

Industrie



Les applications des radiotraceurs et des sources scellées améliorent le suivi du déplacement des sédiments

RÉSUMÉ

1. Plus de la moitié de la population mondiale vit en bord de mers, d'estuaires ou de cours d'eau, zones où le transport de sédiments dû à l'érosion accélérée du littoral constitue un problème.
2. Les études sur le transport des sédiments dans les cours d'eau et près des côtes sont d'une importance cruciale pour la construction et l'entretien d'infrastructures stratégiques telles que les ports ou les quais, et pour les projets d'aménagement du littoral, de dragage et d'irrigation.
3. Les applications des radiotraceurs et des sources scellées, largement employées pour mesurer le déplacement des sédiments dans les cours d'eau et les mers, permettent d'obtenir des informations cruciales pour construire et entretenir des structures telles que des barrages et des ports.

INTRODUCTION

Les littoraux et les fonds marins sont des zones qui évoluent avec l'érosion, le transport, le dépôt et la consolidation des sédiments. Ces changements tiennent principalement à l'élévation du niveau de la mer, aux vagues et raz de marée provoqués par des séismes, à des coulées de boue, des fortes pluies ou des tempêtes. Des activités humaines telles que la construction de digues et de jetées ou le dragage à l'embouchure des cours d'eau peuvent également perturber le mouvement naturel du sable.

Les conséquences socio-économiques de l'évolution sédimentaire sont source de préoccupation dans le monde entier. Des moyens fiables permettent cependant d'obtenir des informations pour suivre et mesurer le transport des sédiments, notamment les applications des radiotraceurs et des sources scellées.



Des jauges à diffusion et à transmission gamma telles que la jauge de turbidité JJD3 sont utilisées pour mesurer la concentration des sédiments venus se déposer dans les ports, les chenaux de navigation, les lacs de barrage et les cours d'eau.

(Photo : P. Brisset/AIEA)

L'AIEA aide les pays à mesurer les déplacements des sédiments à l'aide de radiotraceurs. Les méthodes fondées sur la radioactivité peuvent aider à mieux comprendre la dynamique des sédiments et fournir des indications

importantes pour mieux concevoir, entretenir et optimiser les structures de génie civil. Depuis les années 1960, les traceurs et les sources scellées radio-isotopiques jouent un rôle utile et souvent irremplaçable dans les études sur le transport des sédiments.

POURQUOI ÉTUDIER LE TRANSPORT DES SÉDIMENTS ?

La gestion des sédiments intéresse tous les pays lorsqu'il s'agit de protéger les côtes et leur population, le déplacement des sédiments pouvant provoquer de vastes inondations, des glissements de terrain ou la disparition de zones inondables et de terres agricoles.

Il importe de comprendre comment se déplacent les sédiments et quelles incidences ce déplacement peut avoir sur le développement des ports, le dragage, les projets de génie, le transport de la pollution, les inondations et la protection du littoral, la protection de la population, la qualité de l'eau, le tourisme, la gestion des zones côtières et la protection des habitats naturels.

En se dotant d'ensembles de données de terrain précises et probantes sur les déplacements des sédiments et les causes de l'érosion et de ces déplacements, les pays peuvent élaborer des stratégies de gestion efficaces pour prévenir les dommages environnementaux et des mesures économiquement rationnelles pour protéger les sédiments et prévenir leur appauvrissement.

Le déplacement des sédiments pose souvent problème dans les ports, où il faut que la profondeur des eaux reste suffisante pour le passage des navires. C'est à cela que sert le dragage. Il est crucial de se débarrasser des déblais de dragage de manière à ce que les sédiments ne reviennent pas dans le chenal de navigation.

LES RADIOTRACEURS

Les traceurs sont des substances présentant certaines propriétés atomiques, nucléaires, physiques, chimiques ou biologiques qui peuvent aider à déterminer, à observer ou à suivre le déroulement de différents processus physiques, chimiques ou biologiques. Les traceurs radioactifs sont couramment utilisés pour mesurer le débit de liquides, de gaz et de solides.

DES TECHNIQUES RADIO-ISOTOPIQUES POUR SUIVRE LES DÉPLACEMENTS DE SÉDIMENTS

Les scientifiques recourent aux techniques nucléaires pour étudier l'accumulation et le transport des sédiments dans les grands ports, contribuant de manière cruciale à de nombreux projets de génie civil. Les techniques radio-isotopiques sont couramment employées pour suivre le déplacement des sédiments (graviers, sables et silts) dans les cours d'eau et les mers. Ces données sont nécessaires pour construire et entretenir des structures fluviales et maritimes telles que les barrages, chenaux de navigation et bassins portuaires, ainsi que les digues qui protègent les plages et le littoral contre l'érosion.

Deux types de techniques radio-isotopiques sont utilisées pour étudier le transport des sédiments :

1. les radiotraceurs, pour suivre le déplacement des particules solides sous l'action des courants aquatiques et des vagues ; et
2. les sources scellées radio-isotopiques (jauges nucléoniques ou instruments nucléaires), pour mesurer la concentration ou la densité des sédiments et autres éléments dans les cours d'eau, aux estuaires, aux barrages et dans les chenaux de navigation.

Ces techniques permettent de mesurer notamment la direction, la vitesse et l'épaisseur des sédiments en mouvement. Les traceurs permettent de mieux comprendre le transport des sédiments en corrélant les données concernant les courants de marée et la dynamique des vagues et celles concernant l'érosion, le transport et le dépôt des sédiments. Les jauges à diffusion et à transmission gamma sont utilisées pour le suivi des sédiments et les radiotraceurs pour la mesure statique ou dynamique de la concentration des sédiments déposés.

Les techniques de radiotraçage sont un moyen efficace d'étudier la dynamique des sédiments, car elles permettent de savoir en temps réel et avec précision où et comment se déplacent les sédiments. Un procédé courant consiste à introduire de petites quantités d'un radio-isotope (par exemple, de l'or 198 ou de l'iridium 192) dans des échantillons de sédiment qu'on dépose ensuite à des points d'échantillonnage, puis dont on suit les

déplacements à l'aide de détecteurs tractés par des bateaux.

Les techniques de traçage sont aussi couramment employées pour valider les résultats obtenus grâce à d'autres techniques d'étude du comportement des sédiments, telles que les études bathymétriques, qui servent à mesurer la profondeur des eaux, ou les modèles mathématiques et physiques spécialement conçus pour ce type d'études. La dynamique des fluides numérique, ou étude des mouvements des fluides par analyse numérique et algorithmes, est de plus en plus souvent utilisée pour analyser les données obtenues au moyen des radiotraceurs. Elle devrait permettre d'améliorer la fiabilité des modèles et la validation des résultats.

CARACTÉRISTIQUES DES SÉDIMENTS

Le transport des sédiments est principalement influencé par le vent, les vagues et les conditions climatiques. Pour comprendre le comportement des sédiments dans différents environnements, il est utile de connaître certaines de leurs caractéristiques.

La densité de la plupart des sédiments est d'environ $2,65 \text{ g/cm}^3$, mais leurs dimensions et leur forme varient. On peut les classer de l'argile au gravier, selon la taille de leurs grains. Le classement de Wentworth (1922)¹ est l'un des plus utilisés en sédimentologie. Il comprend quatre grandes classes de particules :

1. les graviers, ou particules de plus de 2 millimètres (mm) de diamètre ;
2. les sables, ou particules de 63 micromètres (μm) à 2 mm de diamètre ;
3. les silts, particules de 2 à 63 μm de diamètre ; et
4. les argiles, particules de moins de 2 μm de diamètre.

Les études sur le transport des sédiments dans les mers et cours d'eau et aux barrages portent généralement sur le sable et le silt. Les sables sont classés en plusieurs sous-catégories selon leur taille.

¹Wentworth, C. K., 1922, *A Scale of Grade and Class Terms for Clastic Sediments*, in *The Journal of Geology*, Vol. 30, No. 5, pp. 377-392. Available at: www.jstor.org/stable/30063207



Système de détection par spectrométrie gamma portable GISPI (Gamma in Situ Portable Device) installé à l'avant d'un véhicule et servant à mesurer la radioactivité naturelle des sédiments des zones côtières.

(Photo : J. Bezuidenhout/Faculté de science et de technologie, Université de Stellenbosch, Afrique du Sud)

L'APPUI DE L'AIEA

L'AIEA aide ses États Membres à promouvoir et appliquer les techniques radio-isotopiques pour protéger les ouvrages côtiers et mieux servir le secteur de l'environnement. Elle contribue ainsi :

- à promouvoir et fournir des services au moyen de radiotraceurs et de sources scellées pour le génie côtier, la gestion des cours d'eau et l'entretien des barrages ;
- à aider les étudiants de troisième cycle des facultés de génie écologique et de génie civil à développer leurs connaissances et à utiliser des techniques fondées sur les radiotraceurs et les sources scellées en recherche-développement ; et
- à sensibiliser les ingénieurs et les responsables des secteurs du génie écologique et du génie côtier aux possibilités qu'offrent les techniques fondées sur les radiotraceurs pour étudier les sites et structures complexes des littoraux.

Dans le cadre du programme de coopération technique de l'AIEA, des formations ont été organisées en ses



Experts de l'AIEA lors d'une formation à l'utilisation d'une jauge nucléonique pour mesurer les concentrations de sédiments dans le chenal d'accès au port de Larache (Maroc). (Photo : P. Brisset/AIEA)

laboratoires de Seibersdorf (Autriche) et des stagiaires ont également bénéficié de programmes d'étude des sédiments au moyen d'applications des radiotraceurs de parrainage dans des laboratoires désignés d'États Membres. L'AIEA joue un rôle de premier plan dans le transfert de la technologie des radiotraceurs. Elle aide les pays à mettre en valeur leurs ressources humaines, soutient la formation de jeunes spécialistes et contribue au maintien de bonnes pratiques nécessaires à la durabilité des technologies et au transfert des connaissances. L'élaboration de supports de formation à l'intention des spécialistes et praticiens des radiotraceurs est l'un des principaux objectifs de cette assistance essentielle à l'amélioration de la protection des côtes et des cours d'eau.

AVANTAGES POUR LES ÉTATS MEMBRES

- Renforcement des capacités d'utilisation des radiotraceurs aux fins de la protection du littoral.
- Meilleure connaissance de l'apport de ces techniques aux programmes de gestion des sédiments.
- Mise en place d'initiatives régionales de recensement des problèmes dus au transport des sédiments et d'évaluation des possibilités d'améliorer par les radiotraceurs les mesures de prévention et de contrôle de l'appauvrissement des sédiments.

Les synthèses de l'AIEA sont élaborées par le Bureau de l'information et de la communication
Rédaction : Aabha Dixit • Conception et mise en page : Ritu Kenn

Pour de plus amples informations sur l'AIEA et les travaux qu'elle mène, rendez-vous sur le site www.iaea.org

ou suivez-nous sur    

Vous pouvez également consulter sa publication phare, le Bulletin de l'AIEA, à l'adresse suivante : www.iaea.org/bulletin.

Centre international de Vienne, B.P. 100, 1400 Vienne (Autriche)
Courriel : info@iaea.org • Téléphone : (+43 1) 2600-0 • Fax : (+43 1) 2600-7

