Conférence Méditerranéenne Côtière et Maritime
EDITION 3, FERRARA, ITALIA (2015)
Coastal and Maritime Mediterranean Conference
Disponible en ligne – http://www.paralia.fr – Available online

Conception d'éco-matériaux à partir de sédiments

Abdélaziz SEMCHA [1], Belkacem MEKERTA [1], Fatiha KAZI-AOUAL [2], Mohamed AMEUR [2], Hafida MAAROUF [2]

1. Laboratoire de Matériaux "LABMAT", Université Ahmed Draia d'Adrar Algérie. *asemcha@yahoo.fr ; mekertab@yahoo.fr*
2. Lab. de Matériaux "LABMAT", Ecole Nationale Polytechnique d'Oran, Algérie. *fkaziaoual@yahoo.fr ; mohammed.ameur@gmail.com ; hafidamaarouf@yahoo.fr*

Résumé :
Le devenir des matières extraites lors des dragages des ouvrages envasés (ports, barrages, chenaux, …) a fait l'objet de nombreuses recherches, mais les applications concrètes des résultats restent encore timides. Notre prise en charge des sédiments extraits lors des dragages s'est concrétisée par l'utilisation de ces matériaux en tant que matières premières dans des procédés de confection de matériaux de construction. Quelques pistes de recherche ont été développées plus ou moins largement, et pour certaines d'entre elles, ont été initiées il y a plusieurs années au sein du LabMat de l'ENPOran. Nous allons les passer en revue, et donner quelques exemples d'études et d'applications récentes. Nous présentons l'essentiel à la compréhension de procédés de valorisation des fractions fines solides issues de dragages, en particulier :
- Pouzzolanicité de sédiments calcinés.
- Brique à base de sédiment de barrage.
- Mortier de réparation à base de sédiment.
- Béton autoplaçant à base de vase de barrage.
- Corrosion des armatures du Béton armé à base de ciment de vase calcinée.

Cette revue n'est pas exhaustive. Cependant, nous espérons montrer toute l'importance que peuvent avoir les travaux de recherche, en laboratoire pour des applications en industrie, en respectant les exigences environnementales d'une part, et en tenant compte des réalités économiques locales d'autre part.
Mots clés : Dragage, Sédiment, Eco-matériau, Valorisation, Pouzzolane, Ciment.

1. Introduction

Les contraintes environnementales, économiques et sociétales que subissent les industriels depuis un demi-siècle, les poussent à proposer pour les matériaux composites à matrices minérales des éco-matériaux à plus faible impact environnemental.

Parmi les contraintes environnementales, nous citerons : l'utilisation d'énergie non renouvelable, l'émission de gaz à effet de serre, ainsi que la diffusion potentielle dans le milieu naturel de substances toxiques. L'énergie de production des matériaux de construction considérés "énergivores", à l'exemple du ciment, est importante (3,4 Giga

http://dx.doi.org/10.5150/cmcm.2015.036

Joules par tonne de clinker). Les contraintes économiques liées, ont conduit les concepteurs à réagir rapidement et efficacement en améliorant les procédés, en variant les sources de combustibles, en proposant de nouveaux procédés et en revalorisant des procédés traditionnels.
Les contraintes sociétales se traduisent par une prise de conscience des nouveaux enjeux environnementaux. Nous nous intéressons à trois barrages situés en cascade sur le même oued dans le sud-est de l'Oranie (Ouizert, Bouhanifia et Fergoug). Sur ces ouvrages situés dans le même bassin versant, les sédiments prélevés ont montré de grandes similitudes dans leurs compositions chimique et minéralogique.

2. Le dragage : nécessité et conséquences

C'est la perte des volumes destinés au stockage de l'eau, pour les barrages et la diminution des profondeurs navigables pour les ports ou la création de nouvelles marinas, qui imposent le recours aux dragages. Cela entraîne La récupération de grandes quantités de matières solides qui sont confrontés à leur tour aux questions de leur devenir. Ces matériaux dragués offrent des possibilités de valorisation mais au préalable, il est important de plastronner les faits suivants devant baliser nos investigations :

- Les systèmes de construction des sociétés anciennes, étaient faits à base de matériaux naturels non cuits ou de chaux plus ou moins pure. Ils étaient en quelque sorte plus "verts" et en particulier plus en accord avec leur environnement.
- Il est remarquable de noter que suite à une probable pénurie de matières premières et d'énergie, l'évolution des systèmes constructifs se fera probablement en revenant vers ces solutions anciennes plus naturelles.

3. Les procédés de valorisation

3.1 Pouzzolanicité de sédiments calcinés

Les particules fines draguées des barrages ont des structures cristallines qui, moyennant un traitement thermique, deviennent amorphes et réagissent avec l'eau comme les liants hydrauliques avec une correction par de la chaux. Expérimentalement, des échantillons de vase calcinés à une température inférieure à 800°C ont montré des structures amorphes qui ont réagi avec la chaux pour donner des CSH de même type que ceux des réactions pouzzolaniques (SEMCHA, 2006). Nous avons ainsi conçu un ciment pouzzolanique à base de vase calcinée. Les résistances mécaniques obtenues sont égales voire meilleures que le ciment seul.

3.2 Brique à base de sédiment de barrage

La vase de barrage, stabilisée au ciment portland, dans des conditions hydrothermales en autoclave, a montré de bonnes résistances à la compression. Sous l'action de la

température et de l'humidité, une réaction chimique entre la chaux et la silice se produit pour donner des silicates de calcium hydratés (CSH) qui sont à l'origine des résistances mécaniques observées.
Quatre mélanges ont été testés (SEMCHA *et al*., 2015). Nous avons enregistré sur la figure 1, une résistance optimale pour le mélange à 40% de ciment et 60% de vase pour les trois séries d'essais.

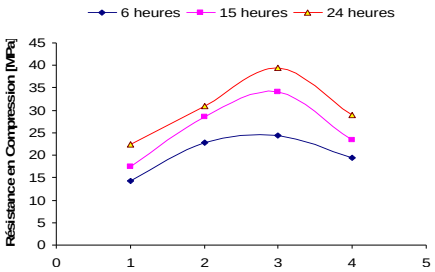

Figure 1. Résistances mécaniques des mélanges.

3.3 Mortier de réparation à base de sédiment

La vase de Bouhanifia calcinée, est appliquée dans la conception du ciment utilisé dans un mortier de réparation pour béton endommagé: ce travail, réalisé par ZERROUK (2014), a consisté en la confection de cylindres de béton qui ont été endommagés au laboratoire sur une épaisseur de 1,5 cm. Les dégradations ont été réparées avec ce mortier par rechemisage des éprouvettes. La figure 2 représente les étapes.

Figure 2. Réparation de béton endommagé.

3.4 Béton autoplaçant à base de vase de barrage

A l'aide de la méthode des "plans d'expériences", nous avons confectionné des pâtes homogènes, fluides capables de s'écouler sous leur propre poids. Ces pâtes autoplaçantes ont montré un comportement rhéologique viscoplastique**.** Quatre facteurs ont été utilisés dans la confection de la pâte; le ciment, la pouzzolane artificielle (vase calcinée), le superplastifiant et l'eau.
Une matrice de 40 expériences a été générée à l'aide du logiciel NemrodW et à l'aide d'outils statistiques une pâte autoplaçante a été déduite. Cette pâte constituée de vase calcinée de Bouhanifia a été la base de la confection d'un béton autoplaçant (BELGHOMARI, 2012).

3.5 Corrosion des armatures du Béton armé à base de ciment de vase calcinée

Une des causes majeures de dégradation des structures et ouvrages en béton armé est la corrosion des armatures qui se développe principalement selon deux processus : la carbonatation du béton qui provoque une corrosion uniforme le long de l'armature et l'attaque par les chlorures qui génèrent des piqures de corrosion.

Cette étude menée par KHELIFA (2013) a mis en évidence l'influence de la vase de barrage calcinée, utilisée en tant qu'addition minérale dans les bétons d'enrobage sur le temps d'initiation et le taux de corrosion.

4. Conclusions

A travers les résultats obtenus dans les différents procédés de valorisation, il est clair que les matières premières utilisées présentent de nombreux atouts pour ne plus être considérées comme déchets. En effet, l'exemple du dragage du barrage de Fergoug qui a causé des désordres irréversibles sur la plaine en aval (plaine de la Macta), est concret. Celle-ci a été le réceptacle des quantités considérables (10 millions de m^3) de sédiments dragués, déposés et entraînés jusqu'à l'embouchure de l'oued à la Macta.

Tous les procédés de valorisation présentés tiennent compte de l'aspect écologique et des contraintes économiques. En effet, les grands groupes cimentiers ont réagi efficacement en améliorant les procédés vis-à-vis de la consommation énergétique, et en proposant de nouvelles normes cimentières intégrant dans le ciment moins de clinker et davantage d'additions minérales. Les vases, même lorsqu'elles sont calcinées (à 800 °C contre 1450°C pour le clinker), représentent des intérêts concrets.

5. Références Bibliographiques

SEMCHA A. (2006). *Valorisation des sédiments de dragage : Applications dans le BTP, cas du barrage de Fergoug*. Thèse de doctorat de l'Université de Reims Champagne-Ardenne, France.

SEMCHA A., AGGOUN Salima, MAROUF Hafida (2015). *Valorisation de la vase de barrage dans la production d'une brique.* Séminaire sur les enjeux des sédiments et leur valorisation dans les matériaux de construction. L2MGC, Université de Cergy-Pontoise.

ZERROUK S. (2014). *Activation Thermique de Sédiments de Dragage et leur application en tant qu'ajouts aux mortiers de réparation*. Mémoire de magister, Ecole Nationale Polytechnique d'Oran, Algérie.

BELGHOMARI I. (2010). *Formulation du béton autoplaçant à base de vase: la méthode des plans de mélanges*. Mémoire de magister, Ecole Normale Supérieure d'Enseignement Technique d'Oran, Algérie.

KHELIFA Z. (2012). *Contribution à l'étude de la corrosion des armatures dans le béton armé*. Mémoire de magister, Ecole Nationale Polytechnique d'Oran, Algérie.