



Caractérisation physique et environnementale des sédiments du port de pêche de Sfax

Nesma FEKI¹, Mnessi MBARKA¹

1. Faculté des sciences de Sfax, Département des Sciences de la Terre,
Université de Sfax
Route de Soukra BP 1171 Sfax, Tunisie.
nissma.feki@gmail.com

Résumé :

Le dragage des sédiments dans les ports est indispensable pour assurer le bon fonctionnement du trafic. Le port de pêche de Sfax en Tunisie est parmi les grands ports à l'échelle de l'Afrique. Les quantités draguées tous les 10 ans sont importantes et sont clapés en mer sans traitement préalable. Pour une éventuelle valorisation de ces sédiments dans des applications civiles, il est nécessaire de disposer des caractéristiques physique et mécanique de ces sédiments. Pour éviter tout risque de pollution il est aussi nécessaire d'évaluer leur degré de contamination en éléments polluants. Dans cet objectif, des échantillons sont prélevés dans le port de pêche de Sfax. Une première partie est consacrée à la caractérisation physico-chimique des sédiments. La deuxième partie s'intéresse à suivre le phénomène de décantation et d'étudier la variation de la perméabilité des sédiments en fonction de leurs concentrations.

Mots-clés : Sédiment, Port de Sfax, Propriétés physiques, Décantation, Perméabilité.

1. Introduction

La Tunisie a une côte longue de près de 1270 km au sud de la Méditerranée sur laquelle compte 8 ports commerciaux. Pour maintenir le bon fonctionnement et la sécurité navale dans ces structures portuaires, les activités de dragage (mécanique ou hydraulique) des sédiments sont nécessaires pour le maintien des profondeurs exigées. Le dragage des sédiments marins en Tunisie se fait en moyenne tous les dix ans et peut atteindre les 15 ans. Le volume total des sédiments dragués est de l'ordre de 8.5 Mm³ par an. En Tunisie les sédiments dragués sont clapés en mer ou mis en dépôt terrestre, sans aucune étude préalable de leur impact sur l'environnement marin ou terrestre. Le présent travail vise à trouver des solutions économiques et écologiques de gestion de sédiments marins dragués surtout que le clapage en mer est devenu contrôlé par des conventions internationales. Les sédiments utilisés dans cette étude sont prélevés dans les bassins du port de pêche de Sfax actif depuis 1981. Ce port avoisine du côté nord le port de commerce, situé à son tour à proximité de l'ancienne entreprise de production d'acide phosphorique (NPK), et la saline de Sfax du côté sud. Les quantités de sédiments dragués des ports de Sfax sont de l'ordre de 11% du volume total à l'échelle

de la Tunisie. Une étude réalisée par le ministère de l'environnement et de développement durable a montré que les sédiments du port de pêche de Sfax présentent des teneurs élevées en matière organique par rapport aux teneurs normales dans les sédiments (MO = 21.33%) et des concentrations en métaux lourds dépassant de loin les valeurs limites notamment en cuivre (133 $\mu\text{g/g}$), en zinc (445 $\mu\text{g/g}$) et en cadmium (5.7 $\mu\text{g/g}$). En vue de valorisation de ces sédiments il est indispensable de disposer de ces caractéristiques physico-chimiques, des caractéristiques mécaniques et des teneurs en éléments polluants probables.

2. Mode de prélèvement des sédiments et localisation

Dans ce but une campagne de prélèvement est effectuée dans les bassins du port de pêche de Sfax du 11 jusqu'au 17 avril 2014. Les sédiments sont prélevés avec une benne preneuse formée de deux grappins à mâchoires. La benne prend les sédiments en s'enfonçant grâce à son poids et à l'action des mâchoires. Les sédiments sont prélevés dans les quatre bassins du port occupant une superficie de 7.5 ha : bassin d'extension BE, bassin des thoniers BB, bassin des quais BN et bassin de loisirs BP. L'observation visuelle des sédiments montre une couleur noire, la présence d'huile et de fortes teneurs en eau et la présence de coquilles dans les sédiments du bassin BP. Les sédiments sont conservés dans des bidons hermétiques. La localisation et le nombre de prélèvement sont présentés sur la figure 1.



Figure 1. Localisation des prélèvements de sédiments dans les bassins du port de Sfax

3. Caractérisation des sédiments du port de pêche de Sfax

La caractérisation physico-chimique concerne la distribution granulométrique, la teneur en eau, la teneur en carbone organique, la teneur en carbonate de calcium et les concentrations en métaux lourds. L'ensemble des résultats sont résumés sur le tableau 1.

Tableau 1. Caractéristiques physico-chimiques des sédiments du port de pêche de Sfax.

<i>Caractéristiques physico-chimiques</i>			
<i>Distribution de la taille des grains (%)</i>	<i>Sable (<63µm)</i>	47	
	<i>Silt (de 2 à 63µm)</i>	49	
	<i>Argile (<2µm)</i>	4	
<i>Limites d'Atterberg (%)</i>	<i>Limite liquidité W_L</i>	75	
	<i>Limite de plasticité W_p</i>	52	
	<i>Indice de plasticité I_p</i>	21	
	<i>Indice de consistance I_c</i>	-8.41	
<i>Autres paramètres</i>	<i>Teneur en eau moyenne (%)</i>	233	
	<i>Poids spécifique γ_s (g/cm³)</i>	2.58	
	<i>Teneur en matière organique (%)</i>	22	
	<i>Teneur en carbone organique (%)</i>	10.32	
	<i>Teneur en carbonate de calcium</i>	23%	
<i>Caractéristiques environnementales</i>			
		<i>Valeur seuil</i>	
		<i>Valeur sédiment</i>	
<i>Métaux lourds</i>	<i>Cd (µg/g)</i>	3	10
	<i>Pb (µg/g)</i>	300	147
	<i>Ni (µg/g)</i>	9	34.55
	<i>Zn (µg/g)</i>	150	1569.50

3.1 Analyse granulométrique

La distribution des grains de taille supérieure à 80 µm est déterminée par voie humide et par voie laser pour la fraction inférieure à 80 µm. Pour chaque bassin un échantillon est préparé par homogénéisation à partir des différents prélèvements. Les courbes granulométriques obtenues sont dressées sur la figure 2a. La granulométrie est moyennement à bien graduée et étalée.

Les deux bassins de loisirs et de quais montrent une dominance de sable alors que les deux autres sont plus limoneux. Les pourcentages d'argile restent très faibles pour les quatre bassins (inférieurs à 4%).

3.2 Les limites d'Atterberg

La figure 2b montre les résultats des mesures des limites d'Atterberg pour les différents sédiments. La position des points se trouve dans le domaine des limons et des sols organiques très plastiques avec une consistance très molle (indice de consistance $I_c < 0$).

3.3 Caractérisation environnementale

La teneur en matière organique est déterminée par calcination à 450 °C. Les sédiments du port de pêche de Sfax montrent des teneurs élevées en matière organique (22% en moyenne). L'analyse environnementale concerne la détermination des concentrations en métaux lourds notamment le cadmium Cd, le plomb Pb, le zinc Zn et le nickel Ni. Les résultats obtenus confirment l'étude réalisée par le ministère d'environnement et de

protection du territoire avec des concentrations qui dépassent de loin les valeurs seuils réglementaires (Normes de rejets en milieu maritime NT 106.02) présentées sur le tableau 1. Ces fortes teneurs sont essentiellement rattachées aux différentes activités anarchiques des bateaux notamment de carénage et en moindre d'effet aux activités de transformation des produits de mer. Les fortes teneurs de Cadmium sont probablement liées aux rejets non traités de l'ancienne entreprise NPK.

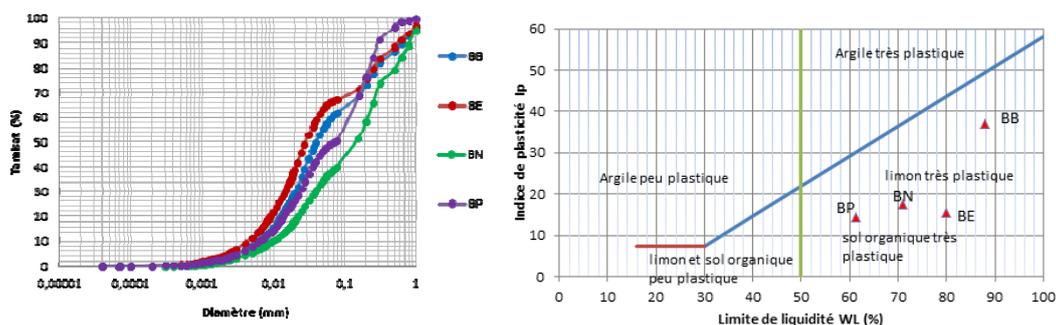


Figure 2. Sédiments du port de pêche de Sfax : a- Granulométries et b- Plasticité.

4. Etude de la décantation des sédiments du port de pêche de Sfax

Cette étude s'intéresse à étudier l'évolution de la concentration d'une suspension de sédiment au cours du phénomène de décantation. La perméabilité est calculée en fonction de la vitesse de décantation des particules solides.

4.1 La décantation

La décantation d'une suspension de sédiment, de concentration initiale connue, est réalisée dans des tubes en verre de diamètre 2 cm et de hauteurs de l'ordre de 50 cm (figure 3).

Les concentrations initiales et les hauteurs des suspensions sont présentés sur le tableau 2. Les tassements sont suivis pendant 24 jours. Les résultats obtenus pour les différents sédiments prélevés dans les quatre bassins sont présentés sur la figure 4.

Tableau 2. Caractéristiques initiales des suspensions.

	Concentration initiale (kg/m^3)	Hauteur initiale h_0 (cm)
BE	330	52.3
BP	416	52
BB	274	52
BN	286	51



Figure 3. Tubes de décantation.

4.2 Calcul de la perméabilité de la suspension

Le coefficient de perméabilité K du sédiment est calculé par l'équation de Been (BEEN, 1980) :

$$V_s = \frac{K}{\rho_s} \left(\frac{\rho_s}{\rho_f} - 1 \right) C \quad (1)$$

où V_s est la vitesse de décantation des particules solides, C la nouvelle concentration au cours de la décantation, ρ_s la masse volumique des grains solides et ρ_f la masse volumique de l'eau. L'évolution du logarithme de K en fonction de la concentration variant de 280 kg/m³ à 600 kg/m³, présentée sur la figure 5, est quasiment linéaire. Les coefficients de perméabilité sont de plus en plus faibles alors que les concentrations sont élevées. Ces dernières sont du même ordre que les perméabilités des sédiments marins méditerranéens (SANCHEZ & LEVACHER, 2007 ; LEVACHER *et al.*, 2011).

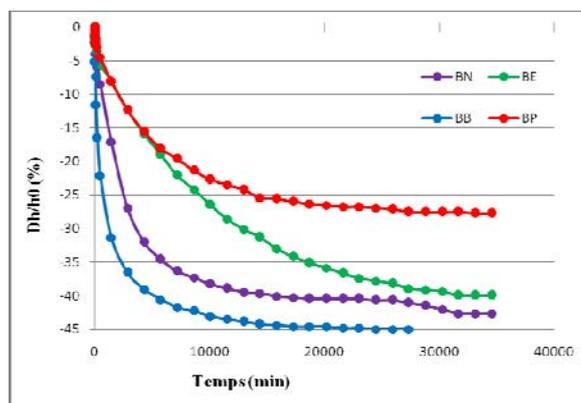


Figure 4. Evolution des tassements en fonction du temps au cours de la décantation.

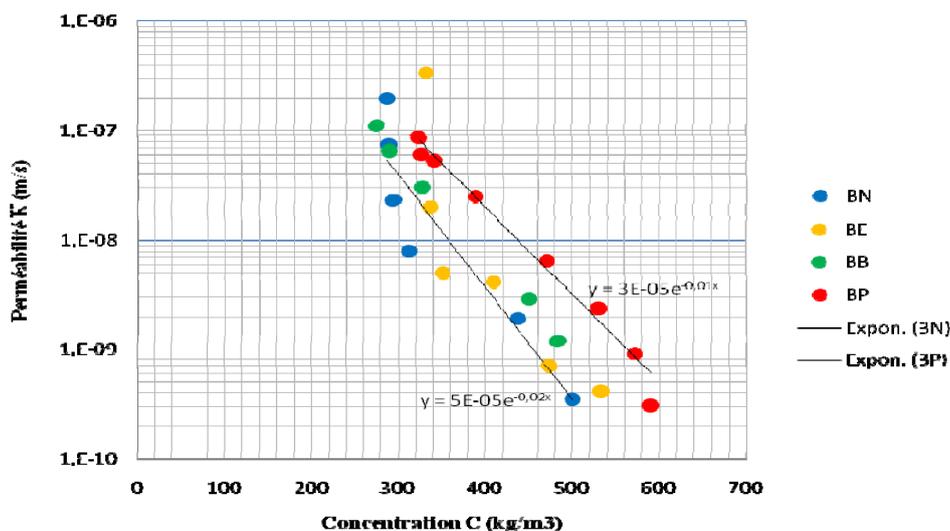


Figure 5. Evolution de la perméabilité en fonction de la concentration.

5. Conclusion

L'analyse granulométrique des sédiments du port de pêche de Sfax montre qu'ils sont formés essentiellement de limons et de sable avec un faible pourcentage d'argile. Ces sédiments sont caractérisés par de fortes teneurs en matière organique ce qui explique leur faible poids spécifique. Les caractéristiques physiques de ces sédiments sont assez comparables à ceux des retenues hydroélectriques de la Garonne et dans l'amont du barrage de Marckolsheim (ANGER, 2014) ainsi que les sédiments des ports de la Manche en France (BEN ABDELGHANI *et al.*, 2014). Les mesures de concentrations en métaux lourds sont élevées notamment en Cd, Zn et Ni ce qui nécessite des traitements de dépollution tel que la stabilisation ou la solidification.

Les propriétés hydromécaniques de ces sédiments donnent des coefficients de perméabilité de 10^{-6} à 10^{-9} m/s qui restent comparables aux coefficients des sols organiques et de la vase.

6. Références bibliographiques

- ANGER B. (2014). *Caractérisation des sédiments fins de retenues hydroélectriques en vue d'une orientation vers des filières de valorisation et matière*. Thèse de doctorat, Université de Caen- Basse Normandie, 285 p.
- BEEN K. (1980). *Stress-strain behavior of a cohesives oil deposited under water*. PhD Thesis, University of Oxford, Oxford, U.K, 257 p.
- BEN ABDELGHANI F., MAHEREZI W., BOUTOUIL W. (2014). *Caractérisation géotechnique des sédiments de dragage marins en vue de leur valorisation en techniques routières*. Déchets sciences et techniques, n° 66, pp 4-13. <http://dx.doi.org/10.4267/dechets-sciences-techniques.269>
- LEVACHER D., SANCHEZ M., DUAN Z., LIANG Y. (2011). *Valorisation en unité pilote de sédiments méditerranéens : étude des caractéristiques géotechniques et de la perméabilité*. Revue Paralia, vol. 4, pp 4.1-4.20. <http://dx.doi.org/10.5150/revue-paralia.2011.004>
- SANCHEZ M., LEVACHER D. (2007). *The influence of particle size of the dispersed mineral fraction on the settlement of marine and estuarine muds*. Geo-Marine Letters, Vol. 27, pp 303-313. <http://dx.doi.org/10.1007/s00367-007-0053-7>