

LES RADIOTRACEURS, OUTILS ESSENTIELS À LA COMPRÉHENSION DES OCÉANS



Les études basées sur les radiotraceurs peuvent être effectuées dans des structures de tentes flottantes ou des fonds marins appelées mésocosmes. Ces précieux outils expérimentaux permettent d'étudier les environnements naturels en conditions contrôlées combinant les avantages du laboratoire et du travail sur le terrain.

(Photo : Nick Cobbing)

Le travail effectué par l'AIEA pour aider à comprendre et, à terme, protéger nos océans repose sur des outils de recherche nucléaires appelés « radiotraceurs ». Ceux-ci sont des composés chimiques contenant des isotopes radioactifs uniques. Tous les isotopes d'un élément donné ont le même nombre de protons dans leurs noyaux, mais différents nombres de neutrons. Les isotopes sont donc des formes d'un même élément avec des masses différentes. Lorsque la composition du noyau ne change pas au cours du temps, l'isotope est considéré comme stable. Les isotopes instables ou radioactifs « décroissent » avec le temps. En d'autres termes, ils se transforment en un autre élément, ou état d'énergie, à travers un processus appelé transmutation au cours duquel les noyaux atomiques (protons et neutrons) émettent des particules chargées et ionisantes de haute énergie et/ou des ondes électromagnétiques de haute énergie appelées rayonnements gamma.

Les radioécologistes introduisent habituellement d'infimes quantités d'un « radiotraceur », un isotope radioactif, dans un système biologique complexe, par exemple, pour pouvoir observer comment fonctionnent les cellules ou les tissus. Les scientifiques peuvent identifier un radiotraceur parmi tous les autres composés naturels et presque identiques. La « signature isotopique »

unique du radiotraceur produit une trace clairement visible lorsque celui-ci suit les nutriments, l'énergie ou les polluants à travers un organisme, une chaîne alimentaire ou un écosystème. Étant donné que les radiotraceurs sont faciles à détecter en quantités infimes, on peut conduire des études sans empoisonner les organismes ou les écosystèmes, ni porter atteinte à la chimie ou à la dynamique du fluide du système. L'AIEA utilise les radiotraceurs aussi bien en laboratoire que sur le terrain, chacun de ces environnements ayant ses points forts. Les expériences en laboratoire ont l'avantage de créer des écosystèmes simplifiés et artificiels dans lesquels les processus et les interactions naturels peuvent être étudiés sans interruption. Les travaux sur le terrain étudient les systèmes complexes du monde réel et peuvent permettre de répondre à des questions relatives au devenir d'un composé, à la dynamique entre différentes espèces, et à la manière dont les composés se lient aux sédiments et/ou se dispersent comme polluants dans l'environnement.

Les radiotraceurs sont essentiellement utilisés dans les études à plus grande échelle sur le terrain pour mettre en évidence les processus de transport, de dispersion et de dépôt des substances chimiques dans l'environnement naturel. Ces études sont effectuées dans les environnements côtiers où l'étendue et l'effet

des eaux usées et d'autres effluents ont été évalués et examinés de près. Au cours des années 1970, une série d'études expérimentales effectuées sur les systèmes fluviaux du Canada à l'aide de radiotraceurs de métaux lourds (cadmium 109, zinc 65, mercure 203, fer 59, cobalt 60, césium 134 et sélénium 75) et de radiotraceurs de nutriments ont montré comment les traceurs sont absorbés dans les sédiments et les nutriments.

Elles ont aussi révélé comment les contaminants sont transférés de l'eau et des sédiments à des organismes, d'où ils entrent et circulent dans la chaîne alimentaire. Plus récemment, des préoccupations ont été soulevées en ce qui concerne l'impact radiologique possible que ces études sur le terrain ont pu avoir sur l'environnement.

Les derniers rapports sur l'état de nos océans sont, au mieux, préoccupants. L'exploitation de leurs ressources limitées, l'augmentation de la pollution marine et la destruction de leurs habitats utiles exercent de fortes pressions sur les organismes des océans.

Les résultats d'une évaluation de dose du biote non humain (outil d'évaluation du projet ERICA)¹ de l'étude d'un lac effectuée pour savoir si les concentrations de radiotraceurs utilisées étaient suffisamment élevées pour avoir un impact négatif sur l'écosystème ont confirmé que les doses étaient inférieures aux niveaux de référence établis par la Commission internationale de protection radiologique. Cela laisse entendre qu'on peut utiliser les radiotraceurs sans crainte dans les études à l'échelle des écosystèmes.

Compte tenu de leur impact environnemental limité, les radiotraceurs peuvent être utilisés dans diverses applications nouvelles pour sensibiliser plus largement au problème de l'environnement et à ses défis. On peut, à l'aide du carbone 14 ou du phosphore 32, étudier la dynamique des nutriments et mieux comprendre les fondements d'un écosystème. Les radioécologistes peuvent, à l'aide d'analogues de courte durée de produits de l'industrie nucléaire comme le césium 134 et le strontium 85, ou d'isotopes de métaux lourds, étudier l'accumulation de contaminants dans des organismes marins ainsi que la biomagnification (augmentation cumulative de concentration de substances dans des organismes à des niveaux de plus en plus élevés de la chaîne trophique).

La biomagnification est un aspect important de la pollution marine particulièrement préoccupant pour les animaux à plus longue durée de vie comme les êtres humains. Les autres applications potentielles

des radiotraceurs sont leurs utilisations à l'échelle nanométrique et pour le marquage des molécules organiques comme les médicaments, pour suivre leur comportement lors des interactions de ces molécules avec des organismes, après leur excrétion du corps humain et leur passage dans les systèmes d'égouts.

Malgré leurs nombreuses utilisations potentielles, les radiotraceurs ont leurs limites, essentiellement le fait que pour étudier certains processus, ils doivent être absorbés et dispersés dans l'environnement pour plusieurs jours ou plus. Dans les environnements de plans d'eau ouverts, cela peut entraîner une large dispersion due aux courants, à l'action des vagues et aux animaux migratoires qui les transportent loin de la zone d'étude. Toutefois, ce problème ne limite pas l'étude de certains de nos habitats marins les plus importants. Les baies côtières, les fermes aquacoles, les récifs coralliens et les structures de tentes flottantes ou des fonds marins pourraient tous être utilisés pour circonscrire les mouvements des organismes et des traceurs, ce qui en fait des environnements très viables pour ces études basées sur des technologies nucléaires de pointe.

Les derniers rapports sur l'état de nos océans sont, au mieux, préoccupants. L'exploitation de leurs ressources limitées, l'augmentation de la pollution marine et la destruction de leurs habitats utiles exercent de fortes pressions sur les organismes des océans. Les radiotraceurs sont des outils nucléaires uniques qui peuvent être utilisés pour étudier la pollution et le transport des polluants dans les zones côtières et les océans. L'AIEA et ses partenaires, qui œuvrent pour mettre ces technologies nucléaires à disposition en vue d'améliorer la compréhension de la santé des océans, encouragent les pays à prendre des mesures pratiques pour prévenir toute aggravation de la situation.

Cath Hughes, Organisation australienne pour la science et la technologie nucléaires

¹Risque environnemental des contaminants ionisants : évaluation et gestion (ERICA)—www.ERICA-tool.com