

ELIMINATION DES DECHETS RADIOACTIFS: IMPERATIF DE SECURITE ET CONSIDERATIONS D'ECONOMIE

L'industrie utilise l'énergie atomique à une échelle toujours plus grande et par conséquent l'élimination des déchets radioactifs qu'elle produit pose des problèmes de plus en plus difficiles. Pour assurer la rentabilité des installations nucléaires et éviter d'accumuler des quantités encombrantes de déchets, il ne faut jamais interrompre la recherche des méthodes les plus appropriées et les plus efficaces.

Il n'y a pas de procédés qui soient meilleurs que les autres et applicables dans tous les cas. En effet, beaucoup dépend des conditions locales, ainsi que de la quantité, du type et de la diversité des déchets à traiter. L'emplacement de l'installation est déterminant, car il est possible dans certains endroits de rejeter les déchets de très basse activité dans les cours d'eau ou dans la mer ou ailleurs d'enfouir purement et simplement les déchets dans des formations géologiques qui se prêtent à ce mode d'élimination. En revanche, dans d'autres endroits la population est dense, les terrains disponibles pour le stockage rares et la dispersion dans le milieu ambiant impossible; il faut donc réduire au maximum le volume des déchets et en faciliter le transport. Si l'établissement est petit, il se peut qu'une seule installation à usage multiple, telle qu'un évaporateur, suffise pour traiter toutes les catégories de déchets liquides; s'il est grand, il est probable que l'on distinguera entre les différentes catégories et que l'on aura recours à des procédés de traitement plus complexes.

Etant donné que les déchets d'activité basse ou intermédiaire sont par nature volumineux, il est généralement impossible de les stocker sans traitement préalable. En règle générale, on concentre d'abord les matières radioactives, puis on place les concentrés dans des fûts en acier hermétiquement clos, on les fixe dans des blocs de béton ou de céramique ou on les prépare autrement en vue du stockage définitif. A l'heure actuelle, on s'intéresse beaucoup au bitume comme matière première pour la fixation des déchets solides et des boues, car ce matériau permet de réduire davantage le volume et le bloc obtenu est plus résistant à la lixiviation. Dans certains établissements, le bitume est dès à présent utilisé couramment, mais le béton est encore le matériau que l'on emploie normalement à cet effet. Les méthodes de concentration sont la compression, l'incinération, l'évaporation, la coagulation et la filtration.

Les méthodes fondamentales d'élimination des déchets radioactifs sont bien connues, mais de nombreux établissements les appliquent avec les perfectionnements qu'ils leur ont apportés. Des détails sur les procédés mis en œuvre ont été exposés à un colloque sur les «Procédés de traitement des déchets d'activité basse ou intermédiaire», qui s'est tenu à Vienne du

6 au 10 décembre 1965. Ce colloque était organisé conjointement par l'Agence internationale de l'énergie atomique et l'Agence européenne pour l'énergie nucléaire (ENEA) de l'Organisation de coopération et de développement économiques. Y assistaient des représentants de 26 pays et de quatre organisations internationales.

« Il y a plusieurs années, prévalait une recherche intensive des méthodes qui permettraient d'extraire ou de mettre sous une forme inoffensive les radioisotopes contenus dans les effluents », a déclaré M. J. Servant, Directeur de la Division de la santé et de la sécurité, et de l'élimination des déchets (AIEA), dans son discours d'ouverture du colloque. « Des procédés efficaces ont maintenant été trouvés, mais il reste encore beaucoup à faire pour les améliorer et les rendre économiquement adéquats. Au début, les résultats que l'on attendait de certains procédés de traitement n'étaient pas toujours obtenus, car on manquait de renseignements et de données précises. Dans certaines installations on avait prévu l'application de procédés qui en fait se révélaient mal adaptés aux déchets produits ou coûtaient beaucoup plus cher qu'on ne l'avait envisagé. Nous espérons que la documentation qui sera échangée et diffusée ici facilitera la sélection et l'application judicieuse des procédés convenant le mieux compte tenu du type de déchets radioactifs et du type d'installation ».

SECURITE D'ABORD

Au cours du colloque, les participants ont donné beaucoup de renseignements sur les prix de revient, tirés de l'expérience acquise dans l'emploi de différents procédés. Toutefois, il y a des divergences très nettes dans les méthodes de calcul du prix de revient - question qui a fait ultérieurement l'objet des discussions d'un groupe consultatif d'experts réuni par l'AIEA.

L'industrie nucléaire est parvenue à sa maturité. On témoigne le fait que le colloque s'est préoccupé des aspects économiques du problème, les aspects relatifs à la sécurité ayant cessé depuis longtemps de susciter des appréhensions. Certains participants ont souligné que les considérations de sécurité doivent toujours l'emporter mais aussi qu'il faut assouplir les normes d'une rigueur excessive et les restrictions fondées sur des sentiments et non sur des faits concrets permettant de se former un jugement.

Il n'y a pas de distinction nette possible entre les deux types de traitement des déchets - concentration et dilution - a déclaré A. Kenny (OMS), qui a examiné jusqu'où doit aller le traitement des déchets si l'on veut empêcher une pollution dangereuse du milieu ambiant. Ainsi, il se peut que le rejet des déchets liquides dans le sol crée, par adsorption dans le sol, un sol contaminé où les radionucléides sont pratiquement stockés. Il ne saurait y avoir de danger réel pour la population si le stockage ou l'isolement est réalisé dans des conditions parfaites, mais dans la pratique, il faut toujours craindre que des déchets stockés ne s'échappent accidentellement dans le milieu; les méthodes par lesquelles les déchets liquides sont solidifiés permettent de réduire ce risque. Récemment, on s'est efforcé d'évaluer les effets des rayonnements ionisants sur la santé,

et un comité de l'Organisation mondiale de la santé les a comparés à d'autres risques. L'industrie nucléaire est handicapée par les recherches intensives faites sur les effets des rayonnements. On connaît probablement mieux ces effets que ceux qu'exerce n'importe quel autre polluant industriel, mais on ne pourra jamais démontrer qu'à un niveau suffisamment bas, il n'y a plus aucun effet. Il est dangereux d'essayer d'exclure entièrement du milieu les polluants radioactifs. L'argent, les matières premières et la main-d'œuvre qu'il faudrait y consacrer pourraient sans doute être beaucoup mieux employés à des tâches relevant d'autres aspects de la santé publique. Cependant, il faut agir avec plus de circonspection que dans le cas de la plupart des autres polluants, notamment des produits chimiques génétiquement dangereux; en effet, il est impossible de supprimer la toxicité de la radioactivité. En conséquence, nous sommes obligés de recourir aux procédés de dilution et de dispersion dans le milieu en tenant dûment compte des forces contraires de reconcentration.

Du point de vue technique, la détermination des niveaux admissibles en matière d'élimination des déchets est fondée sur les recommandations de la Commission internationale de protection radiologique, mais ces recommandations concernent des doses à des groupes mal définis de la collectivité. Il faut donc utiliser avec circonspection les résultats des calculs de «niveaux maximums admissibles» qui en découlent; en effet, il serait contraire à l'esprit scientifique et absolument inutile de vouloir les appliquer d'une façon inflexible comme s'il s'agissait de dogmes ou de principes politiques. Bien souvent, ces niveaux se fondent sur des bases biologiques fort peu solides et un niveau maximum admissible établi sans tenir compte de la forme chimique ne peut être considéré au mieux que comme une première approximation.

DES NORMES RIGOUREUSES

Au sujet de l'évacuation des déchets liquides dans le sol, l'auteur d'un mémoire a exposé les résultats d'études poussées faites à Hanford (E.-U.A.), où les conditions sont favorables (niveau très bas de la nappe aquifère et faibles précipitations). Les radionucléides sont adsorbés dans le sol et s'enfoncent lentement jusqu'à ce que des traces des éléments les plus facilement lessivés atteignent la nappe d'eau souterraine; à ce moment, on suspend les opérations sur cet emplacement et on en utilise un autre. A l'endroit abandonné, les matières adsorbées continuent de s'enfoncer très lentement à mesure que l'eau de pluie s'infiltre dans le sol; il faudra des siècles pour que l'élimination soit complète, il se produira une décroissance assez poussée. Chaque fois que des déchets sont évacués dans le sol, il est indispensable de se demander comment le site sera utilisé par la suite. S'il doit être cédé et ne plus faire l'objet d'une surveillance radiologique, il faudra fixer des normes admissibles et peut-être élaborer des règles de gestion. Les déchets d'assez haute activité peuvent être enfouis sous un mètre ou deux, mais il faut tenir compte des effets à long terme - dispersion des matières enfouies par suite de la dégradation des roches, reconcentration de certains radionucléides par l'action des organismes vivants et remontée de radionucléides à la surface due aux plantes à racines profondes.

En ce qui concerne l'évacuation dans la mer, on mesure la pollution du milieu pour découvrir dans quelle mesure il y a reconcentration dans des produits propres à l'alimentation humaine, et on fixe les limites de manière que l'irradiation reste inférieure aux niveaux admissibles définis par la CIPR. A Windscale (Royaume-Uni), l'aliment qui est critiqué de ce point de vue est une algue comestible; à Hanford (Etats-Unis), on a constaté une reconcentration du zinc dans des huîtres. L'industrie nucléaire a atteint un haut niveau de perfection dans la sécurité dont la plupart des autres industries sont très loin d'approcher, en étudiant à fond chaque opération d'élimination des déchets et ses conséquences pour la population. Pour les déchets importants, on doit procéder à une évaluation préliminaire des risques et contrôler soigneusement la pollution du milieu pendant toute la durée de l'opération. Pour les déchets moins importants qui n'exigent pas autant de précautions, il faut déterminer l'effet cumulatif des opérations successives. Toutes ces limitations se justifient par le fait que la population ne doit pas être exposée à des niveaux supérieurs à ceux qui ont été fixés par la CIPR. Un vaste programme de contrôle radiologique des aliments et de l'eau, des objets et matériaux d'usage courant et du milieu est une partie essentielle de la surveillance de l'élimination des déchets.

La gestion des déchets ne consiste pas seulement à déterminer les produits finis indésirables. D.J. Kvam (Etats-Unis) a montré que la gestion des déchets peut exercer une influence considérable sur l'ensemble des opérations. Le service de gestion des déchets du Laboratoire radiologique de Lawrence a deux fonctions principales: réduire la quantité de déchets produite et éliminer ces déchets. Il parvient à réduire la quantité de déchets en réexaminant continuellement les opérations et pratiques de laboratoire et en mettant en œuvre un programme de décontamination. De nouveaux procédés de décontamination permettent de récupérer d'une manière rentable une plus grande partie des matières contaminées. En 1964, cette récupération a porté sur un matériel d'une valeur de 2 millions de dollars qui, autrement, eût été considéré comme des déchets. Bien que les activités et les effectifs du Laboratoire n'aient pas cessé d'augmenter, les niveaux et même les quantités de déchets diminuent constamment depuis trois ans. A. Kjeller (Norvège), on traite des déchets extrêmement variés - gazeux, liquides et solides - qui vont de solutions de produits de fission d'activité relativement élevée à des déchets dont l'activité est celle des composés marqués. B. Gaudernack et J.E. Lundby (Norvège) ont indiqué qu'en raison des possibilités limitées de rejet dans le milieu, certains effluents de basse activité doivent être purifiés. Il est également nécessaire de solidifier les déchets liquides d'activité moyenne pour faciliter le stockage et l'élimination définitive et de comprimer les déchets solides dans des récipients blindés pour le stockage. Le coût de l'installation de traitement des déchets (bâtiment et matériel) s'est élevé à environ 170 000 dollars et l'agrandissement en cours coûtera environ 130 000 dollars. Les frais de fonctionnement (non compris les charges financières) sont d'environ 30 000 dollars par an.

CHOIX D'UN PROCEDE

Les questions qui doivent recevoir une réponse lorsqu'on cherche à déterminer la meilleure méthode pour le traitement d'effluents liquides ont

été formulées par E. de Robien, J. Pomarola et M. Brodsky (France). Ce sont les suivantes : Est-il possible d'utiliser la capacité de dispersion du réseau hydrologique voisin de l'usine ? Peut-on stocker sur place des effluents liquides concentrés ? Est-il commode et économique de le faire ? Si aucune de ces deux méthodes n'est applicable, il faut déterminer comment le traitement des déchets liquides pourrait être coordonné aussi économiquement que possible avec la méthode choisie pour les déchets solides. Dans beaucoup de parties de l'Europe, les possibilités d'évacuation dans les cours d'eau sont assez réduites, voire nulles, et le stockage des liquides sur place n'est possible que très rarement. On est donc amené à mettre les concentrés sous une forme résistant à la lixiviation et offrant ainsi une protection suffisante contre les risques dus aux rayonnements ; l'évaporation est une méthode satisfaisante. Une installation d'évaporation entièrement automatisée, qui assure la purification continue de l'eau de refroidissement d'un réacteur, a été décrite par A. Nazarov, E. Golubev et C. Metalnikov (URSS). Dans l'exploitation d'un réacteur, la qualité de l'eau de refroidissement doit être maintenue constante en ce qui concerne la teneur en sels, l'activité, les produits de corrosion, etc. Après purification, l'eau est renvoyée dans le circuit du réacteur.

P. Linder, K. Björkvist, G. Linderoth et S. Lindhe (Suède) ont expliqué pourquoi au Centre d'études nucléaires de Studsvik on avait décidé de monter un évaporateur comme seule installation de traitement, et de n'utiliser aucun des autres procédés : traitement chimique, échange d'ions, électrodialyse ou simple stockage en vue de la décroissance radioactive. C'est que le traitement chimique, l'échange d'ions et l'électrodialyse sont sensibles aux variations des caractéristiques chimiques des différents liquides, si bien que l'un quelconque des composants actifs pourrait n'être pas éliminé, et que le stockage sans concentration est coûteux, les volumes étant considérables. Pour D. Clelland et A. Corbert (Royaume-Uni), d'une manière générale la précipitation chimique et l'échange d'ions, qui sont particulièrement économiques, conviennent le mieux pour le traitement de quantités importantes de déchets de basse activité, et l'évaporation pour les effluents d'activité moyenne ou haute, car elle permet de séparer très efficacement la radioactivité. Cependant, à leur avis, l'évaporation est un procédé fondamentalement coûteux en raison des quantités d'énergie thermique nécessaires, de la qualité exigée pour le matériel et des problèmes de corrosion à résoudre. Montrant que les conditions locales peuvent parfois infirmer ces conclusions, P. Bonhote et E. Hespe (Australie) ont décrit un évaporateur solaire simple et remarquablement bon marché. Au Centre d'études de Lucas Heights, les frais de filtrage des boues étaient trop élevés compte tenu de leur volume. Une zone de stockage en béton entourée d'une bordure de 30 cm de hauteur a été munie d'un toit plat en acier couvrant sur des rails posés sur la bordure. Les boues contenues dans le bassin ainsi créé sont exposées au rayonnement solaire. On met le toit en place pour la nuit ainsi qu'en temps de pluie ou de tempête. Les frais d'investissement se sont montés à environ 5900 dollars et les frais d'exploitation sont négligeables ; le traitement d'un m³ de boue revient à 4 dollars. Les boues à éliminer ont été réduites au cinquième de leur volume initial et on espère pouvoir arriver au dixième. Cependant, il n'est guère



Triage des déchets radioactifs à l'intérieur d'une zone hermétiquement close. Les hommes portent des vêtements pressurisés. (Extrait d'un mémoire présenté par R.H. Burns et coll.)

probable qu'on puisse appliquer cette méthode en des lieux où l'évaporation annuelle moyenne est inférieure à 75 cm (à Lucas Heights, elle est de 108 cm environ).

INCORPORATION A DU BITUME

Lorsque les déchets ont été réduits au plus petit volume possible, il faut les rendre insolubles. A cet égard, N. van de Voorde et P. Dejonghe (Belgique) ont décrit une méthode intéressante qui permet de le faire par incorporation des déchets dans des matériaux asphaltiques. La réduction

de volume peut être poussée beaucoup plus loin que ce n'est le cas avec la vermiculite ou le ciment. Au cours de la discussion, R.H. Burns (Royaume-Uni) a indiqué les coûts de la solidification d'un volume annuel donné de déchets par quatre méthodes différentes: ciment 49000 livres sterling; ciment-vermiculite 74000 livres; bitume 15000 livres; bitume après «congélation-dégel» 12000 livres. Il a signalé que la vitesse de lixiviation était environ cent fois plus grande pour le ciment et la combinaison ciment-vermiculite que pour le bitume. Cependant, le prix d'une installation à bitume étant relativement élevé, la méthode ne se prête guère à un emploi général. J. Rodier, M. Allès, P. Auchapt et G. Lefillâtre (France) ont expliqué comment le bitume était utilisé pour l'enrobage des boues. Dans les régions fortement peuplées, le stockage sur place, tel qu'on le pratique habituellement, exige des mesures de sécurité rigoureuses contre la dispersion; l'enrobage dans du bitume peut donner cette sécurité sans que le coût de l'opération soit prohibitif.

D'après R. Burns, G. Clare, A. Smith et D. Dunkason (Royaume-Uni), l'enfouissement sur le site de l'établissement qui produit les déchets ou à proximité constitue le moyen d'élimination de loin le plus économique. Parfois ce moyen est inacceptable pour des raisons d'ordre politique ou pratique; si l'aire disponible est limitée, il peut être nécessaire de réduire les volumes d'une manière ou d'une autre. A coup sûr, l'incinération et l'incorporation à du bitume ou à d'autres matériaux imperméables peuvent contribuer à faire accepter l'enfouissement par les pouvoirs publics. Parlant des diverses méthodes qu'on applique à Harwell aux déchets de basse activité, les auteurs du mémoire ont signalé qu'il y a un an encore, il était procédé à un premier triage en boîtes à gants. Depuis lors, on a installé un banc de triage dans une aire où le port de survêtements pressurisés est obligatoire; à présent, les ouvriers qui travaillent sans encombre au banc de triage sont capables de manipuler un volume donné de déchets beaucoup plus rapidement et avec moins de danger.

Dans une étude sur les recherches et réalisations actuelles, R. Banco, W. Davis, H. Godbee, L. King, J. Roberts, W. Yee, G. Alkire, E. Irish et B. Mercer (Etats-Unis) indiquent que l'objectif poursuivi par les Etats-Unis consiste à mettre au point des méthodes de traitement nouvelles ou perfectionnées en vue de réaliser une meilleure rétention des radionucléides et une réduction des frais de fonctionnement des installations. Le but final auquel on désire arriver, c'est un procédé de traitement continu des déchets traités, les résidus radioactifs extraits étant incorporés à de l'asphalte ou d'autres matériaux plastiques aux fins de stockage ou d'élimination définitive, ou encore injectés dans le sol à des endroits appropriés.

Ainsi qu'il ressort d'une étude sur la manipulation des déchets radioactifs, qui a été présentée par V. Baloukova, V. Koulitchenko, A. Nazarov et A. Sibirov (URSS), l'Union soviétique, la Tchécoslovaquie, la Hongrie et la Bulgarie s'efforcent d'améliorer les méthodes actuelles de purification et de stockage. En même temps, on cherche à perfectionner les procédés et à trouver des matériaux nouveaux présentant de nombreux avantages par rapport à ceux qu'on emploie à l'heure actuelle. On fait des études en vue d'accroître l'efficacité de la purification des déchets liquides et des

recherches sur la concentration de l'activité dans la phase solide, la réduction du volume des déchets et la diminution des frais de traitement et de stockage. Dans plusieurs pays, on examine les possibilités qu'offrent les sorbants naturels et minéraux en vue de rendre la méthode de l'échange d'ions plus intéressante du point de vue économique. Pour l'application des sorbants naturels, la Tchécoslovaquie produit une nouvelle série d'appareils dont le fonctionnement est fondé sur le principe de la sorption à contre-courant dans les sorbants solides en suspension, et dans lesquels le procédé d'électrocoagulation est utilisé au stade de la précipitation.

Les recherches et les réalisations faites dans les pays membres de l'ENEA ont été décrites par E. Lopez-Menchero (ENEA). Une partie considérable des recherches est consacrée au traitement des effluents liquides, l'objectif principal étant toujours la séparation des produits de fission à longue période mis sous une forme solide. Les travaux importants sur le traitement des déchets solides sont plutôt du domaine des réalisations.

CONFERENCES A L'AIEA SUR DES ORGANISMES REGIONAUX D'ENERGIE ATOMIQUE

En ce début d'année 1966, des chefs de secrétariat ou de hauts fonctionnaires d'organisations régionales s'occupant d'énergie atomique viennent à l'Agence faire des conférences de caractère général sur les activités de leurs organisations respectives. La première conférence de cette série a été faite par M. Jules Guéron, Directeur général de la recherche et de la formation de l'EURATOM, qui a pris la parole le 14 janvier 1966.

Elle sera probablement suivie d'autres conférences que feront des représentants d'organismes tels que le Conseil d'assistance économique mutuelle (COMECON), la Commission interaméricaine d'énergie nucléaire (CIEN), l'Agence européenne pour l'énergie nucléaire (ENEA) de l'Organisation de coopération et de développement économiques (OCDE) et la Commission de la recherche scientifique et technique de l'Organisation de l'unité africaine.