



Application des jauges nucléaires et radiotraceurs à l'étude du problème de l'ensablement et de l'envasement des ports

Nadia HOCINI¹, Mohamed MAMI¹

1. Centre de Recherche Nucléaire d'Alger (CRNA), BP 399,
Alger-Gare, 16000 Alger, Algérie.
nadahocini@yahoo.fr

Résumé :

L'ensablement et l'envasement des ports induisent des coûts prohibitifs en matière d'édification d'ouvrages et de réalisation de travaux pour contenir et lutter contre ces nuisances. Dans ce domaine, l'expérimentation et les mesures sont indispensables. C'est pourquoi, l'utilisation des jauges nucléaires de turbidité (association d'une source radioactive scellée et d'un détecteur de rayonnement adapté) est mise à profit pour mesurer en continu la concentration ou la densité de sédiments en suspension ou déposés. La méthode des radiotraceurs offre grâce aux propriétés spécifiques de la radioactivité des avantages précieux notamment : la mesure directe des traceurs en nature, et le suivi de l'évolution des traceurs dans l'espace et dans le temps.

Mots clés :

Ports – Envasement – Ensablement – Transport sédimentaire – Jauges nucléaires – Radio traceurs – Immersions – Détections

1. Introduction

En Algérie, l'exploitation intensive des ouvrages portuaires en raison des besoins en navigation de plus en plus important, pose le problème d'ensablement et /ou d'envasement des chenaux d'accès et des bassins portuaires.

En effet, l'ensablement et/ou l'envasement de certains ouvrages maritimes est devenu préoccupant ces dernières années. Pour maintenir les profondeurs assurant le passage des bateaux de gros tonnage, plus particulièrement des pétroliers, des travaux de dragage portant sur des dizaines de milliers de mètres cubes sont nécessaires. Ces opérations très coûteuses, sont réalisées le plus souvent inutilement pour des raisons de sécurité alors que la navigation est possible.

C'est pourquoi la mise au point des méthodes efficaces et économiques de lutte contre ces phénomènes entravant les ouvrages maritimes est indispensable. Ainsi, le développement de ces techniques nécessite au préalable une connaissance des mécanismes de transport et de sédimentation et la mesure des paramètres qui régissent les processus de dynamique sédimentaire.

Bien qu'il existe de nombreux procédés permettant la réalisation de ces études, les techniques utilisant les jauges nucléaires et les radiotraceurs sont actuellement les plus

employés de par le monde. L'utilisation des jauges nucléaires de turbidité (association d'une source radioactive scellée et d'un détecteur de rayonnement adapté) est mise à profit pour mesurer en continu et in situ la concentration ou la densité de sédiments en suspension ou déposés. La méthode des radiotraceurs offre grâce aux propriétés spécifiques de la radioactivité des avantages précieux notamment :

- La mesure directe des traceurs en nature et en modèle physique.
- Le suivi de l'évolution des traceurs dans l'espace et dans le temps.

2. Les jauges nucléaires dans l'étude de l'ensablement et envasement des ports

Les spécialistes distinguent deux types de dispositifs :

- Les jauges à diffusion de photons gamma pour mesure de turbidité (JTD3).
- Les jauges de turbidité à transmission (JTT4).

2.1 La jauge JTD3

Le principe de mesure de la JTD3 (figure 1) repose sur la diffusion de photons émis par une source radioactive scellée, dans le milieu entourant l'ensemble source-détecteur. La source utilisée est le césium-137 de faible activité de 500 μCi (soit 18.5 MBq) d'énergie de 662 Kev et de période de 30,18 ans (BRISSET, 2009).

L'intérêt des mesures pour l'étude de l'ensablement est de déterminer les profils de concentration des sédiments fins déposés dans les ouvrages portuaires et les chenaux de navigation. Cet appareil a pour objectif de fournir des informations permettant d'améliorer la navigation et la gestion des chantiers de dragage. On peut suivre les apports turbides à l'aide des jauges JTD3 qui permettent de déterminer les profils de concentration des sédiments fins en suspension par diffusion des photons émis.



Figure 1. Jauge à diffusion JTD3.

2.2 La jauge JTT4

Le principe de mesure de la JTT4 (figure 2) repose sur l'atténuation par les sédiments du rayonnement émis en direction d'un détecteur par une source radioactive scellée. La source utilisée est le césium-137 de faible activité de 6 mCi (soit 222 MBq) d'énergie de 662 Kev et de période de 30,18 ans (BRISSET, 2009).

L'intérêt des mesures est de fournir en continu les paramètres de densité et la profondeur des couches de vase dans les chenaux de navigation portuaires. Associée aux méthodes conventionnelles, la jauge JTT4 permet une optimisation des programmes de dragage, entraînant une diminution des coûts d'exploitation.

Ces informations sont traitées en temps réel et deviennent une aide à la décision et à la gestion d'un ouvrage ou d'une installation.

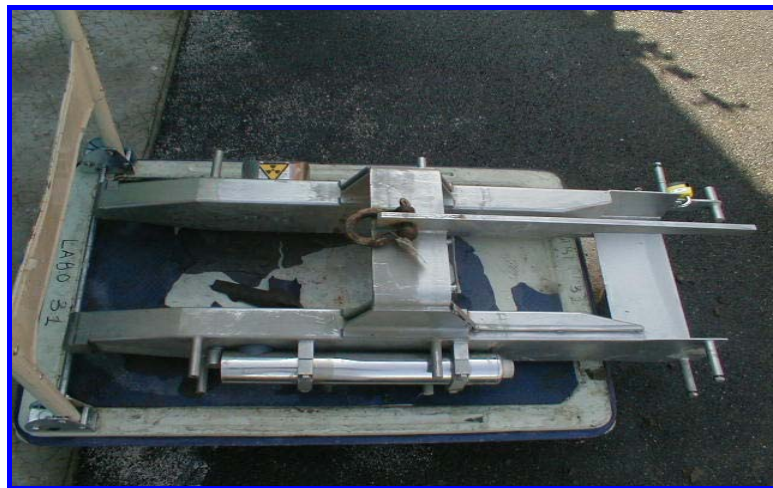


Figure 2. Jauge à transmission JTT4.

3. Application des traceurs radioactifs dans les études d'ensablements des ports

Plusieurs étapes sont nécessaires pour aboutir à la mise en œuvre des traceurs radioactifs :

- Etape 1 : Etude sédimentologique et bathymétrique.
- Etape 2 : Etude d'impact des radiotraceurs immergés sur l'environnement.
- Etape 3 : Mise en œuvre des radiotraceurs.

3.1 Mise en œuvre de la technique des traceurs radioactifs

Du point de vue méthodologique, l'étude de la dynamique par les traceurs radioactifs consiste à immerger dans la zone à étudier un sédiment rendu radioactif, aux caractéristiques aussi voisines que possible du sédiment réel, et à suivre à l'aide des détecteurs de radioactivité la migration de ce sédiment dans le temps et l'espace.

Basée sur des mesures Lagrangiennes (c'est à dire que les particules sédimentaires sont suivies dans leur mouvement), réalisées in-situ et en vraie grandeur, la méthode des

traceurs radioactifs permet d'étudier les mouvements des sédiments par charriage ou en suspension afin d'avoir des informations tant qualitatives que quantitatives. La méthode tient compte de toutes les conditions hydrométéorologiques auxquelles le sédiment traceur est exposé (CAILLOT, 1989).

3.2 Choix des isotopes

Les spécialistes disposent d'un grand nombre de radionucléides qui leur permettent d'aborder différents problèmes sédimentologiques en nature. Ainsi l'Or 198 de période 2,7 jours est bien adapté pour l'étude des suspensions. Pour l'étude des transports solides par charriage, on utilise souvent l'Iridium 192 de période 74 jours. Les isotopes les plus utilisés dans les différents laboratoires figurent dans le tableau 1.

Tableau 1. Radionucléides utilisés comme traceurs en sédimentologie.

<i>Isotope</i>	<i>Période</i>	<i>Forme</i>	<i>Domaine d'emploi</i>
<i>In 113m</i>	<i>100 min</i>	<i>dépôt</i>	<i>modèle physique – étude de dispersion</i>
<i>Tc 99m</i>	<i>6 h</i>	<i>dépôt</i>	<i>station d'épuration – étude de dispersion – modèle physique</i>
<i>Au 198</i>	<i>3.7 j</i>	<i>dépôt - verre broyé</i>	<i>étude de dispersion – rejet de produits de dragage</i>
<i>Hf 181</i>	<i>45 j</i>	<i>dépôt</i>	<i>sédimentologie – station d'épuration</i>
<i>Hf 175</i>	<i>70 j</i>	<i>dépôt</i>	<i>sédimentologie – station d'épuration</i>
<i>Tb 160</i>	<i>60 j</i>	<i>dépôt</i>	<i>sédimentologie</i>
<i>Ir 192</i>	<i>74 j</i>	<i>verre broyé</i>	<i>sédimentologie</i>
<i>Ta 182</i>	<i>115 j</i>	<i>source</i>	<i>sédimentologie</i>
<i>La 140</i>	<i>40 h</i>	<i>activation</i>	<i>idem Au 198</i>

3.3 Masse et activité du traceur

- Cas du transport par charriage

Les masses et activités des traceurs doivent être minimales pour des raisons de manipulation des produits sur le site, leur immersion et surtout leur intégration rapide au milieu. Ces quantités doivent cependant être suffisantes pour que la mesure obtenue aux limites du nuage radioactif soit statistiquement significative.

- Cas des sédiments en suspension

Il s'agit des particules inférieures à 0.04 mm, de type vase, argile, limon, appelés sédiments péloïtiques. Il est nécessaire dans ce cas d'employer le maximum d'activité possible, compatible avec les conditions de sécurité, afin de pouvoir réaliser des mesures sur de grandes distances, avant que le traceur ne disparaisse sous l'effet de la dispersion et de la décantation.

En pratique, les masses et les activités souvent employées dans les expériences avec les traceurs radioactifs sont :

- Pour le transport par charriage de sable : 0.5 à 1 kg de sédiment marqué avec 5 à 10 Ci (18 à 37 GBq) d'Iridium 192 (le plus souvent une activité de 1 Ci (37 GBq) d'iridium par point est suffisante)
- Pour le transport de vase en suspension : 5 à 10 Ci (18 à 37 GBq) d'Or 198 ou d'Hafnium 181.

3.4 Les immersions

La technique est différente suivant qu'il s'agit de l'étude du déplacement par charriage sur le fond ou du transport en suspension. L'appareil d'immersion des sables est illustré dans la figure 3. Le matériau radioactif est placé dans une boîte en matière plastique destinée au transport puis à être immergée, ouverte et vidée à proximité du fond.

L'appareil d'immersion pour les vases en suspension est comme illustré dans la figure 4. Le sédiment marqué est directement injecté dans le milieu. Les opérations du marquage et d'injection sont simultanées. L'immersion peut-être ponctuelle et donc instantanée ou en continue.



Figure 3. Dispositif d'immersion pour le sable.



Figure 4. Dispositif d'immersion pour la vase en suspension.



Figure 5. Système de détection mis en œuvre sur le bateau.

4. Conclusion

En Algérie, la navigation maritime est confrontée depuis plusieurs années à des problèmes d'envasement et/ou d'ensablement des chenaux d'accès et des bassins portuaires. Presque tous les ouvrages portuaires sont soumis à des mouvements sédimentaires réguliers qui affectent la fonctionnalité de ces ouvrages. Le plus souvent, les mécanismes hydro-sédimentaires qui provoquent l'envasement et/ou l'ensablement de ces chenaux d'accès et de ces bassins portuaires ne sont pas connus faute de techniques appropriées de mesure des paramètres régissant les processus de dynamique sédimentaire.

C'est pourquoi, l'utilisation des jauges nucléaires de turbidité (association d'une source radioactive scellée et d'un détecteur de rayonnement adapté) est mise à profit pour mesurer en continu la concentration ou la densité de sédiments en suspension ou déposés. Par contre, la méthode des radiotraceurs offre grâce aux propriétés spécifiques de la radioactivité des avantages précieux notamment :

- La mesure directe des traceurs en nature et en modèle physique.
- Le suivi de l'évolution des traceurs dans l'espace et dans le temps.

5. Références bibliographiques

- BRISSET P. (2009). *Traceurs et jauges nucléoniques éclairent la dynamique sédimentaire en milieu fluvial et littoral*. CLEFS CEA-n° 57.
- CAILLOT A. (1989). *Les apports des techniques nucléaires à la sédimentologie dynamique*. Rapport CEA/ORIS/SAR/S/89-107/C 287.