

Caractérisation physico-chimique des sédiments marins du littoral de Tanger et perspectives de valorisation

F. MOUKHCHAN, M. AMMARI, L. BEN ALLAL.

Laboratoire de Génie Chimique et Valorisation des Ressources, Faculté des Sciences et Techniques, BP 416, 90000 Tanger.
E-mail: fati1_moukhchan@yahoo.fr

Abstract

The experimental study was conducted on marine sediments from the coast of Tangier for a physical and chemical characteristic. The first phase of the performed work was to determine the physical and chemical characteristics. The objective is to achieve a thorough understanding of the medium (containing metal species, organic matter content, grain size, etc.) to identify the degree of pollution in these sediments. The second phase of the work is the recovery of sediments in the cement matrix materials and more specifically mortars.

Keywords: sediments, heavy metals, valorization.

Résumé

L'étude expérimentale a été réalisée sur des sédiments marins issus du littoral de Tanger en vue d'une caractérisation physico-chimique. La première étape du travail réalisé, est une caractérisation physico-chimique la plus large possible du sédiment, l'objectif est d'arriver à une connaissance approfondie du milieu (teneur en espèces métallique, teneur en matière organique, granulométrie, ...) afin d'identifier le degré de pollution dans ces sédiments. La deuxième étape du travail est une valorisation des sédiments dans les matériaux à matrice cimentaire et plus spécifiquement les mortiers.

Mots clés : sédiments, Métaux lourds, Valorisation.

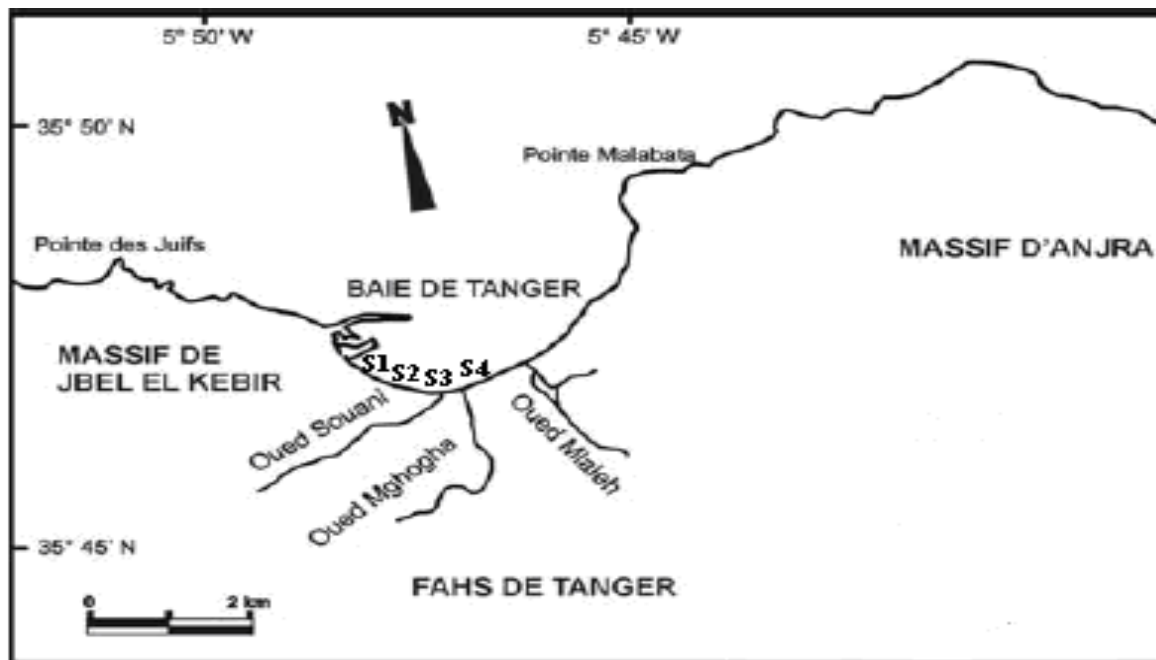
1. Introduction

Les sédiments marins sont constitués de phase minérale, organique et liquide. Dans le dictionnaire de géologie [1], les sédiments sont définis comme "un ensemble constitué par la réunion de particules plus ou moins grosses ou de matières précipitées ayant, séparément, subi un certain transport". Ces particules proviennent de l'érosion des roches et des sols, de l'activité organique (accumulation de coquilles, ...) ainsi que des rejets locaux dus à l'activité humaine [2], [1].

Les sédiments sont des particules fines (argiles, limons) à grossières (sable), déplacées et transportées grâce, notamment, aux actions climatiques (vent, marées...) et humaines. Les sédiments d'origines diverses sont très contaminés par l'activité humaine et urbaine, ils se déposent dans le milieu aquatique et posent de nombreux problèmes par le devenir des écosystèmes.

2. Site de prélèvement des sédiments

L'étude expérimentale a été réalisée sur quatre sédiments marins du littoral de Tanger, Les sites de prélèvements choisis sont situés le long de littoral entre le port et oued Mghogha, Le choix de ces sites a été basé sur la présence de source de pollution d'origine domestique, industrielle.



3. Caractérisation chimique

3.1. Dosage des métaux lourds

Le but de cette analyse est de mesurer la concentration globale des éléments considérés comme polluants tels que le Cr, Ni, Cu, Zn, As, Cd, Pb. Ces données permettent de déterminer les quantités initiales de ces éléments dans le sédiment. La norme NF X 31-151. est utilisée pour décrire la mise en solution des éléments métalliques traces. ces éléments ont été dosés par ICP-AES (Spectromètre d'Emission Atomique Plasma à Couplage Inductif). Le tableau (1) présente l'ensemble des résultats pour chaque sédiment.

Tableau 1 : teneur en élément traces ($\mu\text{g/g}$) des sédiments.

	S1	S2	S3	S4
Cr	0,1020	0,1802	0,3103	0,4597
Ni	0,0008	0,0013	0,0015	0,0008
Cu	0,0068	0,0082	0,0064	0,0105
Zn	0,0001	0,0007	0,0003	0,0002
As	0,0041	0,0028	0,0032	0,0026

Tableau 2: niveau x de référence (mg/kg de sédiment sec)

	Niveau 1	Niveau 2
As	25	50
Cd	1,2	2,4
Cr	90	180
Cu	45	90
Hg	0,4	0,8
Ni	37	74
Zn	276	552

L'interprétation des résultats vis-à-vis d'une utilisation possible de ces matériaux ne peut se faire que par rapport à des référentiels existants. Citons les valeurs guides Geode 2000 [3]. Les niveaux de référence sont présentés dans le tableau 2.

La caractérisation chimique des ces sédiments a montré l'absence d'une pollution métallique. Les résultats obtenus nous ont laissé une marge pour choisir le domaine adéquat pour une valorisation de ces sédiments.

3.2 Détermination de la teneur en hydrocarbures, de la matière organique, des carbonates, des chlorures et des sulfates

Les résultats de cette étude sont rassemblés dans le tableau 3

Tableau 3 : teneur en hydrocarbures, de la matière organique, des carbonates, des chlorures et des sulfates.

Sédiments	S1	S2	S3	S4
Hydrocarbures (%massique)	1.33	0.98	1.37	0.79
%C carbone organique	2.37	1.11	0.98	0.58
%M.O matière organique	4.09	1.93	1.69	0.99
(% CaCO ₃)	45	25.67	22.68	24.63
Chlorures (mg/l)	496.3	336.8	372.2	443.1
sulfates en (mg/l)	213.35	157.44	191.25	166.18

L'examen du tableau 3 montre une légère pollution des sédiments étudiés en hydrocarbures par comparaison aux valeurs seuils d'acceptation dans les centres de stockage (décision européenne 2003/33/CE).

4. La distribution granulométrique

L'analyse granulométrique permet de caractériser la distribution de taille des particules d'un solide. Elle permet, également, d'identifier les différentes familles granulométriques (sable, limon, argile) afin de les associer à une texture. Certaines caractéristiques d'un sédiment qui peuvent avoir une influence sur la spéciation des polluants sont dépendantes de la taille des grains qui le compose (réactivité, surface spécifique...).

Les méthodes de mesure de la taille des particules sont nombreuses et dépendent entre autre de la distribution de taille des particules. Chaque sédiment a fait l'objet d'une analyse granulométrique par tamisage à sec.

La méthode utilisée pour cette étude granulométrique se base sur l'utilisation d'une série de tamis de type AFNOR [4]. superposés de mailles décroissantes : 3.15 ; 2 ; 1.25 ; 0.63 ; 0.315 ;0.16 ;et 0.08 ;<0.08(mm) durant 20 minutes. Elle permet d'isoler chaque classe granulométrique et de déterminer leur proportion pondérale. Le résultat de cette mesure aboutit à l'établissement des courbes granulométriques suivantes (figure 2).

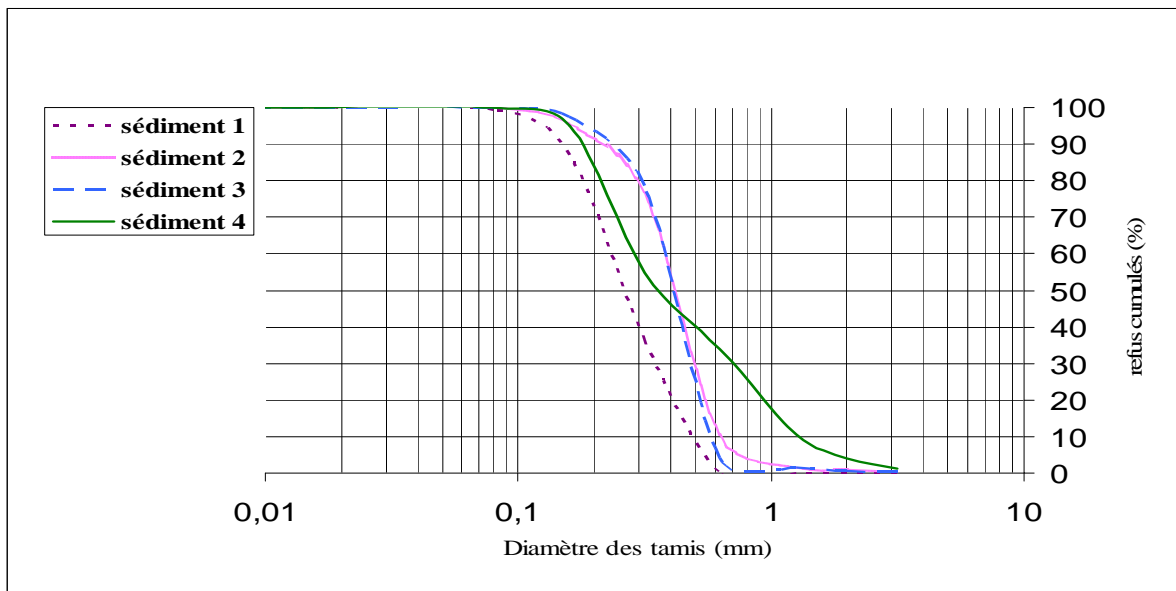


Figure 2 : courbe granulométriques des sédiments.

L'analyse granulométrique des quatre sédiments montre que le sédiment S1 est le plus fin alors que S2 et S3 sont plus grossiers et possèdent presque la même granulométrie. S4 reste le sédiment intermédiaire.

Tableau 4: Distribution granulométrique des sédiments marins.

Sédiment	S1	S2	S3	S4
Fraction de sable (en %)	36.6	76.7	78.5	54.7
Fraction de limon (en %)	50.8	19	19	40.3
Fraction d'argile (en %)	12.6	4.3	2.5	5

Les résultats présentés dans le Tableau 3 montrent que ces sédiments ont une texture généralement sableuse [5].

5. Substitution du sable de mortier par les sédiments marins

5.1. Formulations

Après avoir étudié les caractéristiques des sédiments marins peu pollués, nous allons voir comment ils se comportent lorsqu'ils sont incorporés à des mortiers. Les sédiments S1, S2, S3 et S4 ont été utilisés en substitution total du sable normalisé du mortier.

Un mortier normal (1/3 de liant, 2/3 de sable normal et un rapport Eau/Liant = 0.5) a été conçu à base du ciment marocain CPJ 45 (usine de Tanger). La résistance à la compression a été mesurée au bout de 28 jours.

Lors de la confection des mortiers avec remplacement du sable normal par les sédiments, il s'est avéré que la demande en eau devait être augmentée à cause de la porosité des sédiments. Le rapport E/L utilisé était de 0.6.



Photo 1 : Eprouvettes de mortier normalisé (4*4*16)



photo 2 : Mortiers à sédiment démoulés et conservés, dans un bain d'eau

5.2. Etude des résistances mécaniques

Les mesures des résistances mécaniques ont été préparés sur des éprouvettes de mortiers normalisées 4*4*16 cm. La résistance à la compression de chaque mortier a été mesurée à l'aide d'une presse. Les éprouvettes après démoulage à 24 heures ont été conservées dans l'eau à 20°C pour une durée de 28 jours. L'objectif est de mettre en évidence l'influence de la substitution totale du sable par les sédiments non traités dans les mortiers.

Les résistances obtenues sont comparées aux valeurs de références données comme témoins par le mortier normal. les résultats sont portés sur le tableau 4.

Tableau 5: Résistance en compression pour les différents mortiers (MPa)

Référence	Mortier normal CPJ 45	Mortier S 1	Mortier S 2	Mortier S 3	Mortier S 4
Rc (28j) MPa	45.5	17.8	24.1	22.7	28.8

Les faibles valeurs de résistance obtenues en comparaison avec le mortier normal CPJ 45 sont dues à plusieurs facteurs ; Augmentation du rapport E/L = 0.6 (E=eau, L=ciment). Préparation non normalisée du mortier, presse inadéquate.

Conclusion

L'étude réalisée sur les sédiments marins issus du littoral de Tanger nous a permis de constater que ces derniers sont peu pollués et peuvent être utilisés comme une source alternative de granulats dans le domaine de génie civil. la caractérisation physique nous a permis de conclure que ces sédiments ont une granulométrie fine et une texture de sable. La caractérisation chimique des mêmes sédiments a montré l'absence d'une pollution métallique. Les résultats obtenus nous ont laissé une marge pour choisir le domaine adéquat pour une valorisation de ces sédiments.

Les faibles valeurs des résistances en compression nous permettent de conclure que ce n'est que pour des utilisations peu résistantes (mortiers d'enduits ou de maçonnerie) que l'on peut accepter le remplacement partiel ou total du sable ordinaire par ces sédiments.

Bibliographie

[1] FOUCAULT A. ET RAOULT JF., 1980 "Dictionnaire de géologie", Editions Masson, Paris, ISBN 2-225-65461-1, ISSN 0338-2672.

[2] LIFE, 2002, "Méthodes de gestion et de réutilisation des sédiments pollués", Projet européen LIFE réalisé par In Vivo, l'Agence de l'eau Artois Picardie, le Pôle de Compétence des sites et sols pollués. Source : Agence de l'eau Artois Picardie .

[3] GEODE 2000 : Arrêté du 14 juin 2000(J.O du 10 Août 2000) relatif aux niveaux de référence à prendre en compte lors d'une analyse de sédiments marins ou estuariens présents en milieu naturel ou portuaire.

[4] AFNOR 1994 ,Qualité des sols. Recueil des Normes Française. AFNOR, 1994, 250 p.

[5] V. Dubois, "Etude du comportement physico-mécanique et caractérisation environnementale des sédiments marins –valorisation en technique routière-" Thèse de doctorat, Université d Artois, (2006) 291p.