



Déchets Nucléaires

La Situation Est-elle Sous Contrôle ?

50 ans après l'ouverture de la première centrale nucléaire civile, seule une très faible partie des déchets produits sont entreposés de manière définitive. L'âge moyen des réacteurs actuels est de 22 ans, la plupart d'entre eux devront donc être démantelés dans les prochaines décennies. Tous ces déchets devront être neutralisés et stockés, même si l'on ne construit pas de nouveaux réacteurs. Est-il raisonnable de profiter de la "voie nucléaire" alors que les problèmes liés à ces déchets ne sont pas encore résolus ?

L'énergie nucléaire fournit 17 % de l'énergie électrique mondiale^(a). L'expansion de cette capacité est tentante étant donné l'augmentation du prix du pétrole et la pression exercée sur les pays pour réduire leurs émissions de gaz à effet de serre^(b). Cependant, la production de l'énergie atomique peut comporter des risques pour l'environnement : **accidents** – 2006 marque le 20ème anniversaire de la catastrophe de Tchernobyl (26 avril 1986), qui contamina un territoire comptant 5.32 millions de personnes en Ukraine, en Russie et en Biélorussie; **décharges dans l'environnement**, surtout dans des pays aux régimes politiques moins regardants; et principalement par les **déchets radioactifs**.

La prévention des accidents doit rester le principal objectif de sécurité dans le secteur de l'énergie nucléaire. Les efforts de la communauté internationale ont considérablement amélioré les mesures de sécurité au cours des deux dernières décennies⁽¹⁾. Les déversements liquides et gazeux sont aujourd'hui contrôlés de manière

bien plus stricte. D'autre part, le problème des déchets nucléaires est loin d'être résolu. On le voit bien sur la Fig.1 qui montre la part du nucléaire dans la production d'électricité, les localisations des principaux accidents et celles des déversements polluants passés en mer. A noter que cette carte ne montre pas les sites de dépôt permanent de déchets radioactifs civils de haute activité étant donné qu'il n'en existe pas encore.

Aux déchets radioactifs civils s'ajoute l'héritage de l'accumulation continue de déchets provenant du développement d'armes nucléaires. La première utilisation de réacteur nucléaire visait à extraire du plutonium pour de l'armement à fission. Les déchets résultants sont toujours en stockage temporaire et s'ajoutent à ceux des activités civiles.

Ce bulletin se concentre sur les problèmes que soulèvent la production, la gestion et l'enfouissement définitif des déchets radioactifs d'une manière qui respecte l'environnement – pourquoi le sujet est-il si controversé et quels sont les objectifs à atteindre si la "voie nucléaire" est adoptée?

Fig. 1: Activités nucléaires préoccupantes pour l'environnement



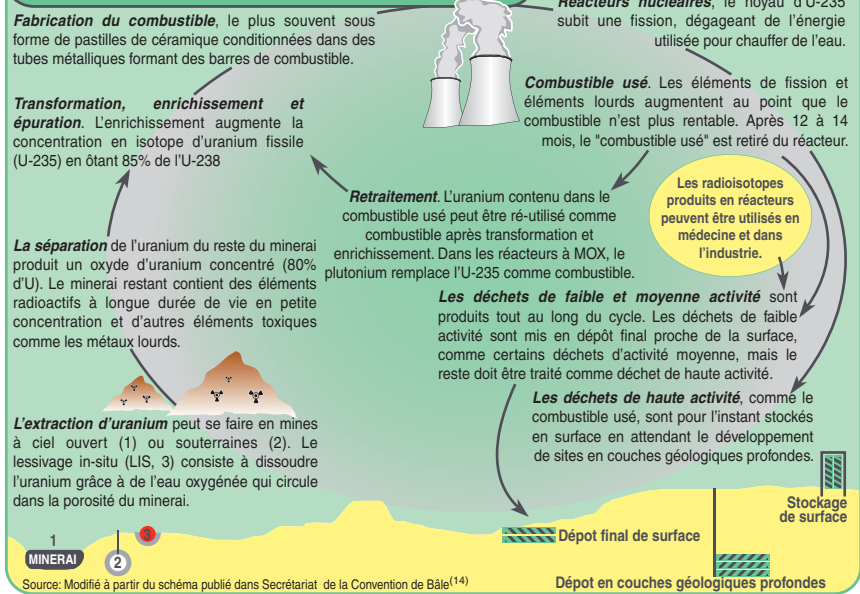
Emergence du problème

L'apparition des premiers réacteurs coïncide avec la période d'après-guerre, quand l'objectif principal était le développement de l'armement nucléaire. A cette époque, on prêtait peu d'attention aux problèmes environnementaux qui pouvaient survenir. Ceci changea considérablement, particulièrement après l'accident dans un réacteur de production de plutonium à Windscale, RU, en 1957⁽²⁾. Depuis, on continue de mesurer l'activité de matériaux radioactifs déposés par les tests nucléaires atmosphériques (retombées) qui s'ajoutent, localement et globalement, à la radioactivité naturelle existante sans qu'on puisse les neutraliser. La situation autour des sites de tests nucléaires (Fig.1) a été examinée par la communauté internationale qui, dans certains cas, a émis des recommandations. Les déchets liés à la production de plutonium demeurent cependant en attente d'être conditionnés définitivement.

De manière similaire, au début du développement des réacteurs nucléaires civils des années 50 à 70, les déchets nucléaires étaient peu pris en compte et pas suspectés de pouvoir soulever des tensions politiques ou sociales. L'idée dominante était que du point de vu technique, il n'était pas urgent de les confiner définitivement, et que cela ne poserait de toute façon pas de gros problèmes. Cette approche naïve fut contestée par des études plus poussées. Parallèlement, le lobby environnemental devenait de plus en plus influent, et le secteur du nucléaire connut des problèmes liés au prix d'exploitation élevé et aux accidents de Three Mile Island et de Tchernobyl.

Malgré des efforts de la part des pays ayant un programme nucléaire important, pratiquement aucune voie pour le confinement définitif des déchets civils de haute activité n'a encore été trouvée. Au cours des 20 dernières années, les options potentielles pour la gestion et le confinement des déchets ne cessent d'être ré-examinées, et il est admis que le problème est autant un défi politique et social que technique.

Fig. 3: Le cycle du combustible nucléaire



Les types de déchets radioactifs

La classification des déchets radioactifs comprend aujourd'hui trois catégories. Celles-ci représentent différents niveaux de menace, et nécessitent différentes précautions de sécurité et sanitaires. Certains déchets émettent spontanément de la chaleur à cause de leur désintégration radiologique et nécessitent un refroidissement. D'autres ne sont pas très actifs et peuvent être manipulés facilement. Ces trois catégories sont les déchets de haute activité (HA), ceux de faible et moyenne activité (FMA) et les déchets exempts de radioactivité. Leurs caractéristiques respectives sont décrites à la Fig.2. Comme ce sont des catégories très larges, il convient parfois de décrire certains déchets avec plus de précision. Par exemple, le plutonium séparé et les déchets transuraniens provenant des activités militaires sont souvent considérés comme faisant partie d'une des trois catégories, notamment pour le confinement.

D'où viennent les déchets nucléaires?

La grande majorité des déchets proviennent du fonctionnement du cycle du combustible nucléaire décrit à la Fig.3.

L'extraction de l'uranium

Les déchets d'extraction de l'uranium se présente sous la forme de sables après que l'uranium ait été extrait par broyage. Environ 40 à 50 000 tonnes d'uranium sont extraites chaque année à l'échelle mondiale.

Fig. 2: Classification des déchets radioactifs (AIEA)

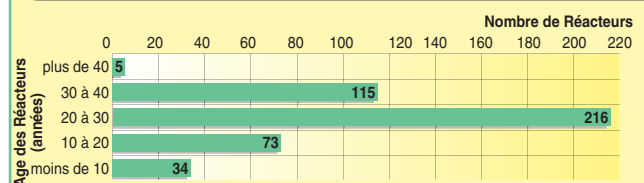
Les déchets "exempts" ont une activité si faible qu'ils ne nécessitent pas de traitement différent des déchets ordinaires.

Les déchets de **faible et moyenne activité (FMA)** regroupent des éléments comme le papier, les vêtements et le matériel de laboratoire utilisés pour manipuler les substances radioactives. Ils concernent aussi les sols contaminés et les matériaux de construction, les substances actives utilisées pour le traitement des effluents liquides et gazeux avant leur déversement dans l'environnement, ainsi que les boues accumulées dans les bassins de refroidissement où le combustible usé est stocké. Les déchets FMA contenant des radionucléides de courte durée de vie ou de très faible concentration de radionucléides de longue durée de vie sont mis en dépôt final près de la surface. Les déchets FMA contenant des radionucléides de longue durée de vie sont mis en dépôt final en couches géologiques profondes comme ceux de haute activité.

Les déchets de **haute activité (HA)** comprennent le combustible usé issu d'un réacteur, considéré comme déchet, ainsi que les résidus hautement actifs provenant du retraitement du combustible usé. Ceux-ci sont vitrifiés en y incorporant des verres de borosilicates pour faciliter leur stockage. Les déchets de HA génèrent de grandes quantités de chaleur et doivent être refroidis.

Source: "Classification of Radioactive Waste" Safety Series No. 111-G-1.1 AIEA, Vienne 1994.

Fig. 4: Vieillesse de la population des réacteurs



Ce graphique présente tous les réacteurs nucléaires en activité en fonction de leur âge au 31 décembre 2005. La majorité d'entre eux ont entre 20 et 30 ans, l'âge moyen étant de 22 ans. En considérant une durée de vie moyenne de 30 à 40 ans, leur démantèlement va devenir une opération d'envergure sur les 50 prochaines années, augmentant ainsi la quantité de déchets à gérer.

Source de données: International Atomic Energy Agency's Power Reactor Information System (PRIS de l'AIEA)

Production d'électricité

Le fonctionnement normal des réacteurs nucléaires n'engendre pas de grandes quantités de déchets FMA. Le combustible usé (HA), qui est régulièrement retiré du réacteur et remplacé par du combustible neuf, est pour l'instant confiné et stocké soit près du réacteur qui l'a produit ou dans une autre centrale.

Un réacteur de 1 000 MW à eau légère produit environ 100 m³ de déchets de FMA et génère environ 30 tonnes de combustible usé chaque année. Si ce dernier est destiné au confinement et au stockage final, il représente environ 50 m³. S'il est retraité, il engendrera moins de déchets de HA, soit environ 20 à 30 m³, mais 50 à 100 m³ de déchets de FMA supplémentaires. La capacité installée mondialement est restée stable ces dernières années à 350 000 MW^(7,8).

Démantèlement

Comme le montre la Fig.4, un nombre croissant de réacteurs nucléaires atteignent la fin de leur espérance de vie. D'habitude, le démantèlement d'un réacteur de 1 000 MW est susceptible de générer environ 10 000 m³ de déchets de FMA, la plupart étant du béton et autres matériaux de construction contenant de relativement faibles quantités de radioactivité. Cependant, une étude récente montre que 75% du volume total de déchets provenant des activités nucléaires est issu du démantèlement et du nettoyage des sites nucléaires, notamment là où la fabrication et le retraitement ont lieu⁽⁹⁾.

Retraitement

Le combustible usé retiré d'un réacteur contient toujours des quantités considérables d'uranium et de plutonium qui peuvent être recyclés comme combustible neuf une fois les produits de fissions extraits. Ces produits de fissions ainsi que le reste du matériel radioactif inutilisable sont isolés comme

Fig. 6: Radioactivité et demi-vie

L'activité est le taux auquel un radionuclide se désintègre et émet des radiations. Elle est mesurée par le nombre de désintégrations par seconde, en becquerel. Les déchets radioactifs émettent des millions, voire plus, de désintégrations par seconde, on utilise donc plus souvent les megabecquerels (MBq), un million de désintégrations par seconde, et les terabecquerels (TBq), un trillion de désintégrations par seconde. Plus l'activité est élevée, plus les risques sont importants.

La demi-vie est le temps nécessaire à l'activité d'un radionuclide pour diminuer de moitié par rapport à celle d'origine. Comme les radionuclides se désintègrent, ils deviennent progressivement de moins en moins actifs. Ceux qui ont une demi-vie courte se désintègrent rapidement et ne sont pas difficiles à gérer (e.g. la radioiodine a une demi-vie de 8 jours, après quelques mois elle est considérée comme inoffensive) ; au contraire, les radionuclides ayant une demi-vie longue sont dangereux à l'échelle des temps géologiques (e.g. le plutonium a une demi-vie de 24 000 ans !).

déchets de HA. Le retraitement peut engendrer des déversements dans l'environnement et des quantités non-négligeables de déchets de FMA. Les deux principales usines de retraitement au niveau mondial se trouvent à La Hague (France) et à Sellafield (Royaume Uni). La quantité de déchets de HA produite conjointement par la France et le Royaume Uni atteint environ 200 m³ par année.

Les déversements dans la nature sont restés élevés (même s'ils restaient dans les normes acceptées) dans les années 60 et 70, ce qui a eu pour conséquence des taux élevés de radioactivité dans les eaux et les sédiments marins limitrophes (e.g. la Mer d'Irlande, au large de Sellafield, a le plus haut taux de radionucléides artificiels de tous les écosystèmes marins). Mais depuis, cette pollution a été réduite de manière substantielle. Par exemple, à l'usine de Sellafield, les déversements totaux de particules alpha et bêta ont chuté respectivement de 175 TBq (1973) et 9 500 TBq (1975) à 0.2 et 120 TBq en 2001⁽⁹⁾.

Déchets militaires

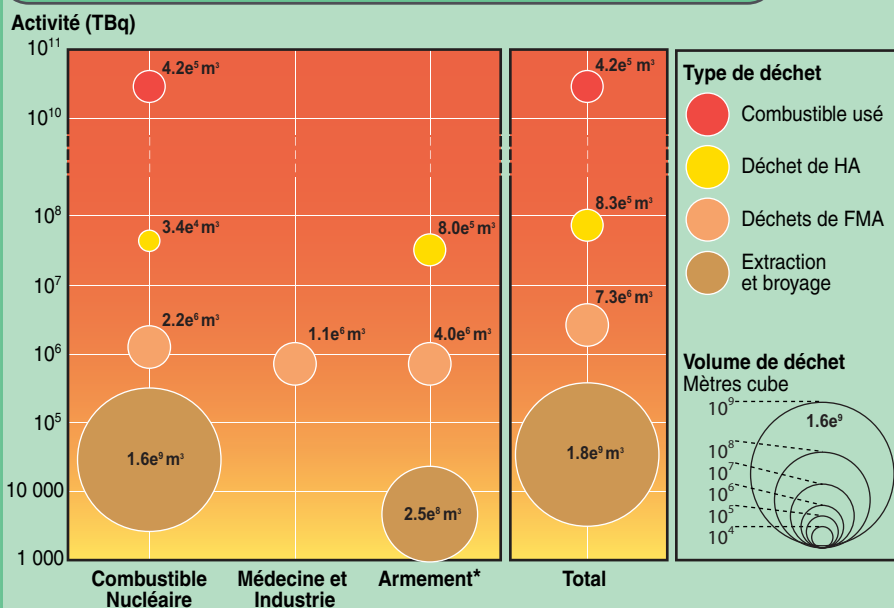
La construction et l'entretien de l'armement nucléaire produit un certain type de déchets plus connus sous le nom de déchets transuranniques (TRU). Le principal radionuclide présent dans ceux-ci est le plutonium. Le déclassement de certaines informations militaires a mis en lumière le déchargement intensif de déchets militaires et de réacteurs usagés dans l'Arctique Russe, ainsi que d'autres exemple de pollution dangereuse.

La quantité de déchets est également accentuée par le démantèlement d'anciennes armes, dont 50 tonnes de plutonium aux Etats-Unis par exemple⁽¹⁰⁾. La quantité de plutonium en attente de traitement atteint 1 100 tonnes et augmente rapidement⁽¹¹⁾. Bien qu'une partie soit réutilisable comme carburant dans des réacteurs, le stockage et le confinement définitif de quantités croissantes de plutonium et de TRU doivent être organisés avec soin afin d'assurer le respect de l'environnement et des conventions de non-prolifération.

Applications médicales et industrielles

Certaines sources de radioactivité sont largement utilisées dans les hôpitaux (e.g. diagnostics radiologiques et radiothérapie) ainsi que dans l'industrie (e.g. stérilisation et radiographie industrielle). De nombreux accidents ont déjà impliqués de telles sources de déchets. Lun des pires a

Fig. 5: Inventaire cumulé des déchets nucléaires mondiaux







Ce graphique présente l'inventaire cumulé des déchets nucléaires mondiaux dressé par l'Agence Internationale pour l'Energie Atomique jusqu'à la fin 2000. Les différents types d'activités génèrent des quantités variables de déchets et de radioactivité. Le combustible usé représente la part la plus faible de la quantité totale, mais avec la plus haute activité. La plus grande quantité de déchets est produite par l'extraction et le broyage, dont l'activité est un million de fois plus faible que celle du combustible usé.

*Les estimations sont imprécises. Dans certains pays, il n'existe pas de distinction claire entre le retraitement pour l'usage militaire et pour l'usage civil. Source de donnée: AIEA

Fig. 7: Installations nucléaires du Sud Oural



-  Centrale nucléaire
-  Site industriel de recherche nucléaire (civil et militaire).
Production et recyclage de combustible.
-  Site d'essais nucléaires.
Vaste région contaminée par retombées radioactives.
-  "Empreinte de Kyshtym" ou
"Trace Radioactive de l'Est Oural" (TREO).

Source: Modifié à partir de la carte originale publiée dans PNUE 2005⁽¹⁵⁾. Cartes originales par Philippe Rekawicz, PNUE/GRID-Arendal.



La violente explosion du 29 septembre 1957 au complexe Chelyabinsk-40 à Kyshtym, dans le Sud Oural, a libéré des nitrates secs et des sels d'acétate de cuves de stockage de déchets, et a répandu de la radioactivité sur une zone étendue connue sous le nom de "l'empreinte de Kyshtym". L'activité totale émise était alors de l'ordre de 500 000 TBq de produits de fission. La zone contaminée était d'environ 20 000 km², dont 1 000 km² dépassaient les normes acceptables. A l'époque, plus de 270 000 personnes vivaient dans la région contaminée, dont 10 000 ont été finalement évacuées. L'accident fut passé sous silence à l'époque et ne fut révélé que dans les années 80.

Région russe spécialisée dans les activités nucléaires militaires et civiles. Ancienne collaboration avec les autres installations d'Asie Centrale.

qu'un consensus se soit installé préconisant une période de stockage temporaire pour permettre un refroidissement des déchets de HA.

Dépôt final

La communauté scientifique ne peut être accusée de manquer d'idées quand il s'agit de trouver des innovations pour le dépôt final des déchets nucléaires. La transmutation, le dépôt dans l'espace ou sous la couche de glace de l'Arctique sont des solutions qui ont été proposées. Cependant, les solutions envisageables aujourd'hui se partagent entre celles sur terre ou en mer.

Dépôt en mer

Les déchets de FMA issus des premiers programmes nucléaires ont été déposés à plusieurs endroits (Fig.1) suivant les consignes de la Convention de Londres de 1972⁽¹⁾. Mais les oppositions face à cette méthode ont pris le dessus, et elle est aujourd'hui interdite.

L'éventualité de disposer des déchets de HA sous les fonds marins a largement été étudiée pendant les années 70 et 80. Elle a aussi subi une forte opposition de la part des groupes environnementaux et de nombreux gouvernements et n'est plus aujourd'hui politiquement crédible.

Dépôt sur terre

Depuis le début, les déchets de faible activité ont été définitivement enfouis à de faibles profondeurs. Beaucoup de ces sites n'étaient guère plus qu'une simple tranchée dans le sol. Au cours des dernières décennies, des infrastructures plus fiables ont été mises en place, notamment en confinant mieux les déchets. Pour les grandes quantités de déchets de faible activité, il n'y a pas d'alternative à cette méthode que d'utiliser des procédures plus modernes pour assurer la sécurité de ces stocks. Tous les pays gérant un parc nucléaire utilisent ces dépôts définitifs de faible profondeur. Les sites sont surveillés et suivis de manière à être optimisés si nécessaire, ce qui devra sûrement être le cas pour les plus anciens.

Les propositions de conception de sites pour l'enfouissement géologique définitif de déchets de HA varient suivant les pays. Ils ont en commun le fait que les déchets seraient déposés à plusieurs centaines de mètres de profondeur, dans une formation géologique stable et qu'ils soient confinés et neutralisés au préalable (Fig.8). Le débat persiste quant à la durée durant laquelle les déchets doivent rester accessibles, mais à un moment leur accès doit être fermé pendant que la concession est encore institutionnelle. Après la fermeture, la sécurité du dépôt dépend d'une série de mesures de protection devant empêcher le matériel radioactif d'atteindre la biosphère. Elles consistent par exemple à incorporer les déchets à du verre de borosilicate caractérisé par des propriétés de diffusion extrêmement faibles, l'utilisation de matériaux très résistants pour la fabrication des barils de confinements et la fermeture

été celui de Goiania⁽¹²⁾ au Brésil en 1987, ce qui montre que malgré leur faible quantité et activité, ces déchets peuvent potentiellement devenir très nocifs.

Que peut-on faire des déchets?

Stockage

Pratiquement tous les types de déchets nucléaires sont placés dans des lieux de stockage, d'où ils peuvent être retirés. Bien que sa durée varie, le stockage demeure une étape essentielle de la gestion de ces déchets.

Pour les déchets de FMA comportant des éléments de durée de vie courte, il est intéressant de les stocker temporairement pour permettre à la radioactivité de décroître et faciliter la manutention ultérieure. Si les éléments ont une durée de vie longue, il n'y a pas vraiment d'avantage à prolonger le temps de stockage.

Les déchets de HA posent non seulement le problème de la radioactivité mais également celui de la production de chaleur. Cette dernière diminue considérablement après un temps de stockage de quelques décennies. Pour cette raison, la plupart des stratégies de gestion des déchets de HA ont incorporé une période de stockage de 50 à 100 ans. Certains groupes environnementaux ont préconisé une plus longue période de stockage pour permettre des recherches plus avancées et développer de nouvelles options pour les générations futures. L'échauffement d'un réservoir de stockage de déchets radioactifs a débouché sur la catastrophe de Kyshtym, un des plus sérieux accidents nucléaires à ce jour (Fig.7). Il est aussi pertinent de noter que par rapport à l'échelle de temps géologique, les aménagements et les institutions humaines ne sont pas forcément fiables. Malgré cela, il semble aujourd'hui

des galeries avec des matériaux absorbants. A longue échéance, la stabilité rocheuse du dépôt reste le plus important. Etant donné les échelles de temps très longues, une démonstration mathématique de la sûreté d'un site est incertaine. L'attention se porte aujourd'hui sur des analogues de bon sens pour atteindre le but "de protéger la santé et l'environnement, maintenant et pour l'avenir, sans en laisser la charge aux générations futures"⁽¹³⁾.

Malgré le consensus général que l'enfouissement est l'option optimum, pratiquement tous les pays ont échoué dans leur tentative de trouver un site sûr pour les déchets de HA. L'opposition politique paraît en être la première cause, même si les contraintes techniques posent problème pour certains sites: les pays sont confrontés à des complexités géologiques et une opposition politique inattendue. Des progrès sont réalisés dans certains pays. En Finlande, la construction du site de dépôt de Olkiluoto a débuté, en Suède la conception détaillée d'un site est achevée, et d'autres pays ont exprimé leur désir d'accueillir un site. Au Canada, l'organisation de gestion des déchets nucléaires préconise l'enfouissement géologique, et la France et l'Allemagne vont dans la même direction. L'Allemagne possède un site de profondeur à Konrad mais il n'est pas encore en activité. Aux Etats-Unis, les déchets militaires sont entreposés en couches géologiques au Nouveau Mexique (The Waste Isolation Pilot Plant), et des infrastructures pour les déchets civils sont à l'étude à Yucca Mountain. Cependant, la route est longue avant qu'une proportion significative des déchets de HA soit neutralisée et stockée de manière définitive.

Trouver des solutions

Participation des instances

Au cours de la dernière décennie, le consensus général concernant les stratégies de gestion et de dépôt final des déchets nucléaires a été plus influencé par des préoccupations sociales que techniques. Des pays comme la France, le Canada ou le Royaume-Uni, ainsi que des instances internationales comme le AEN/OCDE ou la Commission Européenne, ont entrepris des recherches et des enquêtes pour comprendre les oppositions aux projets envisagés dans le passé. Une conclusion commune a été que la participation des décideurs et de la communauté locale est indispensable dans le processus de décision participative. Une des conclusions d'une étude anglaise⁽⁶⁾ a été que l'analyse des expériences internationales montre que "la décision de construction d'un site de dépôt final sans la consultation et la participation des communautés locales a toujours échoué". Il est indispensable que tous les gouvernements et les autorités de gestion de déchets prennent cela en compte et installent un véritable dialogue afin de créer un climat de confiance et de compréhension mutuelle.

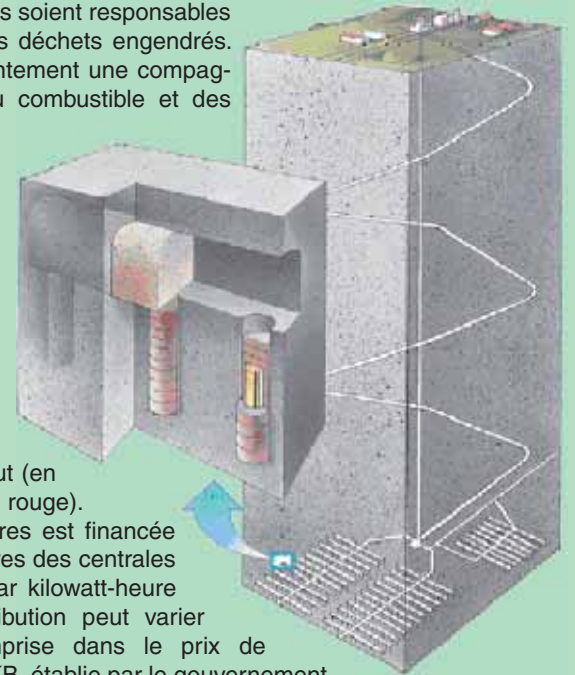
Fig. 8: Mise en dépôt final des déchets de haute activité. L'exemple suédois

La législation suédoise stipule que les sociétés propriétaires de centrales nucléaires soient responsables de la gestion et du dépôt final des déchets engendrés. Les sociétés ont donc créé conjointement une compagnie, la Compagnie de gestion du combustible et des déchets nucléaires suédois (SKB).

La compagnie procède à des recherches pour le dépôt final et supervise les installations de stockage de déchets existants. Le KBS-3 suédois a été conçu pour le dépôt de combustible dans des tunnels horizontaux à une profondeur de 500 mètres, ceux-ci pouvant être bouchés. L'illustration montre les puits de 8 m de profondeur contenant chacun des cylindres de cuivres de 2 m de haut (en jaune) enveloppés de bentonite (en rouge).

La gestion des déchets nucléaires est financée par une contribution des propriétaires des centrales nucléaires au bénéfice de l'état par kilowatt-heure d'électricité produite. Cette contribution peut varier suivant les années et est comprise dans le prix de l'électricité. Elle est calculée par SKB, établie par le gouvernement et sert à alimenter le fonds national pour les déchets nucléaires en partant du principe que les installations fonctionneront pendant 25 ans.

Source: La compagnie de gestion du combustible et des déchets nucléaires suédois à www.skb.se



Financement

Une préoccupation majeure reste celle du financement de la gestion du dépôt final des déchets. C'est un impondérable qu'il faudra résoudre ou du moins rendre moins aléatoire, avant qu'il existe un engagement commercial plutôt que gouvernemental pour de nouveaux programmes nucléaires. Pour cela, non seulement les travaux d'ingénieries et leur durée, mais également les systèmes de financements doivent être mieux appréhendés. A cet égard, l'exemple suédois décrit dans la Fig.8 peut être un précédent intéressant.

Les conventions et les institutions internationales

A la Conférence des Nations unies sur l'environnement et le développement, en 1992 à Rio de Janeiro (Brésil), 179 gouvernements ont adopté le programme de l'Agenda 21. Une des sections du programme se rapporte à la gestion sûre et écologiquement rationnelle des déchets radioactifs. Elle encourage les états à soutenir les efforts de l'Agence internationale de l'énergie atomique pour développer et promulguer des standards sur la sûreté de déchets nucléaires, et aussi à améliorer le renforcement de l'application du Code de conduite sur les mouvements transfrontaliers des déchets nucléaires, et enfin encourager la Convention de Londres dans son travail pour arriver prochainement à un moratoire.

Les Parties de la Convention de Londres sur la prévention de la pollution des mers résultant de l'immersion de déchets de 1972 ont accepté en 1993 d'interdire tous dépôts de déchets radioactifs en mer. Cette interdiction légale est entrée en vigueur le 20 février 1994.

En 1997, la Convention conjointe sur la sécurité de la gestion du combustible usé et sur la sécurité de la gestion des déchets radioactifs a été adoptée lors d'une conférence diploma-

tique de l'AIEA. Entré en vigueur le 18 juin 2001, c'est le premier accord international sur la sûreté du combustible usé et la gestion des déchets radioactifs, et il codifie en grande partie les exigences du Code de conduite cité plus haut.

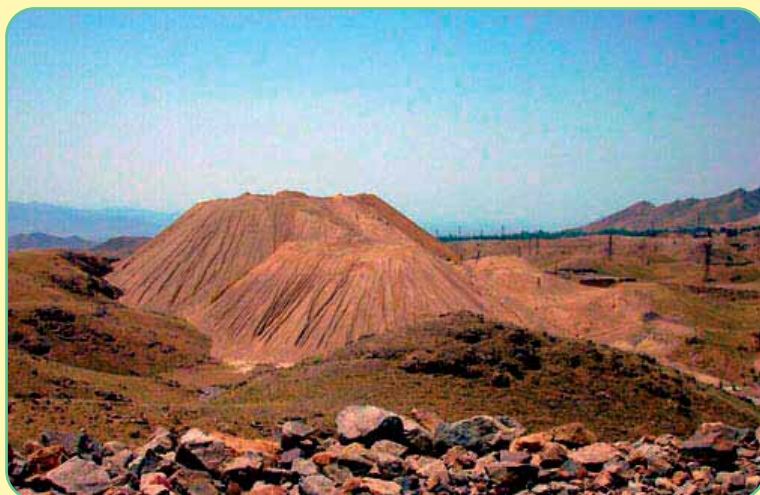
L'AIEA, basée à Vienne en Autriche, a été fondée en 1957. Elle développe des normes de sûretés, des lignes de conduites, des recommandations, et fournit une assistance technique pour les pays membres sur les méthodes et la protection radiologique, avec notamment une série de mesures sur la sécurité des déchets et leur confinement. Les notions de base concernant la protection radiologique sont fournies à l'AEIA par UNSCEAR (voir plus bas), et par la Commission internationale pour la protection radiologique (CIPR) qui a publié des recommandations spécifiques pour la gestion des déchets nucléaires depuis 1985.

Les activités de l'Agence pour l'énergie nucléaire de l'Organisation de coopération et de développement économique (OCDE/AEN), basée à Paris, complètent celles de l'AEIA. Elles comprennent différents programmes de gestion des déchets impliquant ses 27 états membres et travaille en collaboration étroite avec l'AEIA sur les normes de sécurité nucléaires et autres activités techniques. Elle a notamment fait la promotion du concept de l'implication de la communauté et des dirigeants.

Le Comité scientifique des Nations unies sur les effets des radiations atomiques (UNSCEAR) établi par l'Assemblée Générale des Nations unies en 1955, détermine et signale indépendamment les niveaux et les effets de l'exposition aux radiations ionisantes. Les organisations et les gouvernements se basent sur les estimations de ce Comité concernant les évaluations scientifiques des risques radiologiques. Le secrétariat de l'UNSCEAR est relié fonctionnellement au PNUE depuis 1972.

Conclusion

Le développement d'armes, et plus tard, de l'énergie nucléaire a, au cours du temps, abouti à l'accumulation de déchets radioactifs stockés aujourd'hui encore de manière temporaire. Que l'on continue de construire des centrales nucléaires ou non, les déchets existants et ceux résultant du démantèlement devront être neutralisés et enfouis en toute sécurité. Il n'existe pas aujourd'hui de méthode finale pour la plupart de ces déchets, notamment les déchets de HA qui contiennent 93% du total de la radioactivité. Etant donné la demande en croissante en énergie, la diminution des ressources fossiles économiquement exploitables et leur propre impact sur l'environnement, il est de moins en moins probable que les besoins énergétiques de nombreux pays ne seront satisfaits uniquement par des alternatives renouvelables et des économies d'énergie. Le développement ou la poursuite de l'option nucléaire semble inévitable pour de nombreux pays. Avant de s'engager, ces pays doivent prendre les mesures techniques et politiques pour entreprendre la neutralisation et le stockage définitif des déchets accumulés pour s'assurer que les étapes d'élimination soient fiables pour tous les déchets à venir.



Déchets de l'extraction d'uranium abandonnés, sans confinement, au Tadjikistan. (Photo: F. Harris/AIEA)

Sources: ¹ AIEA. Convention sur la sûreté nucléaire. INFCIRC/499. Vienne 1994

² Arnold L. M. 1995 "Windscale 1957. Anatomy of a Nuclear Accident". Londres, Macmillan

³ AIEA 2001, "Inventory of accidents and losses at sea involving radioactive material", AIEA-TECDOC-1242, Vienne septembre 2001

⁴ UNSCEAR 1993, "UNSCEAR 1993 Report, sources and effects of ionizing radiation", Annexe B, p.114-120, New-York 1993

⁵ UNSCEAR 2000, "UNSCEAR 2000 Report, sources and effects of ionizing radiation", Annexe B, p.180-182, New York 2000

⁶ UNSCEAR 2000, "UNSCEAR 2000 Report, sources and effects of ionizing radiation", Annexe B, p.241, New York 2000

⁷ OCDE(AEN). Rapport annuel 2005. Paris, France

⁸ Comité de gestion des déchets radioactifs (Committee on Radioactive Waste Management) 2006. Rapport final. Londres

⁹ Gray J. et al 1995. "Discharges to the environment from the Sellafield site, 1951-1992" Journ. Radiol. Prot., 1995 Vol. 15 No 2 p.99-131

¹⁰ Curtis C. 1994. (Département Américain de l'Energie) témoignage au Congrès, 26 mai 1994, cité dans "Radwaste: DOE Considers Storing Plutonium at Bases." A.P 27 mai 1994

¹¹ Panofsky W. et al 1994. Académie Nationale Américaine des Sciences, janvier 1994. Cité dans Kiernan, V. "A Bomb Waiting to Explode." New Scientist, 26 février 1994, p. 14-15

¹² AIEA "The Radiological accident in Goiania" Vienne 1988

¹³ AIEA "The Principles of Radioactive Waste Management" Safety Fundamentals SS No.111-F 1995

¹⁴ PNUE 2004, Secrétariat de la Convention de Bâle, GRID-Arendal: Vital Waste Graphics

¹⁵ PNUE 2005, "Environment and Security: Transforming risks into cooperation - Central Asia - Ferghana / Osh / Khujand area"

URLs: ^a PNUE Portail des Données GEO à <http://geodata.grid.unep.ch>

^b Protocole de Kyoto à la Convention-cadre des Nations unies sur les changements climatiques, CCNUCC à <http://unfccc.int/resource/docs/convkp/kpfrench.pdf>

^c Atlas des Océans des Nations unies à www.oceansatlas.org

^d The World Nuclear Association à www.world-nuclear.org

^e L'Agence Internationale de l'Energie Atomique à www.iaea.org

^f La base de donnée des explosions nucléaires de Geoscience Australia à www.ga.gov.au/oracle/nukexp_form.jsp

^g L'Agence pour l'Energie Nucléaire à www.nea.fr

^h La commission de réglementation nationale américaine à www.nrc.gov

ⁱ La convention de Londres à www.londonconvention.org

^j La commission des utilités publiques du New Hampshire à www.puc.state.nh.us

^k Secrétariat de la Convention de Bâle, PNUE à www.basel.int

^l Le Comité scientifique des Nations Unies sur les effets des radiations atomiques, UNSCEAR, à www.unscear.org

Pour plus d'information

Programme des Nations Unies pour l'environnement

DEWA / GRID-Europe

Tel: (4122) 917.8294

Fax: (4122) 917.8029

E-mail: earlywarning@grid.unep.ch

Web: www.grid.unep.ch/ew



G. Giuliani, A. De Bono
S. Kluser, P. Peduzzi
février 2007

Cette publication a bénéficié des contributions précieuses de M. Pierre Portas et de Mme Nicole Dawe du Secrétariat de la Convention de Bâle, de M. Malcolm Crick du secrétariat de UNSCEAR et de M. Geoffrey Webb que nous tenons à remercier.