

# L'immersion de déchets radioactifs dans l'océan: le point sur la question

*Plusieurs études sont en cours pour évaluer plus précisément l'impact de cette pratique*

par Dominique P. Calmet

Depuis des siècles, la mer sert d'exutoire pour les déchets résultant des activités humaines. Bien qu'aucun déchet de haute radioactivité n'ait été évacué dans la mer, des quantités variables de colis de déchets de faible activité ont été immergés sur plus d'une cinquantaine de sites dans les régions septentrionales de l'Atlantique et du Pacifique\*. La première opération d'immersion a eu lieu en 1946 dans le Pacifique Nord-Est, à quelque 80 kilomètres au large de la côte de Californie. La dernière en date que l'on connaisse a eu lieu en 1982 dans l'Atlantique, à environ 550 kilomètres au large du plateau continental européen (voir la carte).

Entre ces deux dates, 63 PBq (1,7 MCi) de déchets radioactifs provenant des activités de recherches, des applications médicales et des opérations de l'industrie nucléaire ont été emballés, généralement dans des fûts métalliques après incorporation dans une matrice de béton ou de bitume, avant d'être immergés en mer\*\*. Dans cet inventaire figurent des déchets solides non emballés ou des liquides, immergés entre 1950 et 1960. Les émetteurs bêta/gamma représentaient plus de 99% de la radioactivité totale. Il s'agissait de produits de fission et d'activation tels le strontium 90, le césium 137, le fer 55, le cobalt 58, le cobalt 60, l'iode 125, le carbone 14 et le tritium. Ces radionucléides représentent un tiers de la radioactivité totale évacuée dans l'Atlantique Nord-Est. Les déchets immergés contenaient également de petites quantités de radionucléides émetteurs alpha, dont 96% de plutonium et d'américium.

Les opérations d'immersion ont été menées sous la surveillance des autorités nationales ou du Mécanisme multilatéral de consultation et de surveillance des pays

M. Calmet est un fonctionnaire de l'AIEA, membre de la Division du cycle du combustible nucléaire et de la gestion des déchets.

\* On entend par déchets faiblement radioactifs ceux dont la teneur en radionucléides est suffisamment faible pour ne pas exiger de protection pendant les opérations normales de manutention et de transport.

\*\* 1 PBq =  $10^{15}$  becquerels. 1 MCi =  $10^6$  curies.

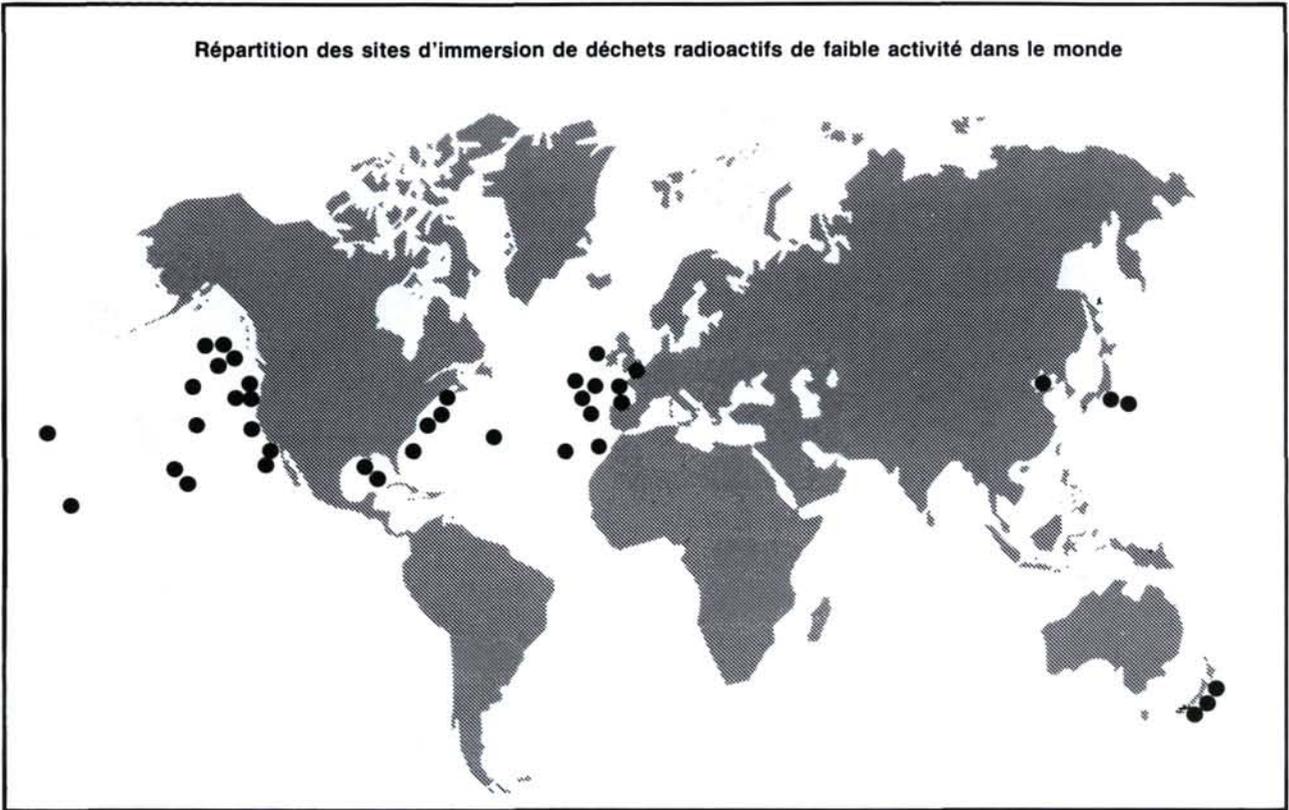


Des programmes nationaux et internationaux permettent de mieux connaître l'impact potentiel du stockage des déchets radioactifs à grande profondeur. Sur cette photo, on peut voir la mise en place pour immersion à 5000 mètres d'un type nouveau de carottier conçu pour prélever des échantillons dans les 30 premiers mètres de la couche de sédiments. (Photo CEA/DPT)

membres de l'Agence pour l'énergie nucléaire de l'Organisation de coopération et de développement économiques (AEN/OCDE). L'AEN a en outre établi, en 1977, un programme de recherche coordonnée et de surveillance du milieu marin (CRESP) du site AEN d'immersion. Depuis lors, ce site de l'Atlantique Nord-Est est contrôlé chaque année. On procède de temps à autre à un contrôle radiologique des sites du Pacifique et de l'Atlantique Nord-Ouest. Jusqu'à présent, l'examen d'échantillons d'eau de mer, de sédiments et d'organismes marins prélevés sur les différents sites n'a révélé aucune concentration de radionucléides supérieure à celle due aux retombées des essais d'armes nucléaires, sauf dans certains cas où l'on a mesuré des concentrations plus élevées en césium et en plutonium dans des échantillons collectés à proximité immédiate des colis.

Ces observations sont en accord avec l'objectif de l'immersion de déchets radioactifs en eau profonde, c'est-à-dire l'isolement des déchets radioactifs de l'environnement humain pendant une période de temps suffisamment longue pour que toute émission ultérieure de radionucléides à partir du site d'immersion n'occasionne pas un risque radiologique inacceptable, même à longue échéance. Toutefois, la dispersion potentielle des radionucléides dans les océans, considérée à l'origine comme un facteur de dilution assurant le maintien de faibles taux de concentration dans l'environnement marin,

Répartition des sites d'immersion de déchets radioactifs de faible activité dans le monde



a été mise en question à cause des dommages que pourraient subir les ressources marines. Cette préoccupation est surtout celle des pays qui ne partagent pas les avantages de l'énergie nucléaire. Elle trouve son expression à l'Article 25 de la Convention sur la haute mer, faite à Genève (1958): "Tout Etat est tenu de prendre des mesures pour éviter la pollution des mers due à l'immersion de déchets radio-actifs, en tenant compte de toutes normes et de toutes réglementations qui auront pu être élaborées par les organismes internationaux compétents."

En conséquence, depuis 1957, année de sa première réunion pour établir la méthodologie d'évaluation de la sûreté de l'immersion des déchets radioactifs, l'AIEA a donné des directives et formulé des recommandations pour s'assurer que l'évacuation des déchets radioactifs en mer ne conduira pas à des risques inacceptables pour la santé de l'homme et pour les organismes marins, ne nuira pas aux aménagements ou ne compromettra pas les autres usages légitimes de la mer.

**Recommandations de l'AIEA pour la protection de l'homme et de l'environnement marin**

Bien que l'immersion soit essentiellement une stratégie de dispersion/dilution, plutôt que de confinement, l'AIEA a recommandé que les colis de déchets soient conçus de façon à assurer le confinement de leur contenu pendant leur descente jusqu'à leur impact sur le fond et à réduire au minimum raisonnablement possible l'émission ultérieure de radionucléides dans le milieu marin. Des scénarios de relargage des radionucléides à partir de la matrice des déchets et du conteneur, de leur dispersion dans les écosystèmes marins et de leur transfert à l'environnement humain ont été élaborés. Compte

tenu des faibles concentrations de radionucléides attendues dans les divers constituants du milieu marin, le retour des radionucléides à l'homme à partir des eaux profondes ne pouvait être vérifié par une surveillance radiologique et a dû être calculé à l'aide de modèles mathématiques, comme on le fait toujours aujourd'hui. La mise au point ultérieure de nouveaux modèles mathématiques, l'acquisition d'une meilleure information sur les processus océanographiques, géochimiques et biologiques qui interviennent dans le comportement des radionucléides dans le milieu marin ont permis de constamment affiner l'évaluation de l'impact de l'immersion des déchets radioactifs sur les populations humaines et sur l'environnement marin.

**La Convention de Londres sur l'immersion**

Depuis l'entrée en vigueur, en 1975, de la Convention sur la prévention de la pollution des mers résultant de l'immersion de déchets et autres matières (dénommée Convention de Londres sur l'immersion: LDC), ces opérations sont réglementées à l'échelle mondiale. La Convention interdit notamment l'immersion de déchets fortement radioactifs et soumet l'immersion des déchets de faible activité à l'obtention d'une autorisation spéciale.

A la septième réunion consultative des parties contractantes, en 1983, un amendement des annexes a été proposé, dont l'objet était d'interdire toute immersion de déchets radioactifs en mer. La réunion a adopté une résolution demandant la suspension de toute opération d'immersion jusqu'au réexamen du fondement scientifique de cette pratique. En 1984, un groupe d'experts indépendant a examiné les considérations scientifiques et techniques ayant un rapport avec le

Des fûts en métal (photo 1) et en béton (photo 2) sont utilisés pour immerger des déchets faiblement radioactifs dans l'Atlantique Nord-Est, à 4700 mètres de profondeur. Grâce à la forte densité du béton, le fût s'est à moitié enfoui dans le sédiment (photo 2). On peut observer à proximité des traces d'activité biologique. (Photo CEA/IFREMER)



projet d'amendement. Dans les conclusions qu'ils présentèrent à la huitième réunion consultative (1985), ils précisèrent qu'ils n'avaient trouvé aucune raison d'ordre scientifique ou technique pour traiter l'immersion différemment des autres options possibles, dès lors que les principes de radioprotection internationalement acceptés étaient appliqués.

En 1986, grâce aux améliorations constantes des méthodes d'évaluation de l'impact, l'AIEA a proposé une troisième version de la définition des déchets fortement radioactifs impropres à l'immersion en mer, ainsi que des recommandations pour la surveillance des opérations d'immersion des colis de déchets faiblement radioactifs\*. Bien qu'elle disposât de ce nouvel élément d'information, la dixième réunion consultative des parties contractantes (1986) décida de créer un groupe intergouvernemental d'experts chargé d'examiner dans un contexte plus large les divers aspects politiques, juridiques, économiques et sociaux de l'immersion des déchets faiblement radioactifs. Le moratoire fut prorogé jusqu'à l'achèvement de cette étude. Dans le même temps, l'AIEA était priée de renseigner très précisément les parties contractantes sur certaines questions scientifiques et techniques en suspens. Deux des études qu'elle a faites à cette fin sont décrites ci-après.

#### Etudes comparatives des risques

De nombreux composés chimiques, dont certains ont été reconnus carcinogènes chez l'homme, sont présents dans l'environnement marin; ils y sont introduits sous

forme de déchets rejetés par diverses activités industrielles. Contrairement à l'exposition de l'homme aux rayonnements ionisants provenant de toutes sortes de sources marines, que l'on a amplement étudiée, l'impact sur les populations humaines de produits chimiques non radioactifs présents dans les océans est mal connu. Pour combler cette lacune, un groupe d'experts s'est réuni sous les auspices de l'AIEA pour comparer les risques associés à l'immersion de déchets radioactifs en mer et ceux qui sont liés à l'utilisation, à la réalisation, à l'évacuation et à la diffusion d'autres substances potentiellement dangereuses.

En 1986, l'Agence a proposé un schéma permettant de comparer les options de stockage définitif terrestre avec l'immersion, ainsi que les coûts et les risques afférents à ces diverses options. L'optimisation d'un système de gestion des déchets implique l'examen d'une série de paramètres spécifiques des caractéristiques des déchets considérés, de l'environnement du site et des ressources disponibles compte tenu de divers facteurs d'ordre national, social et politique. A l'intention des parties contractantes de la Convention de Londres, l'Agence vient d'entreprendre un examen d'ensemble des études publiées concernant les évaluations comparatives de la sûreté et des effets sur l'environnement des diverses options de stockage définitif proposées pour les différents types de déchets solides faiblement radioactifs.

#### Inventaire des déchets radioactifs rejetés dans les mers

A plusieurs reprises, les parties contractantes à la Convention de Londres ont prié l'Agence de dresser l'inventaire des déchets radioactifs de toutes origines qui

\* *Définition et recommandations pour la Convention sur la prévention de la pollution des mers résultant de l'immersion de déchets et autres matières*, Collection Sécurité de l'AIEA, n° 78 (édition de 1986).

**Les responsabilités de l'AIEA dans le cadre de la Convention de Londres sur l'immersion**

L'océan, source de tant de richesses, est un domaine international et le mouvement de ses eaux ne connaît pas de frontières. Il s'ensuit que l'on s'en remet essentiellement à la collaboration internationale pour prévenir et combattre la pollution des mers à l'échelle mondiale. En 1958, la Conférence des Nations Unies sur le droit de la mer a recommandé tout spécialement que l'AIEA fasse toutes études et prenne toutes mesures nécessaires pour aider les Etats à surveiller le rejet ou l'immersion de matières radioactives dans les mers, à promulguer des normes et des règlements internationalement acceptables visant à prévenir la pollution des mers par des matières radioactives en quantités qui risqueraient de nuire à l'homme et à ses ressources.

A la suite de la Conférence des Nations Unies sur l'environnement, réunie à Stockholm en 1972, la notion de prévention de la pollution s'est concrétisée lorsque la Convention sur la prévention de la pollution des mers résultant de l'immersion de déchets et autres matières est entrée en vigueur, en 1975. En vertu de cette convention, l'AIEA est spécialement chargée de définir les déchets fortement radioactifs impropres à l'immersion en mer et d'adresser des recommandations aux autorités nationales concernant la délivrance de permis spécifiques pour l'immersion de déchets faiblement radioactifs. L'Agence a reçu pour mandat de revoir périodiquement les définitions et recommandations afin de limiter l'impact des opérations d'immersion.

sont introduits dans le milieu marin. A ce jour, on dispose d'une base de données informatisées provisoires indiquant la date, l'emplacement, la profondeur d'immersion, le nombre, le poids et le type des conteneurs, ainsi que les quantités de radionucléides immergés. On envisage d'inclure les effluents liquides contrôlés et autorisés à être rejetés par les installations nucléaires dans les eaux côtières.

La raison d'être de cet inventaire est de constituer une base de données qui puisse fournir une information plus précise pour évaluer l'impact de l'immersion de déchets radioactifs en mer. Cet inventaire servira également à prévenir l'immersion dans un seul bassin océanique de plus de déchets, provenant de différents pays, qu'il n'est recommandé.

**Dépôt dans les fonds marins**

Les grands fonds marins sont au nombre des formations géologiques les plus stables et les plus sûres de la planète. Ces formations ont donc été considérées comme une alternative possible au stockage définitif à terre des déchets de haute activité dans des couches géologiques profondes. Si les fonds marins devaient être retenus, les colis de déchets seraient enfouis dans les sédiments à l'aide de torpilles ou de techniques de forage. Les emballages isoleraient les déchets pendant 500 à 1000 ans après leur mise en place. Le confinement à long terme, pendant des dizaines de millénaires, serait assuré par la barrière que constituerait le sédiment.

En 1984, les parties contractantes ont estimé que la réunion consultative de la Convention de Londres sur

l'immersion était l'instance compétente pour étudier les problèmes scientifiques et juridiques que pose l'enfouissement des déchets de haute activité dans les fonds marins. Elles ont aussi décidé que de telles opérations ne devraient pas avoir lieu tant que l'on n'aura pas fait la preuve que cette option est acceptable du point de vue technique et environnemental et, en particulier, qu'il est possible d'isoler efficacement ces déchets de l'homme et de l'environnement marin.

En 1988, le groupe de travail AEN/OCDE sur l'enfouissement a conclu que l'introduction de déchets fortement radioactifs dans les sédiments des fonds marins était techniquement réalisable, en ajoutant néanmoins qu'avant de mettre cette option en œuvre l'évaluation de la sûreté à long terme de ces opérations exige un complément d'étude afin d'en réduire les incertitudes.

**L'avenir**

Le moratoire volontaire a eu pour effet qu'aucune opération d'immersion n'a eu lieu depuis 1982. Cette option reste néanmoins ouverte en attendant la décision finale des parties contractantes à la Convention de Londres sur l'immersion, et ce concept peut toujours être considéré, dans son principe, comme pouvant remplacer le stockage à terre.

Le groupe de travail AEN/OCDE sur l'enfouissement et le programme de recherche coordonnée et de surveillance du milieu marin continuent de rassembler des données scientifiques en géochimie, en océanographie physique et en biologie benthique décrivant les processus de transport et de dispersion des radionucléides dans l'Atlantique Nord-Est et le Pacifique Nord-Ouest. Cette information vient compléter les travaux de modélisation mathématique des processus de transfert des radionucléides aux organismes marins et à l'homme, améliorant ainsi les possibilités d'évaluation de l'impact des radionucléides évacués en mer. L'an prochain, le Comité de l'AEN chargé de la radioprotection et de la santé publique examinera la conformité du site de l'AEN dans l'Atlantique Nord-Est pour l'immersion de colis de déchets faiblement radioactifs\*. Cette étude a pour objet de s'assurer que les nouvelles données scientifiques n'infirment pas les conclusions des précédentes évaluations du site.

En 1988, un groupe d'experts AIEA/AEN s'est mis d'accord sur les critères à appliquer pour déterminer les types de sources et de pratiques radioactives qui peuvent être exemptées du contrôle réglementaire lorsqu'elles ne présentent qu'un risque radiologique minime. Ces critères doivent maintenant être appliqués expressément à l'évacuation de déchets dans l'environnement marin, afin de fixer les règles et les directives à suivre pour déterminer les types de déchets faiblement radioactifs qui peuvent être considérés comme n'étant pas radioactifs aux fins de leur immersion en mer.

Les études en cours sur les risques comparés de l'immersion et du stockage définitif terrestre des déchets radioactifs ou de l'immersion d'autres types de déchets dangereux permettront peut-être de se faire une idée plus juste de l'impact réel de l'immersion.

\* En vertu d'une décision de 1977 du Mécanisme multilatéral de consultation et de surveillance de l'OCDE, cette étude doit être faite tous les cinq ans.