



par *Didier Louvat et Phil Metcalf*

Fermer le cycle

Des options de stockage définitif des déchets de faible activité ont été élaborées et de bonnes perspectives de stockage géologique des déchets radioactifs se profilent à l'horizon dans plusieurs États Membres.

Fûts de déchets radioactifs factices au centre des visiteurs de Rokkasho-mura (Japon) montrant comment les déchets radioactifs sont emballés et entreposés.
(Photo : K. Hansen/ AIEA)

La gestion du combustible usé et des déchets radioactifs est une tâche particulièrement ardue à laquelle sont confrontés les pays qui utilisent ou commencent à utiliser l'électronucléaire, et une préoccupation majeure du public. Cela est particulièrement important parce qu'un programme électronucléaire peut durer jusqu'à 100 ans ou plus et qu'une gestion adéquate du combustible usé et des déchets radioactifs est nécessaire bien au-delà.

L'importance de la gestion sûre des déchets radioactifs pour la protection des personnes et de l'environnement est reconnue depuis longtemps, et l'on a acquis une expérience considérable de la définition d'objectifs de sûreté, de l'élaboration de normes de

sûreté et de la mise au point de technologies et de mécanismes pour démontrer la sûreté. Néanmoins, si de nets progrès ont été faits dans les États Membres de l'AIEA pour la gestion sûre des déchets radioactifs, un certain nombre de pays doivent encore faire des efforts pour élaborer des stratégies nationales et renforcer l'infrastructure nationale d'application de ces stratégies.

Le régime mondial de sûreté

La sûreté de la gestion des déchets radioactifs est reconnue comme une préoccupation internationale du fait du caractère mondial de l'industrie

nucléaire et parce que les durées en jeu réduisent la pertinence des frontières internationales. Le recours accru à l'énergie nucléaire renforce cette reconnaissance. Pour assurer la sûreté de la gestion des déchets radioactifs, la communauté internationale a établi et applique un régime mondial de sûreté nucléaire qui comprend plusieurs éléments. Il s'agit notamment de la Convention commune sur la sûreté de la gestion du combustible usé et sur la sûreté de la gestion des déchets radioactifs et des normes internationales de sûreté. Ce régime international est complété par des cadres législatifs et réglementaires nationaux.

Le stock mondial de déchets radioactifs

Depuis les débuts de l'exploitation de l'énergie nucléaire dans les années 40, le stock mondial de déchets radioactifs gérés à ce jour, y compris les volumes cumulés stockés, s'élève à environ 41 millions de mètres cubes de déchets de faible et moyenne activité, 200 000 tonnes (métaux lourds) de combustible nucléaire usé, 400 000 mètres cubes de déchets de haute activité et 2 milliards de mètres cubes de résidus provenant du cycle de production de l'uranium. Il convient de noter que la vaste majorité des déchets de haute activité (environ 89%) proviennent des activités de production d'armes au cours de la guerre froide aux États-Unis et en ex-Union soviétique. La plupart d'entre eux sont sous forme liquide et non traités. Le taux moyen annuel de stockage définitif pour toutes les classes de déchets confondus est d'environ 3 millions de mètres cubes, essentiellement sous forme de déchets de faible et très faible activité. L'accumulation annuelle de déchets de haute activité est relativement constante, le taux moyen étant d'environ 850 mètres cubes par an dans le monde entier (sur la base du volume moyen de déchets de haute activité produits par tonne de combustible usé retraité). Les déchets de faible, moyenne et haute activité constituent différentes classes de déchets qui requièrent des niveaux de plus en plus élevés de confinement et d'isolement par rapport aux personnes et à l'environnement.

Options de stockage définitif des déchets radioactifs

Les déchets produits à ce jour ont été gérés de différentes manières. Certains sont conservés dans diverses installations d'entreposage dans l'attente de décisions quant à leur destination finale, certains sont entreposés dans l'attente de la création d'une installation de stockage définitif, et certains sont placés en stockage définitif. Différents types d'installations de stockage définitif ont été mis au point, mais

en principe tous comportent un ensemble de barrières artificielles et naturelles conçues pour isoler les déchets de la biosphère et confiner la radioactivité afin d'éliminer les risques radiologiques pour les personnes et l'environnement. L'entreposage et le stockage définitif des déchets de faible activité est une pratique bien établie à travers le monde et il existe plus d'une centaine d'installations de stockage définitif. L'entreposage de combustible nucléaire usé et de déchets de haute activité est aussi une pratique bien établie. L'étude d'installations de stockage définitif de combustible nucléaire usé et de déchets de haute activité, en cours depuis près de trois décennies, commence tout juste à porter ses fruits. L'option retenue est le stockage en formation géologique profonde (couche de roches d'une com-

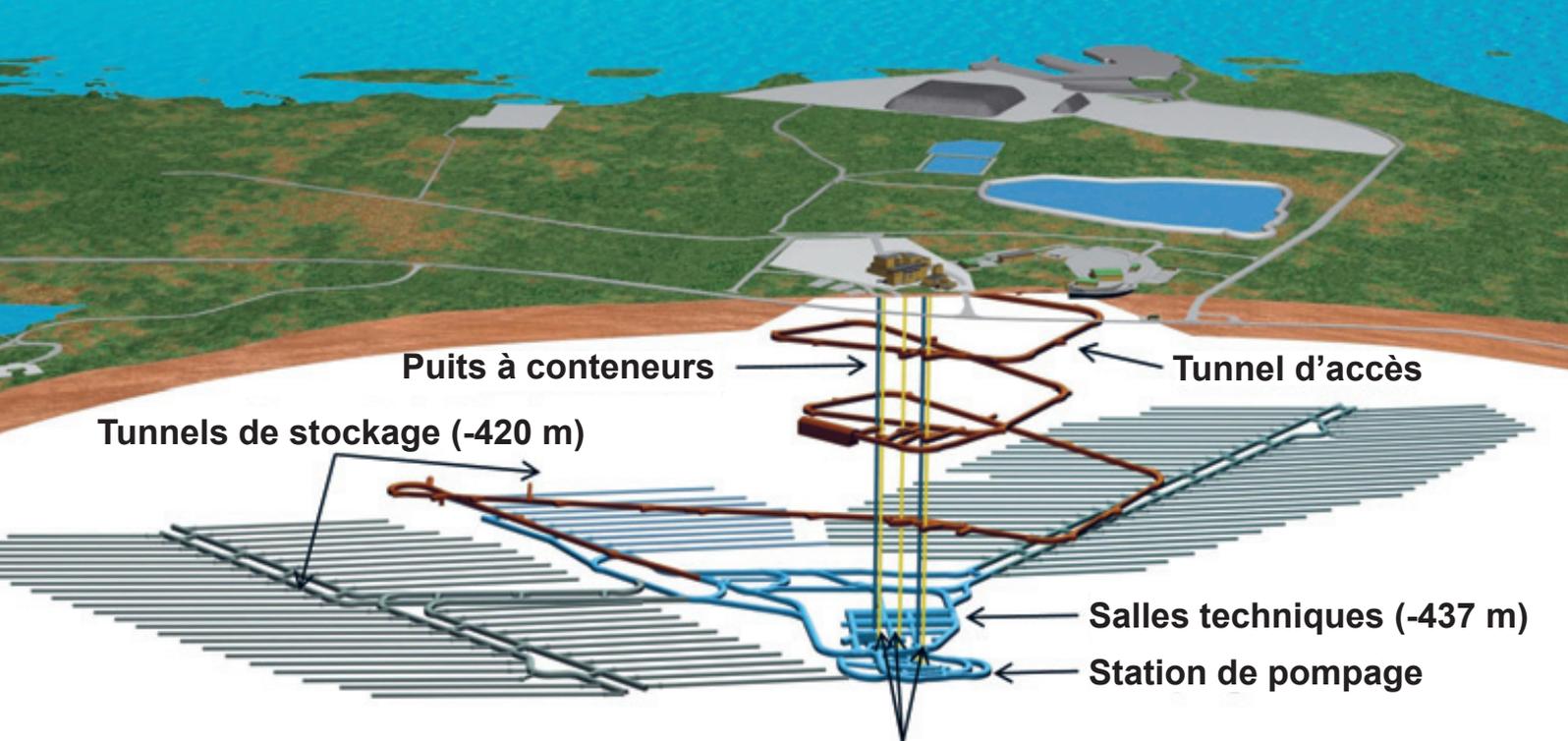


position particulière); bien que conceptuellement au point, cette option doit encore être mise en œuvre.

Stockage géologique de déchets de haute activité

Des projets de création d'installations de stockage géologique de déchets de haute activité et de combustible nucléaire usé sont à l'étude dans plusieurs pays. Une grande partie des activités menées à ce jour consistaient à analyser l'adéquation de différents milieux hôtes, à mener des études de conception d'installations de stockage et à obtenir l'aval des communes d'accueil. On a progressé sur ces aspects technologiques et sociopolitiques et tiré de nombreux enseignements, en particulier à propos

Recherches sur les moyens de sécuriser les déchets radioactifs. Le laboratoire souterrain du Grimsel, dans les Alpes suisses, est utilisé tout au long de l'année pour étudier comment stocker les déchets de haute activité en toute sûreté. La photo montre un tunnel du dépôt profond de combustible nucléaire usé. (Laboratoire souterrain du Grimsel, Suisse.)



Puits de transport du personnel et de ventilation

Vue d'artiste d'une installation de stockage définitif de déchets de haute activité.

(Image : Posiva Oy)

de la nécessité de recherches scientifiques solides associées à un dialogue franc et ouvert avec toutes les parties intéressées.

Plusieurs pays ont bien progressé en ce qui concerne aussi bien les aspects technologiques que l'acceptation par le public et des demandes d'autorisation sont en train d'être préparées et soumises aux autorités nationales de réglementation. Aux États-Unis, une demande d'autorisation pour l'installation de Yucca Mountain, soumise en 2008, est à l'examen par la NRC, bien que l'avenir du projet soit entouré d'incertitudes politiques*. En Suède, une demande d'autorisation d'un site de stockage géologique à Forsmark devrait être soumise en 2010, la construction devant commencer en 2015 et l'exploitation en 2023.

En Finlande, la demande d'autorisation d'un stockage géologique sur le site d'Olkiluoto est prévue pour la fin 2012, la licence d'exploitation pour 2018 et l'exploitation pour 2020. En France, une demande d'autorisation pour la construction d'un stockage géologique dans la Meuse est prévue pour la fin de 2014, la construction commençant après 2016 et l'exploitation en 2025. La Finlande et la Suède stockeront définitivement du combustible usé, tandis que la France stockera des déchets vitrifiés résultant du retraitement du combustible usé. De nombreuses recherches scientifiques sur les phénomènes et les processus qui influent sur la sûreté des

installations de stockage définitif ont été menées dans tous les cas, et des solutions techniques ont été mises au point pour la configuration du stockage définitif souterrain. Des arguments de sûreté ont été élaborés et regroupés, avec toutes les informations et les preuves scientifiques, techniques et administratives nécessaires, en des argumentaires de sûreté structurés, sur lesquels reposent les demandes d'autorisation. L'examen et l'approbation des argumentaires de sûreté par les autorités de réglementation vont commencer en Suède, en Finlande et en France. On a acquis une expérience considérable de l'autorisation d'installations nucléaires, mais il s'agissait jusqu'à présent d'installations ayant une durée de vie finie et soumises à un contrôle opérationnel. L'autorisation d'installations de stockage géologique est un processus nouveau pour les autorités de réglementation, qui soulève des difficultés sans précédent liées aux durées en jeu et au rôle joué par le milieu géologique.

Les milieux géologiques ont été choisis après un examen attentif de leurs propriétés et une évaluation de la manière dont l'installation de stockage et son environnement géologique évolueront pendant la période requise pour que la teneur radioactive diminue fortement. Ces périodes se mesurent en dizaines ou en centaines de milliers d'années, ce qui est considérable d'un point de vue humain, mais moins en termes de temps géologiques. Les autorités de réglementation des pays qui s'intéressent au stockage géologique ont reconnu ces changements et ont engagé depuis dix ans un dialogue poussé pour élaborer des approches harmonisées de la définition d'objectifs et de critères de sûreté et de la manière de les atteindre. Ce dialogue vise la préparation de normes internationales de sûreté. Ces autorités ont aussi lancé des projets internationaux d'harmonisation pour échanger des idées et des

* En janvier 2010, le Secrétaire d'État à l'énergie a annoncé la création d'une commission de réflexion sur l'avenir du nucléaire aux États-Unis, qui ferait des recommandations sur la gestion du combustible usé et des déchets nucléaires. En mars, le Département de l'énergie a retiré sa demande d'autorisation d'un site de stockage géologique à Yucca Mountain.

données d'expérience sur le processus d'autorisation associé.

Normes de sûreté et projets internationaux

L'élaboration de normes internationales de sûreté pour le stockage géologique et la démonstration de la sûreté se poursuit depuis plusieurs années et un large consensus a été obtenu. Néanmoins, le processus détaillé de compilation d'argumentaires de sûreté et les demandes d'autorisation d'installations de stockage géologique progressant, et les autorités de réglementation préparant et commençant leurs examens, de nombreux points de détail restent à régler. Une version révisée et étoffée d'une publication de la catégorie Prescriptions de sûreté sur le stockage définitif des déchets radioactifs a été élaborée et approuvée par les États Membres de l'AIEA, et des mises à jour paraîtront cette année. Des orientations détaillées sur les argumentaires de sûreté et leur examen par les autorités de réglementation sont aussi à un stade avancé de préparation et devraient contribuer largement à une approche harmonisée au plan international.

Comme on l'a déjà dit, les pays qui envisagent actuellement l'autorisation d'installations de stockage géologique et ceux qui ont des programmes moins avancés reconnaissent qu'il est avantageux d'harmoniser au plan international les approches du processus d'autorisation et ont lancé diverses initiatives à cet égard. En Europe, une initiative en ce sens est en cours depuis un certain temps, et au niveau international l'AIEA et l'Agence pour l'énergie nucléaire (AEN) de l'Organisation de coopération et de développement économiques (OCDE) ont toutes deux des projets en cours, à savoir le Projet international

de démonstration de la sûreté du stockage géologique (GEOSAF) et le Groupe intégré pour l'établissement du dossier de sûreté (IGSC). Ces projets d'harmonisation ont trait à des questions essentielles concernant la structure et la teneur de l'argumentaire de sûreté et son évolution durant l'exécution du projet, l'approche de l'évaluation de la sûreté et les critères d'évaluation de la sûreté à long terme après la fermeture. On compte que ces travaux aboutiront à un consensus sur de nombreux aspects de la démonstration de la sûreté et du processus d'autorisation.

Conclusion

Avec le recours accru au nucléaire pour la production d'électricité, le volume de déchets radioactifs continuera d'augmenter. L'apparition de modèles de réacteurs et d'options du cycle du combustible plus avancés permettra sans aucun doute des gains d'efficacité et une baisse de la production de déchets radioactifs. Néanmoins, des volumes croissants de déchets radioactifs s'accumuleront et devront être gérés en toute sûreté. Des options de stockage définitif ont été mises au point pour les déchets de faible activité et de bonnes perspectives de stockage géologique des déchets radioactifs se profilent à l'horizon. La prochaine décennie devrait confirmer ces perspectives et aboutir à la fermeture sûre du cycle du combustible nucléaire. ☸

Didier Louvat est chef de la Section de la sûreté des déchets et de l'environnement.

Courriel : D.Louvat@iaea.org.

Phil Metcalf est chef de l'Unité de la gestion des déchets radioactifs et du combustible usé.

Courriel : P.E.Metcalf@iaea.org.

Une cavité cristalline vieille de 16 millions d'années a été découverte au Grimsel. (Laboratoire souterrain du Grimsel, Suisse.)

