

# PROJET INTERNATIONAL D'ÉVALUATION DES MERS ARCTIQUES: RÉCAPITULATIF SOUS LA SURFACE DES MERS ARCTIQUES

KIRSTI-LIISA SJÖBLOM ET GORDON LINSLEY

**D**es rumeurs ont vu le jour, en 1992, selon lesquelles l'ancienne Union soviétique avait, pendant plus de trois décennies, immergé des déchets radioactifs dans les eaux peu profondes des mers arctiques. Cette nouvelle a suscité de vives inquiétudes dans de nombreux pays, en particulier ceux ayant un littoral arctique.

Au début de 1993, la Présidence de la Fédération de Russie a publié un document contenant des informations détaillées sur les opérations d'immersion réalisées par le passé par l'ancienne Union soviétique. D'après ce document, appelé "Livre blanc", les dispositifs immergés dans les mers arctiques comprenaient six réacteurs de sous-marins nucléaires contenant du combustible usé; un ensemble de blindage provenant d'un réacteur de brise-glaces contenant du combustible usé; dix réacteurs nucléaires vides; et des déchets solides et liquides faiblement radioactifs.

Les déchets solides ont été immergés dans la mer de Kara, principalement dans les fjords peu profonds de Nouvelle Zemble, où les profondeurs des sites d'immersion varient de 12 à 135 mètres et dans la fosse de Nouvelle Zemble à des profondeurs pouvant atteindre 380 mètres. Les déchets liquides faiblement radioactifs ont été rejetés au large des mers de Barents et de Kara.

En 1993, l'AIEA a donné suite aux inquiétudes de ses États membres et à la demande des Parties contractantes à la Convention sur la prévention de la

pollution des mers résultant de l'immersion de déchets et autres matières en lançant le Projet international d'évaluation des mers arctiques. Ce projet avait deux objectifs:

- évaluer les risques pour la santé humaine et pour l'environnement liés aux déchets radioactifs immergés dans les mers de Kara et de Barents, et
- étudier d'éventuelles mesures correctives concernant les déchets immergés et émettre des avis quant à la nécessité et à la justification de telles mesures.

Le Projet, qui a associé plus de cinquante experts provenant de quatorze pays, a été dirigé par un Groupe consultatif international. Ses tâches étaient les suivantes:

- examen de la situation radiologique des eaux arctiques;
- prévision des futures émanations potentielles provenant des déchets immergés;
- modélisation du transport dans l'environnement des nucléides libérés et évaluation de l'impact radiologique connexe sur les humains et sur le biote; et
- étude de la faisabilité, des coûts et des avantages d'éventuelles mesures correctives.

## SITUATION RADIOLOGIQUE

Dans le cadre du Projet, on s'est appuyé sur des informations relatives à l'exploitation des réacteurs et sur le calcul des spectres neutroniques pour évaluer les produits de fission, les produits d'activation et les inventaires d'actinides des réacteurs immergés et des ensembles contenant du combustible. Il a été conclu que

l'inventaire total de radionucléides des déchets fortement radioactifs au moment de l'immersion était de 37 PBq. L'inventaire correspondant des déchets fortement radioactifs était estimé, en 1994, à 4,7 PBq. En 1994, les principaux radionucléides étaient le césium-137, le strontium-90, le nickel-63 et le cobalt-60. Dans un avenir lointain, en l'an 3000, les isotopes de plutonium et de nickel-59 domineront l'inventaire.

**Radionucléides présents dans l'environnement.** Le large de la mer de Kara est relativement exempt de contamination par rapport à certaines autres zones maritimes. Les principaux contributeurs à sa teneur en radionucléides artificiels sont le dépôt atmosphérique direct et les écoulements des retombées mondiales provenant des essais d'armes nucléaires, les rejets effectués par les usines de retraitement d'Europe occidentale et les retombées de l'accident de Tchernobyl.

Les mesures effectuées sur la matière présente dans l'environnement suggèrent que les doses individuelles annuelles actuelles émises par les radionucléides artificiels dans les

---

*Mme Sjöblom travaille à la Section de sûreté des déchets de la Division de la radioprotection et de la sûreté des déchets. M. Linsley est le chef de cette Section. Pour de plus amples renseignements sur le Projet international d'évaluation des mers arctiques et sur ses résultats, voir les articles parus dans le Bulletin de l'AIEA (Vol.37, n° 2, 1995 et Vol. 39, n° 2, 1997).*

mers de Kara et de Barents sont très faibles, de l'ordre de 2 à 10 microSv. Des concentrations élevées de certains radionucléides ont été détectées dans des sédiments à quelques mètres des conteneurs de déchets faiblement radioactifs, ce qui donne à penser que les conteneurs ont fui. Ces fuites, cependant, n'ont pas entraîné d'augmentation mesurable des radionucléides à l'extérieur des fjords ou au large de la mer de Kara.

## EFFETS POTENTIELS FUTURS

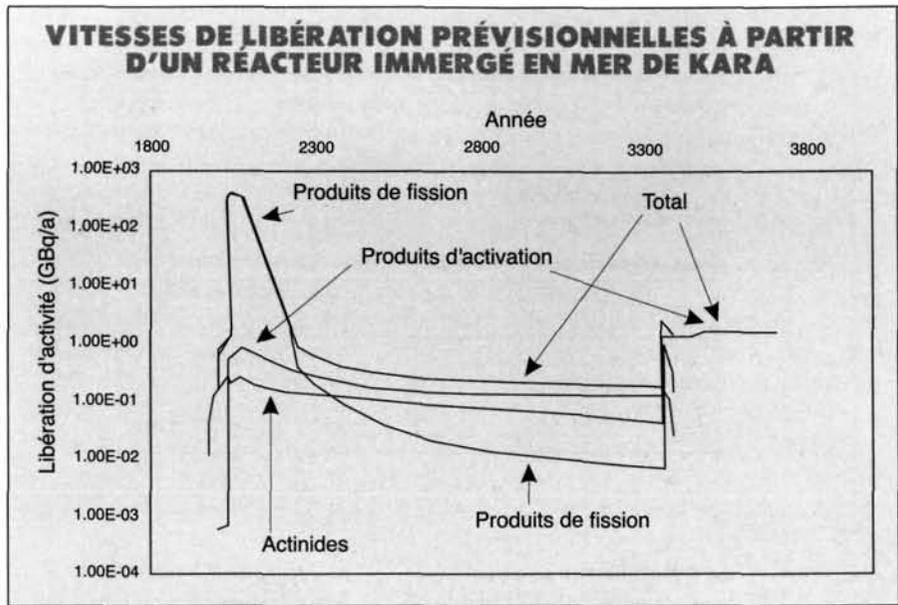
La vitesse de libération des radionucléides dans l'environnement dépendra de l'intégrité des matériaux formant la structure des réacteurs, des barrières ajoutées avant l'immersion et du combustible nucléaire proprement dit.

Pour chacun des déchets immergés fortement radioactifs, on a étudié en détail la construction et la composition des barrières et l'on s'est servi des meilleures estimations de vitesse de corrosion et de durée de vie des barrières pour calculer les vitesses de libération. Des événements extérieurs, tels que des collisions avec des navires ou, de manière plus générale, un refroidissement global suivi d'une érosion des fjords par les glaciers, risquaient également d'endommager les enceintes de confinement.

Ont été étudiés les scénarios de libération de radionucléides suivants :

- un scénario estimatif optimal dans lequel la libération résulte de la corrosion des barrières, des conteneurs de déchets et du combustible proprement dit;
- deux scénarios catastrophiques causant, à certains moments, une libération instantanée ou accélérée de l'inventaire restant de radionucléides;

Les vitesses de libération ont été calculées dans l'hypothèse du



scénario estimatif optimal à partir de l'un des réacteurs immergés (voir graphique). Ces vitesses ont été utilisées avec des modèles mathématiques de comportement des radionucléides dans l'environnement pour estimer les doses de rayonnement reçues par les humains et par le biote.

**Estimation des doses.** On a estimé les doses reçues par certains groupes de population, par la population mondiale, et par la flore et la faune.

**Doses individuelles.** Pour estimer les doses individuelles, on a étudié trois groupes de population. Les doses individuelles ont été calculées sur des périodes de temps englobant les débits de dose individuels les plus élevés pour chacun des trois scénarios.

- Groupe 1: groupe dont la subsistance dépend fortement de la consommation de poisson de la mer de Kara, mammifères marins, oiseaux marins et leurs œufs, et qui passent 250 heures par an sur le littoral;

- Groupe 2: groupe hypothétique de militaires patrouillant l'avant-plage des fjords pendant des périodes présumées de 100 heures par an. Les voies d'exposition étudiées

sont notamment les rayonnements externes et l'inhalation de brume marine et de sédiments remis en suspension;

- Groupe 3: groupe de consommateurs d'aliments marins jugés représentatifs de la population du nord de la Russie consommant du poisson, des mollusques et des crustacés provenant de la mer de Barents.

Les doses individuelles annuelles maximales reçues par les deux groupes de consommateurs d'aliments marins (groupes 1 et 3) dans les trois scénarios sont faibles (moins d'1 microSv) et nettement inférieures aux diverses doses de fond naturelles (les doses annuelles reçues par les groupes 1 et 3 du fait du polonium-210 naturel présent dans les aliments marins sont respectivement de 500 microSv et 100 microSv). Les doses reçues par le groupe critique hypothétique de militaires patrouillant les fjords (groupe 2) sont plus élevées mais n'en restent pas moins comparables aux doses de fond naturelles (en moyenne 2400 microSv) (voir tableau page suivante).

**Doses collectives.** Les doses collectives n'ont été estimées que pour le scénario estimatif optimal.

## DOSES INDIVIDUELLES ANNUELLES

### Doses totales maximales reçues par certains groupes de population (microSv/an)

Scénario	Doses annuelles consommateurs aliments marins	Doses annuelles personnel militaire
Scénario estimatif optimal	< 0,1	700
Scénarios catastrophiques	0,3- 1	3000-4000

### Doses collectives reçues par la population mondiale (homme.Sv)

	Date de calcul (butée)	
	2050	3000
Nucléides sauf		
Carbone-14 et Iode-129	0,01	1
Carbone-14	S/O	8
Iode-129	S/O	0,0001
Total		~10

La dose collective reçue par la population mondiale du fait de la dispersion des radionucléides dans les océans (nucléides autres que le carbone-14 et l'iode-129) a été calculée jusqu'en 2050 pour fournir des informations sur la dose collective reçue par la génération actuelle, et sur les 1000 prochaines années, période de temps qui englobe les rejets estimatifs les plus élevés. Les doses collectives ont été estimées à 0,01 homme.Sv et 1 homme.Sv respectivement.

En supposant que l'intégralité de l'inventaire de carbone-14 des déchets soit libérée vers l'an 2000 et en intégrant la dose reçue par la population mondiale sur les 1000 prochaines années (c'est-à-dire jusqu'en l'an 3000), on obtient une dose collective d'environ 8 homme.Sv. La valeur correspondante pour l'iode-129 est nettement plus faible à 0,0001 homme.Sv. Ainsi, la dose collective totale reçue par la population mondiale sur les 1000 prochaines années serait de l'ordre de 10 homme.Sv (voir tableau).

**Doses reçues par la flore et par la faune.** Les débits de dose reçus par diverses populations d'organismes sauvages, du zooplancton aux baleines, se sont révélés très faibles. Les débits de dose les plus élevés prédits par l'évaluation sont

de l'ordre de 0,1 microGy/h — débit de dose dont on juge qu'il est improbable qu'il ait sur la morbidité, la mortalité, la fertilité, la fécondité et le taux de mutation un effet néfaste susceptible de compromettre le maintien de populations en bonne santé.

Il convient également de noter que seule une faible proportion du biote local risque d'être affectée par ces rejets.

## ÉTUDE DE MESURES CORRECTIVES

S'agissant d'éventuelles mesures correctives, une étude préliminaire de faisabilité et de coûts a été réalisée pour le conteneur de combustible usé provenant du brise-glaces nucléaire. Le brise-glaces est, parmi les déchets immergés, celui qui recèle l'inventaire le plus important de radionucléides et celui dont on connaît le mieux la construction et les barrières.

Les spécialistes de la récupération ont choisi d'étudier de façon plus approfondie deux solutions potentiellement réalistes. La première consistait, sur place, à recouvrir le conteneur de béton ou de tout autre matériau approprié afin de l'enrober. La seconde consistait à le rapporter sur terre. Les deux solutions ont été jugées

techniquement réalisables, pour un coût estimatif compris entre 5 et 13 millions de dollars.

Plusieurs facteurs doivent être pris en considération avant de prendre une décision concernant la nécessité de mesures correctives. Du point de vue de la radioprotection, il s'agit de tenir compte des doses et risques encourus par les individus les plus exposés (groupe critique) si aucune mesure n'est prise, et de la mesure dans laquelle il est possible d'améliorer leur situation en prenant des mesures. Un autre facteur a trait à l'impact global sur la santé des populations exposées (proportionnel à la dose collective) et à la mesure dans laquelle on peut l'éviter en prenant des mesures correctives.

## CONCLUSIONS DU PROJET

Les experts sont parvenus à plusieurs conclusions :

- La surveillance a montré que les rejets provenant des déchets immergés identifiés sont faibles et confinés à l'environnement immédiat des sites d'immersion;
- Les doses qui seraient reçues à l'avenir par les groupes représentatifs de la population locale du fait des déchets radioactifs immergés dans la mer de Kara sont très faibles (inférieures à 1 microSv par an). Les doses qui seraient reçues à l'avenir par un groupe hypothétique de militaires patrouillant l'avant-plage des fjords dans lesquels des déchets ont été immergés sont plus élevées (jusqu'à 4000 microSv par an), mais restent du même ordre que la dose de fond annuelle moyenne;
- Les doses reçues par la faune marine sont insignifiantes et inférieures aux doses susceptibles d'avoir un effet néfaste sur les populations marines;
- S'agissant d'éventuelles mesures correctives, la situation radiologique ne les justifie pas. □