement de façon à ne causer aucun dommage aux êtres humains et à la nature.

L'isolement est le fait de séparer les radionucléides de l'environnement de l'homme et d'empêcher leur libération dans cet environnement en quantités ou en concentrations inacceptables.

On ne peut recourir à la dispersion que pour des quantités limitées et de faibles concentrations de radionucléides afin de respecter les principes sur lesquels reposent les recommandations de la Commission internationale de protection radiologique (CIPR). Des effluents de très faible activité provenant du traitement des déchets de réacteurs nucléaires et d'installations de retraitement sont actuellement évacués dans les rivières et la mer. Pendant longtemps, on a également dispersé des déchets solides contenant des matières de faible activité en les immergeant dans la mer. Cette pratique a été récemment abandonnée, du moins temporairement, sous la pression de l'opinion publique.

La plupart des déchets radioactifs doivent être isolés pendant des périodes de durée variable en fonction de leurs caractéristiques, notamment de leur composition nucléaire. Ainsi, ceux contenant des nucléides de courte période n'ont besoin d'être confinés que pendant un temps relativement bref, quelques centaines d'années, alors que ceux dont les nucléides sont de longue période doivent parfois être isolés pendant des dizaines de milliers d'années, si ce n'est plus. On admet maintenant qu'après un isolement prolongé, allant dans certains cas jusqu'à des millions d'années, tout déchet radioactif peut être évacué et dispersé dans l'environnement, car la radioactivité aura atteint des niveaux extrêmement bas et sera inférieure aux normes internationales fixant les doses acceptables.

Le principe fondamental sur lequel repose la sûreté de l'isolement étant la "défense en profondeur", on utilise habituellement plusieurs "barrières", généralement indépendantes, pour retarder ou empêcher la migration des nucléides vers le milieu environnant. Les barrières naturelles sont, dans le cas des dépôts en formations géologiques profondes, la roche réceptrice et le milieu environnant. Une barrière artificielle est un dispositif fabriqué par l'homme ou une caractéristique modifiée par lui; elle peut faire partie du colis de déchets ou du dépôt.

Les installations de stockage définitif des déchets radioactifs peuvent être classées en trois groupes: les dépôts enfouis près de la surface, ceux situés à des profondeurs moyennes et enfin les dépôts en formations géologiques profondes. On a une longue expérience des premiers et l'on a moins souvent recours aux seconds; quant à ceux de la troisième catégorie, on n'en a pas encore mis en exploitation.

Les dépôts de déchets de haute activité et de combustible irradié en sont, à quelques exceptions près, au stade de la recherche et de la planification. Il reste encore

beaucoup à faire pour mettre au point des méthodes appropriées qui permettront de trouver des sites adaptés. De nombreux pays ont lancé un vaste programme de recherche-développement dans ce domaine.

Barrières naturelles

Les barrières naturelles qu'offre la roche réceptrice sont à la base même du concept de dépôt géologique. Une barrière est définie comme une caractéristique qui retarde ou empêche la migration de radionucléides dans le milieu environnant.

Pour évaluer l'efficacité des barrières naturelles et artificielles, il faut étudier les aspects relatifs à l'isolement physique, les propriétés hydrogéologiques et géochimiques, sans oublier le comportement des radionucléides dans la biosphère, à savoir leur dilution et leur dispersion dans le sol, les aquifères peu profonds et les eaux de surface, l'atmosphère et la chaîne alimentaire.

Dans le cas de dépôts souterrains, on utilise la roche sous-jacente comme barrière physique contre les intrusions qui pourraient provoquer des rejets dans l'environnement, par exemple la présence délibérée ou accidentelle d'un individu, les incendies, les catastrophes aériennes, les inondations et les ouragans. Les structures souterraines sont également moins susceptibles d'être endommagées par les tremblements de terre; la roche sert en outre d'écran contre les rayonnements et de dissipateur de la chaleur de désintégration.

D'une manière générale, plus les dépôts sont situés en profondeur, plus l'isolement des déchets est efficace et plus les régimes hydrogéologiques et géochimiques sont adaptés. Cette affirmation doit être toutefois pondérée par les contraintes qu'imposent la température, la réalisation technique, la sûreté d'exploitation et les coûts. Les critères qui déterminent le choix d'une certaine profondeur pour un dépôt varient sensiblement en fonction du type de déchets, du concept de stockage et de l'encaissant; il faut donc les établir pour chaque site.

Les dépôts près de la surface risquent plus de perdre leurs propriétés isolantes à la suite d'événements naturels, tels que les tempêtes et les tremblements de terre. Souvent, ils ne sont isolés que par des barrières artificielles sans qu'intervienne la géosphère. Aussi, dès qu'il y a défaillance de ces barrières, les déchets sont-ils directement rejetés dans la biosphère. Si on peut parfaitement envisager cette éventualité pour les déchets de courte période, il est vraisemblable que ce ne sera pas le cas pour ceux de longue période.

Hydrologie. La pénétration d'eaux souterraines est le phénomène le plus probable qui puisse occasionner le rejet de radionucléides hors du dépôt. C'est pourquoi les caractéristiques hydrologiques de la roche réceptrice sont d'une importance capitale pour l'aménagement de dépôts en formations géologiques profondes. Les principaux paramètres hydrauliques à considérer sont le débit, la vitesse et la direction des eaux. Ils dépendent des gradients hydrauliques régionaux et des propriétés de la roche hôte et du milieu environnant, notamment de leur porosité et de leur perméabilité. Les caractéristiques hydrologiques sont essentielles à la mise au point d'un modèle mathématique du système.

On considère que des installations de stockage de déchets de haute activité peuvent être aménagées dans des roches anhydres, comme le sel et les anhydrites. Bien que toutes les roches contiennent de l'eau, ce type de roches ne présente apparemment pas de porosité cinématique qui pourrait favoriser le transport de radionucléides dissous. Néanmoins, une perturbation mécanique pendant la construction du dépôt ou des champs thermiques radiogéniques peuvent entraîner une migration d'inclusions fluides. Dans le scénario normal d'évolution, aucun écoulement ne se produira dans ce type de dépôt tant que l'encaissant restera intact. L'installation WIPP aux Etats-Unis est l'exemple même d'un dépôt en formation saline stratifiée. Quant à celle de Gorleben, en République fédérale d'Allemagne, on y étudie la possibilité d'aménager un dépôt dans un dôme de sel.

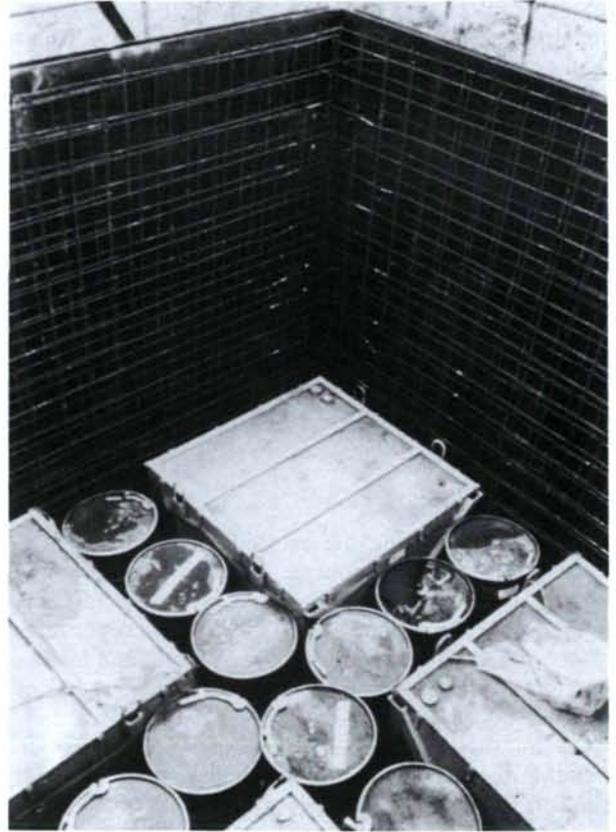
Certains sites de stockage définitif, qu'ils soient près de la surface ou en profondeur, peuvent être, dans les zones arides, situés au-dessus de la nappe phréatique. La roche réceptrice n'est donc pas saturée, ce qui indique que sa porosité cinématique n'est pas entièrement remplie d'eau. Le degré de non-saturation varie selon les différents systèmes et peut en fait changer selon les saisons. Ces roches sont des candidates de choix au stockage des déchets en raison de la faiblesse et de la lenteur de transit des mouvements d'eau qui s'y produisent. Tout déplacement d'eau devrait emprunter un réseau microporeux qui ralentirait considérablement la migration des radionucléides grâce aux phénomènes de sorption et pourrait également filtrer les espèces colloïdales. Le site expérimental du mont Yucca, au Nevada (Etats-Unis), est un bon exemple de dépôt créé dans une zone non saturée, formée de tufs rhyolitiques compactés et denses.

Les travaux en cours dans le monde entier portent essentiellement sur le stockage définitif dans des roches saturées, lesquelles sont très répandues dans la plupart des pays dotés de programmes nucléaires. On classe souvent ces dernières en roches poreuses ou roches fracturées.

En principe, les roches poreuses ne devraient pas être affectées par de grands mouvements tectoniques; le débit d'eau (ou la diffusion des nucléides quand les débits sont négligeables) doit être uniforme dans l'ensemble de la roche. La vitesse de l'eau à travers ces roches devrait être très faible et favoriser les phénomènes de sorption dans la matrice. En réalité, ces roches sont enclavées dans des strates dont les propriétés sont très différentes de celles du milieu récepteur, ce qui complique sensiblement l'hydrologie.

Dans de nombreuses roches, les eaux s'écoulent surtout par des voies distinctes et isolées, appelées généralement "fractures", terme qui recouvre une grande variété de mouvements de type tectonique. Les propriétés hydrologiques d'ensemble de ces roches — granits et argiles en particulier — peuvent présenter un grand intérêt, puisque les débits et la vitesse des eaux y sont faibles. Néanmoins, la caractérisation de leurs propriétés hydrologiques pose de nombreux problèmes.

Plusieurs pays, dont le Canada, la Suède et la Suisse, étudient sérieusement l'aménagement de dépôts de déchets de haute activité dans des roches saturées profondes, y compris le choix des sites et la création de laboratoires d'essais souterrains. Ainsi, la Suède



En France, le site de stockage de la Manche est muni de barrières ouvragées afin que les déchets radioactifs n'entrent pas en contact avec les eaux souterraines. (Photo: ANDRA)

exploite un dépôt souterrain de déchets de faible et moyenne activité (SFR) dans des roches saturées.

Géochimie. Les propriétés géochimiques de la roche réceptrice constituent une barrière naturelle qui ralentit ou empêche la dégradation des barrières artificielles et qui, en cas de perte de tout le confinement du dépôt, limite la mobilisation et le transport des radionucléides. Les propriétés d'un système géochimique particulier dépendent aussi beaucoup du type de déchets et de la conception du dépôt.

Choix du site. La sélection et la caractérisation d'un site de stockage définitif de déchets radioactifs passent par plusieurs étapes. On entreprend en général une étude pour repérer les zones susceptibles de répondre aux critères fixés pour le dépôt, parmi lesquelles certaines seront retenues pour un examen plus approfondi. Il faut travailler sur place et, dans le cas d'un stockage souterrain, pratiquer des forages pour caractériser les sites. La modélisation de l'hydrologie constitue une partie essentielle de cette étape.

Choisir l'emplacement d'un site loin d'une zone volcanique présente un intérêt incontestable, mais le situer par rapport à d'autres failles importantes n'est pas aussi évident. Il est bien sûr souhaitable qu'aucune grande fracture, qui pourrait constituer un axe d'écoulement, ne traverse le dépôt; néanmoins, sa présence caractérise une ligne de moindre résistance le long de laquelle s'effectuera le mouvement en cas de contraintes tectoniques, diminuant d'autant les risques de nouvelles

fissures dans la zone du dépôt. Par ailleurs, des failles importantes aux alentours d'un dépôt tendent à isoler celui-ci des écoulements souterrains. L'étude suédoise KBS-3* offre un exemple de ce genre de raisonnement.

Pour tous les types de dépôts, et notamment ceux situés près de la surface, il convient d'étudier attentivement des scénarios d'intrusion humaine. Le choix d'un site loin de toutes ressources naturelles peut réduire ce risque.

Prévoir l'évolution et son impact sur la géosphère et la biosphère du dépôt est un problème majeur. En ce qui concerne l'isolement physique, le processus à considérer d'abord est généralement l'érosion, car elle est intrinsèquement la résultante de phénomènes tectoniques et climatiques qui affectent l'hydrologie et, par conséquent, la géochimie.

Barrières artificielles

Une barrière artificielle est définie comme un dispositif fabriqué par l'homme ou une caractéristique modifiée par lui; elle peut faire partie du colis de déchets ou du dépôt. Les structures artificielles d'un dépôt remplissent un certain nombre de fonctions dont l'importance peut varier selon le type de déchets et les caractéristiques du dépôt.

Le rôle essentiel de la matrice des déchets est de limiter le dégagement des radionucléides qu'elle contient à un taux déterminé par sa vitesse de dégradation. Quand la matrice doit rester stable pendant de longues périodes, il est indispensable de comprendre les mécanismes de sa dégradation afin d'étayer des méthodes de modélisation plus empiriques. Dans le cas des déchets de haute activité, la matrice généralement adoptée pour le combustible usé stocké définitivement est le bioxyde d'uranium lui-même, tandis que pour les déchets de retraitement on utilise normalement du verre ou du borosilicate, quoiqu'on envisage aussi de recourir à certaines autres matrices, tels le Synroc et la céramique. On se sert souvent de ciment et de bitume pour enrober les déchets d'activité moyenne. Quant aux déchets de faible activité, ils n'ont d'habitude pas besoin de matrice.

Le conteneur est un moyen d'isoler complètement la matrice pendant une certaine période. Le temps que doit durer l'intégrité du conteneur varie selon le type de déchets, les caractéristiques du site et la législation du pays intéressé. Ainsi, aux Etats-Unis, les déchets de haute activité doivent rester isolés pendant au moins 1000 ans. En Suède, l'étude KBS-3 prévoit jusqu'à un million d'années pour un conteneur en cuivre. Les prescriptions concernant les déchets de faible et moyenne activité ne sont pas aussi strictes. Dans ce cas, le conteneur est essentiellement destiné à prévenir la contamination, à faciliter la manutention des déchets et à servir de protection contre les rayonnements au cours de l'entreposage. On choisit le plus souvent des métaux pour fabriquer les conteneurs de déchets de haute activité en raison de la résistance mécanique requise; quant aux déchets de faible et moyenne activité, on les stocke d'habitude dans des fûts normalisés en métal bien que pour les seconds on ait également recours à des conteneurs en béton.

Il est recommandé de construire une enceinte étanche pour détourner les eaux souterraines afin d'éviter qu'elles traversent les barrières artificielles du dépôt, ce qui peut se produire quand les terrains contigus sont moins perméables que la roche réceptrice. Dans la pratique, cette structure est faite d'un matériau de remblayage de faible perméabilité comme la bentonite et les ciments spéciaux. Souvent, cette "digue" servira aussi à retarder la migration des radionucléides lixiviés provenant de la matrice, en faisant fonction de milieu géochimique complexant.

Dans le cas de déchets thermogènes, il est essentiel de prévoir des barrières artificielles capables de prévenir des montées de température inacceptables aussi bien dans le dépôt que dans les environs.

Un facteur mis en lumière au cours des dernières années est le rôle éventuel que peut jouer la formation de gaz dans un dépôt de déchets et son influence sur le comportement des barrières artificielles.

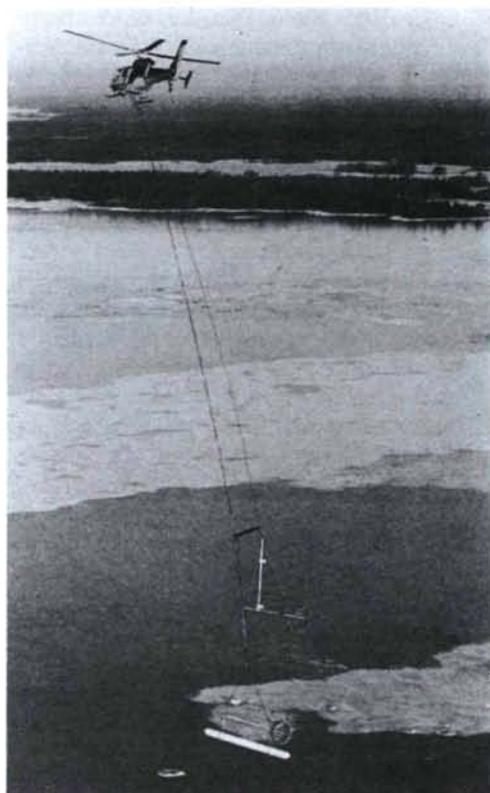
Comme le système complet des barrières artificielles est formé d'un certain nombre d'éléments dont certains remplissent plusieurs fonctions, il faut évaluer l'interaction entre les différentes barrières. Pour les dépôts en formations profondes, il faut faire très attention aux interfaces, particulièrement entre les structures artificielles et la roche réceptrice lors du remblayage et de l'obturation, car il existe un certain nombre d'ouvertures, notamment des galeries, des puits et des forages qu'il faut combler et colmater lors de la fermeture définitive du dépôt.

Principes de conception des dépôts

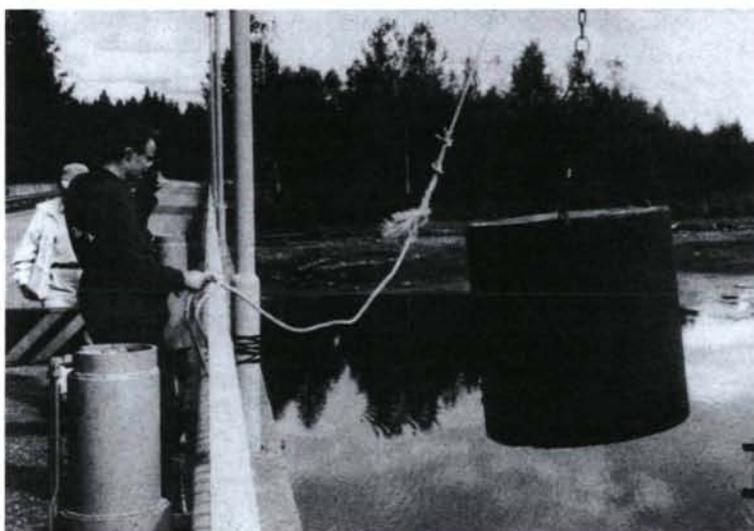
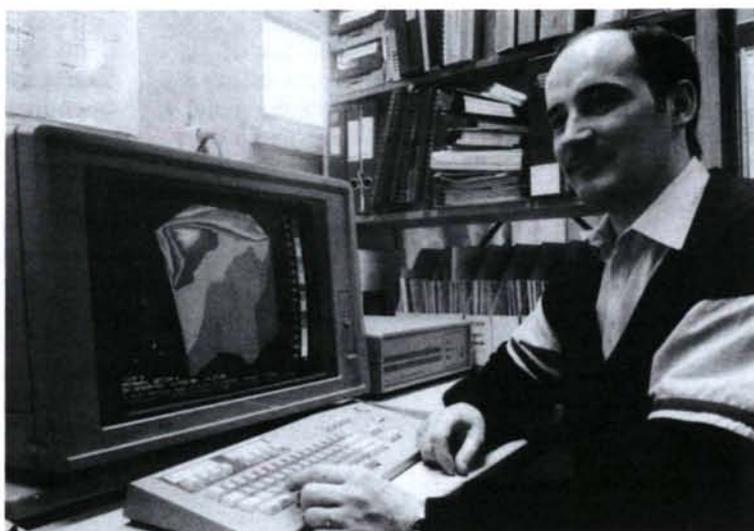
On possède une vaste expérience des dépôts de déchets de faible activité enfouis à faible profondeur. Il existe de nombreuses installations de ce type en exploitation, par exemple au Canada, aux Etats-Unis d'Amérique, en France et au Royaume-Uni, et les techniques sont bien assimilées. La conception des dépôts existants varie selon les conditions locales, telles que l'emballage des déchets et les caractéristiques du site. Parfois, comme c'est le cas à La Hague (France, dép. de la Manche), on a recours à des ouvrages complexes pour empêcher tout contact avec les eaux souterraines. Ailleurs, comme aux Etats-Unis, on tire parti du climat aride du site, et on se contente de simples tranchées que l'on remblaye. Aujourd'hui, les installations sont généralement bien mieux conçues qu'autrefois. En outre, les autorités chargées de l'homologation demandent normalement qu'une analyse de sûreté complète soit faite et approuvée, avant d'autoriser l'exploitation de tout dépôt à faible profondeur.

Jusqu'à récemment, le stockage près de la surface a été la technique la plus utilisée pour l'enfouissement des déchets de faible activité. Plusieurs options existent actuellement, tels les casemates en béton recouvertes de terre, les silos souterrains et les cavités de mines. La Suède a ainsi aménagé dans la cavité rocheuse d'une mine un dépôt de déchets de faible et moyenne activité; il est entré en exploitation en 1988. Signalons aussi l'installation de Konrad (République fédérale d'Allemagne) qui est pratiquement terminée mais dont l'exploitation n'a pas encore été approuvée. Prévue pour

* Voir *Final Storage of Spent Nuclear Fuel — KBS-3*, 4 volumes, Swedish Nuclear Supply Co. SKBF/KBS, Suède (1983).



La Finlande mène des recherches de grande envergure sur le stockage définitif des déchets nucléaires. Les études de sites comportent une reconnaissance géophysique aérienne. Des codes informatiques sont utilisés pour étudier le mouvement des eaux souterraines. De plus, l'immersion pendant cinq ans dans une rivière de conteneurs de déchets en béton, grandeur nature, a permis d'en vérifier les propriétés. (Photo: YJT, Finlande)



le stockage définitif, elle est aménagée dans une mine de fer désaffectée sans intrusions d'eau.

Il est en général admis que le degré et la durée nécessaires d'isolement des déchets à forte teneur en radionucléides de longue période ne peuvent être obtenus que par évacuation dans des formations géologiques profondes. Un certain nombre de pays ont entrepris l'étude de systèmes de stockage définitif de déchets de haute activité à grande profondeur. Les diverses solutions doivent être adaptées au site et au milieu récepteur, mais elles reposent toutes sur le concept des barrières multiples — naturelles et artificielles — pour assurer le confinement et l'isolement nécessaires.

Bien qu'aucun dépôt de déchets de haute activité ne soit encore opérationnel, puisque l'installation WIPP aux Etats-Unis attend toujours son permis d'exploitation, il existe des projets dans de nombreux pays, tels le plan d'aménagement du site de Gorleben, en République fédérale d'Allemagne, l'étude suédoise KBS-3 et l'étude suisse pour le Project Gewähr*.

* Voir "Site investigations and conceptual design for the repository in the nuclear 'Entsorgungszentrum' of the FRG", Röthemeyer, H., IAEA-SM-243, Vol.1 (1980) 297-300. Voir aussi "Project Gewähr", 8 volumes, NAGRA NGB-89-09, NAGRA, Baden, Suisse (1985).

Evaluation de la performance d'un système de stockage définitif

L'analyse des effets des systèmes de stockage sur l'environnement et l'évaluation de leur performance occupent une place prépondérante dans les travaux de recherche-développement consacrés à la gestion des déchets radioactifs. Si les méthodes utilisées dans ce domaine diffèrent, elles ont toutes un objectif commun: extraire des études exécutées sur le terrain et en laboratoire les données qui permettront d'évaluer la performance d'une installation de stockage selon les critères de sûreté et d'acceptabilité que sont en train de mettre au point les autorités nationales et internationales compétentes.

Il est admis que la performance à long terme d'une installation de stockage ne peut pas être directement démontrée, vu qu'il s'agit de milliers et parfois de dizaines de milliers d'années. Il faut recourir à des méthodes indirectes, et établir les prévisions en s'appuyant sur une connaissance détaillée de l'aménagement du stockage et des processus agissant sur les structures.

Nombre de pays cherchent à mettre au point des méthodes d'évaluation de la performance des dépôts à

longue échéance. Dans le cadre de l'analyse de la sûreté, il faut établir des modèles qui puissent décrire de vrais systèmes de dépôts et quantifier les processus qui s'y produisent. Pour faire les prévisions indispensables à cette analyse, il est essentiel de comprendre parfaitement les processus en cause, de bien définir le système à modéliser et de créer une base de données complète.

Quant au comportement de la biosphère, on connaît parfaitement les mécanismes de migration des radionucléides sur des périodes assez courtes, mais il est très difficile de savoir comment évoluera la biosphère dans un avenir lointain et quels sont les changements éventuels que les êtres humains apporteront à leurs habitudes de vie et à leur régime alimentaire.

D'une manière générale, on peut classer les techniques d'analyse de la sûreté en deux grands groupes, à savoir les analyses probabilistes et les analyses déterministes. Il existe soit une certaine probabilité qu'un événement ait lieu au cours d'une période donnée, soit une quasi-certitude qu'il se produira pendant ladite période. Il est important de savoir que l'analyse probabiliste et l'analyse déterministe sont des techniques complémentaires qui devraient toutes deux intervenir dans une analyse globale de la sûreté.

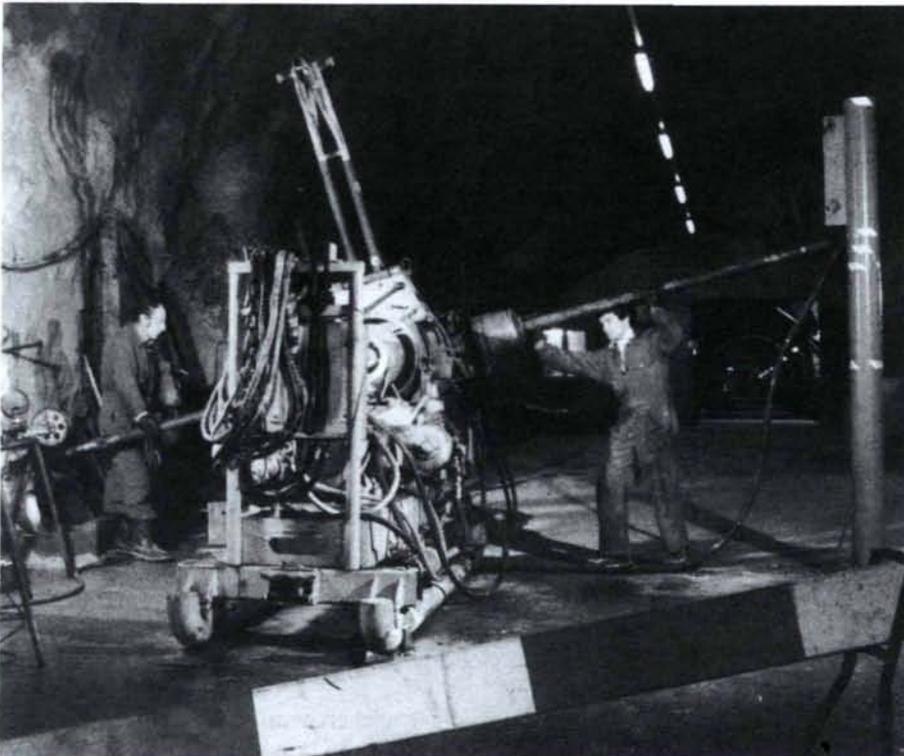
L'évaluation de la sûreté vise à démontrer que les objectifs de performance, le plus souvent exprimés en critères d'acceptabilité, sont respectés. Il existe deux types d'évaluations, les évaluations générales et les études particulières au site. D'habitude, on procède itérativement jusqu'à ce qu'on ait parfaitement compris le système et qu'on puisse en tirer des conclusions.

Les études générales sont utiles quand il s'agit de décider d'un concept ou de choisir entre divers concepts. Elles contribuent aussi à gagner les autorités et le public

au concept même de dépôt géologique. Les études particulières au site font partie intégrante de la prise de décisions concernant le choix du site, la conception, la construction, l'exploitation, l'obturation et le colmatage d'un dépôt de déchets radioactifs.

La technique généralement appliquée pour l'étude de la performance consiste à créer des modèles mathématiques représentant les processus physiques et chimiques utiles à la prévision du comportement du dépôt sur de longues périodes. On peut alors se demander dans quelle mesure le modèle peut décrire des événements réels. Le processus de comparaison des résultats de l'analyse prévisionnelle (modélisation) avec les observations et les mesures faites sur le terrain et en laboratoire s'appelle la validation. Dans ce contexte, il est essentiel que les expériences en laboratoire et *in situ* soient bien conçues et correctement menées. Dans le cadre de la validation, on peut aussi recourir aux analogues naturels et procéder par exemple à l'examen de certains gisements uranifères. Toutefois, on ne peut jamais établir une "validation complète" pour confirmer de manière absolue le futur comportement d'une installation de stockage définitif. Un certain nombre d'organisations, dont l'Agence pour l'énergie nucléaire de l'Organisation de coopération et de développement économiques (AEN/OCDE), la Commission des Communautés européennes (CCE) et le Service d'inspection suédois de l'énergie d'origine nucléaire (INTRAVAL), étudient les problèmes de l'analyse de la sûreté et de l'évaluation de la performance*.

* Voir *Safety assessment of radioactive waste repositories*, compte rendu du colloque CCE/AIEA/AEN, Paris, France, 9-13 octobre 1989 (qui sera publié par l'AEN).



Un certain nombre de pays font des recherches sur les déchets nucléaires dans des installations souterraines; sur notre photo, l'installation de Mol, en Belgique. (Photo : UNIPEDE)

Organismes concernés

Le stockage définitif des déchets radioactifs soulève un certain nombre de questions qui doivent être réglées par un processus de prise de décisions raisonnée. La plupart des pays qui pratiquent la gestion des déchets la réglementent par des procédures d'homologation relevant d'un organisme qui a pour mission d'examiner, d'approuver et de surveiller toutes les opérations. Cet organisme est soit une autorité nationale unique, soit un ensemble d'autorités nommées par le gouvernement. Cette réglementation spécifie les procédures qui régissent l'action de l'organe exécutif, le contrôle exercé par l'organisme réglementaire et le rôle des autres parties.

Dans certains pays, par exemple aux Etats-Unis, le gouvernement peut cumuler les fonctions d'exécution et de réglementation. Néanmoins, même dans ces pays, les fonctions d'exécution concernant le stockage définitif des déchets sont généralement séparées des fonctions réglementaires proprement dites.

Plusieurs pays équipés de centrales nucléaires, notamment les Etats-Unis, la Finlande et la Suède, exigent que leurs compagnies d'électricité contribuent au financement du stockage définitif des déchets, le montant de la participation étant d'habitude calculé d'après le nombre de kilowattheures produits. Les sommes recueillies servent en général à financer la recherche et le développement dans le domaine du stockage des déchets, ainsi que la construction et l'exploitation des installations nécessaires. Certains pays, comme la Suède, prévoient d'utiliser également ces fonds pour le déclassement des installations nucléaires et le stockage des déchets produits au cours de cette opération.

Il semble qu'il soit de plus en plus difficile d'obtenir l'acceptation par le public des installations nucléaires, y compris des installations de stockage des déchets. L'information paraît être le maître mot. Comment renseigner le public sur les problèmes de sûreté nucléaire, telle est la question à l'ordre du jour aussi bien pour les producteurs d'énergie d'origine nucléaire que pour les politiciens et les autorités chargées de la sûreté. L'AIEA a consacré beaucoup de temps et a organisé plusieurs colloques à ce sujet. Malheureusement, la solution qui vaut pour un pays est rarement directement applicable à un autre.

Au fil des années, des organismes internationaux tels que l'AIEA, l'AEN/OCDE, la CCE, la CIRP, le Programme des Nations Unies pour l'environnement (PNUE) et diverses associations bilatérales ou multilatérales ont tissé une vaste coopération internationale dans le domaine de la gestion des déchets radioactifs. Leur collaboration s'est révélée de la plus haute importance et les résultats de leurs travaux en commun sont utilisés par tous les organismes s'occupant du stockage définitif des déchets.

Conclusion

L'évolution de l'énergie nucléaire dépendra de notre aptitude à traiter et à stocker les déchets radioactifs d'une manière sûre et acceptable.

Il semble que nous pouvons maintenant maîtriser les moyens de stocker les déchets de faible et moyenne activité. Il faut trouver des solutions adaptées à chaque site; nous ne devrions pas rencontrer de grandes difficultés, si ce n'est pour obtenir l'accord du public.

En ce qui concerne les déchets de haute activité, la situation est quelque peu différente. Les techniques de stockage définitif existent mais il faut perfectionner les méthodes garantissant la sûreté. Là aussi, la question est étroitement liée à l'acceptation du public. Il en est résulté que les autorités responsables de la sûreté demandent que soit établie une solide base de données et qu'une analyse exhaustive de la sûreté soit faite pour chaque dépôt proposé.

Vu l'ampleur des travaux de recherche-développement — et les études faites par exemple dans les laboratoires souterrains du Canada, de Suède et de Suisse, que viennent compléter les travaux des laboratoires de chimie et de géochimie et les calculs théoriques de modélisation — rien ne devrait retarder la conception, la construction et l'exploitation de dépôts de déchets de haute activité. Apparemment, ce type de dépôt ne fonctionnera pas en Europe avant l'an 2000. Les Etats-Unis prévoient d'en avoir un vers l'an 2000. Il faut se souvenir néanmoins qu'il n'y a dans ce domaine aucune urgence, ni sur le plan technique, ni sur le plan radiologique, car l'expérience a prouvé que ces déchets peuvent être stockés sans danger pendant des décennies dans des ouvrages de surface.

