



# Les rejets en mer et la protection des poissons ... et de l'homme

*Evaluation de l'impact de l'immersion de déchets faiblement radioactifs sur les organismes marins*

par Amelia Hagen

Il est généralement admis que les rejets délibérés de radionucléides dans l'environnement qui sont inoffensifs pour l'homme le sont aussi pour les autres êtres vivants. Cela est probablement vrai dans la plupart des cas. Si les radionucléides sont rejetés dans une partie de la biosphère très proche de l'habitat humain, les limites adoptées pour l'exposition de l'homme sont telles que les concentrations de radionucléides rejetés dans l'environnement seront faibles. Quand l'évacuation des déchets radioactifs se fait dans des formations géologiques à de grandes profondeurs, elle a lieu dans des zones dites abiotiques, c'est-à-dire impropres à la vie. Quand elle se fait en mer, il se peut, contrairement à l'opinion généralement admise, qu'il n'en soit pas ainsi. L'immersion des déchets faiblement radioactifs à des profondeurs de plus de 4000 mètres les éloigne des parcours de retour vers l'homme et favorise une forte dilution des matières radioactives. Il n'y a pas, comme dans le stockage géologique, de barrières infranchissables et on peut supposer que les organismes des grands fonds peuvent supporter des débits élevés d'exposition tandis que les débits reçus par l'homme demeurent faibles.

La définition des déchets radioactifs qui ne se prêtent pas à l'immersion en mer, que l'AIEA a établie aux fins

de la Convention sur la prévention de la pollution des mers résultant de l'immersion de déchets et autres matières (Londres 1972), vise la protection de l'homme\*. Elle s'appuie sur une abondante documentation qui permet de faire des estimations des relations dose-effet et dose-risque. Toutefois, pour le reste de l'environnement, il n'y a pas de limite de dose généralement acceptée qui puisse s'appliquer aux individus, ni à l'ensemble de la population d'une espèce, bien que ce soit généralement la protection de l'ensemble de la population que l'on recherche pour les autres espèces.

L'élaboration de critères d'évaluation de l'impact sur l'ensemble de la population fait l'objet d'un rapport récemment publié par l'AIEA\*\*. Les données relatives aux effets des rayonnements sur les organismes aquatiques et sur l'environnement pélagique sont loin d'être complètes, mais elles suffisent pour la construction de modèles qui servent à prédire les champs potentiels d'irradiation et à procurer des données et une méthode pour l'évaluation de l'impact éventuel de l'immersion des déchets sur l'environnement.

Le rapport signale que certains radionucléides peuvent donner lieu à des débits de dose élevés pour les

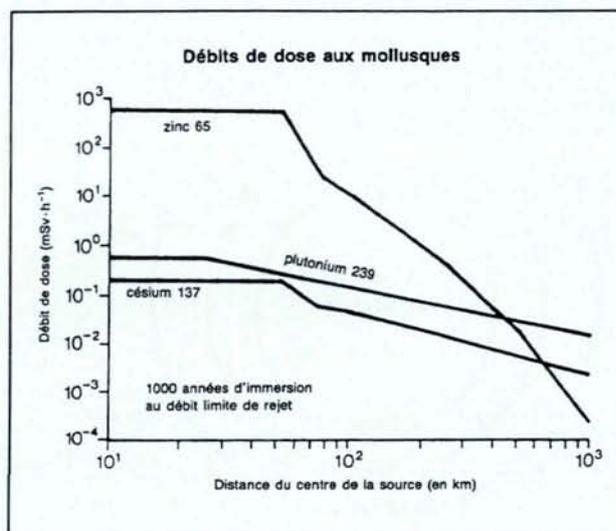
\* Voir la Collection Sécurité de l'AIEA, n°78.

\*\* Voir *Assessing the impact of deep sea disposal of low-level radioactive waste on living marine resources*, Rapport technique n°228 (1988).

Mme Hagen est membre de la Division de la sûreté nucléaire de l'AIEA.

organismes marins dans deux cas: si la libération des matières est instantanée au fond de la mer et si l'immersion est pratiquée pendant de longues périodes (voir la figure jointe). On distingue trois zones correspondant à des effets décroissant en fonction de la dose, donc de la distance de la source. On ne s'attend à une mortalité excessive à proximité d'un site d'immersion que si les débits de dose sont supérieurs à 10 millisieverts/heure ( $\text{mSv} \cdot \text{h}^{-1}$ ). La destruction de populations entières serait improbable à moins que le domaine de l'espèce soit peu étendu et situé entièrement à l'intérieur d'une zone à débit de dose élevé.

Le rapport donne un débit de dose hypothétique aux mollusques dû à trois radionucléides, qui est fonction de la distance de la source et se fonde sur une immersion annuelle au débit limite de rejet défini par l'AIEA pour une période de 1000 ans. Des calculs portant sur plus de 100 radionucléides ont été faits pour étudier leur effet potentiel sur les poissons benthiques et pélagiques, les grands et petits crustacés et les mollusques, et les débits de dose ont été présentés dans une série de tableaux. Un tableau récapitulatif donne pour un grand nombre de nucléides des débits de dose potentiels aux mollusques qui dépassent les valeurs fixées dans un rayon de 50 kilomètres de la source (le site d'immersion) et, pour un plus petit nombre de nucléides, dans des rayons de 100 et 1000 kilomètres. Le débit de dose aux mollusques a été établi à partir des trois nucléides fixant la limite des trois catégories de déchets de la définition de l'AIEA, à savoir le zinc 65 pour les nucléides de courte période, le césium 137 pour les émetteurs bêta-gamma de période intermédiaire et longue et le plutonium 239 pour les émetteurs alpha (voir le tableau joint). Le zinc 65, sans danger pour l'homme, a la capacité de délivrer de fortes doses aux mollusques vivant sur les grands fonds.

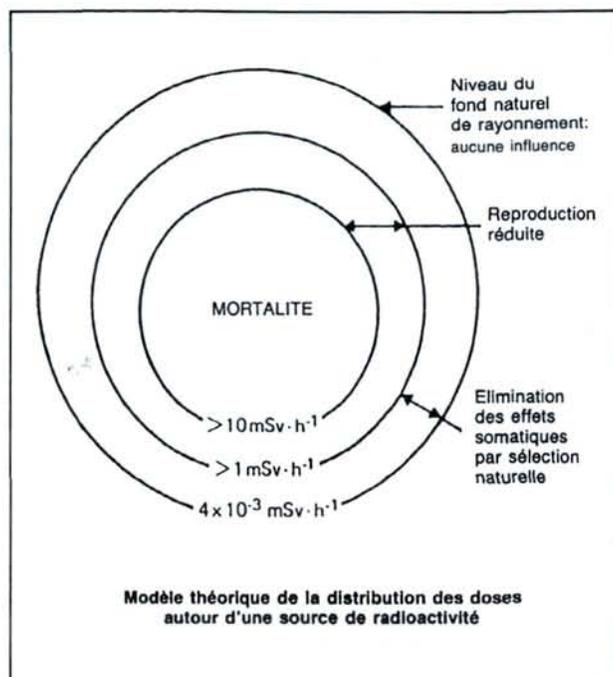


### Effets sur l'environnement

La conclusion du rapport est que la possibilité existe d'un certain impact sur l'environnement provoqué par l'immersion répétée de certains radionucléides et que, lors des futures révisions des définitions de l'immersion et des recommandations, il faudrait tenir compte des effets potentiels sur l'environnement dans le calcul des limites des taux de rejet. A noter toutefois que ce n'est là qu'un des aspects à retenir. Le moratoire actuel sur l'évacuation en mer enlève de son urgence à une telle révision et laisse du temps pour la réalisation d'autres avancées techniques, telles que l'élaboration de modèles améliorés et l'adoption d'autres critères pour l'exposition de l'homme, y compris, notamment, l'emploi de limites supérieures pour les taux de rejets.

### Nucléides à débit de dose supérieur aux valeurs fixées

Débits de dose	Nucléides		
	à 50 kilomètres	à 100 kilomètres	à 1000 kilomètres
<b>Mollusques</b>			
> 10 $\text{mSv} \cdot \text{h}^{-1}$	$^{58}\text{Co}$ , $^{88}\text{Y}$ , $^{46}\text{Sc}$ , $^{54}\text{Mn}$ , $^{95}\text{Zr}$ , $^{144}\text{Ce}$ , $^{160}\text{Tb}$ , $^{182}\text{Ta}$ , $^{59}\text{Fe}$ , $^{110}\text{Ag}^m$ , $^{65}\text{Zn}$ , $^{192}\text{Ir}$ , $^{143}\text{Pm}$ , $^{227}\text{Ac}$ , $^{115}\text{Cd}^m$ , $^{114}\text{In}^m$ , $^{175}\text{Hf}$ , $^{60}\text{Co}$ , ( $^{210}\text{Pb}$ ), ( $^{226}\text{Ra}$ ), $^{153}\text{Gd}$ , $^{91}\text{Y}$ , $^{94}\text{Nb}$ , $^{203}\text{Hg}$ , ( $^{228}\text{Ra}$ ), ( $^{230}\text{Th}$ ), $^{159}\text{Dy}$ , $^{152}\text{Eu}$ , $^{154}\text{Eu}$ , $^{124}\text{Sb}$ , ( $^{232}\text{Th}$ ), ( $^{231}\text{Pa}$ ), $^{103}\text{Ru}$ , $^{170}\text{Tm}$ , $^{75}\text{Se}$ , $^{127}\text{Te}^m$ , ( $^{242}\text{Am}^m$ )	$^{110}\text{Am}^m$ , $^{115}\text{Cd}^m$ , $^{182}\text{Ta}$ , $^{94}\text{Nb}$ , $^{65}\text{Zn}$ , $^{88}\text{Y}$ , $^{203}\text{Hg}$ , $^{58}\text{Co}$ , ( $^{210}\text{Pb}$ ), ( $^{226}\text{Ra}$ ), ( $^{230}\text{Th}$ ), ( $^{232}\text{Th}$ ), ( $^{242}\text{Am}^m$ )	( $^{226}\text{Ra}$ )
> 1 $\text{mSv} \cdot \text{h}^{-1}$	$^{125}\text{Te}^m$ , ( $^{245}\text{Cm}$ ), ( $^{246}\text{Cm}$ ), ( $^{243}\text{Am}$ ), ( $^{247}\text{Bk}$ ), $^{113}\text{Cd}^m$ , $^{229}\text{Th}$ , $^{155}\text{Eu}$ , ( $^{249}\text{Cf}$ ), ( $^{241}\text{Am}$ ), $^{181}\text{W}$ , $^{133}\text{Ba}$ , ( $^{231}\text{Pa}$ ), ( $^{241}\text{Pu}$ )	$^{46}\text{Sc}$ , $^{95}\text{Zr}$ , $^{160}\text{Tb}$ , $^{124}\text{Sb}$ , $^{114}\text{In}^m$ , $^{75}\text{Se}$ , $^{127}\text{Te}^m$ , $^{103}\text{Ru}$ , $^{175}\text{Hf}$ , $^{192}\text{Ir}$ , $^{60}\text{Co}$ , $^{228}\text{Ra}$ , $^{59}\text{Fe}$ , $^{144}\text{Ce}$ , ( $^{245}\text{Cm}$ ), ( $^{246}\text{Cm}$ ), ( $^{249}\text{Cf}$ ), $^{143}\text{Pm}$ , ( $^{231}\text{Pa}$ ), ( $^{241}\text{Pu}$ )	$^{94}\text{Nb}$ , ( $^{242}\text{Am}^m$ )



On peut s'attendre que l'impact sur les biotes benthiques de l'immersion de déchets radioactifs en un site particulier révèle une décroissance des effets en fonction de la dose, donc de la distance de la source. On peut déterminer trois zones (*voir la figure jointe*). La première est proche de la source et l'on peut s'attendre à une augmentation du taux de mortalité et de la fréquence de modifications histopathologiques. Les doses mortelles pour les individus d'une population ont été déterminées et sont spécifiques de l'espèce et du stade de la vie. Il s'ensuit qu'une forte mortalité à proximité d'un site de rejet ne se produira que dans les zones recevant des débits de dose dépassant  $10 \text{ mSv} \cdot \text{h}^{-1}$ . La destruction de populations entières, ce qui préoccupe le plus, serait improbable sauf si le domaine d'une espèce est peu étendu et situé entièrement dans une zone à débit de dose élevé autour du point de rejet. Or, les données que l'on possède montrent que de nombreuses espèces pélagiques sont distribuées sur de vastes étendues.

# Le SIAD\*

## Les résultats scientifiques du SIAD

Depuis la mise en œuvre du programme, les résultats obtenus sont les suivants:

### Elaboration de nouveaux systèmes de dosimétrie

- dosimétrie alanine/RSE
- dosimétrie par lyoluminescence
- mise au point d'une pellicule radiochromique

### Amélioration des systèmes de dosimétrie

- méthodes d'étalonnage dans les champs de rayons gamma et d'électrons
- production d'échantillons, analyse des données et précision du dosimètre alanine/RSE
- dosimètres par lyoluminescence glutaminique
- potentiométrie électrotechnique du dosimètre au sulfate cérique-céreuse
- progrès du dosimètre oscillométrique à l'éthanol-chlorobenzène
- emballage et manipulation des dosimètres à pellicule radiochromique

### Effets de l'environnement

- température pendant l'irradiation
- température pendant l'évaluation
- température après irradiation
- humidité
- lumière

### Comparaison des doses

- Gamme des doses élevées et moyennes (1 – 10 kGy, 5 – 100 kGy)
- Gamme des faibles doses (0.01 – 3 kGy – 10 kGy)

