

# ELIMINATION DES DECHETS RADIOACTIFS

## APERÇU DES EFFORTS ENTREPRIS PAR L'AIEA POUR GARANTIR LA SECURITE

Presque toutes les grandes opérations nucléaires donnent naissance à des résidus qui contiennent des substances radioactives; ainsi, dans les réacteurs, les produits de fission, les éléments nouveaux - comme le plutonium - obtenus au moyen d'irradiation par les neutrons, et le combustible nucléaire n'ayant pas subi de fission, sont tous des matières radioactives. Certaines de ces matières trouvent encore un emploi: par exemple de précieux radioéléments peuvent être extraits des produits de fission, et le plutonium peut être traité pour servir par la suite de combustible nucléaire concentré. En théorie, il devrait être possible de trouver un usage pour la plupart des substances radioactives produites au cours d'opérations atomiques.

En fait, cependant, l'on ne saurait tirer parti de toutes ces substances, et il n'est pas facile d'obtenir sous une forme utilisable toutes celles qui pourraient avoir une valeur pratique. C'est pourquoi, même après extraction de quelques substances utilisables, l'industrie atomique se trouve embarassée de quantités importantes de matières radioactives.

Or, il faut régler le sort de ces sous-produits inutilisables, désignés sous le nom de déchets radioactifs. S'agissant de substances radioactives, des mesures s'imposent afin de garantir que les rayonnements qu'elles émettent ne présentent aucun danger pour la santé et la sécurité de l'homme. D'où le problème de l'élimination sans danger des déchets radioactifs, lequel n'a cessé de gagner en ampleur et en complexité avec le développement des opérations nucléaires.

La sécurité radiologique est l'un des principaux domaines dans lesquels un rôle précis incombe à l'Agence internationale de l'énergie atomique. L'une des fonctions de l'Agence est d'établir ou d'adopter "des normes de sécurité destinées à protéger la santé et à réduire au minimum les dangers auxquels sont exposés les personnes et les biens"; à ce titre, l'élimination sans danger des déchets radioactifs est un des problèmes essentiels dont l'Agence doit se préoccuper. Dans son rapport, la Commission préparatoire de l'Agence a suggéré que cette dernière commence à examiner les problèmes que posent le déversement de déchets radioactifs dans la mer et dans le sol ainsi que l'évacuation d'effluents radioactifs dans les rivières et l'atmosphère. Le rapport s'exprime en ces termes: "Pour l'instant, ces problèmes ne se posent que dans certains Etats ou dans des régions bien délimitées, mais ils prendront de plus en plus d'ampleur à mesure que l'utilisation de

l'énergie atomique se développera et se généralisera et il sera essentiel que tous les pays coopèrent pour réduire au minimum la contamination."

Les déchets radioactifs se distinguent de tous les autres déchets en ce qu'ils ne peuvent pas être rendus inoffensifs par traitement chimique ou biologique. Cependant, la radioactivité décroît avec le temps, la vitesse de décroissance dépendant de la durée de vie (habituellement exprimée par la "période de radioactivité") des matières radioactives considérées. La période de certaines substances se mesure en fractions de seconde, alors que pour d'autres elle s'étend sur des millions d'années.

Quelle que soit la méthode d'évacuation choisie, il ne faut pas oublier que certaines matières radioactives peuvent faire retour au milieu ambiant immédiat de l'homme, voire se réintroduire dans les cycles biologiques. La sécurité, en matière d'élimination des déchets, ne dépend pas seulement de la nature et de la quantité des substances évacuées, mais aussi de leur comportement dans différents types de milieu ambiant et de la nature des relations de l'homme avec ce milieu.

D'une façon générale, il y a deux manières d'éliminer les déchets: on peut les diluer et les disperser, de manière à ramener à des quantités négligeables les rayonnements auxquels seraient exposés les différents individus; on peut aussi les concentrer et les isoler en permanence de l'homme et de son milieu immédiat. Une variante consiste à retarder l'élimination jusqu'au moment où la concentration de radioactivité est tombée, par désintégration, à un niveau acceptable.

Diverses méthodes d'évacuation dans le sol, dans l'eau et dans l'atmosphère ont été exposées, en novembre 1959, devant une conférence internationale organisée à Monaco par l'AIEA et l'UNESCO, avec la coopération de la FAO\*. Lors de cette conférence, de nombreux experts ont soutenu que la plupart des méthodes d'élimination proposées ou effectivement appliquées étaient compatibles avec les exigences de la sécurité. Certaines divergences de vues se sont manifestées au sujet de l'évacuation dans la mer. Dans l'ensemble, les participants ont reconnu qu'il restait encore beaucoup à faire pour élaborer les méthodes d'élimination les plus efficaces et les plus économiques et pour mieux connaître les incidences des différents types de rejet.

\* Voir Bulletin de l'AIEA, vol. 2, No 1.

## Evacuation dans la mer: rapport Brynielsson

Les problèmes que pose l'évacuation des déchets radioactifs dans la mer ont été examinés en détail par un groupe d'experts que l'AIEA avait constitué en octobre 1958. Le groupe, présidé par M. Harry Brynielsson, Directeur général de la Société suédoise de l'énergie atomique, comprenait des experts de neuf pays; il a terminé ses travaux au début de 1960 et a soumis un rapport au Directeur général de l'Agence\*.

Dans ce rapport, les experts déclarent que l'on ne saurait pour le moment recommander comme pratique courante l'évacuation dans la mer des déchets de grande activité provenant des combustibles irradiés, car on connaît insuffisamment les propriétés de la haute mer. Peut-être trouvera-t-on le moyen de donner à ces déchets une forme solide, non sujette à lixiviation, et pourra-t-on alors les décharger ensuite en haute mer; mais de toute façon, il faudrait au préalable faire une étude approfondie des processus physiques, chimiques et biologiques qui se déroulent en haute mer.

Quant aux déchets radioactifs de faible et de moyenne activité, le groupe d'experts a estimé qu'on pouvait en autoriser le rejet à la mer dans des conditions bien déterminées et strictement contrôlées. Tous les rejets de ce genre - à l'exception de ceux qui proviennent des navires nucléaires - devraient être faits en des lieux fixés à l'avance et de la manière prescrite pour chaque emplacement. Les lieux de rejet seraient fixés par une autorité nationale ou internationale responsable. Cette autorité instituerait toutes les mesures de contrôle voulues pour assurer le respect des conditions de sécurité, et centraliserait les rapports d'opérations de rejet pour se tenir au courant de l'état des lieux. Les différents organismes qui réglementeraient les rejets devraient fournir à une autorité internationale appropriée les renseignements nécessaires pour la tenue d'un registre où seraient consignées toutes les opérations de décharge. De l'avis du groupe d'experts, le soin de tenir ce registre devrait incomber à l'AIEA.

Le groupe a aussi formulé certaines recommandations sur le rejet des déchets radioactifs provenant des navires nucléaires. Ces déchets seront sans doute de faible ou de moyenne activité, mais leur rejet non réglementé dans la mer comporterait des risques, car les navires nucléaires traverseront de nombreuses régions marines impropres à la réception de matières radioactives. Ces navires devront donc être munis d'installations de stockage provisoire; les déchets de faible et de moyenne activité pourront être rejetés en haute mer "sans risques excessifs pour l'homme".

## Mesures complémentaires

Plusieurs recommandations du rapport Brynielsson demandent à être précisées ou appellent de

nouvelles recherches; en même temps qu'elle distribuait ce rapport aux gouvernements des Etats Membres, l'Agence prenait des mesures pour confier ces travaux à différents groupes d'experts.

Un groupe d'experts de dix pays a examiné les incidences administratives et juridiques des recommandations. Ce groupe, qui a tenu sa première série de réunions en janvier 1961, a aussi présenté quelques observations sur les prémisses fondamentales du rapport, sur la valeur des données techniques utilisées, ainsi que sur les questions qu'il convient d'étudier plus à fond avant de pouvoir donner effet aux recommandations. Il a conclu qu'un certain nombre de problèmes scientifiques et techniques importants n'avaient pas été entièrement résolus et que l'Agence devrait prendre immédiatement les dispositions nécessaires pour en poursuivre l'étude.

Parmi les travaux scientifiques qui s'imposent, certains sont effectués dans le cadre de projets de recherche exécutés sous les auspices ou avec l'aide financière de l'Agence (voir plus loin pour plus de détails). Entre-temps, l'Agence a entrepris quelques-unes des activités suggérées dans le rapport Brynielsson. Ainsi, des fonctionnaires des divisions scientifiques de son Secrétariat procèdent à l'examen préliminaire des mesures qu'exigerait la tenue éventuelle d'un registre de toutes les opérations de rejet de déchets radioactifs dans la mer. Un groupe international d'experts étudie actuellement les méthodes de surveillance de ces opérations; il s'efforce de mettre au point un système qui permettrait, notamment, de déterminer les niveaux de radioactivité des substances marines, de calculer le rapport entre ces niveaux et le rythme des rejets, de tracer le graphique de la distribution des matières radioactives dans la mer et de soumettre des spécimens à l'analyse radiobiologique de façon à déceler les effets éventuels de la radioactivité.

A sa première série de réunions, du 17 au 22 avril 1961, le groupe a passé en revue la question du contrôle des rejets; la discussion a porté notamment sur les sujets suivants: recherches à effectuer avant l'évacuation; choix des critères du contrôle; dispositions à prendre sur les plans technique et pratique; méthodes effectives de contrôle; interprétation des données recueillies.

## Autres formes d'élimination

Quant aux déchets de haute activité, il est universellement admis qu'ils doivent être isolés de manière appropriée, afin qu'ils ne puissent contaminer le milieu ambiant. Si les récipients offraient un blindage efficace contre les rayonnements et si l'on était sûr qu'ils ne perdraient jamais rien de leur étanchéité, on pourrait sans danger les enfouir dans le sol ou les décharger en haute mer. Mais tous les récipients ont une durée de vie limitée, alors que la durée de vie radioactive de certains déchets peut atteindre plusieurs millénaires.

Différentes méthodes ont été proposées pour résoudre ce problème: par exemple fixer les déchets

\* Voir Bulletin, vol. 2, No 3.

en permanence dans certaines couches géologiques, pour empêcher qu'ils ne fassent retour au milieu humain immédiat. Des études sont en cours sur la décharge éventuelle des déchets dans des formations salines - étant donné notamment l'imperméabilité du sel - ou sur la possibilité de les incorporer dans du terre aux fins d'entreposage dans des voûtes souterraines. La plupart du temps, un traitement préliminaire est indispensable pour permettre aux déchets de se "désactiver" avant de pouvoir être entreposés sans danger. Différents problèmes relatifs aux déchets de haute activité seront examinés lors d'un colloque scientifique que l'Agence envisage d'organiser prochainement.

Entre-temps, un groupe d'experts a examiné les méthodes d'élimination des déchets en eau douce ; il se préoccupe essentiellement de formuler des critères valables pour déterminer les effets éventuels, sur l'homme, de la décharge des déchets radioactifs dans l'eau douce. Etant donné que de nombreuses installations atomiques sont et seront situées loin de la mer, il importera beaucoup de connaître le destin des substances radioactives rejetées dans l'eau douce.

Un autre groupe d'experts étudie les techniques de l'élimination des déchets de faible activité, qui proviennent de l'emploi des radioisotopes. Ce groupe est chargé de rédiger, à l'intention des petits utilisateurs de radioisotopes, un manuel des procédures d'élimination des déchets et de décontamination ; il a examiné, en mars 1961, un projet établi par le Secrétariat de l'Agence. On s'occupe actuellement de mettre au point la version définitive du projet, qui tiendra compte des observations présentées par les experts.

Un autre groupe de spécialistes doit encore se réunir pour examiner la sécurité de la navigation nucléaire, notamment du point de vue des ports. Il ne fait pas de doute que le problème de l'élimination des déchets provenant des navires nucléaires prendra une importance croissante au cours des années à venir. A cet égard, le rapport Brynielsson esquisse certaines considérations d'ordre général ; la question a, en outre, été évoquée en novembre 1960 au colloque de Taormina sur l'étude de la propulsion nucléaire des navires, notamment du point de vue de la sécurité\*.

## Mesure des niveaux de radioactivité

Au problème de l'élimination des déchets est lié celui de la mesure des niveaux de radioactivité du milieu biologique ambiant. La plupart des publications existantes sur la radioactivité de la biosphère traitent plus particulièrement soit les problèmes de la retombée, soit les conditions qui règnent dans le voisinage immédiat des installations nucléaires. Cependant, plusieurs Etats Membres ont demandé l'assistance de l'Agence dans la lutte contre la contamination de vastes régions par l'évacuation de dé-

chets radioactifs ; à ce propos, l'Agence a réuni un groupe d'experts chargés de mettre au point des méthodes de rassemblement et d'analyse d'échantillons qui permettront de déterminer les niveaux de la radioactivité dans des zones étendues de la biosphère. Les recommandations du groupe, publiées depuis sous forme de brochure, soulignent tout particulièrement l'importance des méthodes rapides, simples et économiques d'échantillonnage, de traitement et d'identification pour les travaux de surveillance de vastes zones.

Ces recommandations s'inspirent de deux critères fondamentaux : a) le système proposé doit permettre de déceler les dégagements imprévus de matières radioactives, assez tôt pour que des mesures appropriées puissent être prises ; b) il doit prévoir la mesure continue des substances radioactives particulièrement dangereuses qui peuvent atteindre le niveau maximum admissible, même à la suite de dégagements périodiques par petites quantités.

Le groupe a fait observer que pour permettre la détection d'un dégagement accidentel, il faut procéder à des vérifications dans les parties de la biosphère susceptibles de contamination immédiate, c'est-à-dire dans l'atmosphère et dans les eaux superficielles. Il peut être nécessaire de soumettre les produits alimentaires à des mesures continues pour évaluer les risques que courra la population à l'avenir ; par ailleurs, les mesures d'excreta humains donneront directement la valeur de la contamination qui existe dans une région à n'importe quel moment. On a souligné qu'étant donné les quantités extrêmement faibles de substances radioactives qui contiendront sans doute les échantillons, il faudra prendre des précautions, tant lors du choix de l'emplacement des laboratoires que lors des opérations de traitement et de mesure ; il est recommandé que les laboratoires qui font des mesures sur des substances radioactives présentes à l'état de traces ne soient pas situés dans le voisinage d'une source de rayonnements ou d'une source potentielle de contamination.

La brochure passe en revue les procédures applicables à chaque type de matières de la biosphère : 1) eau : cours d'eau, lacs, océans, puits et eau de ville ; 2) pluie, neige et dépôts secs ; 3) atmosphère ; 4) produits alimentaires : lait, poissons et viande, riz et légume ; 5) excréta humains. Les données techniques sont réparties sous les principales rubriques suivantes : radioactivité à mesurer, échantillonnage, traitement, analyse, mesure, unités de références, étalonnage et normalisation.

## Projets de recherche

L'Agence a pris bonne note de ce qui semble être l'opinion unanime des experts, savoir qu'il reste encore beaucoup à faire sur le plan de la recherche scientifique fondamentale. Les travaux devront porter sur une vaste gamme de sujets, tels que les effets généraux des rayonnements, le mou-

\* Voir Bulletin, vol. 3, No 2.

vement des matières radioactives, les propriétés de la haute mer et tous les aspects du problème des déchets radioactifs. Quelques-uns de ces sujets, comme les effets biologiques des rayonnements, ont une importance générale et ne concernent pas exclusivement le problème de l'élimination des déchets; d'autres, en revanche, comme le mouvement des matières radioactives dans la biosphère ou les méthodes de traitement des déchets, présentent une importance particulière du point de vue des opérations de rejet.

A l'heure actuelle, 17 contrats de recherche passés par l'Agence sont en cours d'exécution dans des centres scientifiques renommés de différents pays. Deux d'entre eux concernent les effets de la radioactivité sur les organismes vivants fluviaux et lacustres; six traitent des mêmes effets sur les organismes marins; deux contrats portent sur le cycle des radioisotopes dans la biosphère; l'élimination des déchets radioactifs dans la lithosphère fait l'objet de six contrats; enfin, un contrat est consacré aux méthodes de traitement des déchets. Les recherches sont effectuées dans les pays suivants: Argentine, Australie, Autriche, Etats-Unis d'Amérique, Italie, Japon, Norvège, République Arabe Unie et Tchécoslovaquie.

Un projet spécial de recherche sur la distribution des matières radioactives dans l'océan, notamment aux différents stades des cycles biologiques, vient d'être entrepris par l'Agence en vertu d'un accord conclu avec le Gouvernement de la Principauté de Monaco et l'Institut océanographique\*. Ce programme vise trois objectifs majeurs: étude du mouvement des organismes aquatiques et marins et du dépôt de matières organiques et inorganiques; étude spécialisée de la distribution, dans les organismes marins, de substances radioactives présentes ou pouvant être introduites en différents emplacements; étude des effets des matières radioactives, à divers degrés de concentration, sur l'écologie marine.

### Coopération avec les organismes internationaux

Le bref aperçu qui vient d'être donné des activités de l'Agence dans le domaine de l'élimination des déchets suffirait à attester l'importance que l'Agence attache à ce problème, mais l'exposé est loin d'être exhaustif; il y aurait lieu de relever ici que plusieurs autres activités de l'Agence, par exemple les études fondamentales de radiobiologie ou les travaux d'élaboration de normes de base en matière de sécurité, ont également des incidences sur ce problème. Pour assurer la coordination efficace de ces activités sur le plan international, l'Agence a non seulement demandé l'avis et l'assistance de spécialistes de toutes les régions du monde, mais aussi coopéré aux travaux d'autres organismes internationaux qui s'occupent de problèmes analogues. Elle a notamment collaboré activement avec le Comité scientifique des Nations Unies pour l'étude

des effets des radiations ionisantes (Comité des radiations) et, pour établir des normes de base en matière de sécurité, elle s'est inspirée des recommandations de la Commission internationale de protection radiologique (CIPR).

A la suite de dispositions prises par l'AIEA, plusieurs spécialistes ont présenté des communications sur plusieurs aspects du problème de l'élimination des déchets, à la neuvième session du Comité des radiations. Il s'agissait des quatre mémoires ci-après: "Origine et nature des déchets radioactifs", par Rolf Eliassen et Byung Cho Kim (Etats-Unis d'Amérique); "Certains aspects de l'élimination future des déchets radioactifs", par Alina Gotwald et Edward Kowalski (Pologne); "Méthodes actuelles d'élimination des déchets radioactifs", par H. J. Dunster (Royaume-Uni); "Conséquences de l'élimination des déchets radioactifs pour le milieu ambiant", par Frank L. Parker, de la Division des isotopes de l'Agence. Des exemplaires de ces mémoires, lesquels ne reflètent pas nécessairement l'attitude officielle de l'Agence, ont été distribués par l'Agence aux membres du Comité des radiations, aux institutions spécialisées, ainsi qu'à la CIPR et à la Commission internationale des unités et mesures radiologiques.

L'Agence a aussi pris des mesures pour inciter le public à s'intéresser au problème de l'élimination des déchets radioactifs et à en discuter en connaissance de cause. Lors d'une séance publique organisée par elle, à Vienne, en septembre 1960, pendant la quatrième session de sa Conférence générale, le sujet a été débattu par trois spécialistes éminents, MM. Harry Brynielsson (Suède), H. J. Dunster (Royaume-Uni) et Leslie Silverman (Etats-Unis). On trouvera les exposés de ces experts, ainsi que leurs réponses aux questions posées par l'assistance, dans un numéro spécial du présent Bulletin, publié en novembre 1960.



M. J.D. Pearson, expert de l'assistance technique de l'Agence, retire un envoi de radiosodium et de radiopotassium de l'aile d'un avion à l'aéroport de Bangkok. Les envois radioactifs sont transportés en bout d'aile afin que les radioisotopes n'exposent pas les personnes à bord de l'avion à un risque d'irradiation. Les radioisotopes contenus dans cet envoi permettront à des médecins thaïlandais d'étudier des cas de choléra

\* Voir Bulletin, vol. 3, No 2.