



## **L'envasement du barrage de Bouhanifia : dragage et valorisation des sédiments**

**Fatiha KAZI AOUAL-BENSLAFA<sup>1</sup>, Mohammed AMEUR<sup>1</sup>,  
Belkacem MEKERTA<sup>1</sup>, Abdelaziz SEMCHA<sup>1</sup>**

1. Laboratoire LabMat, ENP Oran; BP 1523 Oran El Ménaouer,  
31000 Oran, Algérie.

*fkaziaoual@yahoo.fr ; mohammed.ameur@gmail.com; mekertab@yahoo.fr ;  
asemcha@yahoo.fr*

### **Résumé :**

L'entretien des fonds de la retenue du barrage de Bouhanifia par le dragage est une solution pour lutter contre l'envasement. Mais ces opérations de curage génèrent de grandes quantités de sédiments qui représentent un problème environnemental majeur. Dans ce travail, nous examinons la faisabilité de remplacer une partie du ciment par des sédiments de dragage (SD) dans des mortiers. Le comportement rhéologique des mortiers et leur résistance à la compression aux échéances de 2, 7, 28, 60 et 90 jours, ont été étudiés pour des substitutions de 10% et 15% de ciment par des SD. Les résultats ont montré que la demande en eau pour les mortiers avec SD est plus grande que celle du mortier de référence sans SD. Du point de vue de la résistance à la compression, les mortiers avec SD présentent des résistances similaires à celles du mortier de référence.

**Mots-clés :** Barrage de Bouhanifia, Sédiments fluviaux, Dragage, Caractérisation, Substitution du ciment.

### **1. Introduction**

L'Algérie comme beaucoup de pays des régions semi arides, doit faire face au problème du changement climatique et se retrouve confrontée à une double problématique environnementale. D'abord la préservation de la ressource en eau et ensuite la fabrication des ciments CEMI, en raison de leur teneur en clinker élevée (95% en masse) engendre un effet néfaste sur l'environnement. En effet, la production d'une tonne de clinker génère le rejet d'une tonne de CO<sub>2</sub> dans l'atmosphère. Pour palier à cette problématique environnementale, une des solutions pouvant être envisagée est l'emploi d'addition minérale en substitution partielle du ciment (GARTNER, 2004 ; CASSAGNABERE *et al.*, 2007). Des études ponctuelles ont été menées en Algérie dans le cadre de la valorisation des sédiments de dragage dans les matériaux de construction telle que la pouzzolane artificielle comme ajout au ciment pour la fabrication du ciment composé. Dans l'étude réalisée par BENKADDOUR *et al.* (2009), le pourcentage de substitution de 10% de ciment par des sédiments calcinés dans les mortiers a permis d'obtenir une résistance mécanique similaire à celle du mortier de référence. Un

pourcentage de 20% a permis d'améliorer la résistance des mortiers soumis aux attaques chimiques de l'acide HCl.

Dans ce travail, après la caractérisation des sédiments de dragage du barrage de Bouhanifia. Les sédiments ont été utilisés en substitution partielle du ciment dans les mortiers. Le comportement rhéologique ainsi que les résistances à la compression à différentes échéances ont été étudiés.

## **2. Description du site du barrage de Bouhanifia**

Le barrage de Bouhanifia est situé au nord-ouest de l'Algérie à environ 100 km au sud d'Oran et à 25 km de Mascara. La figure 1 indique la situation géographique des bassins de rejet pour le stockage de toute la quantité de sédiments dragués.



*Figure 1. Situation géographique de l'emplacement des dragues dans la cuvette du barrage de Bouhanifia et des bassins de rejet des sédiments dragués.*

## **3. Méthodes utilisées pour une réutilisation des sédiments dragués dans les mortiers**

Les échantillons de sédiments dragués (SD) ont été collectés dans la retenue du barrage de Bouhanifia ; la situation géographique et la localisation de la zone de prélèvement des échantillons est située autour du point donné par les coordonnées suivantes : 35°17'17.1"N et 0°04'47.3"W. Ils ont été transportés dans des containers hermétiquement scellés et stockés au laboratoire ensuite une première caractérisation a été réalisée. L'étude réalisée par KAZI AOUAL *et al.* (2014), la caractérisation des éléments chimiques majeurs des SD a été déterminée conformément à la norme Européenne EN1744 (1998). La granulométrie est une donnée importante, elle a été réalisée suivant la norme Européenne EN P 94-056 (1996), et par sédimentométrie

suivant la norme Européenne EN P 94-057 (1992). Les SD ont été tamisés et broyés à 80 $\mu$ m et ont été introduits dans les mortiers en substitution du ciment après une calcination à 750°C dans un four à mouffles.

Dans cette première partie de l'étude, l'objectif est de mettre en évidence l'influence de la substitution partielle du ciment par les SD sur le comportement des mortiers à l'état frais. Les mortiers ont été confectionnés en substituant le ciment par différentes fractions de sédiments calcinés: 0% (mortier de référence MR), 10%, 15% (mortiers MS10, MS15). Les essais de l'ouvrabilité des mortiers sont réalisés selon la norme américaine ASTM C1437-01 (2001).

Ce mortier est ensuite testé pour la détermination des caractéristiques mécaniques à l'état durci. Quinze séries d'éprouvettes prismatiques (40×40×160 mm<sup>3</sup>) ont été préparées selon la norme européenne EN 196-1 (1995). Les mortiers sont coulés et après 24 heures démoulés et ensuite mis à la cure dans l'eau à une température de 20°C  $\pm$  2°C, puis testés avec un appareil IBERT Test. La détermination de la résistance à la compression ( $R_c$ ) a été réalisée aux échéances de 2, 7, 28, 60 et 90 jours.

#### **4. Résultats et discussion**

Les résultats des analyses données dans l'étude réalisée par KAZI AOUAL *et al.* (2014) ont montré que les SD sont des sables fins limoneux. L'analyse chimique a révélé que les SD ont un taux élevé en silice et qu'ils sont faiblement organiques. La présence de chlorures est en faible quantité mais celle des sulfates est anormalement élevée.

##### 4.1 Le comportement des mortiers à l'état frais

Les compositions des mortiers et des résultats de l'ouvrabilité sont donnés dans le tableau 1. L'ouvrabilité des mortiers et bétons dépend la granulométrie des granulats, de la quantité d'eau du mélange et le pourcentage de SD ajoutés (LIMEIRA *et al.*, 2011). Dans cette étude, on a observé une importante réduction de la fluidité des mortiers avec l'augmentation du volume de SD. La distribution de la taille des grains des SD augmente la compacité du mélange granulaire (ciment + Sable + SD) et une partie de l'eau libre nécessaire à l'hydratation du ciment est absorbée par les SD. Donc il est nécessaire d'augmenter le ratio E/C pour obtenir une fluidité constante à 110%. Des résultats similaires ont été trouvés par LIMEIRA *et al.* (2011).

##### 4.2 Le comportement des mortiers à l'état durci

Les résultats de la résistance à la compression ( $R_c$ ) sont représentés en figure 2. Cette  $R_c$  a été mesurée aux différents âges des mortiers, on note que les résistances à la compression des mortiers MS10 et MS15 sont similaires à celles du mortier de référence MR. A ce stade de l'étude on peut conclure que l'influence des sulfates et de la silice est faible.

Tableau 1. Compositions et ouvrabilité des différents mortiers.

Matériaux et caractéristiques	Désignation des mortiers		
	RM	MS10	MS15
Ciment (kg/m <sup>3</sup> )	450	405	382,5
Sand (kg/m <sup>3</sup> )	1350	1350	1350
SD (kg/m <sup>3</sup> )	0	45	67,5
Ratio E/L (%)	0,50	0,50	0,50
Ouvrabilité (%)	110%	88%	75%
Ratio E/L (%) avec l'ouvrabilité (110%)	0,50	0,56	0,58

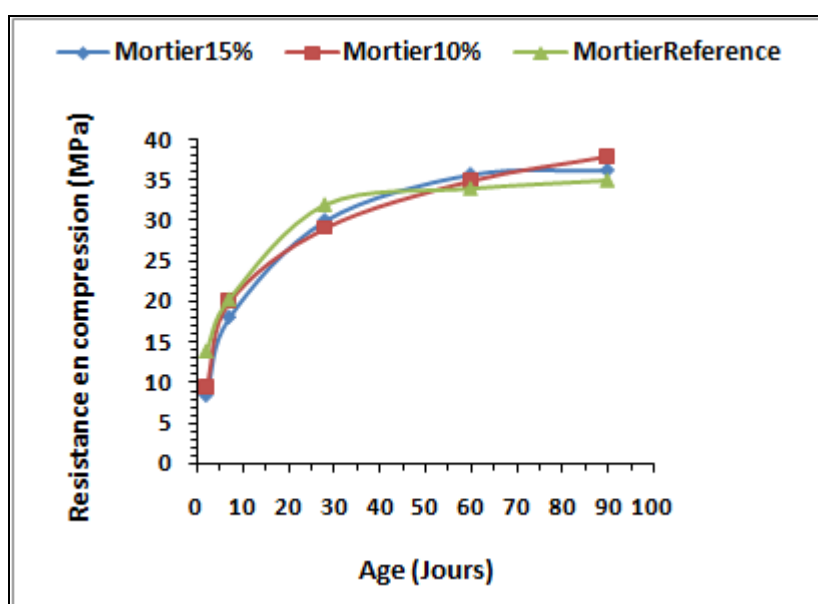


Figure 2. Résistances à la compression des différents mortiers.

## 5. Conclusions

L'expérimentation se poursuit pour l'élaboration de la fiche d'identité des SD (LEVACHER *et al.*, 2011). C'est ainsi qu'après la caractérisation physique et chimique (KAZI AOUAL *et al.*, 2014), cette étude concerne le comportement à l'état frais et durci des mortiers avec SD après traitement thermique. Les effets observés et mesurés sont les suivants :

- i) La demande en eau est supérieure dans les mortiers avec ajout de SD pour obtenir l'ouvrabilité requise.
- ii) Les résistances à la compression montrent que les mortiers avec ajout de SD ont des valeurs proches de celles du mortier de référence sans SD.

Les valeurs des sulfates anormalement élevées données par l'analyse chimique devront être analysées par des essais de durabilité des mortiers.

## **6. Références bibliographiques**

- ASTM C1437-01 (2001). *Standard Test Method for flow of hydraulic Cement Mortar*.
- BENKADDOUR M., KAZI-AOUAL F., SEMCHA A. (2009). *Durabilité des mortiers à base de pouzzolane naturelle et de pouzzolane artificielle*. Revue Nature et Technologie, n° 01, pp 63-73.
- CASSAGNABERE F., ESCADEILLAS G., MOURET M., BROILLIARD P. (2007). *Low CO<sub>2</sub> energy binder for precast industry*. 12<sup>th</sup> International Congress on the Chemistry of Cement, Montreal, (July 2007).
- GARTNER E. (2004). *Industrially interesting approaches to "low-CO<sub>2</sub>" cement*. Cement and Concrete Research, Vol. 34(9), pp 1489-1498. <http://dx.doi.org/10.1016/j.cemconres.2004.01.021>
- EN P 94-056 (1996). *Soils: recognition and testing – Particle size analysis of soils, dry sieving method*.
- EN P 94-057 (1992). *Soils: recognition and testing – Soil textural analysis – Method by sedimentation*.
- EN 1744 (1998). *Tests for chemical properties of aggregates — Part 1: Chemical analysis*
- EN 196-1(1995). Indice de classement P15-471. *Méthodes d'essais des ciments- Partie 1 : Détermination des résistances mécaniques*. 27 p.
- KAZI AOUAL-BENSLAFA F., AMEUR M., MEKERTA B., SEMCHA A. (2014). *Caractérisation des sédiments de dragage du barrage de Bouhanifia pour une réutilisation*. XIII<sup>èmes</sup> Journées Nationales Génie Côtier – Génie Civil, Dunkerque, pp 999-1006. <http://dx.doi.org/10.5150/jngcgc.2014.110>
- LEVACHER D., SANCHEZ M., DUAN Z., LIANG Y. (2011). *Valorisation en unité pilote de sédiments méditerranéens : Etude 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>
- LIMEIRA J., ETXEBERRIA M., AGULLÓ L., MOLINA D. (2011). *Mechanical and durability properties of concrete made with dredged marine sand*. Construction and Building Materials, Vol. 25, pp 4165–4174. <http://dx.doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2011.04.053>

*Côtes méditerranéennes menacées :  
Risques et défis dans le contexte du changement climatique*