Réalisations et projets français

Du tumulus et du monolithe à l'exploration en profondeur

par J.J. Lefèvre

L'expérience acquise en plus de 40 ans d'exécution d'un vaste programme nucléaire a permis à la France d'élaborer une politique, elle aussi très vaste, de gestion des déchets. Elle comporte une réglementation, des mesures ayant trait à la santé et à la sûreté à court et à long terme, des techniques (depuis la conception des installations jusqu'à leur déclassement) et le conditionnement, le transport et le stockage des déchets.

Répartition des attributions

En France, c'est le Gouvernement qui assume la responsabilité des grandes lignes de la politique de gestion des déchets, de la réglementation et du contrôle à l'échelon national, ainsi que de l'autorisation et de l'homologation des installations nucléaires. A l'heure actuelle le Ministère de l'industrie et de la recherche est le principal organe intéressé. C'est le Commissariat à l'énergie atomique (CEA) qui soumet les mesures de gestion des déchets à l'approbation du Gouvernement.

Quant aux producteurs de déchets, ils assurent surtout la gestion à court terme, notamment le stockage temporaire sur le lieu de production. Le stockage prolongé est du ressort d'un organe spécialisé, l'Agence nationale pour la gestion des déchets radioactifs (ANDRA), créée par le Gouvernement en 1978 au sein du CEA.

Les attributions de l'ANDRA sont les suivantes:

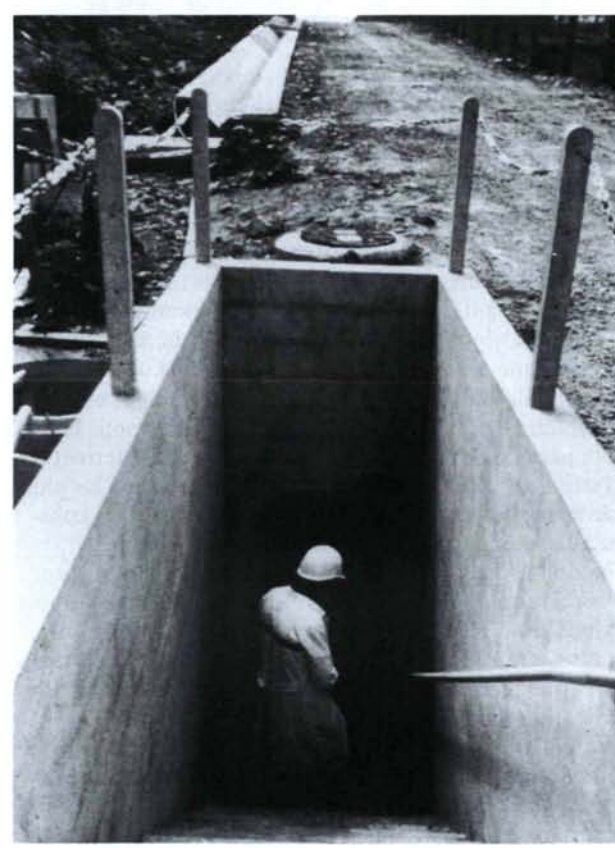
- Choisir, installer et gérer les sites de stockage prolongé
- Etablir les spécifications (afin d'assurer l'observation des normes de sûreté prescrites par le Gouvernement) du système de barrières qui séparent les déchets de l'environnement
- Réaliser l'assurance et le contrôle de la qualité dans les lieux de production, de traitement, de conditionnement et de stockage (en plus des inspections et contrôles effectués par les autorités réglementaires spécialisées)
- Prévoir les volumes de déchets à venir afin d'assurer en temps utile la préparation des sites de stockage.

Le financement de l'ANDRA est assuré par les producteurs de déchets en fonction du coût des opérations nécessitées par le volume et la nature des déchets livrés. Les producteurs ont également à préfinancer l'installation de futurs sites de stockage d'après les prévisions de livraison. Ces producteurs sont: les centrales d'Electricité de France (d'où proviennent les plus gros volumes); Cogéma*, la filiale du CEA chargée du cycle du combustible; les centres de recherche civils et militaires du CEA et les divers autres producteurs habituels: universités, hôpitaux, industries.

Les travaux de recherche et développement sont principalement exécutés et financés par le CEA, avec une certaine participation de la Communauté européenne et des producteurs de déchets (par l'intermédiaire de l'ANDRA). Les producteurs de déchets, et avant tout Electricité de France (EDF), font quelques recherches dans leurs propres laboratoires, de même que divers instituts et universités, soit sous contrat avec le CEA, soit par leurs propres moyens.

Le transfert de technologie du CEA à l'industrie est assuré par des fournisseurs de matériel et de services, dont un grand nombre sont des filiales d'EDF ou du CEA qui font également de la recherche de leur côté.

Entrée d'une «galerie d'inspection» d'un monolithe, comportant un dispositif de drainage des eaux.



M. Lefèvre est directeur des déchets et effluents radioactifs au CEA, à Paris. (Toutes les photos nous ont été communiquées par le CEA.)

* Compagnie générale des matières nucléaires.

La politique de gestion des déchets

La politique de gestion des déchets a été définie dans un programme établi par le CEA, approuvé par le Gouvernement et publié en 1984. Les déchets nucléaires ont été divisés en trois catégories en fonction du problème technique que posent les degrés de radioactivité et du problème de protection sanitaire que posent les risques potentiels à long terme.

La politique adoptée consiste à assurer, à court terme, une isolation totale des déchets d'avec l'environnement (pour les quelques premiers siècles). On y parvient en élevant des barrières successives: forme et emballage des déchets, site de stockage, barrières artificielles. Pour les déchets à vie longue, cette période d'isolation, qui ne peut être garantie que pendant un laps de temps limité, est suivie du retardement, par la barrière géologique naturelle, du transport et de la dilution des radionucléides restants.

En d'autres termes, les déchets à vie courte peuvent être stockés en surface ou à faible profondeur à condition d'assurer un confinement total jusqu'à ce que la décroissance de la radioactivité ait ramené les risques potentiels à des niveaux acceptables. Cette condition limite la quantité totale d'activité de courte ou de longue période qu'un site peut admettre, ainsi que le contenu (émetteurs de longue période ou alpha) de chaque colis. Au delà de cette limite alpha, tous les autres déchets sont justiciables d'un supplément de protection par une barrière naturelle suffisamment stable et efficace, telle que celle que constituent les formations géologiques profondes, afin de ramener à une valeur acceptable la radioactivité qui pourrait atteindre la population dans un avenir lointain.

Tumuli et monolithes pour les déchets de faible et moyenne activité

Les déchets ont été divisés en trois catégories:

- *La catégorie A* est celle des déchets d'activité faible et moyenne, contenant principalement des émetteurs bêta et gamma, dont la période ne dépasse pas 30 ans, avec une teneur en émetteurs alpha n'excédant pas 0,01 curie par tonne (Ci/t) en moyenne pour le site. (La teneur maximale d'un colis en émetteurs alpha ne doit pas normalement dépasser 0,1 Ci/t. Elle peut être portée, selon le cas, à 0,5 Ci/t). Ces limites tiennent compte de la décroissance radioactive des émetteurs bêta de courte ou moyenne période et des émetteurs alpha de longue période tels le plutonium 241, l'américium 241, et le neptunium 237. Elles ont donc été calculées pour la fin de la période de surveillance – 300 ans après la fermeture du site – et fixées d'après les scénarios de risque les plus crédibles à long terme, comportant notamment la construction d'une route importante traversant le site abandonné (qui exposerait les ouvriers du chantier), ou la construction de logements sur le site (avec des terrains de jeux pour les enfants) et l'exposition du public qui en résulterait. Les limites d'exposition admissibles sont celles que recommande la Commission internationale de protection radiologique (CIPR) pour la durée de vie d'un individu.

Les déchets peuvent être incorporés à du ciment, du bitume, des résines polymères, ou des mélanges de ces matériaux. Les barrières artificielles mises au point par l'ANDRA sont le tumulus ou le monolithe, désormais bien connus. Les déchets à vie courte d'activité relativement élevée, ou ceux dont l'emballage ne suffit pas à assurer le confinement, sont déposés dans des compartiments en béton. On coule du ciment sur chaque couche et la dernière est renforcée par une tôle d'acier. Les compartiments entièrement remplis et cimentés constituent les monolithes. Ils sont construits par paires, séparés par un espace de deux mètres où l'on loge les colis radioactifs. L'ensemble repose sur une dalle de béton et comporte un système d'écoulement incorporé qui recueille par gravité les eaux de pluie et d'infiltration.

Les déchets de très faible activité bien conditionnés sont empilés sur la plateforme supérieure des monolithes. Des récipients en béton contenant des déchets sont placés le long des côtés et en travers de la plateforme: il s'agit là encore de former des compartiments qui logent les fûts moins résistants. On déverse des matériaux de remblayage sur l'ensemble, qui est enfin recouvert d'une couche d'argile. Là encore, un réseau de drainage recueille les eaux de pluie ou d'infiltration. Le tumulus ainsi constitué, on le recouvre ensuite d'humus et de végétation.

Le seul site de ce genre existant fonctionne depuis 16 ans dans le Nord-Ouest de la France, au voisinage de l'usine de retraitement de La Hague. Il sera entièrement plein (400 000 mètres cubes) dans quelques années. Le volume total des déchets de catégorie A atteindra probablement 800 000 mètres cubes environ d'ici à l'an 2000.

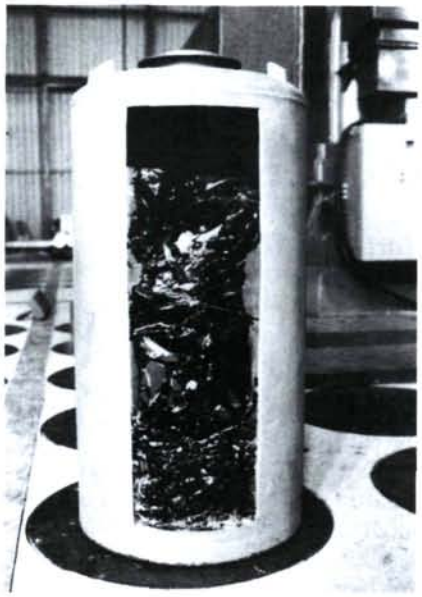
Déchets transuraniens

- *La catégorie B* est celle des déchets transuraniens provenant surtout des opérations de retraitement et comprend aussi quelques déchets d'établissements militaires ou de recherche. On a fait, et on fait encore, de grands efforts pour en limiter la quantité par voie de triage, de séparation et de recyclage, et pour en réduire le volume par voie d'incinération, de broyage ou de lixiviation, par exemple. Tous ces déchets enrobés dans du ciment, des résines polymères, du bitume ou un mélange de matériaux sont stockés temporairement en attendant de pouvoir être déposés dans des formations géologiques profondes. Leur volume atteindra probablement de 60 000 à 80 000 mètres cubes d'ici à l'an 2000.

Déchets de haute activité

- *La catégorie C* comprend les déchets liquides de haute activité provenant du retraitement. La solution adoptée consiste à les vitrifier comme on le fait depuis 1978 à l'usine AVM de Marcoule. (Le procédé AVM de vitrification a été adopté par British Nuclear Fuels pour son usine de retraitement Thorp, à Sellafield). Jusqu'à fin 1985, on a produit à Marcoule plus de 1000 conteneurs en acier, pour 400 tonnes environ de verre, qui représentent l'équivalent de quelque 12 000 tonnes de combustible.

Deux usines plus grandes sont en construction à La Hague pour la vitrification des déchets de haute activité provenant du retraitement de combustible enrichi. La première, dénommée R7, pourra procéder à des essais en inactif en 1986. Chacune de ces deux usines



Maquette d'un conteneur de verre dans l'entrepôt de l'usine de vitrification de Marcoule.

Fond d'un monolithe du dépôt de La Manche, avant le coulage du béton. Remarquer le renforcement de la paroi.

Intérieur de la cellule de vitrification de l'installation R7 en construction à l'usine de retraitement de la Cogéma, à La Hague.

comportera trois chaînes de vitrification d'une capacité de 50 litres à l'heure et produisant 25 Kg/h de verre. La capacité totale suffira pour les déchets liquides de haute activité provenant des deux usines de retraitement et correspondant à 1600 tonnes de combustible de réacteur à eau légère par an. Chacune des opérations de ce procédé a fait l'objet d'essais à Marcoule, dans un prototype (AVH, installation analogue à l'AVM envisagée).

Les recherches actuelles visent à mieux connaître le comportement à long terme du verre et de son conteneur dans les conditions réelles du stockage, à améliorer la souplesse et la fiabilité du procédé afin, notamment, de réduire la quantité des déchets secondaires.

Les conteneurs pleins seront entreposés aux fins de refroidissement, probablement pour 30 ans au moins, ce qui ne laisse pas trop de temps pour préparer un site de stockage définitif, étant donné qu'il faut connaître à l'avance les conditions réelles du stockage afin d'optimiser le dispositif général de barrières.

Programme de sites de stockage

Comme le site de stockage des déchets de faible activité existant sera complet dans quelques années, le Gouvernement a autorisé l'ANDRA à lui présenter, pour approbation, deux nouveaux sites de manière à ce qu'au moins un, sinon les deux, puisse être mis en service en 1990. Les travaux préliminaires effectués par le Bureau des recherches géologiques et minières ont permis de limiter la recherche à trois départements. Au moins un des sites a été reconnu comme probablement acceptable et les travaux en vue de sa définition sont en cours. L'ANDRA a pu, de ce fait, entreprendre une campagne intensive d'information dans tous les secteurs de la population, en commençant par les autorités locales et les media.

S'agissant du stockage en formation géologique profonde, le Gouvernement a invité le CEA à soumettre d'ici à la fin de 1987 une proposition de site pour un laboratoire souterrain. On espère que la qualité de ce site permettra d'y installer un dépôt. Aucune formation géologique précise n'a été mentionnée: ce peut être aussi bien du sel que du granite, de l'argile ou du schiste. L'emplacement du chantier d'exploration sera annoncé en 1986. Au cas où les résultats du laboratoire établiraient que le site ne convient pas, un autre laboratoire sera établi sur un autre site qui serait plus tard transformé en dépôt définitif.

Bien que certaines options restent ouvertes, les grandes lignes de la politique française de gestion des déchets sont tracées et la plupart des techniques nécessaires existent déjà.