

# Politiques de gestion des déchets radioactifs

Huit hauts fonctionnaires de plusieurs pays ont exposé les vues et les politiques de leurs gouvernements respectifs en matière de gestion des déchets radioactifs, alors qu'ils étaient réunis pour un «après-midi scientifique» pendant la vingt-septième session ordinaire de la Conférence générale de l'Agence internationale de l'énergie atomique tenue à Vienne au mois d'octobre dernier. Les pays représentés étaient les suivants: République fédérale d'Allemagne, Argentine, Etats-Unis d'Amérique, France, Inde, Japon, Royaume-Uni et Suède; on trouvera reproduits ci-dessous les exposés des participants dans leur ordre chronologique.

Résumant les propos de l'après-midi, M. Hans Blix, Directeur général de l'Agence, a noté les points sur lesquels un consensus s'était dégagé. Il a rappelé que dès 1957 la nécessité avait été reconnue de définir diverses options pour la gestion et le stockage en toute sûreté des déchets radioactifs. Des programmes de recherche-développement d'une certaine ampleur ont été conduits. A l'heure actuelle, le bilan de l'industrie nucléaire pour ce qui est de la gestion des déchets radioactifs est largement satisfaisant. Les déchets sont stockés et gérés avec le minimum d'effets sur l'homme et son milieu: aucune pollution grave de ce dernier, comparable par exemple aux marées noires pétrolières, n'a été constatée dans le secteur nucléaire.

Tous les pays, qu'ils soient industrialisés ou en développement, prennent le soin de s'assurer que les problèmes créés par la gestion des déchets ne sont pas transmis en l'état aux générations à venir. Dans certains pays, le financement de toutes les opérations qu'elle comporte, y compris le coût de déclassement des installations, est d'ores et déjà supporté par les usagers.

«Un autre point qui fait l'unanimité, c'est qu'il n'y a pas urgence technique à évacuer les déchets de haute activité, car on peut les entreposer et les gérer en toute sécurité pendant de nombreuses décennies — ce qui donne le temps de choisir la meilleure solution pour leur évacuation. Tout le monde paraît convaincu du net

avantage qu'il y a à retarder l'évacuation définitive des déchets, qui peuvent ainsi perdre de leur radioactivité et de leur chaleur».

M. Blix a encore noté que l'évacuation sûre et définitive des déchets radioactifs est un problème mondial, et que les Etats Membres de l'Agence reconnaissent la nécessité d'une coopération internationale dans ce domaine. «L'établissement de critères génériques internationalement acceptés, applicables à l'évacuation des déchets serait des plus utiles. J'ajouterai que le Secrétariat de l'AIEA a consulté les experts et les organismes réglementaires d'un certain nombre de pays dotés de programmes de gestion des déchets assez poussés, et la plupart se sont montrés favorables à la recherche de tels critères».

Beaucoup de pays ont déjà entrepris des études et des travaux de prospection en vue de la création de dépôts de déchets de forte activité, ou s'appêtent à le faire. Quant aux déchets de faible activité, on peut distinguer deux tendances: l'immersion dans l'océan, le stockage dans le sol. Des organisations internationales s'occupent activement d'évaluer la sûreté de ces options. La gestion des déchets d'activité faible et moyenne devra continuer de retenir l'attention; mais les techniques dont on dispose pour maîtriser les effluents liquides et gazeux produits par l'industrie nucléaire sont suffisamment efficaces pour faire de l'atome une source d'énergie écologiquement propre.

«A l'âge de l'environnement», a conclu M. Blix, «au moment où les effets de la pollution et les atteintes des déchets toxiques classiques sont au centre des préoccupations, force nous est de constater que le bilan de l'industrie nucléaire relativement à la gestion des déchets est remarquable, comparé à côté de celui d'autres industries. Nous en avons entendu assez cet après-midi pour comprendre que tous les pays — et non pas seulement ceux dont on a parlé — sont conscients de la nécessité absolue de garantir l'intégrité de l'environnement».

## **Amiral Carlos CASTRO MADERO**

**Président de la Commission nationale argentine de l'énergie atomique,  
Membre, pour l'Argentine, du Conseil des gouverneurs de l'AIEA**

La production de déchets radioactifs de haute activité est une conséquence de la production électronucléaire. La nature de ces déchets ne change pas, que l'on choisisse ou non de retraiter le combustible irradié.

L'option qui consiste à évacuer directement les éléments de combustible irradiés a été abandonnée en Argentine, non seulement à cause de l'importance pour

la production énergétique du plutonium qu'ils contiennent, mais aussi pour des motifs écologiques. D'ailleurs, ces éléments de combustible ne sont pas conçus pour retenir les radionucléides longtemps après l'évacuation, et, en outre, la présence de toute la gamme des actinides dans le combustible non retraité aurait des effets radiologiques plus forts que dans le cas du recyclage du plutonium.



Des délégués à la Conférence générale de l'AIEA devant une partie des panneaux d'une exposition sur les méthodes de gestion des déchets radioactifs dans les Etats Membres.

Les problèmes que soulève le stockage des déchets radioactifs de haute activité se poseront avec acuité en Argentine après 1995. Mais la décision de s'attaquer aux problèmes techniques liés à l'évacuation des déchets a été prise longtemps avant cette séance.

La gestion des déchets radioactifs vise avant tout à les isoler de la biosphère le temps qu'ils se décomposent suffisamment.

Actuellement, l'opinion internationale est que l'évacuation des déchets de haute activité conditionnés à l'état solide dans des formations géologiques profondes présentant les caractéristiques voulues offre une solution qui ne présente pas pour les générations

présentes et à venir de risques plus élevés que ceux, normalement acceptés, de la vie courante.

L'Argentine étudie actuellement la faisabilité et la conception technique d'un dépôt artificiel à aménager dans des formations granitiques profondes non fracturées, pour y évacuer les déchets provenant des activités prévues par le plan nucléaire argentin. Un site possible a été sélectionné dans une formation granitique intrusive de la Sierra del Medio, près de Gastre, dans la province de Chubut. Des études détaillées y sont en cours, comportant des forages de plus de 600 mètres de profondeur.

La principale hypothèse de travail à poser lors de la conception de tout dépôt dans une formation granitique

est que celle-ci contient inévitablement de l'humidité qui déclenchera, à très long terme, la corrosion du conteneur, la pénétration des eaux de ruissellement dans la matrice incorporant les déchets, la lixiviation de cette dernière et la migration consécutive des radionucléides. Une telle hypothèse étant posée, il importe de s'assurer qu'il s'écoulera un délai «suffisant» avant l'apparition de ces phénomènes.

La longueur de ce délai est fonction du dosage des barrières géologiques et techniques utilisées. Les barrières techniques font l'objet de travaux dans plusieurs institutions argentines spécialisées dans les études de matériaux et les phénomènes de corrosion, travaux qui complètent des recherches en radioécologie, en génie thermique et en biologie menées sous la direction de la Commission nationale argentine de l'énergie atomique (CNEA) et de l'Université nationale de San Juan.

En plus de ce mécanisme «normal» de retour des radionucléides à la biosphère, il faut tenir compte aussi de l'apparition possible de phénomènes disruptifs à caractère aléatoire. Pour ces deux types de situations, la contrainte de sûreté consiste à réduire le risque individuel, et à limiter l'impact collectif à des valeurs au plus égales aux normes applicables aux autres stades du cycle du combustible nucléaire.

Le dépôt devra répondre aux besoins du programme nucléaire argentin. Les six centrales électronucléaires prévues d'ici à la fin de ce siècle produiront, en 30 ans de service, environ 80 gigawatts-années d'électricité. Les déchets résultant du retraitement du combustible utilisé pour produire cette énergie devront être stockés dans quelque 3000 conteneurs d'environ 0,6 mètre de diamètre par 1,6 mètre de hauteur. Il faudra en outre prévoir l'agrandissement futur du dépôt à mesure que les besoins du programme nucléaire augmenteront.

Les déchets radioactifs seront incorporés dans une matrice de verre au borosilicate, contenue dans une cuve en acier inoxydable. Cette cuve sera revêtue d'une couche de plomb d'environ 10 cm d'épaisseur (lui conférant une résistance à la corrosion évaluée à un milliard d'années), elle-même protégée extérieurement par une gaine métallique. La conception des conteneurs sera conforme au Règlement de transport de l'AIEA.

La teneur en produits de fission et en oxydes transuraniens a été fixée à 10 pour cent en poids. En outre, le temps minimum de désactivation des déchets avant leur stockage dans le dépôt est fixé à 20 ans à compter de leur extraction du réacteur. La puissance thermique de chaque conteneur sera de 500 W.

Une barrière technique supplémentaire est prévue avec l'operculation des alvéoles du dépôt au moyen d'un matériau de remplissage présentant une bonne résistance à la pénétration des eaux et à la migration des radionucléides. Un mélange de sable et de bentonite, qui présente des propriétés de rétention élevée, peut convenir à cet usage et sera employé pour combler chacune des alvéoles.

Il a été décidé que la perméabilité de la roche dans la zone où sera installé le dépôt ne devra pas dépasser  $10^{-9}$  m/s, et la température maximale prévue pour la roche a été fixée à 60°C.

L'étude de l'évolution thermique d'une formation de granit dans le temps fait apparaître que la limitation à 60°C de la température de la roche impose une distance

d'environ 5 m entre les conteneurs, et une densité d'énergie thermique de  $5 \text{ W/m}^2$  sur le plan horizontal du dépôt.

Les conteneurs seront placés debout dans des puits percés dans le sol des galeries, ces dernières étant distantes de 20 m les unes des autres. Les puits auront 1 m de diamètre et environ 4,5 m de profondeur.

Les études pour le choix du site ont commencé en 1980. Dans un premier temps, 200 formations granitiques intrusives ont pu être identifiées dans l'ensemble du pays. On a procédé ensuite à une présélection portant sur les formations situées à l'écart des zones sismiques et au-delà des régions minières ou pétrolifères exploitées ou non, en écartant celles qui présentaient des altérations pétrographiques majeures ou qui se trouvaient dans des zones réputées pour leurs caractéristiques hydrogéologiques défavorables.

On a tenu compte enfin, comme autre critère pour cette présélection, de certaines caractéristiques jugées contre-indiquées, s'agissant du percement et de l'utilisation d'un tel dépôt, comme celles que présentent les zones peuplées, touristiques ou d'accès difficile.

Il a ainsi été possible de retenir sept formations situées dans le sud de l'Argentine et satisfaisant au mieux aux critères adoptés pour la présélection.

Par la suite, après examen des formations granitiques ainsi présélectionnées, quatre d'entre elles ont été jugées les plus propres à faire l'objet d'études en profondeur.

Il a été décidé d'effectuer ces études dans la Sierra del Medio (l'une des quatre formations retenues) selon le plan d'opérations suivant:

- Photo-interprétation;
- Analyse statistique des alignements;
- Reconnaissance géologique et géophysique de la formation rocheuse;
- Forages à une profondeur de 200 m;
- Analyse géomorphologique et hydrogéologique d'échelle régionale;
- Forage de puits jusqu'à une profondeur supérieure à 600 m.

A partir de l'analyse des alignements et de l'étude géologique et géophysique de la formation rocheuse, dix puits ont été forés aux fins d'examen pétrographique et structurel. Ces puits, profonds de 200 à 280 m, ont servi à étudier en détail les confins de la zone sélectionnée, ainsi que les fractures, dykes et autres anomalies observées en surface. Les résultats obtenus ont été analysés au moyen de techniques géostatistiques.

Actuellement, on analyse des échantillons provenant de quatre puits de 600 m percés dans une zone de  $4 \text{ km}^2$ , où l'on a constaté le moins d'altérations. Cette analyse fournira les données qui permettront de mener à bien la phase initiale de l'étude détaillée de la Sierra del Medio.

Les résultats obtenus jusqu'ici sont satisfaisants et justifient la poursuite des études de détail, qui semblent désigner la Sierra del Medio comme étant un site approprié. Elles devraient prendre fin dans le courant de 1984.

La décision de creuser le dépôt devra être prise très prochainement. Même si, en Argentine, la question des déchets de haute activité n'est pas véritablement urgente,

la CNEA estime qu'elle doit s'attaquer au problème de la gestion et du stockage définitif des déchets résultant de la mise en œuvre de son programme nucléo-

énergétique, afin d'éviter aux générations futures de devoir relever une gageure «héritée du passé» lorsqu'il sera trop tard pour le faire.



**M. Jean AUROUX**  
Secrétaire d'Etat à l'énergie,  
Ministère de l'industrie et de la recherche,  
France

Cette table ronde organisée par l'Agence internationale de l'énergie atomique est consacrée à la gestion des déchets radioactifs. Je suis heureux, tout d'abord, de cette première prise de contact avec un organisme qui, par ses actions à travers le monde, participe à la construction d'un des objectifs qui me sont les plus chers depuis que j'assume au sein du Gouvernement français la charge difficile de la politique de l'énergie. Je veux parler de l'objectif qui préside à l'ensemble de vos travaux, et qui doit être considéré comme la finalité de l'ensemble des progrès à accomplir en matière d'énergie: mettre l'énergie au service de l'homme, et ne pas asservir les nations à l'énergie. Aujourd'hui, après les tensions successives connues sur le marché pétrolier, la pléthore apparue momentanément, très largement causée par la récession que connaît depuis quelques années l'économie mondiale ne doit pas nous faire oublier que cet objectif est un véritable défi. Dans ce contexte, l'énergie nucléaire apparaît pour de nombreux pays comme une des façons possibles, sinon la seule, d'affronter le défi énergétique de demain, en préservant l'indépendance nationale, et en s'affranchissant des fluctuations futures des cours des matières premières énergétiques.

C'est l'analyse qui a présidé au lancement du programme nucléaire français. De fait, en 1990, plus de 70% de l'électricité produite pour les besoins de mon pays sera d'origine nucléaire. A cette époque, les centrales dont la construction a d'ores et déjà été lancée en France auront intégralement été substituées aux centrales à combustible fossile pour les utilisations de longue durée.

En 1990 aussi, et c'est un point important, une capacité de 1600 tonnes/an de retraitement de combustibles irradiés aura été mise en service. Cette capacité permettra la satisfaction des besoins français mais aussi de nombreux pays qui, engagés dans un programme électronucléaire, ont le souci d'assurer la maîtrise de la totalité de la filière.

La maîtrise du cycle du combustible impose de ne pas négliger le dernier maillon de ce cycle, la gestion des déchets.

Toutes les activités de l'industrie nucléaire, comme du reste l'ensemble des activités humaines, produisent des déchets. A titre d'exemple, la France produit annuellement 5 tonnes de déchets par habitant, dont seulement un kilogramme de déchets radioactifs. Ce

chiffre permet de mesurer que les déchets radioactifs sont une question sérieuse, mais certainement pas insoluble.

Cette question a commencé à faire l'objet de recherches intenses et de développements spectaculaires, après les autres étapes du cycle. Mais les résultats sont maintenant là et ils nous permettent d'aborder dorénavant le problème des déchets avec la même assurance que celui de la production d'électricité nucléaire.

Mais je voudrais maintenant m'attarder sur la démarche selon laquelle le Gouvernement français entend voir traiter la question des déchets. Cette démarche peut se résumer en quatre grands principes: une conception intégrée de l'ensemble de la filière, y compris dans ses aspects techniques, des structures bien adaptées à la gestion à long terme des déchets, des critères de sûreté et de sécurité bien définis, acceptés par les plus hautes autorités scientifiques du pays, et l'association très large de toutes les communautés intéressées.

Tout d'abord, une vision intégrée de la filière. C'est cet état d'esprit qui a amené les techniciens français à choisir le retraitement. L'examen de l'évolution du prix des matières énergétiques amène à exclure d'emblée l'éventualité de n'utiliser une ressource qu'à hauteur d'un ou deux pour cent de son potentiel énergétique. Cela est insupportable pour nous, mais cela le sera encore bien plus pour nos descendants qui auront demain à subir les conséquences de nos gaspillages d'aujourd'hui. Dans ces conditions, toute solution permettant de tirer un meilleur parti d'une ressource aussi rare que l'uranium devrait ne pas être négligée. Le retraitement des combustibles s'est imposé, dans ce contexte, comme une composante nécessaire d'un programme énergétique faisant appel à l'uranium. Il a fallu alors penser l'ensemble de la filière, y compris la fabrication des combustibles, en fonction du retraitement.

S'agissant des déchets, notre attitude consiste à pousser le raisonnement un cran plus loin, et à considérer, dès l'amont de la filière la question de leur traitement, de leur conditionnement, et de leur gestion à long terme.

Ainsi les producteurs, ayant connaissance des critères acceptés par tous, auront le soin de concevoir leurs installations de façon à permettre le conditionnement des déchets qu'ils produisent sous une forme autorisant leur prise en charge par l'organisme assurant la gestion à long terme; cet organisme est ainsi associé très en amont de la filière à l'élaboration des spécifications des déchets.

Cette responsabilisation est le seul moyen d'assurer à la gestion des déchets sa juste place dans le processus de production de l'énergie, et aussi de faire prendre en compte à leur juste coût, sans hypothéquer l'avenir, les mesures rendues indispensables par le choix du recours à l'énergie nucléaire.

Au plan technique, si les solutions définitives doivent encore faire l'objet de recherches, les grandes orientations peuvent d'ores et déjà être dégagées. On peut schématiquement classer les déchets en deux catégories, ceux qui après un conditionnement convenable pourront être stockés à la surface du sol, et ceux qu'il faut enfouir en profondeur.

Avec le Centre de la Manche, la France a d'ores et déjà une expérience importante dans le domaine des stockages de surface.

Le stockage en profondeur doit, pour sa part, faire l'objet d'une opération pilote. Cette opération, dite laboratoire souterrain, ne comportera pas de stockage de déchets proprement dits mais sera destinée à vérifier le bien-fondé du concept. Elle sera lancée prochainement en France, et elle pourra associer les pays de la communauté européenne qui le souhaiteront.

Les procédés de conditionnement feront aussi l'objet de recherches approfondies. Déjà l'industrie française a fait la preuve de son savoir-faire pour la mise au point d'un procédé de vitrification des déchets de très haute activité. Ce système a d'ores et déjà été adopté par plusieurs pays au monde, et suscite un large intérêt dans la communauté internationale. Dans le domaine du conditionnement des déchets de faible activité, la France mène aussi un programme important de recherche. Ainsi, des unités mobiles d'enrobage et des procédés permettant la réduction des volumes à stocker sont actuellement développés.

Le troisième point fondamental que je tiens à développer ici est celui des structures. La France s'est en effet dotée de structures visant à assurer la meilleure coordination entre la recherche et les utilisateurs des recherches. Le Commissariat à l'énergie atomique a ainsi pour mission de mener à bien le programme de recherche scientifique et technique destiné à assurer à la France la maîtrise du savoir-faire en matière de gestion des déchets. L'Agence nationale pour la gestion des déchets radioactifs est pour ce qui la concerne, chargée de la mise en œuvre effective du stockage des déchets. Elle assure à ce jour le fonctionnement du Centre de la Manche, mais demain, elle devra mettre en place deux nouveaux centres, comme cela a été recommandé par notre Conseil supérieur de la sûreté nucléaire le 19 avril 1983.

La quatrième composante de notre politique en matière de déchets me tient particulièrement à cœur, car elle constitue une innovation que j'oserai qualifier d'historique. Il s'agit de l'introduction de la démocratie dans les choix techniques en matière de déchets. Cette démocratisation passe tout d'abord par une association accrue des régions au processus de décision. De grandes réformes des procédures d'enquête locale ont été entreprises qui accroissent très sensiblement les possibilités d'expression du public.

Associer les collectivités aux décisions est indispensable mais cela n'est pas suffisant. Il faut aussi les

associer au bénéfice que la communauté nationale tire des installations qu'elles acceptent sur leur territoire.

En premier lieu, l'existence d'un centre entraînera pour la commune la création d'un certain nombre d'emplois (200 personnes en période d'exploitation, un nombre supérieur pendant le chantier) et l'activité engendrée bénéficiera à la commune. En deuxième lieu, la construction d'un centre de stockage demande des travaux importants: il est normal que la commune d'accueil puisse bénéficier d'équipements et d'infrastructures adaptés, et qu'un programme d'aide soit mené parallèlement au chantier. En troisième lieu enfin, l'exploitation d'un centre de stockage doit donner lieu à des avantages financiers pour les communes. Nous étudions actuellement les possibilités dans ce sens.

L'autre volet de l'introduction de la démocratie dans les choix techniques en matière de déchets est l'existence de critères bien définis et rendus publics. A cet égard, la publication prochaine de la *Règle fondamentale de sûreté* en matière de déchets me paraît marquer une étape très importante de la démarche française en matière de déchets.

Cette règle permet désormais d'envisager le choix de sites de stockage sur la base de critères scientifiquement établis. Elle fixe notamment des normes pour les systèmes de confinement successifs qui doivent s'opposer à la dissémination de substances radioactives dans la biosphère.

La démarche suivie pour l'acceptabilité des sites de stockage me paraît porteuse d'avenir, elle consiste à retenir des sites pour lesquels les contacts avec la biosphère, et notamment les écoulements, soient facilement modélisables, de façon à pouvoir estimer l'évolution à long terme, en projetant dans l'avenir des activités humaines telles que nous les connaissons aujourd'hui.

Cette règle prévoit aussi un seuil d'acceptabilité des colis stockés en surface, l'activité ne doit pas dépasser 0,01 curie par tonne, en moyenne, après une période de surveillance à l'issue de laquelle le centre pourra être banalisé.

Enfin, la Règle fondamentale de sûreté explicite le concept de banalisation du site. Après une période de surveillance qui ne dépassera en aucun cas 300 ans, le site doit pouvoir accueillir des activités humaines classiques, sans nécessité de précaution particulière.

Cette règle impose des conditions nouvelles, plus draconiennes que par le passé, et qui sont les plus protectrices possibles, pour les personnes et pour l'environnement.

Pour conclure et résumer un peu la position de mon pays en matière de déchets nucléaires, je voudrais reprendre une citation placée en exergue d'un rapport sur la gestion des déchets radioactifs par deux jeunes ingénieurs sortant de l'école qui avaient choisi ce sujet pour leur mémoire de fin d'étude. La citation est due à Jean Cocteau, célèbre pour avoir élevé le paradoxe au rang de système de réflexion: «A force d'aller au fond du problème, on y reste». Eh bien, en matière de déchets, nous pensons aller au fond du problème, et nous entendons ne pas y rester. C'est l'objectif que nous nous assignons, et si mon pays ouvre de nouvelles voies techniques dans ce domaine, je serai heureux et fier de vous en avoir présenté cet après-midi la teneur.



**M. Raja RAMANNA**

Président de la Commission indienne de l'énergie atomique,  
Secrétaire d'Etat,  
Inde

---

On a reconnu dès les débuts du programme nucléaire de l'Inde que la gestion des déchets radioactifs était essentielle à son bon fonctionnement. Plus de dix ans avant la mise en route des réacteurs de puissance, on encourageait déjà les études relatives aux effets de la radioactivité sur l'environnement. Le principe directeur appliqué par l'Inde à la gestion de tous les déchets radioactifs est que la radioactivité doit être concentrée et contenue au maximum, et que ne doivent être libérés dans le milieu que des effluents dont l'activité se situe bien en-dessous des niveaux tolérés aux plans national et international.

Par principe, la gestion des déchets radioactifs est l'affaire d'un organisme indépendant qui ne relève, pour la satisfaction des exigences de santé et de sûreté, que des autorités compétentes et non des exploitants de centrales. En conséquence, de vastes programmes de recherche et de développement ont été entrepris qui visent à garantir sûreté et autosuffisance par l'utilisation maximale des ressources technologiques autochtones.

Depuis des années, les principes de la gestion des déchets radioactifs sont sous une remise en question, de sorte que des mesures de plus en plus strictes sont adoptées pour diminuer au maximum les rejets de radioactivité dans l'environnement. Il en est ainsi non pas à cause d'une quelconque découverte d'effets nocifs sur l'environnement, mais parce que, selon nous, la finalité de la gestion des déchets radioactifs doit aller au-delà du simple respect des règlements en vigueur.

Etant donné l'immensité du pays et la grande diversité du milieu, d'un site nucléaire à l'autre, il nous a fallu évaluer les caractères particuliers à chaque site, et adapter des normes tant pour les rejets de matières radioactives dans l'environnement que pour le confinement de déchets ne pouvant être évacués. Si les valeurs limites pour l'évacuation des effluents dans les sites côtiers, tels Tarapur et Kalpakkam, tiennent compte des importantes possibilités de dilution offertes par le milieu, les niveaux prescrits pour les sites de l'intérieur (Rajasthan, Narora) sont forcément plus sévères.

En principe, le programme de l'Inde envisage deux modes de stockage définitif des déchets: stockage étendu dans des installations proches de la surface pour les déchets d'activité faible et moyenne, et stockage en formation géologique profonde pour les déchets de haute activité ou contenant des émetteurs alpha. D'autres options, telles que l'immersion des déchets de faible activité et le dépôt à profondeur moyenne des déchets d'activité intermédiaire sont envisagées, mais l'Inde ne recourt pas pour l'instant à ces modes de stockage.

Des considérations économiques justifieraient l'existence d'une usine de retraitement de grande capacité centralement située et assortie des installations requises pour le stockage des déchets radioactifs. Or, dans un pays très peuplé et en développement comme l'Inde, il faut tenir compte des contraintes logistiques: fiabilité du réseau des moyens de transport, exigences diverses d'infrastructure. En conséquence, au stade actuel du développement et des priorités du pays, on a jugé plus approprié de construire des usines plus petites à des emplacements différents, malgré les inconvénients que cela comporte sur le plan économique et celui de la surveillance. Pour les mêmes raisons, il nous faut créer des installations de vitrification pour les déchets de haute activité, avec dépôts d'entreposage sur chaque site de retraitement. Seul le dépôt définitif des déchets de haute activité est actuellement conçu comme devant occuper un emplacement central. Aussi la politique de l'Inde peut-elle se résumer ainsi:

- Tout rejet de déchets radioactifs liquides ou gazeux dans l'environnement doit être aussi réduit que raisonnablement possible, eu égard aux facteurs économiques et sociaux.
- Les déchets solides d'activité faible et moyenne, et les déchets solidifiés résultant du conditionnement des déchets concentrés ou liquides provenant de l'exploitation des réacteurs et de laboratoires de recherche seront stockés dans des dépôts à faible profondeur, construits expressément à cette fin.
- Les déchets liquides de haute activité et à émetteurs alpha provenant des installations de retraitement du combustible, après stockage initial en piscine, seront vitrifiés, et les produits solidifiés seront stockés en site dans des installations de stockage de faible profondeur, dotées de moyens de refroidissement et de surveillance adéquats, pour une période minimum de 20 ans.
- L'évacuation des déchets de haute activité, vitrifiés et refroidis, et des déchets émetteurs alpha se fera dans des formations géologiques profondes expressément choisies à cette fin.

L'ordre de grandeur du problème de la gestion des déchets radioactifs n'est nullement préoccupant à l'heure actuelle en Inde. Si, pour le moment, la production d'électricité nucléaire est modeste, il faut, vu le programme engagé jusqu'à la fin de ce siècle, que les orientations de la politique suivie s'inscrivent dans une perspective à long terme. L'expérience de la gestion des déchets d'activité faible et moyenne acquise jusqu'ici par l'Inde est satisfaisante, et tout permet de penser que le plan actuel de gestion des déchets de haute activité, qui sera mis en œuvre dans un avenir très proche, lui permettra d'atteindre les objectifs prévus.

**M. Kaname IKEDA**

Responsable de l'élaboration de la politique énergétique nucléaire,  
Direction de l'énergie atomique,  
Agence pour la science et la technologie,  
Japon

Durant l'exercice 1982, 24 tranches nucléaires totalisant 17 gigawatts de capacité installée ont fourni 20% de toute l'électricité produite au Japon, cette capacité installée correspondant à 12,3% de la capacité de production électrique du pays. Les centrales nucléaires sont considérées comme la source d'énergie de loin la plus fiable puisqu'elles ont atteint au cours du même exercice une disponibilité moyenne de 67,6%, proche du maximum théorique.

C'est ce qui explique que le public attache plus d'attention à la gestion des déchets qu'à la sûreté des centrales. Selon le programme de développement nucléaire, 20 centrales nucléaires (19 gigawatts) sont soit en cours de construction, soit à l'état de projet. Ainsi, à mesure qu'augmente la capacité électronucléaire du Japon, la mise en place d'un système de gestion des déchets comme partie intégrante du programme de développement nucléaire devient une préoccupation croissante.

La politique de gestion des déchets au Japon est définie dans le *Programme à long terme de développement et d'utilisation de l'énergie nucléaire*, révisé en juin 1982 et adopté par la Commission de l'énergie atomique, qui est l'autorité supérieure en matière de politique nucléaire.

*Déchets radioactifs de faible activité* — Parmi les déchets radioactifs produits en quantité sensible par le fonctionnement quotidien ou les travaux d'entretien des diverses installations nucléaires telles que centrales, fabriques de combustible, etc., les effluents gazeux et une partie des effluents liquides évacués dans le milieu conformément à la réglementation en vigueur et au principe qui veut que ne soient libérées dans le milieu que les quantités les plus faibles qu'on puisse raisonnablement espérer, n'ont guère posé jusqu'ici de problèmes considérables. Quant aux autres déchets liquides et aux solides, il faut les saisir dès leur production, les réduire de volume, et les solidifier en utilisant au mieux les techniques de traitement: incinération, compression, mélange avec du ciment, avant de les évacuer en mer ou sous terre, selon leurs caractéristiques.

Le secteur privé qui produit ces déchets doit les traiter et est aussi responsable, en principe, de leur évacuation une fois définies expérimentalement les possibilités techniques d'évacuation.

Vu sa faible superficie et la forte densité de sa population, le Japon a grand besoin de pouvoir recourir à l'immersion dans l'océan: désireux d'évacuer les déchets de faible activité conformément à la réglementation internationale observée par plusieurs pays européens, il a, en 1980, ratifié la Convention de Londres sur l'immersion et, en 1981, pris part au Mécanisme multilatéral OCDE/AEN de consultation et de surveillance pour l'immersion des déchets radioactifs dans l'océan.

Le programme japonais d'immersion dans l'océan vise à immerger expérimentalement des quantités limitées de déchets radioactifs dans la zone prévue de

l'Océan Pacifique, avant de procéder à des opérations à grande échelle. L'Etat a effectué des études exhaustives de sûreté de l'environnement dans l'optique de ce programme d'immersion. En outre, depuis 1977 une deuxième mission d'observation océanographique de la zone prévue a eu lieu, ainsi que divers essais visant à éprouver la solidité des conteneurs pendant leur descente jusqu'au fond sous-marin, et leur résistance à la corrosion à long terme, ces deux opérations ayant pour but d'améliorer encore la sécurité de l'immersion en mer.

Un jalon important sera posé quand l'évacuation en mer aura fait l'objet d'un examen scientifique par le groupe d'experts qui doit être constitué à la prochaine Réunion consultative des parties contractantes à la Convention de Londres sur l'immersion, examen qui donnera au Japon une meilleure idée de la sûreté de l'immersion dans l'océan, telle qu'on la conçoit à l'échelle internationale.

Quant au stockage terrestre, l'Institut japonais de recherche sur l'énergie atomique et le Centre de gestion des déchets radioactifs prennent la tête des travaux de recherche-développement nécessaires à la définition d'une méthode d'évaluation de la sûreté. Parallèlement, on a commencé à recenser les sites potentiels dans l'ensemble du pays. En attendant, les déchets de faible activité sont entreposés sur le site même des centrales et surveillés. L'Etat subventionne l'amélioration des techniques de traitement des déchets pour permettre au secteur privé de procéder à la réduction et à la stabilisation des volumes, encore que le taux d'accumulation des déchets ait considérablement baissé depuis que presque tous les sites nucléaires sont équipés d'installations d'incinération ou de compression, ou des deux.

Dans ce contexte, le secteur nucléaire privé a aussi l'obligation de rendre aussi claire que possible toute la question de la fin du cycle du combustible. Conformément au Programme pour le long terme, on recherche des solutions théoriques de stockage à distance du réacteur, afin de pouvoir recourir à cette option pour l'évacuation définitive des déchets. Une telle méthode de stockage, une fois instaurée, doit pouvoir améliorer la gestion des déchets sous l'angle de l'économie et de l'efficacité en permettant de centraliser les déchets stockés actuellement dans les différents sites; elle devrait aussi emporter l'adhésion du public en lui démontrant la sûreté et l'efficacité de la gestion des déchets en un lieu choisi, condition nécessaire pour l'évacuation définitive. Dans ce contexte, l'Agence pour la science et la technologie a mis au point et publié en juillet dernier les grandes lignes d'un plan de stockage à distance du réacteur en vue de stimuler, tant publiquement que localement, l'intérêt nécessaire à la promotion du choix d'un site.

*Arrêt définitif des réacteurs* — La gestion des déchets radioactifs est étroitement liée à la question de l'arrêt

définitif des réacteurs. Bien que le Japon dispose encore de dix ans avant de devoir mettre hors service et démanteler sa centrale la plus ancienne et de la remplacer, l'Institut japonais de recherche sur l'énergie atomique a mis en train il y a déjà trois ans un projet de recherche-développement destiné à éprouver une technologie sûre et efficace de contrôle de l'irradiation et de la production de déchets radioactifs, en utilisant le JPDR, une petite centrale exploitant un réacteur à eau bouillante.

A cet égard, le Japon souhaite mettre en œuvre dès que possible le concept de *minimis*, ainsi qu'un système de contrôle des déchets radioactifs de très faible activité.

*Déchets d'activité élevée* – Un point fondamental de la politique nucléaire japonaise depuis ses débuts est que le combustible irradié devrait être retraité, pour per-

mettre la récupération et le recyclage de l'uranium et du plutonium qu'il contient. Les déchets de haute activité qui résultent du retraitement sont actuellement stockés sous forme liquide dans des cuves à l'usine de retraitement. Ils doivent être vitrifiés et mis à refroidir pendant 30 à 50 ans dans un dépôt où l'Etat est invité à faire la démonstration des techniques que cette opération nécessitera. Par la suite, ils seront, sous le contrôle de l'Etat, définitivement stockés dans des formations géologiques.

L'usine pilote de vitrification devrait entrer en service vers 1990, des travaux poussés de recherche-développement sur les caractères physiques que devraient avoir les structures géologiques ont été effectués, et il est prévu de conduire en 1984 un examen exhaustif des résultats avant de lancer la phase suivante d'étude détaillée des sites favorables.



### M. Bo ALER

Conseiller spécial du Ministre de l'énergie,  
Ministère de l'énergie,  
Suède

---

Le problème de la politique à adopter en matière de déchets joue un rôle important dans le débat sur le nucléaire depuis quelques années en Suède. Un certain nombre de mesures législatives ont été prises à titre temporaire pour résoudre les problèmes politiques cruciaux que posent l'achèvement et le chargement en combustible de nouvelles centrales nucléaires. Selon la Loi de stipulation de 1977, l'autorisation de procéder au premier chargement en combustibles d'un réacteur ne peut être délivrée que si l'exploitant a fait la preuve que des dispositions satisfaisantes ont été prises pour l'évacuation absolument sûre du combustible irradié. Cette stipulation ne s'applique qu'aux réacteurs qui n'étaient pas en service en octobre 1976, et complète en fait la Loi suédoise sur l'énergie atomique de 1956. Une loi relative au financement des dépenses futures liées au combustible nucléaire irradié et au déclassement des réacteurs, la Loi de financement, a été votée à l'unanimité par le Parlement en 1981.

Une commission spéciale composée de membres de tous les partis politiques représentés au Parlement a été créée en 1979 à l'effet de concevoir une législation nouvelle et globale en la matière. S'appuyant sur le rapport de cette commission, le Gouvernement suédois a, au mois de septembre dernier, présenté un projet de loi qui devrait entrer en vigueur le 1er février 1984. Le texte en a été rédigé en consultation étroite avec les autres partis politiques, et il est permis d'espérer que cette proposition nouvelle sera largement accueillie par le Parlement. En particulier, la nouvelle loi régleme la politique de gestion des déchets, et vise la construc-

tion, l'exploitation et le déclassement définitif de tous les réacteurs et de toutes les installations nucléaires prévues au programme actuel. Elle annulera et remplacera la Loi sur l'énergie atomique, la Loi de stipulation, et certaines parties de la Loi de financement, et permettra en outre de résoudre un certain nombre de questions qui n'étaient pas visées de manière cohérente jusqu'ici.

Le projet de loi soumis au Parlement résume donc la politique du Gouvernement suédois touchant notamment les déchets de haute activité issus du combustible irradié.

Le principe fondamental de cette nouvelle loi est que tout détenteur de l'autorisation d'exploiter un réacteur nucléaire ou de poursuivre toute autre activité nucléaire est responsable au premier chef de la sûreté. Cela veut dire qu'il ne suffit pas de remplir les diverses conditions fixées par les organismes réglementaires; il incombe à l'exploitant d'assurer la sûreté dans toute la mesure effectivement possible.

En matière de gestion des déchets, il s'ensuit que l'exploitant d'un réacteur nucléaire est tenu non seulement d'assurer la gestion de ceux-ci par les moyens courants, mais aussi de concevoir un programme global de recherche-développement, de sorte que les meilleures méthodes connues soient mises en œuvre à tous les stades de manutention et du stockage des déchets radioactifs. La loi ne prescrit pas de méthode particulière pour le stockage définitif des déchets. C'est que le Gouvernement suédois n'est pas prêt à décider aujourd'hui de la méthode qu'il faut préférer. Il y a de bonnes

raisons de préférer au retraitement l'évacuation directe du combustible irradié, en particulier afin d'éviter que ne se développent des activités susceptibles de contribuer à la prolifération des armes nucléaires. Mais les méthodes qui ont cours aujourd'hui, pour ce qui est tant du retraitement que du stockage définitif direct des combustibles irradiés, sont encore sujettes à une évolution technique rapide. Il n'y a que quelques années que l'on consacre de vastes efforts de recherche-développement aux méthodes de traitement et de stockage définitif des déchets de haute activité. Il est très probable que l'on disposera de méthodes beaucoup plus perfectionnées et sûres dans une vingtaine d'années.

En conséquence, le Gouvernement estime qu'il est imprudent de préjuger l'évolution de cette question et préfère attendre de devoir prendre une décision. C'est pourquoi l'un des buts primordiaux de la nouvelle loi est de promouvoir la recherche-développement sur la gestion des déchets.

La nouvelle loi fait une large place à l'obligation de garantir la pleine information du public sur tous les aspects relatifs à la sûreté. Des comités locaux de sûreté ont déjà été créés sur tous les sites de réacteurs. De semblables comités seront aussi constitués dans toutes les collectivités où seront construites des installations d'entreposage, de traitement et de stockage définitif de déchets. Le Gouvernement a choisi de mener une politique de transparence totale pour tout ce qui touche à la sûreté nucléaire.

Le principe fondamental du financement de la gestion des déchets et du déclassement des réacteurs est que les bénéficiaires de l'activité qui produit les déchets en supportent les frais. Le capital requis par les activités de gestion des déchets doit donc être réuni pendant la durée d'exploitation des centrales, et être tenu disponible pour les besoins à venir.

Comme on l'a vu plus haut, c'est au propriétaire-exploitant d'un réacteur nucléaire qu'incombe dès maintenant le financement de toutes les mesures de gestion des déchets pendant la durée d'exploitation du réacteur, et le déclassement de toutes les installations nucléaires figurant au programme électronucléaire. Une taxe est donc perçue sur chaque kWh produit, et déposée à un compte producteur d'intérêts ouvert à cette fin à la Banque nationale de Suède. Le montant de cette taxe est fixé pour chaque année civile selon un plan soumis par les exploitants de réacteurs. Des taux différents peuvent être fixés en fonction des antécédents et des caractéristiques des réacteurs, à condition que le montant des taxes versées durant la vie du réacteur couvre en totalité les coûts de gestion des déchets. Le capital ainsi accumulé sert à rembourser aux propriétaires de réacteurs les coûts en question, et peut servir à leur accorder des prêts avec les garanties d'usage.

En se fondant sur les plans décrits plus loin, les sociétés de service ont présenté en 1982, pour la première fois, le calcul détaillé des coûts relatifs à l'ensemble des opérations de fin de cycle du combustible nucléaire suédois. Le coût total est évalué à près de 40 milliards de couronnes suédoises (environ 5 milliards de dollars des Etats-Unis) aux prix de 1983. Ce chiffre couvre ce qui a déjà été dépensé et vise tous les types de déchets, y compris ceux des réacteurs de recherche et des applications non-énergétiques de l'énergie nucléaire. A noter cependant que les développements techniques à venir n'entrent pas en ligne de compte dans ces calculs.

La taxe a été fixée, en fonction du plan précité, à 1,7 Öre, soit 2,2 mills\* par kWh d'électricité pour 1982 et 1983.

Les déchets de haute activité font l'objet d'une controverse qui dure depuis plusieurs années. Mais les déchets d'activité faible et moyenne appellent une attention accrue. Il convient de noter que le coût de la gestion de ces déchets est considéré comme un coût de production et n'est donc pas couvert par la Loi sur le financement. La responsabilité de cette catégorie de déchets incombe non seulement à l'industrie nucléaire, mais aussi au secteur nucléaire non-énergétique. Les producteurs d'électricité financeront la gestion des déchets provenant de la recherche-développement exécutée pour le compte du Programme suédois d'énergie nucléaire. L'Etat supportera le coût de la gestion des déchets provenant jusqu'ici de sources autres que les installations nucléo-énergétiques, soit essentiellement des applications médicales, de la recherche scientifique et de l'utilisation technique et industrielle des isotopes.

L'organisation retenue pour exécuter cette politique de gestion des déchets se fonde sur les principes précités. Les centrales nucléaires étant dans l'obligation de prendre les mesures nécessaires à la gestion et l'évacuation sûres des déchets, le Gouvernement a recommandé que celles-ci soient prises en commun dans le cadre d'un organisme.

La Société suédoise d'approvisionnement en combustibles nucléaires (SKBF) a été fondée en 1972 par les sociétés d'exploitation nucléaires pour la prestation de services communs liés au cycle du combustible nucléaire. Ces sociétés ont chargé la SKBF de coordonner, de planifier et d'exécuter pour leur compte les études et les mesures requises. Les parts de cette société sont divisées proportionnellement à la capacité de production nucléo-énergétique fixée par la licence d'exploitation des propriétaires.

Deux autorités réglementaires contrôlent la sûreté de l'industrie nucléaire en Suède: l'Inspection suédoise de l'énergie nucléaire (SKI) et l'Institut national de radioprotection (SSI). A ces deux organismes incombent l'octroi des licences et le contrôle, selon la Loi sur l'énergie atomique (et la nouvelle loi) et selon la Loi sur la radioprotection, respectivement. Ils exercent un rôle important dans la gestion des déchets et le déclassement des centrales, car c'est à eux qu'il revient d'étudier et d'évaluer la sûreté nucléaire et la protection contre les rayonnements pour les installations et les procédés en projet. Ils prescrivent les conditions auxquelles les sociétés d'exploitation doivent satisfaire pour construire et exploiter une centrale, s'assurent que ces conditions sont respectées et, au besoin, les complètent ou en imposent de nouvelles.

Une troisième autorité, le Conseil national du combustible nucléaire irradié (NAK), a été mise en place en 1981 pour s'acquitter des tâches nouvelles fixées par la Loi de financement. Sa compétence se limite au combustible nucléaire irradié, aux déchets radioactifs qui en proviennent et à la mise hors service des centrales. Le Conseil n'exerce ni ne supplante les fonctions réglementaires de l'Inspection de l'énergie nucléaire et de l'Institut national de radioprotection. La question du partage des responsabilités en ce qui concerne, au regard

\* 1 mill =  $1 \times 10^{-3}$  dollar (0,1 cent) des Etats-Unis.

de la nouvelle loi, l'examen et l'approbation des plans de recherche-développement, est encore à l'étude.

Ces autorités peuvent également poursuivre des travaux de recherche-développement visant à renforcer leur compétence technique et scientifique. Tous les coûts engagés par les autorités réglementaires dans le domaine nucléaire sont couverts par les sociétés d'exploitation au moyen de taxes spéciales.

La planification et l'exécution de ces nouvelles dispositions trouvent une base solide dans l'attitude résolue prise par le Parlement à la suite du référendum nucléaire.

On estime à 1 500 TWh la production globale nette des 12 réacteurs, cumulée jusqu'en 2010 (capacité installée 9 500 MW), et les résidus provenant de cette production à environ 7 000 tonnes de combustible irradié (calculées en équivalent uranium) plus 100 000 m<sup>3</sup> de déchets de réacteurs, plus 150 000 m<sup>3</sup> de déchets provenant du démantèlement des installations.

En juin 1982, la SKBF a présenté son premier plan de gestion des déchets radioactifs au Conseil du combustible nucléaire irradié. Le plan comporte des observations générales, un programme exhaustif de recherche-développement, une description détaillée des installations, et un calcul des coûts comme nous l'avons vu plus haut.

D'après le calendrier actuel, l'emplacement des dépôts de déchets de haute activité devrait être choisi d'ici la fin du siècle. Les travaux d'aménagement de ces dépôts et des installations de conteneurisation devraient commencer vers 2010, pour se terminer vers 2020. La conception des dépôts et des installations est déjà détaillée, et comporte des éléments chiffrés sur les travaux d'aménagement, le personnel et les investissements requis. Une telle projection est nécessaire à la fiabilité du calcul des coûts, mais il est évident que de nombreux changements ne manqueront pas d'intervenir avant le commencement des travaux.

Le plan se fonde sur l'idée d'un dépôt à barrières multiples situé à 500 m de profondeur dans la roche cristalline. L'opération de dépôt sera précédée par un entreposage intermédiaire de 40 ans environ, permettant de limiter le flux de chaleur dans les dépôts. Un premier projet technique, fondé sur le retraitement, a été approuvé ainsi qu'en dispose la Loi de stipulation, et des marchés de retraitement ont été passés pour 10% environ de la quantité totale de combustible prévue au plan.

Toutefois, un deuxième projet tout différent, fondé sur l'évacuation du combustible irradié non épuisé, a été présenté en mai 1983, et communiqué pour examen à un grand nombre d'organismes spécialisés en Suède et à l'étranger, dont l'AIEA. Ce nouveau concept est à la base de la demande d'autorisation de chargement des deux derniers des 12 réacteurs prévus par le programme nucléaire suédois.

Evidemment, il serait beaucoup plus simple et beaucoup plus économique de pouvoir traiter la totalité du combustible nucléaire irradié selon un seul procédé.

Une description détaillée du système prévu pour la gestion des déchets radioactifs a été présentée à la Conférence de Seattle. Durant la présente décennie, il s'agit surtout de construire des installations afin d'assurer la production ininterrompue d'électricité nucléaire, et de poursuivre la mise au point d'un système d'évacuation des déchets. Une installation centrale d'entreposage du combustible irradié (CLAB) est en cours de construction dans une grotte rocheuse à Oskarshamn. Elle devrait devenir opérationnelle au début de 1985. Une installation centrale de stockage définitif des déchets d'activité faible et moyenne (SFR) provenant de l'exploitation des réacteurs est en cours d'aménagement à Forsmark. Elle est de type souterrain, et devrait entrer en service en 1988.

Les déchets d'activité faible et moyenne provenant de travaux de recherche-développement sur l'énergie nucléaire, et produits surtout à Studsvik, seront traités et entreposés sur place avant leur transfert et leur stockage définitif à la SFR de Forsmark. Il en ira de même pour les déchets provenant de sources autres que les centrales électronucléaires.

Toutes les centrales nucléaires, ainsi que la CLAB et la SFR, étant situées en bord de mer, un système de transport maritime, comportant un navire conçu exprès pour le transport des déchets nucléaires et des véhicules spéciaux, a été mis en service au début de 1983.

Comme beaucoup d'autres pays, la Suède s'inquiète de la pratique actuelle qui consiste à immerger les substances radioactives en mer. Les cinq pays nordiques ont toujours pensé que l'immersion dans l'océan des déchets radioactifs de quelque type qu'ils soient devait être évitée, et que les méthodes terrestres d'évacuation permettant d'isoler les déchets de l'écosystème et d'en faciliter la surveillance sont préférables.

La recherche-développement couvre une gamme étendue de disciplines, qui donnent lieu à des recherches tant en Suède qu'à l'étranger. A ce titre est prévu un large programme géologique comportant des prospections et notamment des forages expérimentaux sur dix à vingt sites d'ici la fin de la décennie. Le projet international STRIPA est aussi lié à ce programme. Environ 85 millions de couronnes suédoises seront consacrées cette année à la recherche-développement sur la gestion des déchets nucléaires. La nouvelle loi prévoit le recours à des solutions de rechange à prévoir dans le programme, lequel doit durer six ans au moins, et être revu par les autorités tous les trois ans.

En conclusion, le Gouvernement dispose de tous les moyens réglementaires et institutionnels requis pour garantir que toutes les applications pratiques — en matière de construction et d'exploitation d'installations ou de recherche-développement — seront effectuées en temps utile et conformément à un plan d'ensemble. La nouvelle loi actuellement soumise au Parlement renforcera la sûreté en précisant la répartition des responsabilités. Elle permettra aussi à la Suède de mieux s'acquitter de ses obligations internationales, touchant notamment la non-prolifération. On espère que la nouvelle législation permettra un vaste consensus et servira ainsi de base à une politique stable à long terme en matière de gestion des déchets nucléaires.

M. Frank S. FEATES  
 Département de l'environnement,  
 Londres,  
 Royaume-Uni

Le Gouvernement britannique estime réalisable de gérer et stocker définitivement tous les déchets radioactifs actuellement prévus au Royaume-Uni de façon acceptable, même si les techniques requises doivent être encore améliorées. Le travail nécessaire est en cours.

L'inventaire des déchets a été établi, et une stratégie à long terme de gestion de tous les déchets identifiés, y compris ceux actuellement stockés, a été mise au point. Les autorités définissent la méthode de gestion la mieux adaptée à chaque type de déchets, puis s'assurent qu'elle est appliquée de façon conforme au programme convenu et compatible avec les objectifs de radioprotection. Là où les circuits d'évacuation manquent encore, le but recherché est d'assurer un entreposage sûr des déchets après traitement si nécessaire, mais compte dûment tenu des possibilités de stockage définitif des déchets ainsi traités.

Le programme britannique de recherche comporte des études visant à dégager des solutions de gestion valables ainsi que des critères pour les évaluer. L'étude d'ingénierie des systèmes permet de tenir compte des interactions entre diverses solutions et de comparer les coûts radiologiques et financiers de plusieurs systèmes de gestion de déchets.

L'Organisation britannique pour la gestion des déchets radioactifs comprend trois éléments: les pouvoirs publics, l'industrie nucléaire (y compris les producteurs d'électricité) et le secteur privé. Du côté des pouvoirs publics, les organismes réglementaires, dans leur rôle général de supervision et dans l'exercice de leurs attributions statutaires, font en sorte que des normes strictes soient appliquées à la gestion des déchets; que les risques potentiels soient réduits non seulement à un niveau acceptable, mais même au niveau le plus bas qu'il est raisonnablement possible d'atteindre; enfin que la population soit parfaitement protégée dans le présent comme dans l'avenir.

Si l'Etat conserve la responsabilité du plan d'ensemble de gestion des déchets, la mise en œuvre de celle-ci incombe à l'industrie nucléaire et aux directions des sociétés productrices d'électricité, qui agissent le cas échéant par l'intermédiaire de l'Office de gestion des déchets radioactifs de l'industrie nucléaire (NIREX). Le NIREX a été créé en 1982 pour permettre à l'industrie nucléaire d'exercer ses propres responsabilités dans le cadre d'un plan national pour la gestion des déchets. Les autorités chargées de la réglementation demandent aux producteurs de mettre au point des plans de détail selon les types de déchets, à l'échelle fixée par le plan national et selon le calendrier établi. Après approbation de ces plans, le Département de l'environnement reçoit de l'industrie des propositions précises pour de nouvelles installations. L'industrie nucléaire et les producteurs d'électricité conserveront leurs installations, mais la création du NIREX permet aux organismes intéressés de parvenir à des vues et à une action communes par la promotion de projets intéressant plusieurs d'entre eux à la fois. Tous les coûts sont supportés par les

producteurs de déchets, au moyen de leurs contributions au NIREX. Après consultation publique, le Gouvernement donnera au NIREX des indications détaillées sur les principes qui seront retenus pour l'évaluation de ces plans et propositions.

Le Royaume-Uni dispose actuellement d'une gamme assez large de méthodes pour l'évacuation de ces déchets radioactifs. Chaque évacuation nécessite une autorisation spéciale délivrée cas par cas conformément à la Loi de 1960 sur les substances radioactives. Pour les déchets de très faible activité, on utilise les réseaux traditionnels d'évacuation, dans les égouts ou les décharges publiques par exemple. Pour les déchets de faible activité ne se prêtant pas à ces méthodes, il existe des installations d'entreposage à faible profondeur à Drigg, dans le Cumberland, et à Dounreay en Ecosse. Le NIREX envisage la désignation d'un nouveau site qui prendra la relève de Drigg. En outre, certains déchets de faible activité sont mis en conteneur et immergés dans l'Océan atlantique, sous réserve des dispositions de la Convention de Londres sur l'immersion et des mécanismes de consultation et de surveillance de l'AEN.

Le pays manque à présent d'installations adéquates pour l'évacuation des déchets d'activité moyenne, et il importe que cette lacune soit comblée dès que possible. Comme les types de déchets qu'une installation donnée peut recevoir dépendent de sa conception, il n'est pas actuellement possible de préciser le genre d'installations qu'il faudra prévoir. Le NIREX recense d'éventuels sites pour examen, en se donnant pour objectif de mettre en service avant la fin de la décennie des installations susceptibles de recevoir une forte proportion de déchets d'activité moyenne.

Les déchets générateurs de chaleur sont les résidus liquides de haute activité provenant de la première étape du retraitement du cycle combustible nucléaire irradié, ou le combustible lui-même si on le considère comme déchet. Ces résidus liquides sont stockés à Sellafield en toute sécurité dans des cuves inox refroidies, pour une période pouvant aller jusqu'à 25 ans. La construction d'une usine de vitrification se poursuit à Sellafield, où les déchets liquides seront transformés en verre. Les blocs obtenus seront stockés en surface pendant 50 ans au moins pour permettre leur refroidissement, ce qui devrait simplifier leur stockage définitif.

Les solutions pour l'évacuation des déchets générateurs de chaleur apparaissent d'ores et déjà clairement: le stockage souterrain en profondeur ou le dépôt en haute mer. Des recherches exhaustives ont été consacrées à l'enfouissement profond, et la faisabilité de cette solution est considérée comme d'ores et déjà établie en principe. Les recherches se poursuivent touchant le dépôt sur ou sous le fond des mers afin de dégager pour cette méthode des connaissances du même ordre d'ici à 1987. Quoi qu'il en soit, les décisions à prendre au sujet de la mise au point d'installations de stockage définitif des déchets générateurs de chaleur sont loin de presser.

Les quantités les plus importantes d'effluents liquides radioactifs rejetées au Royaume-Uni le sont par une canalisation qui relie les installations de retraitement de Sellafield à la mer. Bien inférieures sont les quantités radioactives rejetées en mer au départ des autres sites nucléaires. Tous ces rejets restent d'ailleurs en deçà des limites autorisées et, en tout cas, présentent des taux de rayonnement bien inférieurs aux recommandations de la CIPR, mais des travaux déjà très avancés permettront de les abaisser encore. Les rejets atmosphériques sont d'une importance relativement mineure dans les conditions normales de fonctionnement. Les conclusions d'un rapport récent de l'AEN et notre propre examen du problème ne font apparaître actuellement aucune nécessité de renforcer les contrôles nationaux et internationaux destinés à limiter l'accumulation dans l'atmosphère de radionucléides à vie longue, mais on reste attentif à la question.

Le problème des déchets radioactifs préoccupe beaucoup le public. Celui-ci les considère parfois comme des substances dangereuses et impossibles à traiter, posant des difficultés de gestion presque insurmontables. De l'avis des pouvoirs publics, cette vue est exagérée. Une étude plus minutieuse montre que, s'il y a effectivement problèmes et dangers, les premiers sont en voie de solution, et les seconds peuvent être éliminés par l'application de techniques connues et de mesures de bon sens. Mais

les politiques suivies en la matière n'auront l'effet souhaité que si elles rencontrent une large adhésion du public, fondée sur une appréciation complète et juste de la situation.

Le Gouvernement britannique envisage de prendre les mesures propres à justifier une telle adhésion du public. Il continuera à diffuser des informations au sujet des quantités de déchets stockés sur les sites nucléaires civils. Il continuera aussi à rendre compte des activités de surveillance et de recherche et des volumes rejetés dans le milieu ambiant. Il sera prêt à donner des renseignements sur sa politique et sur les raisons qui justifient celle-ci. Il fera en sorte que sa stratégie soit portée à la connaissance du public.

Voici plus de 30 ans que le Royaume-Uni s'est engagé sur la voie de l'exploitation de l'énergie nucléaire à des fins pacifiques. Pour toute cette période, le bilan de la gestion des déchets d'exploitation est excellent. Les pouvoirs publics sont convaincus qu'il est possible de continuer de gérer ces déchets avec sûreté et avec succès, et que des solutions aux problèmes de gestion des déchets radioactifs existent, pour les conditions particulières et au moment où il en sera besoin. Ce qu'il faut, c'est une action efficace pour développer ces solutions et les mettre en pratique au moment voulu, d'une façon qui soit acceptable pour le public.



**M. Robert MORGAN**  
Directeur par intérim,  
Office de gestion des déchets radioactifs d'origine civile,  
Département de l'énergie,  
Etats-Unis

---

La gestion des déchets radioactifs est une préoccupation importante, voire critique pour tous, individuellement, nationalement et internationalement. Dans l'arène internationale, l'Agence internationale de l'énergie atomique a tenu en mai dernier sa première conférence sur le sujet à avoir lieu aux Etats-Unis. J'ai regretté de n'avoir pu y accueillir personnellement M. Blix et l'Agence comme je souhaitais et prévoyais de le faire. Je sais que ce fut une conférence fructueuse, dont je rappellerai brièvement les conclusions principales:

- 1) Dans la plupart des pays qui ont une activité nucléaire, la gestion des déchets et leur stockage sont déjà bien avancés.
- 2) La solution des questions institutionnelles, réglementaires, financières, et socio-politiques est le préalable indispensable au déploiement des techniques dont on dispose dans ce domaine.
- 3) Généralement parlant, l'humanité peut domestiquer l'énergie nucléaire sans créer de problème insoluble de stockage des déchets.

4) Il a été reconnu que point n'est besoin de percée technologique pour assurer une bonne gestion des déchets radioactifs.

Tous les participants à cette première conférence doivent être remerciés de leurs communications et il faut tout particulièrement féliciter M. Blix pour son engagement personnel et éclairé sur la question des déchets nucléaires.

Je tiens à souligner qu'il est du plus haut intérêt pour nous tous de conserver à l'Agence sa capacité technique à traiter de questions aussi critiques que la gestion des déchets nucléaires.

Pour en venir maintenant à la gestion des déchets aux Etats-Unis, ce pays produit des déchets radioactifs de haute activité depuis bientôt 40 ans. Ces déchets sont entreposés avant évacuation dans de grandes cuves s'ils sont à retraiter, et en piscine s'il s'agit de combustible irradié.

Plusieurs solutions de confinement ont été examinées au fil des années, et l'idée d'isoler les déchets nucléaires

dans des dépôts souterrains à grande profondeur a été avancée pour la première fois en 1957 par une commission de l'Académie nationale des sciences, qui recommandait à cette fin l'étude des gisements de sel gemme, comme présentant des caractères favorables pour l'évacuation souterraine des déchets.

Nous avons donc consacré à la possibilité d'utiliser les formations salines comme réceptacles dix ans de recherches qui ont abouti en 1970 à la mise en place d'un programme accéléré visant l'aménagement d'un dépôt dans un gisement de sel à Lyons, au Kansas. Mais nous n'étions prêts, ni techniquement, ni politiquement, à affronter pareille entreprise à l'époque. Elle fut donc abandonnée au profit d'un programme national plus large qui étendait la prospection à d'autres types de formation rocheuse et à tout le pays.

La prospection et l'étude de ces formations – sel, basalte, tuf et roche cristalline – se sont poursuivies pendant plusieurs années. Mais, tandis que la responsabilité du stockage définitif des déchets incombait aux autorités fédérales depuis l'entrée en vigueur, en 1954, de la Loi sur l'énergie atomique, jusqu'à une date récente les Etats-Unis n'ont cessé de se heurter à des obstacles majeurs pour les empêcher d'évacuer avec succès les déchets nucléaires. Au nombre de ces obstacles, on peut compter les fluctuations de la politique nationale en la matière: le peu d'empressément des Etats à abriter un dépôt et l'incertitude entourant le financement annuel d'activités liées aux déchets nucléaires.

Reconnaissant ces problèmes et la nécessité de régler la question des déchets pour qu'elle ne fasse pas obstacle à l'utilisation future de l'énergie nucléaire, le Congrès des Etats-Unis a, l'an dernier, voté une loi pour mettre un terme à des années d'indécision sur la solution à apporter au problème.

La Loi de 1982 sur la politique de gestion des déchets nucléaires, promulguée le 7 janvier 1983 par le Président, établit un calendrier ainsi qu'une procédure progressive aux termes desquels le Président, le Congrès, les Etats, les tribus indiennes intéressées, le Département de l'énergie des Etats-Unis et d'autres agences fédérales doivent collaborer à l'implantation, la construction et l'exploitation de dépôts dans des formations géologiques en vue du stockage des déchets de haute activité provenant des réacteurs nucléaires civils. La loi définit un mandat et, ce qui est plus important, un règlement applicable au repérage et au choix de sites propres à abriter un dépôt définitif et, le cas échéant, des installations d'entreposage provisoire.

La loi institue également un mécanisme destiné à dégager un financement suffisant pour ce programme: le coût en est supporté par les utilisateurs de l'énergie nucléaire. Depuis le 7 avril 1983, en effet, toutes les sociétés américaines productrices d'électricité d'origine nucléaire sont taxées, pour la gestion des déchets, à raison d'un millième de dollar – un dixième de cent – par kilowattheure d'électricité produite par un réacteur de puissance civil. Le produit de cette taxe, estimé à environ 400 millions de dollars par an au début, devrait suffire à couvrir toutes les dépenses qu'il est prévu d'engager pour l'évacuation des déchets.

Il incombe au Département de l'énergie de prévoir les moyens nécessaires à l'évacuation définitive des déchets radioactifs de haute activité, comme le combustible irradié ou son résidu après retraitement. La loi renforce cette attribution et confirme la responsabilité du pays touchant l'évacuation définitive des déchets

nucléaires, et le rôle des Etats et du public dans le processus qui y conduit.

C'est ainsi que pour servir de base au processus de sélection des sites, le Département de l'énergie a l'obligation de publier des Directives à cet effet. Il en sera fait usage pour recommander tel ou tel site comme se prêtant à l'implantation d'un dépôt dans une formation géologique. Il a d'ores et déjà été procédé à une étude complète relative à l'établissement de ces Directives. Après approbation par la Commission à la réglementation nucléaire, il est prévu d'en publier à la fin de 1983.

Neuf sites possibles de dépôt ont été repérés dans six Etats: un site basaltique dans l'Etat de Washington; un site tufeux dans le Nevada; deux sites en gisement de sel dans l'Utah et le Texas; et trois anciennes mines de sel, dont deux dans le Mississippi et une en Louisiane.

La Loi sur la politique de gestion des déchets nucléaires dispose que d'ici à janvier 1985, le Département de l'énergie doit recommander au Président au moins trois sites en vue de leur exploration détaillée, laquelle doit comporter notamment le forage de puits de prospection, de nombreux essais et une abondante moisson de données. En fonction des résultats de ces explorations détaillées, un site sera choisi pour être recommandé au Président en vue de la construction du premier dépôt. La loi prévoit enfin que le Président doit recommander au Congrès, en mars 1987 au plus tard, le site du premier dépôt.

Cette recommandation faite, le gouverneur de l'Etat où se trouve le site prévu peut opposer son veto à ce choix. Le veto l'emporte, à moins que les deux chambres du Congrès n'usent de leur pouvoir dérogatoire.

En cas d'approbation du site, le Département de l'énergie soumet une demande de licence d'ouverture de chantier à la Commission de la réglementation nucléaire, qui dispose de trois à quatre ans pour la délivrer. Une fois la licence obtenue, les travaux peuvent commencer, le dépôt devant devenir opérationnel d'ici à 1998.

La loi prévoit en outre le choix d'un site et l'octroi d'une licence pour un deuxième dépôt, selon le calendrier duquel le Département de l'énergie doit recommander au Président, en juillet 1989 au plus tard, trois sites en vue de leur exploration détaillée.

Dans le cadre de la recherche d'un site pour ce deuxième dépôt il est procédé à un examen détaillé des études géologiques existantes sur les formations cristallines de 17 Etats afin de déterminer si lesdits Etats recèlent des sites propres à l'implantation d'un deuxième dépôt. Il s'agit d'Etats situés dans les zones centre-nord, nord-est, et sud-est des Etats-Unis.

En complément du programme de recherche de sites, la nécessité et la faisabilité de l'implantation d'installations d'entreposage provisoire sous surveillance continue sont à l'étude. Une telle solution permettrait de recourir rapidement à l'option entreposage à long terme des déchets nucléaires au cas où la construction des dépôts serait retardée.

La loi stipule expressément que c'est aux producteurs d'électricité qu'incombe l'entreposage provisoire de leur combustible irradié. Le Gouvernement des Etats-Unis peut toutefois offrir d'abriter jusqu'à 1900 tonnes de déchets dans des installations fédérales d'entreposage provisoire, selon les besoins et l'éligibilité du demandeur, fixés par décision de la Commission de la réglementation nucléaire.

On étudie aussi actuellement aux Etats-Unis, comme option autre que l'évacuation géologique, l'enfouissement sous les fonds marins. Comme beaucoup le savent, les Etats-Unis participent à des recherches internationales visant à définir la faisabilité d'une telle option.

La contribution des Etats-Unis à la communauté internationale est un programme national prévoyant la construction d'un dépôt dans les formations géologiques d'ici à la fin des années 90. Se fondant sur la Loi sur la politique de gestion des déchets nucléaires, les Etats-Unis ont fait une offre de coopération et d'assistance techniques aux Etats non dotés d'armes nucléaires, dans le domaine de l'entreposage et du stockage définitif des combustibles irradiés. En outre, le pays est prêt à entreprendre des échanges d'informations et d'autres formes de coopération relativement au stockage définitif des déchets de haute activité.

Nous sommes persuadés que les pays seront toujours très désireux de travailler en collaboration dans le domaine de la gestion des déchets nucléaires. Les Etats-Unis sont disposés à travailler beaucoup et avec diligence pour garantir que tous puissent bénéficier de leur expérience de la gestion des déchets.

Le stockage sûr et définitif des déchets nucléaires est une préoccupation mondiale. La coopération internationale est nécessaire pour que tous les pays qui ont des besoins de stockage mettent en commun les résultats des travaux de mise au point et de démonstration technologiques dans la planification et l'exécution de leurs programmes.

Selon l'expérience des Etats-Unis, le succès d'un programme national de gestion des déchets exige que

quatre conditions soient réunies: 1) l'existence d'une politique bien définie et stable, tendant à la bonne gestion des déchets nucléaires; 2) des normes largement acceptées en matière de santé, de sûreté et de protection de l'environnement; 3) une technologie et une formation scientifique de toute première qualité, ainsi qu'un personnel très hautement qualifié, pour vérifier que les normes sont respectées; 4) la capacité géologique et technique de mettre en place un stockage sûr et fiable des déchets nucléaires de haute activité.

Toute carence relative à l'une quelconque de ces quatre conditions sera source de problèmes. Par exemple, avant que ne soit votée la Loi sur la politique de gestion des déchets nucléaires, la première condition – l'existence d'une politique bien définie et stable – n'était pas remplie aux Etats-Unis, d'où des difficultés évidentes. En s'appuyant toutefois sur des programmes nationaux solides et sur la coopération internationale tous les pays qui dépendent de l'énergie nucléaire devraient, à terme, trouver les ressources nécessaires à la mise en place de programmes efficaces de gestion des déchets.

Les nations représentées ici disposent des techniques requises pour bien gérer les déchets nucléaires présents et à venir. Beaucoup de pays demandent à l'énergie nucléaire de leur fournir une part de l'électricité qu'ils consomment tellement importante que la vie sans industrie électro-nucléaire devient impensable. Vu l'importance croissante de l'énergie nucléaire pour la production d'électricité dans le monde, il est indispensable de mettre en œuvre des techniques efficaces de stockage des déchets. La poursuite des recherches et des activités d'exploitation ne manquera pas d'ouvrir davantage d'options dans ce domaine, surtout si la coopération internationale est maximale.

