

# 6 SUBSTANCES RADIOACTIVES



Les pays OSPAR ont concentré leurs efforts de réduction des apports de radionucléides sur le secteur nucléaire. Les rejets de l'activité  $\beta$  provenant de ce secteur ont diminué en moyenne de 38 % sur la période de 1995 à 2001. Les teneurs dans l'environnement et l'exposition de l'homme et du milieu vivant à certains radionucléides suivis provenant du secteur nucléaire sont faibles. L'extraction pétrolière et gazière offshore représente une source substantielle d'apports de radionucléides présents à l'état naturel dans la mer, mais leur surveillance a débuté trop récemment pour pouvoir évaluer les tendances.

## Les Parties contractantes OSPAR devront coopérer pour

- continuer à appliquer et à développer plus avant des BAT afin de minimiser les rejets de substances radioactives provenant du secteur nucléaire;
- évaluer la contribution de l'industrie pétrolière et gazière à la pollution radioactive marine et déterminer et mettre en œuvre des mesures de gestion appropriées;
- poursuivre les programmes de surveillance, améliorer les outils d'évaluation et développer des critères de qualité environnementale pour l'évaluation des impacts des rejets sur le milieu marin.

## Évaluations clés d'OSPAR

- Vers les objectifs de la Stratégie substances radioactives
- Mise en œuvre de la BAT afin de minimiser les rejets radioactifs
- Rejets liquides provenant des installations nucléaires en 2007

Le milieu marin est exposé à des radiations provenant aussi bien de sources naturelles que de sources artificielles. Les radionucléides présents à l'état naturel (forme radioactive des éléments) résultent de la dégradation des minéraux dans la croûte terrestre et de l'action des rayons cosmiques, alors que les radionucléides de synthèse rejetés dans le milieu marin proviennent de diverses activités humaines actuelles et passées, liées à l'industrie nucléaire et aux usages militaires. Celles-ci comprennent l'exploitation des centrales nucléaires et des usines de retraitement nucléaire, des essais nucléaires dans l'atmosphère et des retombées de l'accident de Tchernobyl de 1986. Certaines activités humaines engendrent également des niveaux élevés de radionucléides présents à l'état naturel, tels que ceux rejetés par les installations pétrolières et gazières offshore et par l'industrie des engrais à base de phosphate. D'autres sources potentielles de radionucléides dans la mer sont les anciens sites d'immersion des déchets et des sous-marins nucléaires coulés. Les sédiments estuariens et marins qui ont accumulé des radionucléides durant de longues périodes peuvent représenter une source supplémentaire de contamination longtemps après l'arrêt des rejets provenant de sources ponctuelles. OSPAR s'efforce, dans le cadre de la Stratégie substances radioactives, de réduire les apports et les niveaux des radionucléides afin de protéger le milieu marin et ses usagers.

## De quels problèmes s'agit-il?

### Les substances radioactives affectent les organismes vivants

La radioactivité est associée à l'énergie libérée par les radiations émises par les radionucléides. Les rayonnements ionisants se produisent sous forme de radiations électromagnétiques (rayons  $\gamma$ ), de particules  $\alpha$  et de particules  $\beta$ . L'irradiation peut avoir des effets génétiques

## Objectifs de la Stratégie substances radioactives d'OSPAR

- Prévenir la pollution de la zone maritime par les radiations ionisantes, ceci par des réductions progressives et substantielles des rejets, émissions et pertes de substances radioactives.
- Réduire, d'ici 2020, les rejets, émissions et pertes de substances radioactives à des niveaux où les teneurs supplémentaires dans le milieu marin au-dessus des niveaux historiques, résultant de tels rejets, émissions et pertes, sont proches de zéro.
- Le but est, en dernier ressort, de parvenir à des teneurs, dans l'environnement, qui soient proches des valeurs ambiantes dans le cas des substances radioactives présentes à l'état naturel et proches de zéro dans celui des substances radioactives de synthèse. Dans la réalisation de cet objectif, il convient de tenir compte des utilisations légitimes de la mer, de la faisabilité technique et des impacts radiologiques sur l'homme et sur le milieu vivant.

et cancérigènes sur les organismes vivants et leur reproduction. Elle peut donc potentiellement avoir des effets négatifs sur les organismes marins au niveau de la population et affecter la santé de l'homme par la consommation de produits de la mer. Le danger potentiel des radiations dépend des caractéristiques des radionucléides, de la quantité d'énergie de radiation absorbée par les organismes marins (c'est-à-dire la dose) et de la voie de pénétration à laquelle ils sont exposés: les rayons  $\gamma$  et les particules  $\beta$  peuvent traverser la peau, contrairement aux particules  $\alpha$ . Ces dernières sont particulièrement dangereuses si elles sont ingérées ou inhalées.

Le secteur nucléaire (lié à la production d'électricité) et le secteur non nucléaire (principalement l'industrie pétrolière et gazière offshore et le secteur médical) sont les principales sources de rejet de substances radioactives dans la zone OSPAR.

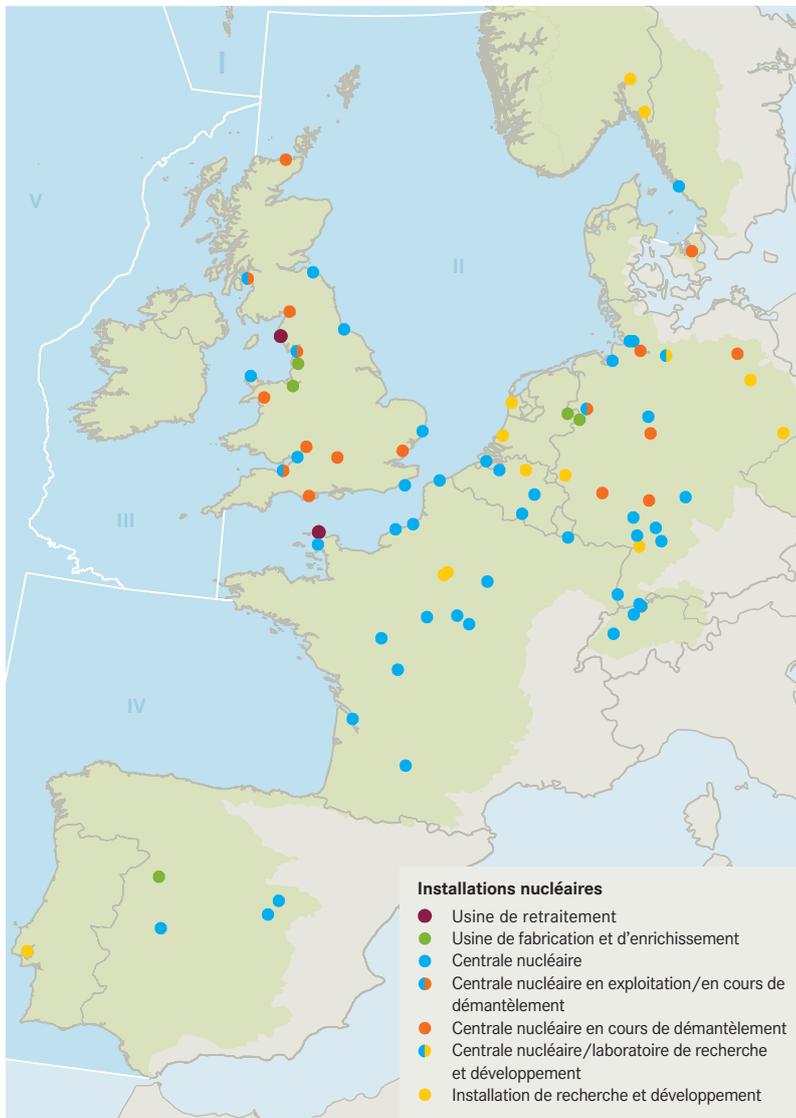


FIGURE 6.1 Installations nucléaires dans les pays OSPAR rejetant directement ou indirectement dans la zone OSPAR en 2007.

## Le secteur nucléaire est la principale source de radionucléides artificiels

Le nombre d'installations nucléaires dans les pays OSPAR rejetant des radionucléides directement ou indirectement dans la zone OSPAR a été stable au cours des dix dernières années. En 2007, les 92 installations nucléaires en exploitation et en cours de démantèlement dans la zone OSPAR se composaient de: centrales nucléaires, qui utilisent la chaleur dégagée lors des réactions nucléaires et la convertissent en électricité; les usines de fabrication de combustible nucléaire et les usines d'enrichissement, qui fournissent du combustible d'uranium pour les centrales nucléaires; les usines de retraitement de combustible nucléaire, qui recyclent le combustible nucléaire usé pour récupérer l'uranium et le plutonium; et les installations de recherche et de développement portant sur tous les aspects du secteur nucléaire → FIGURE 6.1.

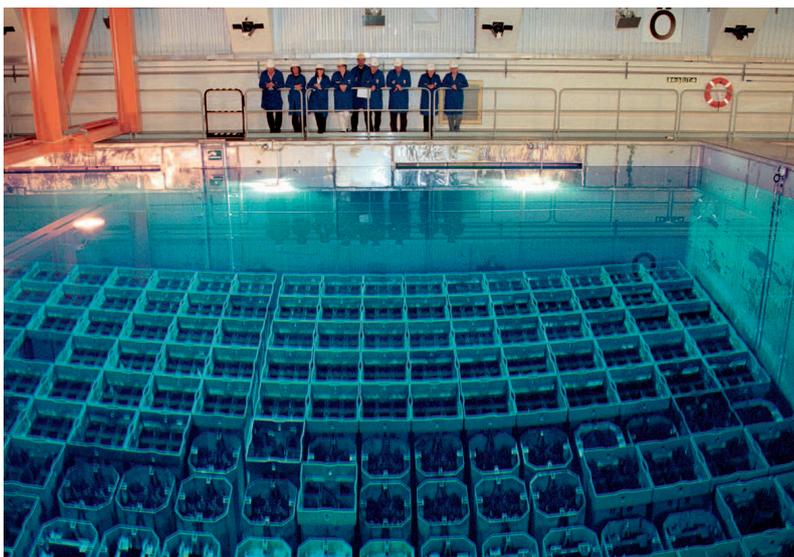
Les usines de retraitement et les usines de fabrication de combustible nucléaire et d'enrichissement sont responsables de 98 % des rejets de radionucléides provenant du secteur nucléaire. Les radionucléides suivants sont utilisés comme indicateurs des rejets provenant de ce secteur: césium-137 ( $^{137}\text{Cs}$ ), technétium-99 ( $^{99}\text{Tc}$ ), plutonium-239 ( $^{239}\text{Pu}$ ), plutonium-240 ( $^{240}\text{Pu}$ ) et tritium ( $^3\text{H}$ ) → TABLEAU 6.1. Les apports de radionucléides dans la mer sont liés aux rejets liquides et, dans une moindre mesure, aux déchets solides et aux émissions atmosphériques.

## Les activités pétrolières et gazières offshore rejettent des radionucléides naturels

L'industrie pétrolière et gazière offshore est le plus grand contributeur du secteur non nucléaire aux rejets de substances radioactives dans le milieu marin. Presque tous les radionucléides rejetés par ce secteur proviennent de l'eau de production (eau extraite du gisement en même temps que le pétrole et le gaz) et du détartrage des canalisations. Une source moins importante est l'utilisation de substances radioactives (par exemple le tritium) comme marqueurs. Les radionucléides présents à l'état naturel dans l'eau de production incluent le plomb-210 ( $^{210}\text{Pb}$ ), le polonium-210 ( $^{210}\text{Po}$ ) et le radium-226 et -228 ( $^{226}\text{Ra}$  et  $^{228}\text{Ra}$ ).

## D'autres sources non nucléaires sont mineures

La source principale de rejets radioactifs provenant du secteur médical est l'utilisation de l'iode-131 radioactif ( $^{131}\text{I}$ ) dans le traitement des maladies de la thyroïde → TABLEAU 6.1. Cependant, la demi-vie courte de  $^{131}\text{I}$  et ses rejets par les eaux usées impliquent que seuls des apports de  $^{131}\text{I}$  d'un niveau négligeable pénètrent dans le milieu marin.



Bassin de stockage de combustibles usés

**TABEAU 6.1** Radionucléides utilisés comme indicateurs des rejets radioactifs pour évaluer les progrès réalisés dans la mise en œuvre de la Stratégie substances radioactives d'OSPAR.

	Source	Radionucléide	Radiation	Demi-vie
Secteur nucléaire	Industries nucléaires	Technétium-99 ( <sup>99</sup> Tc)	activité β,	213 000 ans
		Césium-137 ( <sup>137</sup> Cs)	activité β, activité γ	30,17 ans
		Plutonium-239 ( <sup>239</sup> Pu) <sup>1</sup>	activité α	24 100 ans
		Plutonium-240 ( <sup>240</sup> Pu) <sup>1</sup>	activité α	6560 ans
		Tritium ( <sup>3</sup> H) <sup>2</sup>	activité β	12,3 ans
Secteur non nucléaire	Industrie pétrolière et gazière offshore	Plomb-210 ( <sup>210</sup> Pb)	activité β	22,3 ans
		Radium-226 ( <sup>226</sup> Ra)	activité α, activité γ	1600 ans
		Radium-228 ( <sup>228</sup> Ra)	activité β	5,76 ans
		Thorium-228 ( <sup>228</sup> Th) <sup>3</sup>	activité α	1,9 ans
	Usages médicaux	Technétium-99 ( <sup>99</sup> Tc) <sup>4</sup>	activité β,	213 000 ans
	Iode-131 ( <sup>131</sup> I)	activité β, activité γ	8 jours	

<sup>1</sup> Le <sup>239</sup>Pu et le <sup>240</sup>Pu sont analysés ensemble (<sup>239,240</sup>Pu). <sup>2</sup> Les rejets de tritium sont notifiés, mais ces données n'ont pas été évaluées par manque d'options de réduction réalisables. Ceci sera suivi de près. <sup>3</sup> Les données notifiées sont insuffisantes pour l'évaluation.

<sup>4</sup> En raison de la demi-vie courte (6 heures) du <sup>99m</sup>Tc, le <sup>99</sup>Tc a été désigné comme radionucléide indicateur pour les usages médicaux du <sup>99m</sup>Tc.

Jusqu'au début des années 1990, les résidus provenant de l'industrie des engrais phosphatés représentaient une source importante de radionucléides naturels dans le milieu marin. Tous les rejets provenant de cette industrie ont cessé à partir de 2005, à la suite de la fermeture d'usines et d'un meilleur retraitement qui évite les rejets d'exploitation. Néanmoins les rejets antérieurs contribuent encore aux teneurs dans l'environnement et aux doses de radiation.

### Quelles sont les mesures prises?

#### Les efforts se sont concentrés sur la pollution provenant des installations nucléaires

Les travaux d'OSPAR de prévention et de réduction de la pollution par les substances radioactives se sont polarisés sur le secteur nucléaire et l'application des meilleures techniques disponibles (BAT) afin de minimiser cette pollution du milieu marin. Comme exemple de BAT dans le secteur nucléaire on peut citer les systèmes de traitement qui permettent de transformer les radionucléides des effluents en déchets solides pouvant être éliminés. Même en appliquant une BAT, les rejets à faible niveau radioactif dans l'environnement sont habituellement inévitables. De tels rejets liquides et émissions atmosphériques sont réglementés par des décrets d'autorisation de la part des autorités. Les rapports réguliers présentés à OSPAR indiquent que la législation et la réglementation nationales préconisent l'emploi de BAT et que des systèmes de gestion permettant de minimiser les rejets radioactifs provenant du secteur nucléaire sont en place. OSPAR a mis en place des outils et des méthodes communs de surveillance et de notification des données sur les rejets provenant des installations nucléaires, ainsi que des

lignes de base par rapport auxquelles on peut évaluer les progrès réalisés dans la réduction des quantités de substances radioactives rejetées par le secteur nucléaire. Des méthodes statistiques permettant d'évaluer les progrès effectués pour atteindre les objectifs de la Stratégie substances radioactives ont également été déterminées pour les rejets provenant du secteur nucléaire. Les travaux d'OSPAR complètent ceux d'autres organisations internationales, telles que l'UE et l'Agence internationale de l'énergie atomique (AIEA).

OSPAR n'a pas développé de BAT pour la réduction des rejets de radionucléides provenant du secteur non nucléaire mais a commencé à recueillir des données sur les rejets annuels provenant de sources non nucléaires en 2005.



Rejets de l'eau de production

## Les critères de qualité environnementale ne sont pas encore développés

La protection radiologique concernait habituellement la protection de l'homme. Cependant, il est maintenant reconnu que l'on doit s'attaquer à la protection environnementale proprement dite et développer des outils permettant d'évaluer l'exposition aux radiations et les niveaux de risque pour les organismes marins. OSPAR a évalué la dose des radionucléides les plus significatifs reçue par les organismes marins et va développer des critères de qualité environnementale pour le milieu marin, à la lumière des progrès réalisés dans d'autres forums internationaux. OSPAR est en train d'examiner le développement, par la Commission internationale de protection radiologique, d'un cadre permettant une meilleure protection radiologique de l'environnement, ainsi que le développement d'approches politiques et réglementaires par d'autres organes internationaux, tels que l'UE et l'AIEA. Ces organisations, en collaboration avec des états et d'autres organisations clés (le Comité scientifique pour l'étude des effets des rayonnements ionisants des Nations Unies, l'Union internationale de radioécologie et l'Organisation de coopération et de développement économiques), participent aux plans d'activités exhaustifs de l'AIEA sur la protection de l'environnement contre la contamination radiologique.

## Ces mesures ont-elles réussi?

### Progrès réalisés dans le secteur nucléaire

OSPAR a déterminé des radionucléides indicateurs pour les rejets provenant de chacun des secteurs. Ces indicateurs permettent d'évaluer les progrès effectués envers les objectifs de la Stratégie substances radioactives d'OSPAR → TABLEAU 6.1. Ceci a été réalisé en établissant la composition des rejets provenant des divers secteurs et l'importance de la dose de rayonnement des radionucléides concernés. OSPAR recueille des données sur les rejets annuels de radionucléides indicateurs provenant du secteur nucléaire depuis 1990 et provenant de sources non nucléaires depuis 2005. Les données sur le secteur nucléaire et le secteur non nucléaire sont très différentes en termes de temps et de quantité. Pour le secteur nucléaire, il a été convenu de considérer la période entre 1995 et 2001 comme période de référence par rapport à laquelle on peut évaluer les progrès effectués pour atteindre les objectifs de la Stratégie substances radioactives. Des valeurs moyennes des rejets provenant des radionucléides indicateurs individuels durant la période de référence ont été déterminées. Le nombre restreint de données notifiées n'a pas permis de déterminer une ligne de base pour l'évaluation des tendances des rejets provenant du secteur non nucléaire. De même que les radionucléides indicateurs individuels, l'activité  $\alpha$  totale et l'activité  $\beta$  totale (à l'exclusion du tritium) sont utilisées pour indiquer les rejets de substances radioactives dans l'ensemble des secteurs.

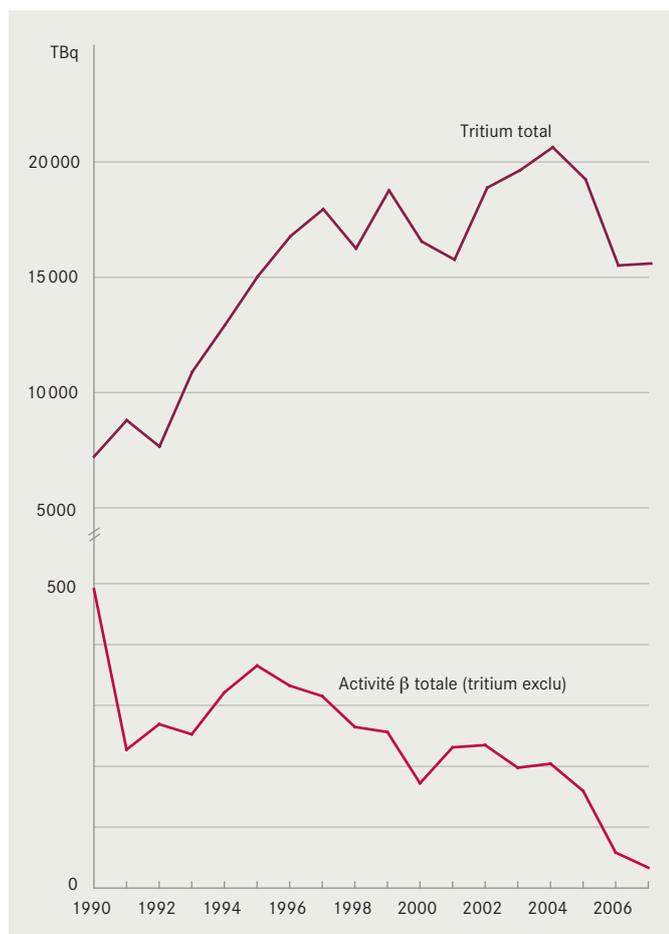


FIGURE 6.2 Rejets annuels de l'activité  $\beta$  totale (tritium exclu) et de tritium provenant du secteur nucléaire entre 1990 et 2007. Les rejets de l'activité  $\alpha$  totale ne figurent pas car ils sont beaucoup plus faibles; ils ont diminué de presque 2,5 TBq en 1990 pour atteindre moins de 1 TBq en 1995 et sont restés inférieurs à 1 TBq depuis lors.

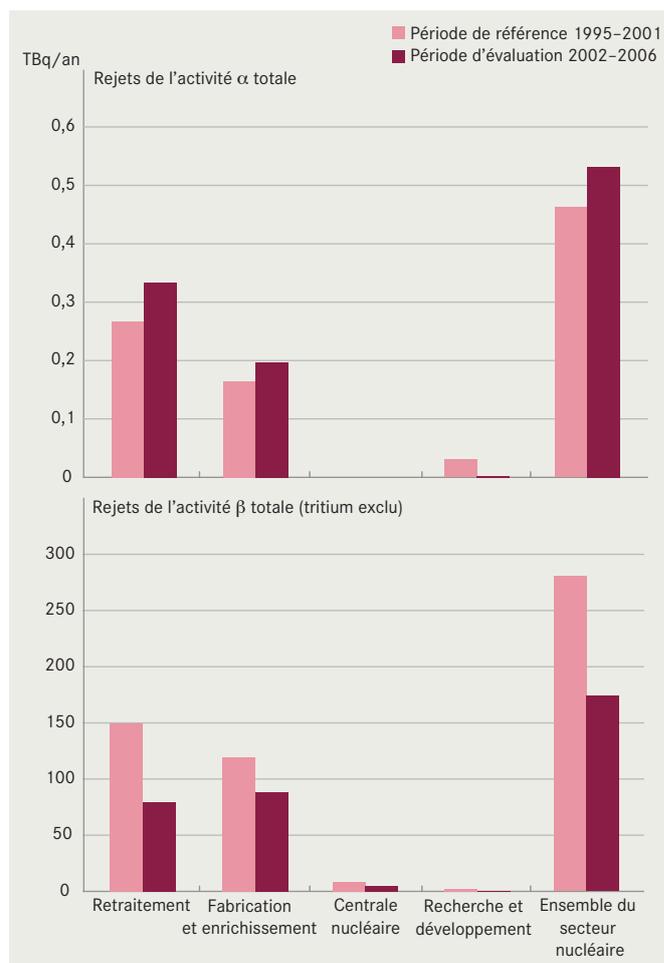


FIGURE 6.3 Rejets moyens de l'activité  $\alpha$  totale et de l'activité  $\beta$  totale (tritium exclu) provenant du secteur nucléaire entre 2002 et 2006 par rapport à la période de référence 1995-2001. L'augmentation des rejets de l'activité  $\alpha$  n'est pas statistiquement significative.

## Les rejets de certains radionucléides provenant du secteur nucléaire ont baissé

Les rejets annuels provenant des installations nucléaires montrent que parmi les radionucléides évalués, le tritium émetteur  $\beta$  est responsable de la plupart des rejets dont les quantités, à titre numérique, sont supérieures de plusieurs ordres de grandeur à celles de l'activité  $\alpha$  totale et l'activité  $\beta$  totale provenant d'autres radionucléides rejetés par le secteur nucléaire → **FIGURE 6.2**. Les rejets de tritium proviennent principalement des usines de retraitement. Les quantités de rejets de tritium semblent élevées mais ces rejets présentent une faible radiotoxicité pour l'homme et le milieu vivant. Actuellement, il n'existe pas de technologie permettant d'extraire le tritium des flux de déchets radioactifs industriels.

La moyenne des rejets provenant de l'industrie nucléaire, entre 2002 et 2006, comparée à celle de la période de référence 1995-2001, révèle une diminution statistiquement significative de 38% des rejets de l'activité  $\beta$  totale (à l'exclusion du tritium) mais aucune modification statistiquement significative des rejets de l'activité  $\alpha$  totale → **FIGURE 6.3**.

La France et le Royaume-Uni ont montré, grâce à leurs rapports sur la mise en œuvre de la Recommandation OSPAR 91/4, que la BAT a été appliquée afin de minimiser les rejets de radionucléides provenant de leurs usines de retraitement. Par exemple lors de la revue du

décret d'autorisation des rejets, les autorités françaises ont imposé à l'exploitant de l'usine de la Hague de réduire davantage les rejets. Depuis 2002, l'usine de retraitement de combustible nucléaire de Sellafield (Royaume-Uni) est parvenue à réduire ses rejets de  $^{99}\text{Tc}$ , radionucléide qui a fait l'objet d'une attention particulière de la part des Réunions ministérielles d'OSPAR de 1998 et 2003 → **ENCADRÉ 6.1**. On prévoit une diminution supplémentaire des rejets de  $^{99}\text{Tc}$  et leur maintien à des niveaux bas.

## Le secteur nucléaire et le secteur non nucléaire contribuent de différentes manières

Les teneurs d'activité des radionucléides naturels rejetés par l'industrie pétrolière et gazière offshore sont très faibles, aussi bien dans l'eau de production que dans le tartre des canalisations. Les volumes d'eau de production sont cependant très importants et les rejets de radionucléides sont donc substantiels. Les rejets annuels de l'activité  $\alpha$  totale provenant de l'industrie pétrolière et gazière offshore s'élevaient à 6,4 TBq en 2005 et à 7,4 TBq en 2007, alors que les rejets de l'activité  $\beta$  totale (à l'exclusion du tritium) étaient plus faibles allant de 4,3 TBq en 2005 à 4,9 TBq en 2007. Il s'agit des meilleures estimations calculées à partir de la radioactivité des radionucléides indicateurs individuels, plutôt qu'à partir de l'analyse de l'activité  $\alpha$  totale et de l'activité  $\beta$  totale.

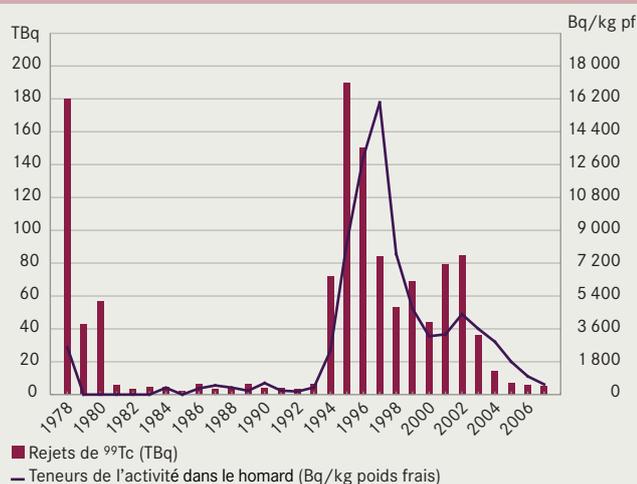
### ENCADRÉ 6.1 Réduction radicale des rejets de technétium à Sellafield

La réduction des rejets de  $^{99}\text{Tc}$  provenant de l'usine de retraitement de combustible nucléaire de Sellafield (UK) montre comment les mesures OSPAR ont contribué à la réduction des rejets radioactifs à une source propre à un site. À Sellafield, le retraitement de combustible nucléaire irradié produit des déchets liquides contenant du  $^{99}\text{Tc}$  et d'autres radionucléides. Les déchets ont été initialement rejetés dans la mer d'Irlande après plusieurs années de décomposition. En réponse aux préoccupations du public ces rejets ont été conservés dans des cuves de stockage après 1981. L'usine « Enhanced Actinide Removal Plant » (EARP) construite à Sellafield a pour fonction de traiter les déchets mais n'a pas été conçue pour extraire le  $^{99}\text{Tc}$ . Lorsque EARP a commencé à traiter l'arriéré des déchets, en 1994, les rejets de  $^{99}\text{Tc}$  et ses teneurs dans le milieu marin ont donc augmenté.

En réponse aux préoccupations de certains pays OSPAR, l'Irlande et la Norvège en particulier, et à la déclaration conjointe des Ministres OSPAR sur une réduction des rejets de  $^{99}\text{Tc}$ , le Royaume-Uni a réduit la limite de rejets de  $^{99}\text{Tc}$  à Sellafield de 200 à 90 TBq/an, à partir du 1er janvier

2000, et a étudié des techniques de réduction potentielles du  $^{99}\text{Tc}$ . La vitrification et le stockage à terre des nouveaux déchets ont été mis en œuvre en 2003 mais ces techniques ne conviennent pas aux déchets résiduels stockés. Des recherches effectuées par la Norvège montrent qu'au Royaume-Uni les doses reçues par des groupes critiques, en provenance de rejets de  $^{99}\text{Tc}$  dans la mer, sont plus élevées que celles reçues par l'intermédiaire du stockage à terre. Cette constatation a appuyé l'élaboration d'une méthode impliquant la précipitation de  $^{99}\text{Tc}$  puis le stockage à terre.

Cette technique a fait l'objet d'un essai industriel, au cours duquel les rejets provenant du traitement des déchets ont été mis en suspension. Ces essais ont réussi et la technologie a été mise en œuvre, permettant au Royaume-Uni de réduire la limite de rejets de  $^{99}\text{Tc}$  à 10 TBq/an en avril 2006. Les rejets réels étaient inférieurs à 5 TBq en 2007. À la fin de 2007 tous les déchets stockés contenant du technétium (concentré à moyenne activité) ont été traités et les rejets correspondants de  $^{99}\text{Tc}$  provenant de cette source principale ont cessé à Sellafield.



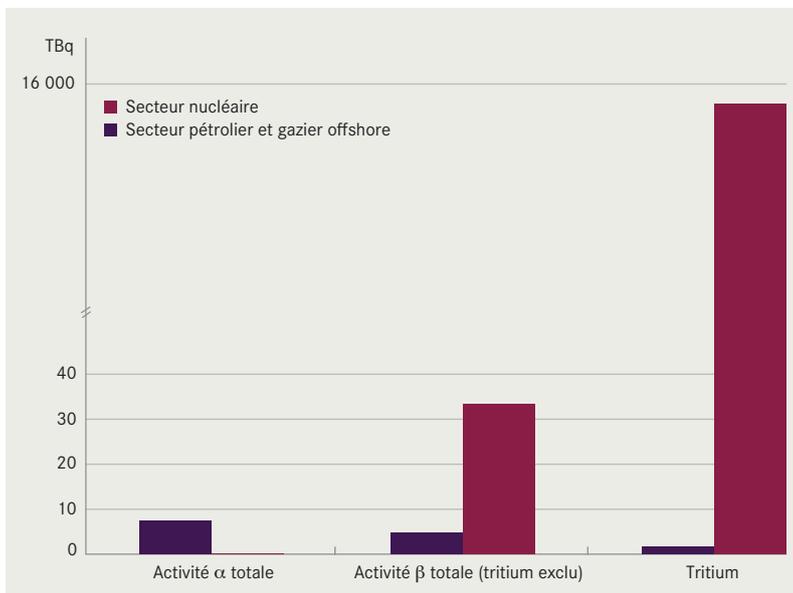


FIGURE 6.4 Comparaison des rejets de l'activité provenant du secteur pétrolier et gazier offshore et de ceux du secteur nucléaire en 2007.

Une comparaison de la radioactivité provenant de l'industrie pétrolière et gazière offshore estimée en 2007 et de celle provenant du secteur nucléaire fournit une indication sur l'ampleur relative de la radioactivité rejetée → FIGURE 6.4. Selon ces données, l'industrie pétrolière et gazière offshore représente la principale source d'activité  $\alpha$  totale, alors que le secteur nucléaire est la principale source d'activité  $\beta$  totale. Les rejets de tritium provenant du secteur nucléaire sont beaucoup plus importants que ceux provenant de son utilisation à titre de marqueur dans l'industrie pétrolière et gazière norvégienne.

Les radionucléides utilisés dans le secteur médical (par exemple  $^{131}\text{I}$  et  $^{99\text{m}}\text{Tc}$ ) ont soit une vie courte soit une contribution à la radioactivité estimée très faible au niveau régional. L'activité totale de  $^{131}\text{I}$  rejeté par neuf pays OSPAR en 2007 est estimée à 20 TBq. La somme des rejets de  $^{99\text{m}}\text{Tc}$  provenant de la désintégration du  $^{99\text{m}}\text{Tc}$  utilisé dans le secteur médical, dans les cinq pays OSPAR ayant notifié des données, ne s'élevait qu'à 1 MBq en 2007. OSPAR a donc mis fin à la notification des données sur le  $^{99\text{m}}\text{Tc}$  à usage médical.

### Dans quelle mesure l'état de santé général est-il affecté?

#### Les teneurs environnementales de certains radionucléides provenant du secteur nucléaire ont baissé

Afin d'évaluer les progrès effectués pour atteindre l'objectif d'OSPAR sur les teneurs en substances radioactives dans le milieu marin, la zone maritime OSPAR a été sous-divisée en quinze zones de surveillance, en tenant compte de la circulation océanique, de l'emplacement des sources nucléaires et des zones d'impact potentiel. Pour chacune de ces quinze zones, lorsque les données sont disponibles, on a comparé les teneurs moyennes des radionucléides indicateurs liées aux rejets provenant du secteur nucléaire dans l'eau de mer, les algues, les mollusques et les poissons entre 2002 et 2006 → TABLEAU 6.1 avec les teneurs moyennes durant la période de référence 1995–2001 → FIGURE 6.5. Peu de données sont disponibles sur les teneurs en radio-



Les algues sont utilisées comme matrice pour mesurer les teneurs des substances radioactives dans le milieu marin

nucléides naturels déterminés par OSPAR comme indicateurs des rejets provenant de l'industrie pétrolière et gazière offshore → TABLEAU 6.1 ainsi que sur les teneurs en  $^{210}\text{Po}$  (demi-vie 138,4 jours), radionucléide naturel et émetteur des particules  $\alpha$  qui contribue considérablement à la dose totale reçue par l'homme et les organismes marins.

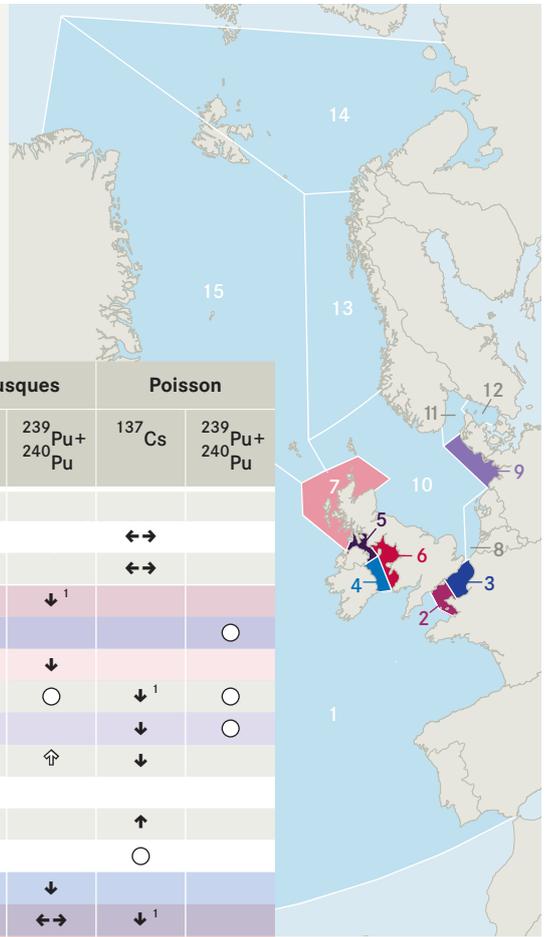
Il n'a pas toujours été possible de comparer les teneurs moyennes de 2002 à 2006 avec les teneurs correspondantes pour la période de référence (1995–2001) ou d'entreprendre des analyses statistiques. Ceci était dû à l'absence de données ou du fait que trop de valeurs étaient inférieures à la limite de détection → FIGURE 6.5-A. Dans certains cas, un seul des deux tests statistiques appliqués a prouvé un changement significatif. Sur les 24 cas où les deux tests statistiques ont donné des preuves solides pour un changement entre la période de référence et la période d'évaluation, le changement a été une réduction dans tous les cas sauf un ( $^{137}\text{Cs}$  dans le poisson dans le Kattegat).

La baisse des teneurs moyennes en  $^{137}\text{Cs}$  est statistiquement significative par rapport à la période de référence dans l'eau de mer, les algues, les mollusques et le poisson dans de nombreuses zones de surveillance des Régions II et III → FIGURE 6.5-A. Les modifications statistiquement significatives des teneurs des radionucléides indicateurs autres que le  $^{137}\text{Cs}$  varient dans les quinze zones de surveillance, en particulier dans l'eau de mer. Les modifications des teneurs moyennes des radionucléides autres que le  $^{137}\text{Cs}$  dans les algues, les mollusques et le poisson se comportent de manière plus cohérente, des diminutions par rapport à la période de référence étant relevées dans un certain nombre de zones de surveillance des Régions II et III. Ceci est particulièrement évident dans certaines parties de la Manche (zone de surveillance 2) et la mer d'Irlande et les eaux écossaises (zones de surveillance 4 et 7), car les rejets de La Hague (France) et de Sellafield (UK) ont diminué. Les rejets plus élevés de  $^{99\text{m}}\text{Tc}$  provenant de Sellafield, au milieu et à la fin des années 1990, se retrouvent clairement dans les pics de ce radionucléide dans les algues (zones de surveillance 4 et 7) → FIGURE 6.5-B. Cependant, certaines zones de sur-

**FIGURE 6.5**

**A:** Récapitulatif des tests statistiques sur les teneurs moyennes durant la période comprise entre 2002 et 2006 par rapport à la période de référence de 1995 à 2001 par Région OSPAR, zone de surveillance, compartiment environnemental et radionucléide.

**B:** Les séries temporelles des teneurs environnementales (1995–2006) sont présentées pour certains radionucléides indicateurs et compartiments dont l'évaluation indique des modifications statistiquement significatives par rapport à la période de référence.



**A**

Régions OSPAR et zones de surveillance		Eau de mer				Algues		Mollusques		Poisson	
		<sup>3</sup> H	<sup>137</sup> Cs	<sup>99</sup> Tc	<sup>239</sup> Pu+ <sup>240</sup> Pu	<sup>137</sup> Cs	<sup>99</sup> Tc	<sup>137</sup> Cs	<sup>239</sup> Pu+ <sup>240</sup> Pu	<sup>137</sup> Cs	<sup>239</sup> Pu+ <sup>240</sup> Pu
Région I	13		↓	↔	↔	↔	↔				
	14		○	↔	↔					↔	
	15		↓		↔	↓ <sup>1</sup>	↔			↔	
Région II	2	↓ <sup>1</sup>	○			↓ <sup>1</sup>	↓		↓ <sup>1</sup>		
	3	○	○			↑ <sup>1</sup>	↓ <sup>1</sup>				○
	7	○	○			↓ <sup>1</sup>	↓		↓		
	8	↔	○		○				○	↓ <sup>1</sup>	○
	9	↑ <sup>1</sup>	↓	○	↔					↓	○
	10	↑ <sup>1</sup>	↔	○	↔		↔		↑	↓	
Région III	1		↑ <sup>1</sup>	↓	↔	↔	↔			↑	
	4	↓ <sup>1</sup>	○	○		↓ <sup>1</sup>	○			○	
	5		↓	↓		↓	↓	↔	↔	↓ <sup>1</sup>	
	6	↔ <sup>1</sup>	↓	↔		↓	↓	↓	↔	↔	
Région IV	1	↓ <sup>1</sup>	○	○		↓ <sup>1</sup>	○			○	

**Changement des teneurs:**

- ↓ Baisse; ↑ Hausse; ↔ Pas de changement
- ↓ Confirmée par deux tests statistiques
- ↓<sup>1</sup> Confirmée par un des deux tests statistiques

- Données insuffisantes pour réaliser les tests statistiques
- <sup>1</sup> Quelques/la plupart des données pour la période de référence et/ou d'évaluation en dessous des limites de détection

Champ vide: absence de données

**B**



veillance des Régions I et II possèdent encore des teneurs élevées en radionucléides car les eaux de la mer Baltique qui s'y écoulent sont contaminées par des radionucléides provenant de l'accident de Tchernobyl de 1986 → FIGURE 6.6 ou en raison de la remobilisation des radionucléides dans les sédiments de la mer d'Irlande provenant de rejets antérieurs et de leur transport par les courants océaniques dominants. Les teneurs dans les zones de surveillance de la Région I restent dans l'ensemble inchangées car les teneurs dans l'eau et le milieu vivant sont très faibles. Compte tenu du nombre faible de données pour la Région IV, peu de changements statistiques peuvent être déterminés. Il n'existe pas de données de surveillance pour la Région V.

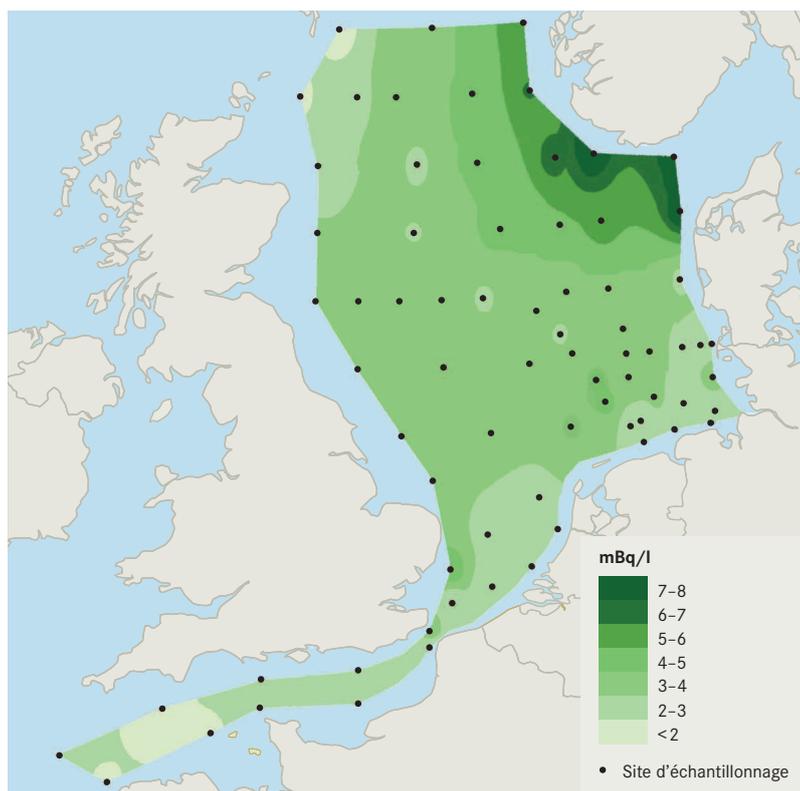


FIGURE 6.6 Répartition des teneurs en  $^{137}\text{Cs}$  dans la mer du Nord en été 2005 montrant l'influence des retombées de Tchernobyl dans la mer Baltique.

TABLEAU 6.2 Doses maximales estimées reçues par l'homme par la consommation de produits de la mer d'après les radionucléides indicateurs déterminés par OSPAR. La limite courante de la dose acceptée au niveau international, pour l'homme, en provenance de toutes les activités impliquant des matières radioactives est de 1000  $\mu\text{Sv}/\text{an}$ .

Source	Radionucléide	Doses maximales ( $\mu\text{Sv}/\text{an}$ )
Secteur nucléaire	$^3\text{H}$	0,01
	$^{99}\text{Tc}$	1
	$^{137}\text{Cs}$	1
	$^{239,240}\text{Pu}$	1-10
Industrie pétrolière et gazière offshore	$^{210}\text{Po}$	10-1000
	$^{210}\text{Pb}$	1-10
	$^{226}\text{Ra}$	10
	$^{228}\text{Ra}$	10

## Les teneurs élevées en radionucléides naturels sont difficiles à détecter

Les teneurs en radionucléides naturels dans l'eau de mer ou dans les organismes marins représentent les teneurs environnementales totales, c'est-à-dire aussi bien les teneurs ambiantes que toute contribution de l'industrie pétrolière et gazière offshore. OSPAR n'a pas évalué les tendances des teneurs en radionucléides naturels associées aux rejets provenant de l'industrie pétrolière et gazière offshore car les données disponibles sont limitées. Les teneurs en radionucléides provenant de sources naturelles varient considérablement au sein de la zone OSPAR. Il est donc difficile de détecter des niveaux élevés provenant des activités pétrolières et gazières offshore. Il convient de poursuivre les travaux afin d'améliorer la disponibilité des données et d'évaluer l'importance des radionucléides naturels rejetés par l'industrie pétrolière et gazière offshore.

## Les doses reçues par l'homme sont bien en dessous des limites de dose acceptées au niveau international

Les doses reçues par l'homme par la consommation de produits de la mer ont été calculées de deux manières, soit à partir des teneurs en radionucléides dans les produits de la mer notifiées, soit en modélisant l'absorption possible par les produits de la mer de radionucléides analysés dans l'eau de mer. Les doses estimées reçues par l'homme en provenance des radionucléides associés au secteur nucléaire ont des valeurs très diverses → TABLEAU 6.2, mais elles se situent bien en dessous de la limite de dose internationale actuelle de 1000  $\mu\text{Sv}/\text{an}$  déterminée par l'AIEA et l'UE pour le public et provenant de toutes les activités impliquant des matières radioactives. Le  $^{137}\text{Cs}$  et le  $^{239,240}\text{Pu}$  représentent la plus grande partie de la dose totale provenant des rejets du secteur nucléaire. À titre comparatif, les doses issues des radionucléides naturels (par exemple le  $^{210}\text{Po}$ ) peuvent être jusqu'à mille fois plus élevées que celles dues au  $^{137}\text{Cs}$  et au  $^{239,240}\text{Pu}$ . Les doses calculées pour les radionucléides naturels comprennent les teneurs naturelles ambiantes et ne doivent pas être considérées comme étant uniquement dues à l'industrie pétrolière et gazière.

## Des impacts sur le milieu vivant sont peu probables

OSPAR a étudié les connaissances disponibles sur l'impact environnemental de la radioactivité sur la vie marine et sa pertinence pour la zone OSPAR. Un projet de l'UE a récemment proposé une méthode - ERICA (Risque environnemental des contaminants ionisants: évaluation et gestion) - pour évaluer et gérer les risques environnementaux que présentent les substances radioactives. La méthodologie d'évaluation des risques ERICA détermine une valeur de filtrage de 10  $\mu\text{Gy}/\text{h}$ , afin de caractériser les risques potentiels pour la structure et le fonctionnement des écosystèmes marins. Il s'agit du niveau le plus bas auquel les effets peuvent se produire à l'échelle des écosystèmes, selon la perception scientifique actuelle. Les doses reçues par le milieu vivant marin, calculées à partir des données

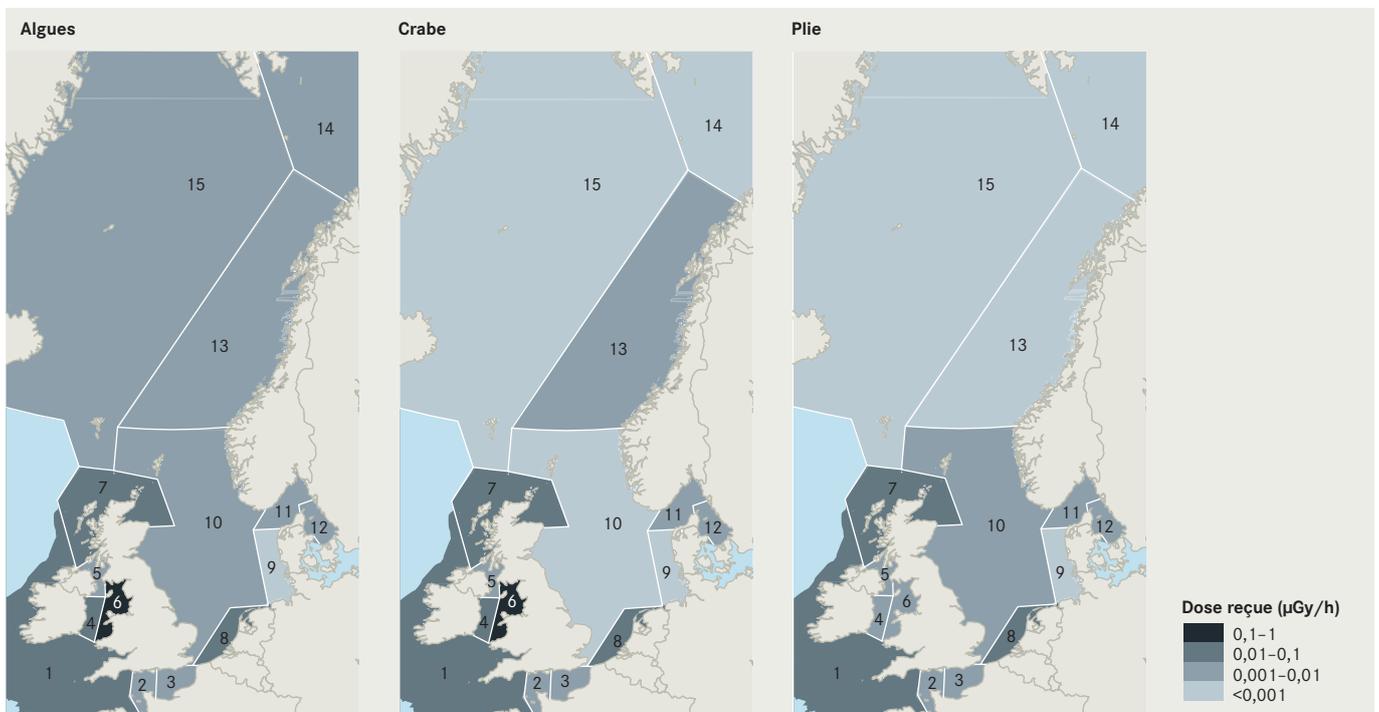


FIGURE 6.7 Dose totale maximale reçue par les algues, le crabe et la plie estimée à partir des données sur les teneurs issues des radionucléides évalués ( $^{137}\text{Cs}$ ,  $^{99}\text{Tc}$ ,  $^{239,240}\text{Pu}$ ) dans l'eau de mer en 2006.

disponibles, sont inférieures à cette valeur de filtrage. Dans la zone OSPAR, on relève les doses reçues par le milieu marin les plus élevées en mer d'Irlande près de Sellafield (zone de surveillance 6). Les doses les plus faibles se trouvent dans les zones de surveillance 9 à 15 → FIGURE 6.7.

### Que faire maintenant?

#### Des progrès ont été réalisés dans le secteur nucléaire mais les efforts doivent se poursuivre

Les progrès en vue de réduire les rejets de substances radioactives se sont centrés, jusqu'à présent, sur le secteur nucléaire. Ce secteur est responsable des principaux apports dans le milieu marin de radionucléides émetteurs  $\beta$  dans la zone OSPAR, surtout dans les Régions II et III. Pour certains radionucléides comme le tritium, les technologies de réduction à l'échelle industrielle ne sont pas actuellement disponibles. Les pays OSPAR ont réduit les rejets de substances radioactives spécifiques de l'industrie nucléaire, notifié l'application de BAT, et déterminé les doses reçues par

l'homme et le milieu vivant. Des rapports nationaux fournissent les preuves suivantes:

- Les rejets de l'activité  $\beta$  totale (à l'exclusion du tritium) provenant du secteur nucléaire, en particulier les rejets de  $^{99}\text{Tc}$ , ont baissé et les teneurs correspondantes dans l'eau de mer et le milieu vivant ont diminué dans un certain nombre de zones de surveillance.
- L'effet des rejets et des teneurs en substances radioactives provenant du secteur nucléaire sur l'état écologique global de la zone OSPAR, et les doses et les effets sur l'homme et le milieu vivant sont considérés comme faibles.
- Dans les Régions I et II, les teneurs élevées de certains radionucléides sont essentiellement dues à leur transport par les courants océaniques.

Les données actuelles sont cependant très peu nombreuses et ne permettent pas de conclure que l'objectif de 2020 de la Stratégie substances radioactives sera atteint. La réduction à la source reste importante, basée sur l'approche de précaution et le principe de prévention, et il faut continuer à appliquer et à développer des BAT afin de minimiser l'impact des rejets radioactifs.



## Les progrès réalisés dans le secteur non nucléaire ne peuvent pas encore être évalués

Les meilleures estimations suggèrent que les radionucléides naturels rejetés avec l'eau de production, provenant de l'industrie pétrolière et gazière offshore, contribuent substantiellement aux rejets de substances radioactives dans la zone OSPAR et se concentrent dans les Régions II, III et la mer de Norvège (Région I). Des rejets supplémentaires des installations offshore proviennent des opérations de détartrage. Les apports de substances radioactives dans la mer en provenance du secteur médical sont minimes comparés à ceux provenant du secteur nucléaire et de l'industrie pétrolière et gazière offshore. Le recueil des données pour le secteur non nucléaire et les radionucléides indicateurs correspondants n'a commencé qu'en 2005; les séries temporelles disponibles sont donc trop courtes pour permettre d'évaluer les tendances des rejets, des teneurs et des doses dans le milieu marin. OSPAR devra s'efforcer d'évaluer la contribution du secteur non nucléaire à la pollution de la zone OSPAR par les substances radioactives et de déterminer des mesures de gestion appropriées à mettre en œuvre par les pays OSPAR.

## Il faut améliorer la base de preuves et les outils d'évaluation

OSPAR devra améliorer la base de preuves et les outils d'évaluation permettant d'apprécier les progrès réalisés pour atteindre les objectifs d'OSPAR, pour tous les radionucléides indicateurs provenant du secteur nucléaire et des secteurs non nucléaires. Dans ce but, OSPAR devra:

- Poursuivre le recueil systématique des données sur les rejets et les teneurs des radionucléides indicateurs.
- Développer plus avant des outils permettant d'estimer et d'évaluer les doses afin de déterminer les impacts des rejets sur l'environnement.
- Développer plus avant des techniques d'analyse statistique des tendances en s'inspirant de l'expérience acquise dans d'autres contextes.
- Développer des critères de qualité environnementale pour la protection du milieu marin contre les effets préjudiciables des substances radioactives.

## Réalisation des objectifs de la Stratégie substances radioactives d'OSPAR

→ LÉGENDE: EN FIN D'OUVRAGE

Région OSPAR	Réduction des rejets d'activité par secteur <sup>1</sup>	Changement de la radioactivité environnementale des radionucléides suivis <sup>1</sup>	Facteurs et pressions clés	Perspective pour les pressions	Action nécessaire
Région I	Industrie nucléaire: aucune Industrie pétrolière/gazière offshore: ?	← → * *	Industrie pétrolière et gazière offshore Transport de rejets nucléaires (Régions II, III) Rejets hérités Transport des retombées de Tchernobyl	?	 OSPAR  OSPAR
Région II	Industrie nucléaire: ↓ * * * Industrie pétrolière/gazière offshore: ?	← → * *	Industrie nucléaire Industrie pétrolière et gazière offshore Transport de rejets nucléaires (Région III) Rejets hérités Transport des retombées de Tchernobyl	?	 OSPAR  OSPAR
Région III	Industrie nucléaire: ↓ * * * Industrie pétrolière/gazière offshore: ?	↓ * *	Industrie nucléaire Industrie pétrolière et gazière offshore Rejets hérités	?	 OSPAR  OSPAR
Région IV	Industrie nucléaire: ↓ * * * Industrie pétrolière/gazière offshore: sans rejet	← → *	Industrie nucléaire	?	 OSPAR  OSPAR
Région V	Industrie nucléaire: aucune Industrie pétrolière/gazière offshore: aucune	Absence de données	Transport de rejets nucléaires hérités et contemporains (Région III)	?	 OSPAR

<sup>1</sup>Moyenne pour la période 2002-2006 par rapport à la moyenne pour la période de référence 1995-2001.