



**HAL**  
open science

## Traitement des sédiments de dragage : Evolution d'un dépôt à terre et valorisation

Ahmed Benamar, Mohamed Ammami, Ahmed Zein-Eddin

► **To cite this version:**

Ahmed Benamar, Mohamed Ammami, Ahmed Zein-Eddin. Traitement des sédiments de dragage : Evolution d'un dépôt à terre et valorisation. CNRIUT'2023 Congrès National de la Recherche des IUT, Jun 2023, Saint Pierre - Ile de la Réunion, France. pp.124-126. hal-04220352

**HAL Id: hal-04220352**

**<https://hal.science/hal-04220352v1>**

Submitted on 28 Sep 2023

**HAL** is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

## Traitement des sédiments de dragage : Evolution d'un dépôt à terre et valorisation

---

Ahmed Benamar

[ahmed.benamar@univ-lehavre.fr](mailto:ahmed.benamar@univ-lehavre.fr)

Mohamed Ammami

[mohamed-tahar.ammami@univ-lehavre.fr](mailto:mohamed-tahar.ammami@univ-lehavre.fr)

Ahmed Zein-Eddin

[ahmad.zein-eddin@univ-lehavre.fr](mailto:ahmad.zein-eddin@univ-lehavre.fr)

IUT, Le Havre-Normandie Université  
Laboratoire Ondes et Milieux Complexes, UMR 6294

**Thèmes** – Environnement - Matériaux

**Résumé** – *Le dragage maritime génère des volumes importants de sédiments et leur immersion crée un risque environnemental sur le milieu marin en raison de leur potentielle contamination. Une alternative au dragage intensif consiste à déposer le matériau à terre en vue d'un traitement avant une éventuelle valorisation, mais la législation régissant les sédiments de dragage demeure un frein au développement de voies de valorisation. Le présent article détaille l'évolution d'un site de dépôt de sédiment à Tancarville (76) qui a été suivie pendant une dizaine d'années par rapport à la concentration des métaux lourds, de la salinité, de la matière organique et de l'humidité. L'analyse du sédiment le long de cette période a montré que ces caractéristiques ont évolué significativement, permettant au matériau d'acquiescer les qualités physiques et pédologiques requises pour un matériau de construction ou un sol cultivable. Les sédiments dragués dans l'estuaire de la Seine peuvent ainsi être mis en dépôt aménagé avant de pouvoir être potentiellement valorisés dans la fabrication de briques ou la reconstruction de sols dégradés.*

**Mots-Clés** – Sédiment, polluant, salinité, sol.

## 1 Introduction

Les pratiques de dragage constituent un défi pour le développement et le maintien des activités portuaires et fluviales. Ils présentent également un risque de contamination des eaux côtières qui peut affecter les écosystèmes. Plusieurs ports importants font face à une grande quantité de matériaux dragués susceptibles de contenir une grande diversité de polluants. L'inadéquation et la restriction de l'immersion des sédiments conduisent les autorités portuaires à fournir un traitement à terre en raison du volume important à gérer [1]. En 2004, environ 200 millions de m<sup>3</sup> et 55 millions de m<sup>3</sup> de sédiments étaient dragués en Europe et en France, respectivement [2]. Le dépôt à terre représente de faibles quantités puisque seulement 7,3%, 3,9% et 13,8% des volumes dragués en Manche, en océan Atlantique et en mer Méditerranée, respectivement, sont concernés (GEODE, 2012). Les opérations de dragage dans les deux principaux ports (Le Havre et Rouen) concernent près de 7 millions de m<sup>3</sup>/an de sédiments dragués [3]. Ces matériaux sont composés principalement de limon, de sable et d'argile, mais contiennent également des polluants organiques et inorganiques. Les sédiments dragués dans les ports maritimes peuvent présenter un intérêt majeur pour le remplacement des matériaux argileux et sableux prélevés dans les carrières. Plusieurs études ont été menées dans de nombreux pays pour trouver des formulations appropriées pour réutiliser les sédiments dans le cadre de l'économie circulaire et du développement durable.

## 2 Description du site de dépôt de Tancarville

La chambre de dépôt de sédiment a été aménagée en 2008 pour recevoir près de 60 000 m<sup>3</sup>. Ce mode de gestion des déblais de dragage à terre est un choix économique pris par le Port du Havre (HAROPA) et non une obligation réglementaire. En effet, les matériaux à draguer sont localisés loin de la zone d'immersion autorisée, la considération économique et les contraintes nautiques étaient telles qu'il était plus approprié d'envisager un dépôt à terre. Le dépôt est une zone ouverte située à proximité du site de dragage dans l'estuaire de la Seine (figure 1). Le site comprend la partie principale de dépôt d'une superficie de 57 325 m<sup>2</sup> et une zone de décantation de 36 115 m<sup>2</sup> avant le rejet de l'eau de drainage dans la Seine. La taille des grains est l'analyse physique la plus courante et la plus utile du point de vue de l'évaluation environnementale. Les analyses de la teneur en eau et de la densité des sédiments sont également utiles. Le sel peut être un problème majeur pour les sédiments marins. Au fur et à mesure que les sédiments sèchent, le sel concentré dans le sol peut

inhiber la croissance des plantes si le drainage manque.



Figure 1 – Situation de la chambre de dépôt

En raison de la conception de la chambre de dépôt, la distribution granulométrique du matériau consolidé diffère d'un côté à l'autre. Ainsi, trois points (A, B et C) ont été sélectionnés pour l'analyse granulométrique. Mais pour évaluer l'évolution des polluants dans le matériau, le point C a été choisi en raison de la forte concentration de métaux en raison de la nature fine des sédiments dans cette zone. Les résultats sont présentés dans le tableau 1.

Table 1 – Propriétés granulaires du matériau et leur répartition

Point	D <sub>10</sub> (μm)	D <sub>50</sub> (μm)	D <sub>90</sub> (μm)	Fines (%)	Sable (%)
A	1.8	30	69	95	18
B	1.2	12	41	99	3
C	1.6	16	12	99	2

Des échantillons de chacune des trois zones ont été analysés en ICP-AES pour déterminer la concentration de huit éléments-trace [4]. Les concentrations moyennes d'oligo-éléments provenant des trois échantillons prélevés sont indiquées dans le tableau 2. L'analyse granulométrique (tableau 1) et la caractérisation chimique (tableau 2) ont montré la distribution assez homogène des paramètres physiques et chimiques mesurés sur la vaste zone d'étude. La salinité est uniformément répartie, montrant un niveau significatif.

Table 2 – Propriétés chimiques du matériau et leur distribution

Point	Salinité (g/L)	pH	As	Cd	Cr	Cu	Hg	Ni	Pb	Zn
A	20	7.5	9.4	1.2	74	34	0.66	21	55	160
B	25	7.9	9.1	1.4	92	45	0.79	28	71	200
C	25	7.8	11.0	1.6	94	46	0.89	26	71	200

## 3 Evolution du sédiment en dépôt

L'assèchement a été mesuré par la valeur moyenne de la teneur en eau au point C (côté le plus humide) (figure

1). Les données ont montré une diminution rapide de l'humidité les deux premières années et après neuf ans, le sédiment a atteint une humidité cinq fois inférieure. La salinité a diminué de manière très importante après deux ans et a atteint une très faible valeur de conductivité électrique (1mS/cm), le drainage étant le moyen de contrôle de la salinité du sol. Il est généralement admis qu'une salinité inférieure à 2mS/cm dans le sol n'est pas préjudiciable à la croissance des végétaux. Les activités de dragage dans l'estuaire côtier perturbent les processus à la fois dans ces écosystèmes et dans les matériaux de dragage. Cela peut entraîner la libération du carbone stocké sous forme d'émissions de gaz à effet de serre [5]. L'oxygène est l'élément clé qui facilite la dégradation microbienne rapide du carbone organique stocké dans les sédiments fins. Après le dragage, la disponibilité accrue d'oxygène dans les sédiments accélère le processus de dégradation, ce qui entraîne une réduction de la teneur en carbone organique par l'augmentation des émissions de CO<sub>2</sub>. La figure 1 montre l'évolution de la matière organique (MO) avec de faibles variations entre les couches supérieure et inférieure et une teneur modérée (environ 3%). La présence de matière organique dans les sédiments peut affecter leur potentiel de valorisation en matériau de construction, mais au contraire peut améliorer leur aptitude à être utilisé dans la reconstruction de sols. La teneur en MO a augmenté rapidement dès que la végétale s'est installée et a atteint une valeur intéressante de 5% après moins de huit ans.

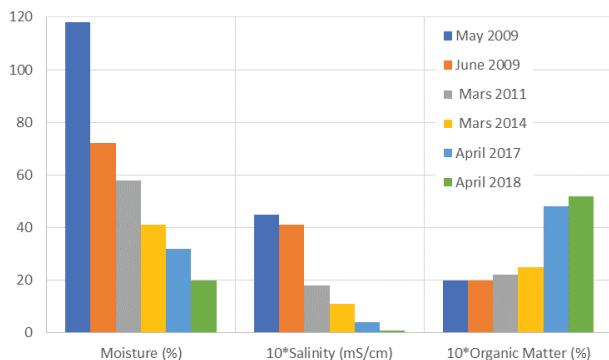


Figure 2– Evolution des propriétés physiques du sédiment

Les sédiments ont montré une concentration faible à moyenne d'éléments trace après une longue période de maturation. Dans l'ensemble, le niveau de contamination a légèrement diminué dans la zone du point C (le plus touché). Dans de nombreuses situations, la concentration de métaux augmente avec le temps dans la zone du point C (figure 2) en raison de la topographie du dépôt qui permet de drainer les polluants de la zone voisine A. Le pH alcalin (8,2) ne permet pas la dissolution des métaux. Ainsi, l'atténuation de la concentration est très lente. L'évolution de la concentration de métaux dans les sédiments déposés a été assez longue, mais les niveaux

atteints peuvent permettre la réutilisation des matériaux dans la reconstruction des sols. Dans les couches supérieure et inférieure, Cd, Zn et Hg sont les principaux contaminants, dépassant respectivement de 90 %, 34 % et 7 fois le niveau géochimique. Les concentrations de la plupart des éléments trace ont atteint la concentration maximale admissible pour les sols peu dangereux. En ce qui concerne la réglementation pour l'épandage des boues tous les éléments restent en-dessous des valeurs limites. Par conséquent, le sédiment de ce dépôt peut être utilisé dans l'amendement des sols, dans la construction ou comme substrat de culture végétale urbaine.

## 4 Conclusions

La valorisation des matériaux de dragage constitue une alternative prometteuse par rapport à l'immersion et peut contribuer à l'économie circulaire et à la sauvegarde de l'environnement. Les mesures effectuées durant une dizaine d'années ont montré que la salinité et la matière organique évoluent de manière significative après une longue maturation, alors que les concentrations de métaux diminuent légèrement dans la zone étudiée. Les valeurs atteintes restent au niveau de celles des déchets non dangereux. Cependant, lorsque les valeurs mesurées sont comparées avec celles utilisées pour les boues d'épandage elles restent conformes aux valeurs autorisées, sauf pour Cd, Hg, Cr et Zn. Par conséquent, les sédiments dragués de l'estuaire de la Seine peuvent être déposés dans des installations terrestres et après maturation ils peuvent être utilisés pour les sols reconstruits ou comme substrat de culture pour les espaces paysagers.

## Références

- [1] Mannino I., Soriani S., Zanetto G., *Management of port dredged material: an environmental-political issue, the changing coast*, In Proceedings of EUROCO AST/ EUCC, Porto, Portugal, 2002
- [2] SedNet, *Contaminated Sediments in European River Basins*, European Sediment Research Network, Netherlands 2004, <https://sednet.org/wp-content/uploads/2016/03/Sednet>
- [3] Dauvin J.C., Desroy N., Janson A.L., Vallet C., Duhamel S., *Recent changes in estuarine benthic and suprabenthic communities resulting from the development of harbour infrastructure*, Marine Pollution Bulletin 2006, 53:80–90
- [4] Ammami M.T., Portet-Koltalo F., Benamar A., Bailleul C., Wang H., Le Derf F., *Application of biosurfactants and periodic voltage gradient for enhanced electrokinetic remediation of metals and PAHs in dredged marine sediments*, Chemosphere 2015, 125:1-8. <https://doi.org/10.1016/j.chemosphere.2014.12.087>
- [5] Macreadie P.I., Anton A., Raven J.A., *The future of Blue Carbon science*, Nature Communications 2019, 10, 3998. <https://doi.org/10.1038/s41467-019-11693-w>