

# Maintenir l'accessibilité des ports : le Brésil économise « des millions » en frais de dragage grâce aux techniques nucléaires

Par Rodolfo Quevenco

Le Brésil, qui possède plus de 8 500 kilomètres de côtes, effectue 90 % de ses importations et exportations totales via ses ports.

Nombre de grands ports du pays ont été construits il y a plus de 100 ans. Pour maintenir les voies de navigation ouvertes et permettre à ces ports d'accueillir de plus grands navires au tonnage encore plus important, il est nécessaire d'effectuer un dragage constant, souvent pour un coût élevé.

Au fil des ans, le recours à des techniques nucléaires pour étudier l'accumulation des sédiments et leur transport dans les grands ports (voir l'encadré) a permis au Brésil d'économiser des millions de dollars en frais de dragage, d'après Jefferson Vianna Bandeira, chercheur principal au Département de l'environnement de la Commission nationale de l'énergie nucléaire du Brésil.



**Les techniques de radiotraçage peuvent aider à faire des économies sur les opérations de dragage destinées à maintenir les ports suffisamment profonds pour accueillir des navires plus grands au tonnage plus important.**

(Photo : A. Hardacre/Flickr.com/CC BY 2.0).

Avec l'aide de l'AIEA, M. Bandeira et une équipe de scientifiques utilisent des radiotraceurs pour cartographier les mouvements des sédiments qui touchent les grands ports du Brésil depuis les années 1960.

Dans un premier temps, ils se sont essentiellement concentrés sur le devenir des sédiments dragués dans la zone portuaire de Santos après leur immersion. Le port de Santos, près de Sao Paulo, est un des ports les plus grands et les plus fréquentés d'Amérique latine, qui dessert actuellement plusieurs états brésiliens et par lequel transitent 28 % des échanges de commerce extérieur du pays.

L'endroit où les sédiments sont immergés a été modifié plusieurs fois afin de réduire le plus possible le retour de ceux-ci dans la baie. Grâce à l'utilisation de radiotraceurs, les ingénieurs du port ont pu trouver des endroits optimaux situés le plus près possible du port.

« Les études effectuées dans les années 1970 dans la baie de Sepetiba (État de Rio de Janeiro), en vue de la construction du port d'Ilha da Madeira, nous ont probablement dispensé d'avoir à draguer plus de 100 000 kilomètres de distance », a déclaré M. Bandeira. « Il en a résulté des millions de dollars d'économie pour les autorités portuaires brésiliennes », a-t-il ajouté.

## Du port à la mer : modélisation du mouvement des sédiments et de l'eau grâce à des radiotraceurs

Des années de recherche sur les radiotraceurs au port de Santos et dans d'autres ports brésiliens ont aussi permis à l'équipe de M. Bandeira d'acquies de vastes connaissances sur la dynamique des cycles de transport et de mouvement des sédiments dans des conditions changeantes. Pour effectuer leur recherche, les scientifiques ont pu utiliser des modèles mathématiques et des données précises sur les cycles de transport et de flux des sédiments, qui sont continuellement utilisées dans les activités d'ingénierie des côtes.

« Nous sommes en quelque sorte des chirurgiens et des spécialistes », a déclaré M. Bandeira pour décrire son travail et celui de ses collègues. « De la même manière que les traceurs médicaux permettent au chirurgien du cœur d'étudier les principaux vaisseaux sanguins ou au radiologue d'examiner les fonctions des organes du métabolisme humain,

les radiotraceurs nous permettent d'évaluer le comportement hydrodynamique des sédiments et de déterminer les principales voies de leur mouvement dans les zones côtières. »

Les connaissances approfondies ainsi acquises ont été utilement mises en application à de nombreuses reprises. Par exemple, dans les études sur les sédiments menées sur le littoral de ce qui est maintenant le port de Suape, le marquage avec des radiotraceurs a permis de mettre en évidence de faibles taux de transport des sédiments de fond en été comme en hiver. Cette information a été essentielle pour déterminer l'emplacement idéal du port et a permis de savoir qu'il ne serait pas nécessaire d'effectuer un dragage de maintenance important au large



des côtes. Parallèlement à ces études, des mesures océanographiques à proximité des côtes (vagues, vent, courants et marée) ont été faites. Suape est aujourd'hui le plus important complexe portuaire du Nord-Est du Brésil.

### Lutter contre l'érosion côtière

Les littoraux et les fonds marins sont des zones dynamiques, puisqu'on y observe des périodes d'érosion, de transport, de sédimentation et de consolidation. Parmi les principales causes d'érosion des plages figurent les tempêtes, mais les activités humaines, comme le dragage des embouchures et la construction de digues et de jetées, modifient aussi l'écoulement naturel des sédiments.

« Les techniques nucléaires sont les méthodes les plus utiles et les plus efficaces pour évaluer l'érosion et le mouvement du limon

et des sédiments dans les zones côtières », a indiqué Patrick Brisset, spécialiste de la technologie industrielle à l'AIEA. « De nombreux pays y ont déjà recours en ingénierie côtière et beaucoup d'autres commencent à utiliser cette technologie à l'appui de leurs plans de développement. »

Nombre de scientifiques brésiliens ont reçu une formation grâce au programme de coopération technique de l'AIEA, a expliqué M. Brisset. De plus, de nombreux experts de l'AIEA se sont rendus au Brésil pour y mener des études sur le transport des sédiments et dispenser une formation à divers techniciens. Des experts brésiliens apportent maintenant à leur tour une aide et un appui à d'autres États Membres, dont le Venezuela, l'Uruguay et le Niger, dans le cadre de projets faisant appel aux applications des radiotraceurs pour l'étude des sédiments.

**Comprendre la dynamique du mouvement des sédiments peut aider à déterminer le meilleur emplacement des sites d'immersion des sédiments de dragage, afin d'éviter de polluer les plages avoisinantes.**

(Photo : R. Quevenco/AIEA)

## LA SCIENCE

### Les avantages des radiotraceurs pour l'étude du transport des sédiments

La majeure partie de la population mondiale vit sur les côtes ou dans des régions côtières. Par conséquent, il est d'une importance capitale pour de nombreux pays de comprendre la dynamique du transport des sédiments dans ces zones.

Les techniques de radiotraçage constituent un moyen efficace pour étudier la dynamique des sédiments, car elles peuvent fournir, en temps réel et de façon exacte, des informations sur le devenir des sédiments ainsi que sur le comment et le pourquoi de leur déplacement. Une procédure habituelle consiste à introduire un radio-isotope (par exemple, de l'or 198 ou de l'iridium 192) en petites quantités dans les échantillons de sédiments à étudier, à immerger ceux-ci à des points d'échantillonnage clés et à

suivre leur mouvement à l'aide de détecteurs à scintillation tirés par des bateaux.

Les techniques de traçage servent aussi souvent à valider les résultats obtenus avec d'autres techniques utilisées pour étudier le comportement des sédiments (par exemple, des études bathymétriques ou des modèles mathématiques et physiques). On analyse aussi de plus en plus les expériences utilisant des radiotraceurs en faisant appel à la dynamique des fluides numérique, branche de la mécanique des fluides qui se fonde sur l'analyse numérique et des algorithmes pour étudier l'écoulement des fluides. On devrait ainsi obtenir des modèles plus fiables et pouvoir mieux valider les résultats.