

ETUDE COMPARATIVE SUR LES CARACTERISTIQUES PHYSICO-CHIMIQUE DES SEDIMENTS MARINS ET DES SEDIMENTS DE BARRAGES

Benyerou Djamil¹, Boudjenane Nasr Eddine¹, Belhadri Mansour¹, Kara Omar¹

¹Laboratoire de Rhéologie, Transport et Traitement des Fluides Complexes (LRTTFC), Faculté d'Architecture et de Génie civil, Département d'Hydraulique, Université des Sciences et de la Technologie d'Oran Mohamed Boudiaf (USTO-MB) B.P. 1505 Oran-EL-M'naour 31000, Algérie.
Benyerou31amri@gmail.com

RESUME

Les sédiments d'origine diverses se déposent dans les milieux aquatiques et posent de nombreux problèmes pour le devenir des écosystèmes. Le dragage des barrages est indispensable pour prolonger leur durée de vie. Le curage des ports est aussi une nécessité pour des raisons hydrauliques (tirant d'eau) et des raisons de nuisance.

Des millions de mètres cubes de sédiments des barrages et de sédiments portuaires sont extraits régulièrement des ports et des barrages Algériens. Il s'avère nécessaire de les caractériser dans le but de leur valorisation.

Cette étude porte sur la caractérisation physico-chimique des sédiments marins du port de Bathioua, d'Oran et d'Alger et une caractérisation physico-chimique des sédiments des barrages de Fergoug, de Bouhnia et de Gargar ainsi que la comparaison entre les caractéristiques physico-chimiques des sédiments marins et des sédiments de dragages des barrages.

La caractérisation physique a révélé que les sédiments marins sont des matériaux à granulométrie étalée et leurs principaux constituants sont des sables et des limons, leur caractérisation chimique présente une forte teneur de salinité ainsi que la présence de la pollution par les hydrocarbures et par les métaux lourds. La caractérisation physico-chimique des sédiments de dragages des barrages montre une présence des limons et des argiles ainsi que l'absence de la pollution par les métaux lourds et par les hydrocarbures.

Keywords: sédiments marins, sédiments de barrage, dragage, caractérisation

INTRODUCTION

Le dragage des barrages est devenu indispensable pour prolonger la durée de vie de l'ouvrage et récupérer le volume d'eau perdu par le comblement de la vase dans le fond de la retenue. L'envasement en Algérie est caractérisé par un rythme accéléré. Les effets néfastes de ce phénomène sont nombreux allant de la réduction considérable de la capacité de stockage du barrage, la dégradation de la qualité de l'eau et l'obturation des organes de vidange et les canaux d'irrigation [1]. Dans certains pays, l'opération de dragage s'impose surtout lorsque la digue est menacée par la forte poussée des sédiments. L'accumulation de sédiments dans des cours d'eau ou des lacs peut faire diminuer la profondeur de l'eau, ce qui rend la navigation difficile voire même impossible. Il se peut qu'il faille draguer une partie des sédiments pour assurer l'accès à un cours d'eau ou un port, ce qui peut libérer des contaminants dans l'environnement. C'est pourquoi, le prélèvement des sédiments pose un problème majeur pour les responsables des ports et des voies navigables [2].

EXPERIMENTAL

Les sédiments étudiés ont été prélevés au niveau du port de Bethioua qui se consacre aujourd'hui exclusivement aux activités pétrolières. Les sédiments étudiés ont été prélevés à l'aide d'une drague mécanique qui est fondamentalement une pelle mécanique montée sur un ponton dans la zone de « Bethioua ». Le matériau dragué a été conservé dans des sachets étanches propres et transférés le jour même du dragage vers les différents laboratoires. L'étude comporte un ensemble de propriétés physiques (paramètres d'état et de nature, teneur en eau, distribution granulaire), de propriétés chimiques (pH, teneur en matière organique et en hydrocarbures) [3].

En effet les résultats ont permis de mettre en évidence une association de deux autres résultats de deux ports algériens obtenus par des autres travaux et faire une étude comparative entre ces résultats et les résultats obtenus par les travaux sur les

sédiments de trois barrages. Ces travaux permettent de joindre les résultats obtenus par les travaux de (Kazi et al. 2012) au port d'Oran, les travaux de (Atroune. 2015) au port d'Alger et les travaux de (Benyerou et al. 2014) au port de Bethioua avec les résultats obtenus par les travaux de (Semcha. 2006) au barrage de Fergoug, les travaux de (Remini. 2006) au barrage de Bouhnifia et les travaux de (Meskine. 2012) au barrage de Gargar.

Le port d'Oran est considéré comme le plus important port sur la façade maritime ouest de l'Algérie, mais l'envasement de ses darses représente un réel obstacle au développement de l'activité économique. Le curage de fond devient alors une opération d'entretien indispensable à la navigation et à la restauration des ouvrages portuaires. Se pose alors la question du devenir des sédiments dragués à laquelle il convient d'apporter des solutions respectueuses de l'environnement [4].

Le port d'Alger est situé dans la partie Ouest qui se présente en forme d'un croissant de 10 milles environ de cordé et de 4 milles de flèche, largement ouvert sur le Nord. (Figure 1) [5].



Fig.1 : Site de prélèvement des sédiments marins

Le barrage de l'Oued Fergoug, situé à 20 km en amont de Perrégaux sur la route de Mascara, est construit dès l'installation des premiers colons dans cette région [6].

Le barrage de Bouhnifia Est situé à 400 km au nord ouest d'Alger. Il a été mis en exploitation en 1945 et est destiné à l'irrigation des terres agricoles voisines ainsi qu'à alimenter la retenue du barrage de Fergoug par des lâchés périodiques [7].

Le barrage Gargar est situé dans la wilaya de Relizane à 5 km au sud-ouest de la ville d'Oued Rhiou et à 3 km en amont de la route nationale n° 04. Le barrage Gargar a pour but de stocker un volume de 450 Hm³ et régulariser annuellement un volume de 120 Hm³. Il a été destiné en premier lieu à l'alimentation en eau pour l'irrigation de 16000 Ha du plateau bas Chéiff d'Oued Rhiou avec 40 Hm³/an et accessoirement à l'alimentation en eau des diverses communautés locales (Figure 2) [8].



Fig.2 : Site de prélèvement des sédiments de barrages

Résultats et discussion

2.1 Propriétés physiques

La teneur en eau a été déterminée selon la norme NF P94-050 et la masse volumique absolue a été déterminée selon la norme NF P94-054. L'activité de la fraction argileuse mesurée par la valeur au bleu de méthylène a été déterminée selon la norme (NF P 94-068). Les résultats rassemblés dans le tableau 1 présente les propriétés physique des sédiments marins du port de Bethioua, du port d'Oran et les sédiments marins du port d'Alger. Les résultats rassemblés dans le tableau 2 présentent les propriétés physiques des sédiments des barrages de Fergoug, de Bouhnifia et les sédiments de barrage de Gargar. L'analyse granulométrique a été effectuée par granulométrie laser. L'étude granulométrique des sédiments marins montrent que la granulométrie générale des sédiments de dragage des ports algérien présente une grande fraction sableuse, moyenne fraction limoneuse et une faible fraction argileuse. En revanche L'étude granulométrique des sédiments des barrages présente une granulométrie différente par rapport aux sédiments marins et montre que la granulométrie générale des sédiments de dragage des barrages algérien présente une grande présence de fraction limoneuse et argileuse et une faible fraction de sable.

Tableau 1 : Paramètres physico-chimiques des sédiments marins.

Paramètres de sédiments marins	Port de Bethioua	Port d'Oran
Masse volumique (g/cm ³)	2.2	2.5
Teneur en eau à 105°C (%)	58	59.9
Argile (%)	2	1
Limon (%)	20	41
Sable (%)	78	58
VBS (%)	1.56	0.6
M O (%)	1.88	3.1
pH	8.7	9.1

Tableau 2 : Paramètres physico-chimiques des sédiments des barrages.

Paramètres de sédiments des barrages	Barrage de Fergoug	Barrage de Bouhnioufa	Barrage de Gargar
Masse volumique (g/cm ³)	2.65	2.58	2.68
Teneur en eau à 105°C (%)	46.40	45	
Argile (%)	2	10	60
Limon (%)	62	68	15
Sable (%)	36	22	25
VBS (%)	-	-	2.9

2.2 Propriétés chimiques

Pour avoir une idée plus précise sur la composition chimique des matériaux étudiés, on a procédé par la fluorescence des rayons X pour avoir les oxydes. Les résultats obtenus sont regroupés dans le (tableau 3 et 4). Cette analyse détaillée des résultats est basée sur la comparaison des teneurs pour différents oxydes et exprimés en pourcentage massique. Le tableau 3 présente les propriétés chimiques des sédiments marins du port de Bethioua, du port d'Oran et les sédiments marins du port d'Alger. Le tableau 4 présente les propriétés chimiques des sédiments des barrages de Fergoug, de Bouhnioufa et les sédiments de barrage de Gargar. Ces résultats montrent que la présence de la teneur en alumine (Al₂O₃) et en silice (SiO₂) dans les sédiments marins est faible par rapport à leur présence dans les sédiments des barrages. La teneur en chaux (CaO) est élevée pour les sédiments marins que pour les sédiments des barrages. Des caractéristiques chimiques complémentaires ont été aussi déterminées telles que la matière organique (MO), le pH et les pertes au feu pour les sédiments marins. On remarque que la perte au feu présent dans les sédiments marins est plus élevée que pour les sédiments des barrages à cause de la grande présence de la matière organique qui a été mesuré par calcination à 450°C selon la norme XP P94-047 pour les sédiments marins.

Tableau 3 : composition chimique en éléments majeurs dans les sédiments marins.

Paramètres en (%)	Symbole	Port de Bethioua	Port d'Oran
La silice	SiO ₂	27.9	45
L'alumine	Al ₂ O ₃	6.1	4.1
L'oxyde de fer	Fe ₂ O ₃	4.01	0.5
La chaux	CaO	29.4	25
La magnésite	MgO	2.71	0.3
Le chlorure	Cl	0.02	1.7
Perte au feu	PAF	28.9	25.5

Tableau 4 : composition chimique en éléments majeurs dans les sédiments des barrages.

Paramètres en (%)	Symbole	Barrage de Fergoug	Barrage de Bouhnioufa	Barrage de Gargar
La silice	SiO ₂	53.30	52	44.12
L'alumine	Al ₂ O ₃	6.29	10.6	15.37
L'oxyde de fer	Fe ₂ O ₃	1.76	4.8	6.10
La chaux	CaO	16.64	10.6	9.78
La magnésite	MgO	0.21	0.5	1.71
Le chlorure	Cl	-	-	-
Potassium	K ₂ O	2.30	-	2.36
L'oxyde de sodium	Na ₂ O	1.25	-	0.22
Le phosphore	P ₂ O ₅	0.18	-	-
Le sulfate	SO ₃	0.11	-	-
Perte au feu	PAF	18.91	15.2	18.32

Le (tableau 5 et 6) rassemble les paramètres de pollutions telles que les éléments traces. Ces éléments ont été déterminés par spectrométrie d'absorption atomique. La comparaison du degré de contamination des métaux lourds des sédiments marins des trois ports choisis montrent clairement que le port d'Oran et le port d'Alger sont les plus pollués par rapport au port de Bethioua. On remarque que les trois ports présentent une contamination par les métaux lourds et par les hydrocarbures ceci est probablement dû à l'activité portuaire de maintenance des bateaux et à cause des rejets des effluents domestiques et industriels dans les ports. En revanche les résultats obtenus pour les sédiments des trois barrages montrent bien qu'il y a une absence des métaux lourds et des hydrocarbures.

Tableau 5 : composition chimique en éléments mineurs dans les sédiments marins.

Métaux	Unités	Port de Bethioua	Port d'Oran	Port d'Alger
Plomb (Pb)	mg/kg	< 0.01	87	87
Mercurure (Hg)	mg/kg	< 0.01	1.64	0.84
Chrome (Cr)	mg/kg	< 0.005	76	-
Cadmium (Cd)	mg/kg	< 0.01	0.16	0.21
Hydrocarbures totaux	mg/kg	67-940	1500-17000	1900-31000

Tableau 6 : composition chimique en éléments mineurs dans les sédiments des barrages.

Métaux	Unités	Barrage de Fergoug	Barrage de Bouhnioufa	Barrage de Gargar
Plomb (Pb)	mg/kg	10	-	-
Mercurure (Hg)	mg/kg	-	-	-
Chrome (Cr)	mg/kg	23	-	-
Cadmium (Cd)	mg/kg	-	-	-
Hydrocarbures totaux	mg/kg	-	-	-

CONCLUSION

Des quantités importantes sont évacuées périodiquement par les vannes de fond des barrages ainsi que le dragage portuaire.

La caractérisation physique des sédiments de dragage portuaire a révélé que ces sédiments sont des matériaux à granulométrie étalée et leurs principaux constituants sont des sables et des limons. La caractérisation physique des sédiments de

dragage de barrages montre que leurs principaux constituants sont des limons et des argiles.

La caractérisation physico-chimique des sédiments a permis d'évaluer leur potentiel de valorisation. En faisant une comparaison entre les sédiments des ports et des barrages algérien nous a permet de constater que les résultats issus des analyses physico-chimiques effectuées sur les sédiments prélevée au niveau du port de Bethioua, du port d'Oran et du port d'Alger montre une présence de la pollution par les hydrocarbures et par les métaux lourds. En revanche la caractérisation physico-chimique des sédiments prélevée au niveau de barrages de Fergoug, de Bouhnifia et de Gargar montre une absence de la pollution par les métaux lourds et par les hydrocarbures.

Finalement, on peut conclure que les sédiments des barrages possèdent des propriétés physico-chimiques très satisfaisantes afin d'être valorisés facilement sans aucun inconvénient ou conséquence de la pollution. Les sédiments marins du port d'Oran et du port d'Alger sont les plus pollués par rapport au port de Bethioua. D'après ces résultats il est nécessaire de traité ces sédiments avant leur valorisation.

Les compétences de maîtrise et de gestion de la pollution au niveau national et international doivent prendre les mesures nécessaires pour réduire le phénomène de la pollution. L'épuration des eaux usées urbaines et des eaux usées industrielles doit répondre à des normes très strictes avant le rejet dans la mer.

ACKNOWLEDGEMENTS

Les auteurs expriment leurs sincères remerciements à tous les membres du Laboratoire LRTTFC du département d'Hydraulique de l'USTO-MB et du laboratoire de LAFARGE de la cimenterie de SIG (Algérie).

REFERENCES

- [1] Nougat B, Thèse De Magister, Ecole Normale Supérieure De l'Enseignement Technologique d'Oran, 2009, Algérie.
- [2] Tran N, Thèse de doctorat, l'Université d'Artois, 2009, France.
- [3] Kazi F, Hacini M, Semcha A, Mekerta B, J. Paralia, Xiièmes Journées Nationales Génie Côtier – Génie Civil Cherbourg, 12-14 Juin 2012 DOI:10.5150/jngcgc.2012.112-K
- [4] Atroune F, J.Paralia, Conférence Méditerranéenne Côtière Et Maritime Edition 3, Ferrara, Italia (2015) Coastal And Maritime Mediterranean Conference.
- [5] Benyerou D., Boudjenane N., Belhadri M., J. Mater. Environ. Sci. 7 (4) (2016) 1317-1327
- [6] Semcha A, Thèse De Doctorat, Université De Reims Champagne-Ardenne, 2006, France.
- [7] Remini B, Larhyss Journal, Issn 1112-3680, N° 05, Juin 2006, Pp.75-89.
- [8] Meskin A, Thèse De Magister, Université Des Sciences Et De La Technologie d'Oran, 2012, Algérie.