

La gestion des déchets nucléaires en Suisse

par R. Rometsch*

La législation de l'énergie atomique en Suisse a été révisée et est entrée en application au mois de juillet 1979. Traitant principalement des autorisations concernant les installations nucléaires, elle définit de nouvelles procédures et précise les conditions d'octroi de ces autorisations. L'une d'elles stipule en particulier qu'il faut que les projets garantissent la sûreté à long terme des déchets d'origine nucléaire et leur stockage définitif dans un dépôt. Aussi existe-t-il désormais pour les déchets radioactifs une réglementation qui satisfait aux impératifs de protection de la santé de l'homme, de ses droits et de ses biens, encore que ces impératifs aient été déjà clairement stipulés dans l'ancienne loi sur l'énergie atomique. Des dispositions analogues existent dans la législation générale pour tous les autres types de déchets.

C'est le changement radical de l'opinion publique dans sa manière de percevoir l'énergie nucléaire qui a été à l'origine de ce renforcement des exigences légales en matière de gestion des déchets. Pendant les premières années d'expérimentation des usages pacifiques de l'énergie atomique, chacun considérait qu'il était justifié d'appliquer, dans toute leur rigueur, les règles habituelles de protection radioactive aussi bien à ce nouveau type d'utilisation industrielle qu'à la manutention des déchets. Ce n'est qu'au milieu des années 60, à l'époque où l'énergie atomique est devenue compétitive et où la production d'électricité d'origine nucléaire s'est développée rapidement (parfois même trop rapidement), que le débat s'est porté sur la place publique avec une grande intensité. On s'est inquiété des effets délétères que l'énergie nucléaire pourrait avoir et le problème des déchets a pris une spécificité particulière. Connaissant les propriétés de décroissance radioactive, on a pu calculer le taux résiduel de toxicité jusqu'à des dates éloignées dans l'avenir et l'on a été conduit à s'intéresser à cet avenir et à exiger la protection des générations futures — ce qui avait été rarement le cas pour des déchets à toxicité permanente.

Ce genre de réaction publique s'est développé dans un grand nombre de pays. Beaucoup avaient entendu parler pour la première fois de l'existence de l'énergie atomique à la suite du bombardement d'Hiroshima et de Nagasaki et cela n'a pas non plus facilité les choses. L'énergie atomique devint alors le symbole de puissance et du mal et il fallait que ses déchets fassent, à tout point de vue, l'objet d'un traitement spécial. Désormais, ce qui avait été jusque là considéré comme allant de soi, c'est-à-dire que les pays se chargeaient pour d'autres du retraitement du combustible nucléaire, et assumaient aussi la responsabilité des déchets radioactifs qui en résultaient, n'était plus pensable. La Suisse, du fait de son programme nucléaire restreint, est obligée de s'adresser à d'autres

pays pour le retraitement et a dû accepter de nouveaux contrats prévoyant le retour des déchets pour stockage définitif dans le pays où l'on a produit l'énergie nucléaire.

Ces divers éléments ont tout naturellement conduit la Suisse à se doter, selon les procédures traditionnellement démocratiques de ce pays, d'une législation nouvelle et rigoureuse. Cette nouvelle législation ne pouvant s'appliquer rétroactivement aux centrales déjà en service, le Gouvernement fédéral a dû s'occuper de celles-ci séparément. En plus de l'application de la loi que l'opinion avait, dans sa grande majorité, ratifiée lors d'une consultation populaire, il a été exigé des quatre sociétés de services publics chargées du fonctionnement ou de la construction des centrales nucléaires qu'elles établissent un projet garantissant la sûreté à long terme de la gestion et du stockage définitif des déchets. Il a été décidé de fixer au 31 décembre 1985 la date au-delà de laquelle les permis d'exploitation des centrales ne seraient pas renouvelés si les projets appropriés n'étaient toujours pas disponibles.

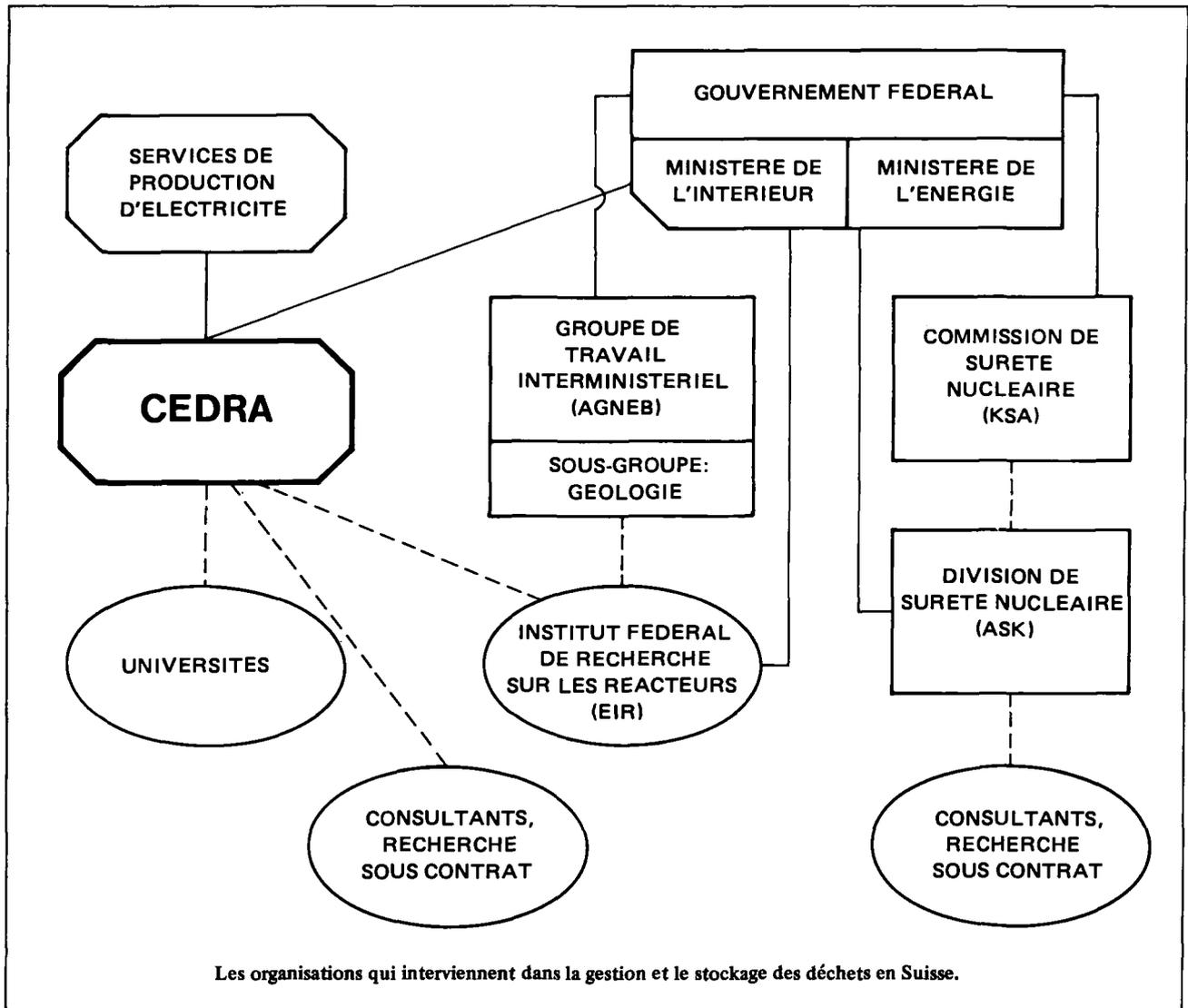
Cette exigence imposée aux centrales existantes de même que la condition légale d'obtention de nouvelles licences doivent être également considérées à la lumière d'un autre article récent de cette loi qui stipule clairement qu'en Suisse le producteur de déchets est personnellement responsable de leur stockage définitif, encore que l'Etat se réserve le droit de les stocker lui-même aux frais du producteur, mais seulement dans le cas où celui-ci serait empêché de remplir ses obligations.

Qui se charge de quoi?

Ayant parallèlement à établir le projet de démonstration qui donnera la certitude que le stockage définitif est à la fois réalisable et sûr et à préparer les projets proprement dits pour le stockage effectif de déchets radioactifs de toute nature, les producteurs ont décidé de charger de ces deux tâches une seule organisation commune: la CEDRA. Créée en 1972 pour mettre en place une installation de stockage définitif pour déchets de faible activité, cette coopérative est formée, d'une part, de six entreprises de production d'énergie ayant des activités dans le domaine de l'énergie nucléaire et, d'autre part, du Gouvernement fédéral représenté par l'Office de la santé publique responsable des déchets venant de l'industrie, du secteur médical et de la recherche. De nouveaux crédits ont été alloués à la coopérative en 1979, lorsque son champ d'action a été étendu aux déchets de haute activité et qu'ont été fixés les délais d'exécution du projet indiqués plus haut. Pour la période 1980-1985, ces ressources ont été évaluées à environ 200 millions de francs suisses* et la dotation budgétaire pour 1982 a été de 40 millions de francs suisses. Le personnel permanent de la CEDRA qui ne

* M. Rometsch est Président de la CEDRA (Coopérative d'Etat pour le stockage des déchets radioactifs), Parkstrasse 23, CH-5401 Baden, Suisse, et ancien Directeur général adjoint au Département des garanties à l'AIEA.

* En avril 1982, un franc suisse valait environ 0,51 dollar des Etats-Unis.



compte qu'une trentaine de personnes est chargé de gérer le projet de telle manière que les travaux soient confiés sous contrat aux universités, à l'Institut fédéral de recherche sur les réacteurs ainsi qu'à des bureaux de consultants privés en ingénierie ou en géologie, la CEDRA se chargeant d'en surveiller l'exécution.

Comme les autorités gouvernementales qui accordent les licences appliquent les mêmes méthodes de travail, il est important d'éviter des conflits d'intérêt. On y parvient en répartissant l'autorité gouvernementale en matière d'exécution et de réglementation entre plusieurs départements politiques et en faisant en sorte que la CEDRA et les autorités de réglementation n'utilisent pas les mêmes bureaux de consultants. Par contre, le but recherché n'est pas le dédoublement total de la méthodologie technique et il est possible, par exemple, d'employer des modèles communs d'analyse de la sûreté. De son côté, l'Institut fédéral de recherche sur les réacteurs remplit une fonction bien particulière en ce sens qu'il joue le rôle de contractant auprès de la CEDRA, qu'il a son propre programme de gestion des déchets et que les organismes réglementaires peuvent

aussi, le cas échéant, lui confier certains travaux techniques. On trouvera ci-dessus un schéma de cette organisation.

Volumes et classes de déchets

En Suisse, il existe des projets de stockage définitif pour tous les types de déchets et l'on a considéré, pour établir ces projets, qu'il ne serait même plus recouru au stockage en mer des déchets de faible et de moyenne activité, bien que ce type de stockage existe encore. Partant de là, les entreprises de production d'énergie d'origine nucléaire ont, en accord avec la CEDRA, publié en 1978 un système de gestion et de stockage définitif de la totalité des déchets que nécessiterait un programme maximum de production d'électricité nucléaire. On a estimé que la puissance installée atteindrait finalement 6000 MW, bien qu'elle ne soit actuellement que de 2000 MW et qu'il y en ait une de 1000 MW en construction. Comme il y a chevauchement entre les durées de vie des centrales, qui sont d'environ 40 ans, il a fallu couvrir une période de 60 ans. On a aussi procédé à une estimation des déchets provenant



Travail géophysique sur le terrain dans le nord de la Suisse effectué en coopération par la Commission géophysique suisse (SGPK) et la Coopérative d'Etat pour le stockage des déchets radioactifs (CEDRA).

des applications isotopiques et de la recherche nucléaire et ils ont été compris dans le total.

Le classement des déchets qui a été adopté est le même que celui que propose et applique l'AIEA. Il se fonde sur la radioactivité par volume, c'est-à-dire:

- de 10^{-9} à 10^{-1} Ci/m³ pour les déchets de faible activité
- de 10^{-1} à 10^4 Ci/m³ pour les déchets de moyenne activité
- et au-dessus de 10^4 Ci/m³ pour les déchets de haute activité.

On a choisi en conséquence, pour tous les types de déchets, le stockage par enfouissement dans des formations géologiques et prévu trois types de dépôt définitif. Il a cependant été décidé, pour plus de sûreté, de stocker avec des déchets de moyenne activité les déchets de faible activité contenant une concentration de radio-nucléides à longue période supérieure à un certain niveau. Ces déchets seront donc stockés dans un dépôt assurant 100 ans de confinement total (type A); de stocker les déchets de faible activité comprenant des composants à longue période avec les déchets de moyenne activité

dans un dépôt assurant environ 600 ans de confinement total et où le risque de perturbation géologique sera très faible pendant quelques milliers d'années (type B) et les déchets de haute activité dans un dépôt de type C où le confinement total durera au moins 1000 ans et où des perturbations géologiques semblent hautement improbables pendant quelque 10 000 ans. Si l'on considère que la totalité du combustible utilisé en Suisse sera retraitée dans d'autres pays, que les déchets provenant de l'opération seront renvoyés en Suisse et que toutes les centrales seront démantelées à la fin de leur activité avec dépôt de leurs parties radioactives dans un centre de stockage final, le volume total des déchets stockés pour les 60 années à venir sera environ le suivant:

- 100 000 m³ de déchets de faible activité pour un dépôt de type A dans une grotte proche de la surface
- 60 000 m³ de déchets de faible et de moyenne activité pour un dépôt de type B dans une grotte rocheuse de 100 à 600 m de profondeur
- 1000 m³ de déchets de haute activité pour un dépôt de type C dans une grotte rocheuse profonde dans le socle cristallin sous les plaines.

Tableau 1. Les étapes de la gestion des déchets

Lieu de production et type de déchet	Conditionnement au lieu de production	Capacité de stockage intermédiaire au lieu de production en années de débit	Capacité de stockage intermédiaire en années de débit	Organisation responsable	Conditionnement définitif	Organisation responsable	Type de stockage définitif	Organisation responsable	Début des activités
Recherche nucléaire et application médicale et industrielle — déchets de faible activité	Néant	1 an, évacuation rapide	de 3 à 5 ans EIR		Compactage, incinération, et bétonnage EIR		Immersion en mer EIR 1969		Dépôt de type A CEDRA pas avant l'an 2000
Utilisation des centrales nucléaires — déchets de faible et de moyenne activité environ 1/5	Bétonnage, bituminisation, ou incorporation dans des plastiques	de 10 à 20 ans	de 3 à 5 ans EIR de 10 à 20 ans CEL		bétonnage supplémentaire EIR bétonnage supplémentaire CEDRA		Immersion en mer EIR 1969		Dépôt de type B CEDRA 1995
Démantèlement des centrales nucléaires — déchets de faible activité — quelques déchets de moyenne activité	Désintégration, partiellement bétonnage	Pendant les opérations de démantèlement	Non applicable	Entreprises de services publics	Bétonnage supplémentaire CEDRA		Dépôt de type A CEDRA après l'an 2000		
Combustible épuisé sans retraitement — déchets de haute activité	Néant (stockage en piscine)	de 7 à 12 ans	de 50 à 60 ans CEL		Emballage métallique ou céramique CEDRA		Dépôt de type C CEDRA après 2020		
Combustible épuisé après retraitement — déchets de haute activité	Vitrification sur le site de retraitement	sur le site de retraitement 3 ans	En Suisse de 10 à 20 ans CEL		Emballage métallique ou céramique CEDRA		Dépôt de type C CEDRA 2020		
Déchets provenant du retraitement — déchets de moyenne activité faible quantité	Vitrification; bétonnage ou bituminisation	Quelques années sur le site de retraitement	de 10 à 20 ans CEL		Possibilité d'un emballage supplémentaire CEDRA		Dépôt de type B CEDRA 1995		

Sigle des organismes responsables: EIR Institut fédéral de recherche sur les réacteurs
 CEL Consortium d'études des entreprises de production d'énergie
 CEDRA Coopérative d'Etat pour le stockage des déchets radioactifs

Récemment, en accord avec un groupe de travail inter-ministériel du Gouvernement fédéral, on a examiné la possibilité de «ne pas effectuer de retraitement». Dans ce cas, le volume des déchets de type B serait réduit des deux cinquièmes environ mais celui des déchets de type C serait multiplié au moins par dix.

De même que le volume de déchets produits et le choix des sites, les dates auxquelles les différents dépôts doivent entrer en service sont un élément important du programme de travail de la CEDRA. Ces dates sont déterminées par la capacité de stockage intermédiaire (aussi bien dans le dépôt principal que sur le site de la

centrale productrice d'électricité) et par le temps que nécessitent le retraitement et le retour des déchets solidifiés. Le tableau 1 présente une analyse de ces différents facteurs et montre aussi comment les responsabilités ont été réparties entre les différentes organisations à tous les niveaux de la gestion des déchets.

Le souci des générations à venir

Trente années d'expérience dans la manutention des déchets radioactifs sont assurément une excellente base pour mettre en œuvre la mesure qu'exige la nouvelle loi,

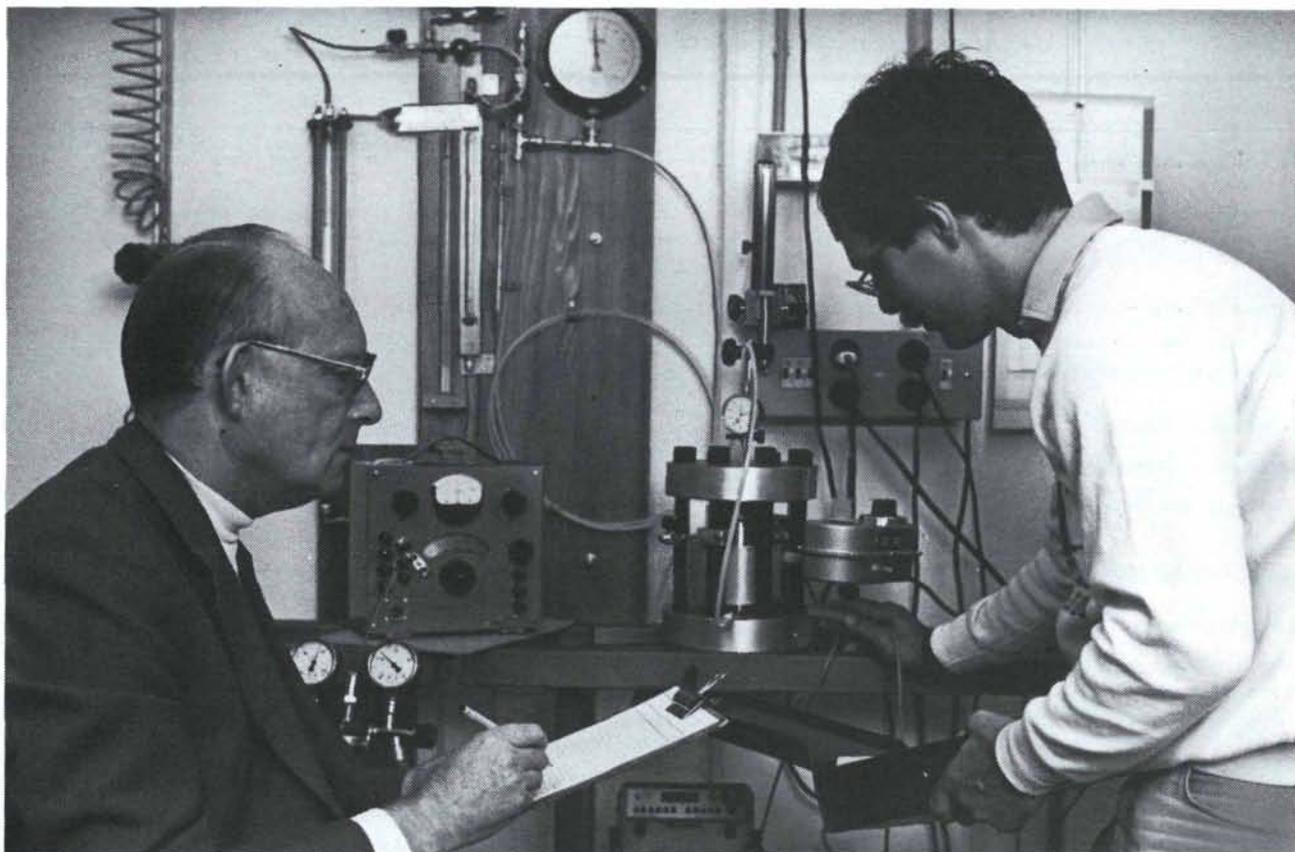
Tableau 2. Programme de recherche et de développement de la CEDRA

Projet	Activités
Technologie des déchets	
Caractérisation des nucléides spécifiques des déchets	Analyse de la documentation; travaux en laboratoire, calculs; liaison avec les centrales; travaux en laboratoire; expériences à grande échelle
Caractéristiques des verres à déchets de haute activité	Projet international de travaux en laboratoire
Evaluation des systèmes d'emballage pour déchets de haute activité et combustibles irradiés	Documentation; études d'ingénierie; travaux complémentaires en laboratoire
Planification des dépôts	
Etudes pour dépôts de type A, B et C	Etudes d'ingénierie; calculs
Evaluation des matériaux tampons	Etudes en commun; projet international; travaux complémentaires en laboratoire
Expériences sur place	Participation de la Stripa; laboratoire des roches du Grimsel
Sciences de la terre	
Analyse géologique locale et régionale du fondement granitique au nord de la Suisse	Etude et analyse de la documentation; géophysique (sismique réflexion et sismique réfraction, gravimétrie, levée aéromagnétique, magnétotellurisme); 12 forages en profondeur (de 1200 à 2500 mètres)
Hydrologie locale et régionale dans le nord de la Suisse	Caractérisation des eaux minérales; détermination de l'âge des isotopes; modèles d'écoulement pour la région
Etudes tectoniques	Etudes néotectoniques; possibilité d'une analyse géodésique sur le terrain; statistiques sismologiques
Choix d'un site pour dépôt de déchets de faible et de moyenne activité	Analyse de la documentation, choix de 3 à 6 sites pour travaux sur le terrain
Caractérisation des roches-hôte (mécanique des roches, géochimie, sorption)	Analyse de la documentation; travail en laboratoire sur la sorption; expériences sur place sur l'anhydrite et le granit
Méthodologie pour une détermination de l'âge des eaux	Evaluation et application des méthodes ^{39}Ar , ^{14}C , ^{36}Cl , ^{81}Kr ; analyse des techniques d'échantillonnage
Analyse de sûreté	
Détermination des critères de stockage des déchets dans le dépôt approprié	Amélioration de la caractérisation des déchets; catégorisation des déchets; simplification des analyses de sûreté
Modèles mathématiques:	
hydrogéologie	Evaluation du modèle; étalonnage; calculs
lixiviation	Evaluation du modèle; étalonnage; calculs
spéciation chimique, solubilité	Adaptation du modèle; extension de la gamme des données
transfert de la géosphère dans les milieux poreux et fissurés	Evaluation du modèle; comparaisons
transfert de la biosphère	Adaptation du modèle; regroupement des données locales

c'est-à-dire assurer durablement la sûreté d'un stockage définitif dans un dépôt ne nécessitant ni surveillance ni contrôle d'aucune sorte. Il est certain cependant qu'il faudra encore une somme considérable de connaissances supplémentaires et ceci est particulièrement important pour l'enfouissement dans des formations géologiques profondes qui est envisagé pour les dépôts de type C. C'est pourquoi la CEDRA a établi un vaste programme de recherche et de développement. La majeure partie du temps et des moyens financiers sont consacrés à des

recherches géologiques, géophysiques et hydrologiques. Les principaux éléments de ce programme sont indiqués au tableau 2.

Le travail préparatoire sur l'analyse de la sûreté implique que l'on se pose deux questions fondamentales: peut-on, d'une part, prévoir d'éventuelles perturbations dans un avenir très éloigné et peut-on, d'autre part, en calculer les conséquences éventuelles sur l'homme? En octobre 1980, la Commission suisse de la sûreté nucléaire



Deux chercheurs de l'Institut de technique des fondations et de la mécanique des sols de l'Ecole polytechnique fédérale de Zürich procèdent à une expérience avec du matériau de colmatage pour un dépôt de stockage final; une partie du programme de recherche est financée par la CEDRA.

Expertisation d'échantillons de roches provenant de forages de la CEDRA au Grimsel, Suisse.



et la Division de la sûreté nucléaire du Département de l'énergie ont émis des directives qui constituent une base de départ importante pour ce travail de prévision. Elles définissent les caractéristiques des différents dépôts de stockage définitif telles que nous les avons vues précédemment, et fixent à 10 mrem par an la dose limite d'irradiation due à des radionucléides libérés d'un dépôt que peut supporter un individu à tout moment. Cela implique une approche déterministe de l'analyse de la sûreté. Elles admettent toutefois aussi que lors de calculs mécanistes des doses d'irradiation, on pourra ne pas tenir compte du risque de certains incidents disruptifs en raison de leur extrême improbabilité.

Situation actuelle, débat public et perspectives

Des progrès satisfaisants ont été réalisés sur la plupart des aspects du programme de recherche et de développement. Les travaux effectués en particulier par les laboratoires universitaires, les instituts et les bureaux de consultants, c'est-à-dire tous ceux pour lesquels la loi n'exige pas d'autorisation spéciale, se poursuivent selon le calendrier prévu.

Par contre, le travail préparatoire sur le terrain, qui est nécessaire aux recherches géologiques — c'est-à-dire le programme de forage en profondeur — a été considérablement retardé par les complexités des formalités d'octroi des autorisations. A l'origine, la nouvelle législation était censée faciliter ces recherches et éviter de préjuger le choix des sites de stockage en chargeant le Conseil fédéral des ministres lui-même de l'octroi des autorisations. Néanmoins, les processus démocratiques qui protègent les droits des citoyens entraînent aussi des complications administratives.

Il était nécessaire de consulter les autorités cantonales et communales ainsi que les autres ministères fédéraux. Il a fallu aussi tenir compte des centaines d'objections formulées par les particuliers et les collectivités, ce qui a entraîné un grand débat public avec la participation des médias. Il a donc fallu tenir plusieurs réunions d'information au cours desquelles des personnalités officielles et des représentants de la CEDRA ont discuté de ces questions. Le ministre responsable a pris sur lui de se rendre en personne auprès des autorités locales des quatre cantons où l'on projetait des forages en profondeur.

Finalement, on a estimé indiqué de se plier également aux procédures locales habituelles d'autorisation même après qu'un permis avait déjà été accordé au niveau fédéral. Il va de soi, naturellement, que des éléments étrangers à la questions ne sauraient bloquer une autorisation accordée au niveau fédéral.

Les forages en profondeur qui forment une partie essentielle des recherches géologiques pour un dépôt à déchets de haute activité pourront sans doute commencer vers la fin de l'été 1982. On n'aura obtenu à cette époque toutes les autorisations que pour deux ou trois d'entre eux, bien que les autorisations fédérales aient été accordées dès février de cette année. Les autorités locales vont retarder encore leur autorisation pour un certain nombre de forages. Il est donc exclu que le programme soit entièrement achevé dans les délais fixés pour l'élaboration du projet de garantie. Néanmoins, le but est toujours de présenter cette étude à la date demandée, même si elle ne contient pas toutes les conclusions prévues à l'origine, mais plus elle sera en bonne voie plus il sera facile au Gouvernement fédéral d'accorder un délai supplémentaire.

Ce retard dans l'accord des autorisations n'aura aucune incidence sur l'aménagement des dépôts proprement dits. Dans ce cas, le calendrier est déterminé par les nécessités pratiques. On a besoin en premier lieu d'un dépôt à déchets de faible et moyenne activité, pour le milieu des années 90. Une centaine de sites possibles ont été envisagés pour ce dépôt de type B. On en a sélectionné 20 qui se prêtent le mieux à des recherches plus approfondies dont les résultats ont été publiés dans un rapport géologique destiné à nourrir le débat public.

On ne parviendra à rapprocher les points de vue sur le problème des déchets qui sont actuellement très divergents entre la majeure partie de l'opinion publique et les scientifiques (qui pensent, du fait de leur expérience, qu'il existe des solutions techniques réalisables) que grâce à des études scientifiques et techniques très poussées et d'un débat très ouvert. Nécessité qui s'impose particulièrement dans un pays à forte tradition démocratique comme la Suisse, pour que les solutions techniques finissent par devenir politiquement acceptables.