



Durabilité des mortiers à base de sédiments de dragage du port d'Oran

**Fatiha KAZI AOUAL-BENSLAFA¹, Hafida MAAROUF¹,
Abdelaziz SEMCHA¹, Belkacem MEKERTA¹**

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

*fkaziaoual@yahoo.fr ; hafidamaarouf@yahoo.fr; mekertab@yahoo.fr ;
asemcha@yahoo.fr*

Résumé :

Le phénomène d'envasement s'est amplifié ces dernières années pour le port d'Oran qui a perdu en moyenne un à deux mètres de profondeur. Le dragage est alors devenu une nécessité vitale. Ce travail s'inscrit dans une approche de continuité avec une étude réalisée en 2010, il a pour objectif de déterminer le pourcentage le plus efficace de sédiments traités (Sédiments phosphatés et calcinés : SPC) à utiliser en substitution du ciment dans les mortiers. A cet effet nous avons confectionné des mortiers avec différents pourcentages de sédiments (5%, 10%, 15% et 20%). Les résistances mécaniques et aux attaques chimiques (durabilité) ont été déterminées et comparées à celles d'un mortier témoin. Les résultats montrent que l'ajout de 5% et 10% de sédiments traités dans les mortiers a permis d'approcher la résistance mécanique du mortier témoin et d'améliorer leurs résistances aux attaques chimiques.

Mots clés :

Sédiments de dragage – Ajout – Mortier – Résistance mécanique – Durabilité

1. Introduction

Dans le but de redynamiser l'activité économique portuaire, les travaux de dragage du port d'Oran ont démarré en 2009. Une étude réalisée en 2010 par notre laboratoire avait permis de conclure à la faisabilité de l'utilisation des sédiments SPC comme addition minérale dans les mortiers. Cette valorisation a un objectif environnemental et économique, c'est une solution alternative au rejet en mer tout en participant à la diminution d'émission de CO₂ dans la fabrication du ciment d'autre part, la recherche d'un liant moins coûteux peut être bénéfique en raison des pénuries de ciment. Les ciments CPJ CEM II sont les plus utilisés aujourd'hui dans la construction en Algérie et l'industrie du ciment a tenu compte dans son processus de production, des résultats issus des travaux antérieurs sur la pouzzolane naturelle (BELAS BELARIBI *et al.*, 2003). Les ciments CPJ CEM II/A et CPJ CEM II/B contiennent respectivement 6 à 20% et 21 à 35% d'ajouts (NA 442, 2000). Le présent travail porte sur l'effet de l'ajout de sédiments traités (sédiments phosphatés et calcinés : SPC) sur la résistance

mécanique et la durabilité des mortiers. Pour cela les résistances en compression et les pertes de masse des mortiers avec ajout de sédiments SPC à des pourcentages variables: 5, 10, 15 et 20%, ont été déterminées et comparées à celles d'un mortier témoin.

2. Caractérisation des matériaux utilisés dans les mortiers

Le mortier est un mélange de ciment, de sable, d'eau et d'ajouts. Le ciment utilisé est un CPA CEM I 42.5 de la cimenterie de Zahana (Ouest algérien). Il a une surface spécifique Blaine de $4120 \text{ cm}^2/\text{g}$, une densité de 3,1 et respectivement ses compositions chimique et minéralogique sont données aux tableaux 1 et 2. Le sable utilisé est obtenu par une correction granulométrique d'un sable grossier concassé 0/4mm de nature calcaire issu de la carrière de Kristel (Oran Est), avec un sable fin afin d'obtenir un module de finesse de 2,25. Ce sable silico-calcaire corrigé a une masse volumique de $2,64 \text{ g/cm}^3$ et une valeur au bleu VBS de 1,28. L'eau de gâchage utilisée est l'eau potable distribuée par le réseau du service public. Les sédiments utilisés, sont prélevés à la station S13 du bassin de Mostaganem (figure 1). Les résultats de la caractérisation chimique des sédiments SPC sont donnés au tableau 3. Leur granularité (figure 2) permet de les nommer "sables limoneux", les autres caractéristiques physiques sont données au tableau 4, l'activité de la fraction argileuse est faible (VBS $< 1,5$). Les valeurs de l'indice d'activité sont de 0,88 et 0,89 respectivement à 28 jours et à 90 jours.

Tableau 1. Composition chimique du ciment.

| Composants | SiO ₂ | CaO | Al ₂ O ₃ | Fe ₂ O ₃ | MgO | SO ₃ | P.F |
|------------|------------------|------|--------------------------------|--------------------------------|-----|-----------------|-----|
| Teneur (%) | 23,3 | 62,9 | 2,7 | 3,1 | 0,7 | 1,9 | 0,4 |

Tableau 2. Composition minéralogique du ciment selon Bogue.

| Phases minérales | C ₃ S | C ₂ S | C ₃ A | C ₄ AF | CaO libre | Gypse |
|------------------|------------------|------------------|------------------|-------------------|-----------|-------|
| Teneur (%) | 56,04 | 23,34 | 1,925 | 9,42 | 0,5 | 4 |

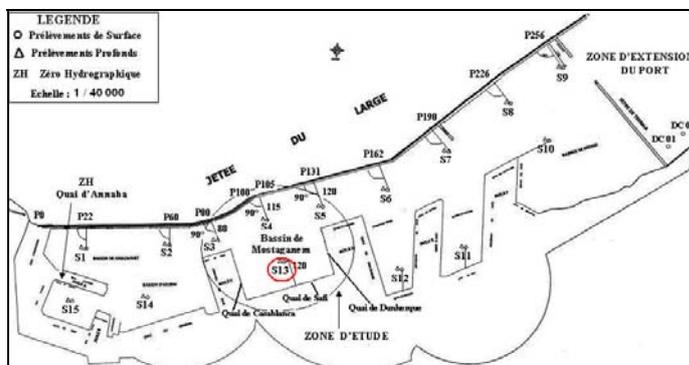


Figure 1. Représentation du site du port d'Oran et de la zone d'étude.

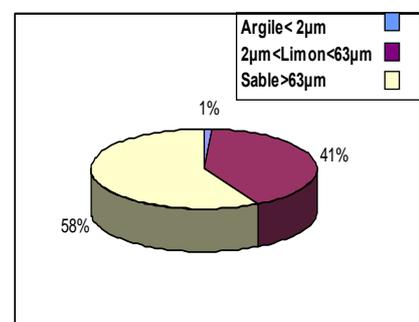


Figure 2. Composition (%) des sédiments.

Tableau 3. Caractéristiques chimiques des sédiments traités SPC (ENSET-LTPO, 2010).

| <i>Composants</i> | <i>SiO₂</i> | <i>CaO</i> | <i>Al₂O₃</i> | <i>Fe₂O₃</i> | <i>MgO</i> | <i>CL</i> | <i>SO₄</i> | <i>P.F.</i> | <i>CO₂</i> | <i>H₂O</i> | <i>Carbonates</i> |
|-------------------|------------------------|------------|------------------------------------|------------------------------------|------------|-----------|-----------------------|-------------|-----------------------|-----------------------|-------------------|
| <i>Teneur (%)</i> | 70,2 | 12,9 | 3,3 | 0,3 | 0,3 | 0 | 0 | 13,3 | 10,4 | 2,3 | 23,4 |

Tableau 4. Caractéristiques physiques des sédiments traités SPC (ENSET-LTPO, 2010).

| <i>Caractéristiques</i> | <i>Masse volumique (kg/m³)</i> | <i>Valeur au bleu de méthylène (VBS)</i> | <i>Surface spécifique Blaine (cm²/g)</i> | <i>Teneur en verre (%) (Silice–Chaux)>34%</i> |
|-------------------------|---|--|---|--|
| <i>Valeur</i> | 2300 | 0,9 | 4228 | 57,3 |

3. Programme expérimental

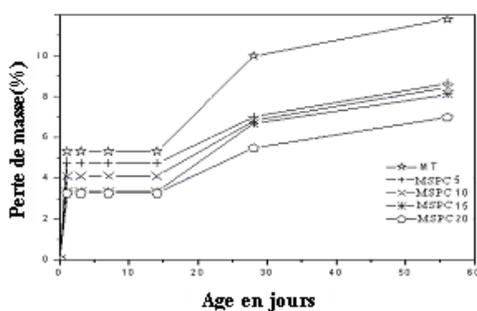
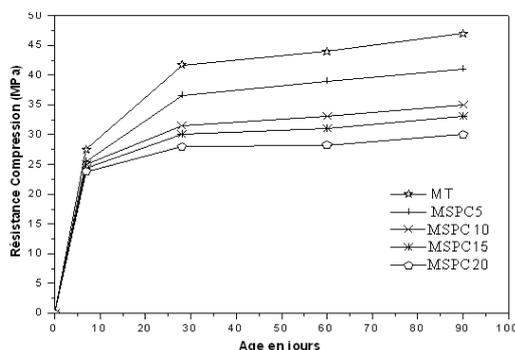
Pour mesurer la résistance à la compression aux échéances de 7, 28, 60 et 90 jours, nous avons utilisés des éprouvettes prismatiques (40×40×160 mm³) de mortiers (norme NF EN 196-1, NF P15-451, AFNOR, 1995). Les cinq séries de mortier confectionnées, sont désignées par : MT (mortier témoin : ciment CPA+15% de pouzzolane naturelle) et MSPC5, MSPC10, MSPC15 MSPC20, les mortiers avec respectivement les pourcentages de 5, 10, 15 et 20% de sédiments SPC.

Pour la résistance aux agressions chimiques, des éprouvettes cubiques (50×50×50 mm³) sont immergées dans des solutions acides avec la même concentration 3% d'acide HCl et H₂SO₄ après une mise en cure dans l'eau de 28 jours. La perte de masse est mesurée à différentes échéances allant de 1 à 56 jours.

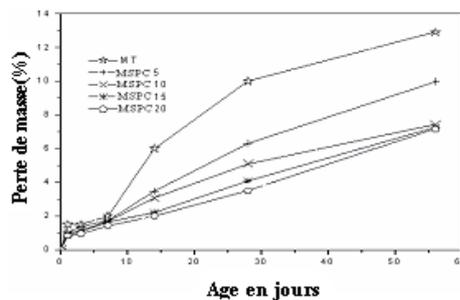
4. Résultats et discussion

L'évolution de la résistance à la compression des cinq séries de mortier est illustrée par la figure 3. Celle-ci montre clairement que le comportement général observé est conforme à celui d'un mortier et que toutes les valeurs de la résistance en compression des mortiers MSPC5, MSPC10, MSPC15 et MSPC20 sont inférieures à celle du mortier MT. Elles sont respectivement plus faibles de 12%, 22%, 30% et 33% à l'échéance de 90 jours. Cette diminution de la résistance est probablement due à l'activité lente de la pouzzolane naturelle et de l'addition SPC. La figure 4 représente les courbes de perte de masse en fonction du temps d'immersion pour les différents mortiers soumis aux attaques des acides HCl (figure 4a) et H₂SO₄ (figure 4b). On constate une perte de masse permanente à compter du premier jour d'immersion dans les solutions acides, celle-ci est plus importante pour l'acide H₂SO₄ que pour l'acide HCl. Après 56 jours, la perte de masse des mortiers immergés dans l'acide HCl, est de 12%, 8,6%, 8,4%, 8,1% et 6,8% respectivement pour le MT, MSPC5, MSPC10, MSPC15 et MSPC20. Et respectivement pour les mortiers immergés dans l'acide H₂SO₄, la perte de masse est de 13%, 9,8%, 7,4%, 7,2% et 7,1%. On remarque que les différents mortiers MSPC augmentent leurs aptitudes à résister aux attaques acides en fonction du pourcentage de sédiments SPC.

Figure 3. Résistances en compression des différents mortiers en fonction de l'âge.



(a)



(b)

Figure 4. Perte de masse en fonction du temps d'immersion : (a) pour HCl et (b) H₂SO₄.

5. Conclusions

Les résultats obtenus dans cette étude, ont permis d'aboutir aux conclusions suivantes. L'addition de 5% et de 10% de SPC permet d'approcher la résistance à la compression du mortier témoin. L'addition des SPC améliore le comportement des mortiers soumis aux attaques des acides HCl et H₂SO₄. Nous préconisons l'ajout de 5% à 10% de SPC dans le ciment (CPA CEM I + 15% de pouzzolane) pour obtenir des mortiers résistants et durables. Toutefois, des études complémentaires sont nécessaires pour confirmer ces résultats et rechercher le dosage optimal économiquement rentable.

6. Références bibliographiques

BELAS BELARIBI N., SEMCHA A., LAOUFI L. (2003). *Influence de la pouzzolane de Beni Saf sur les caractéristiques mécaniques des bétons*. Canadian Journal of Civil Engineering 30, pp 580-584.

ENSET, LTPO -Ecole Normale d'Enseignement Technologique, Laboratoire des Travaux Publics de l'Ouest. Algérie- (2010). *Caractérisation chimique des sédiments traités SPC du port d'Oran*.

NA 442 -Norme Algérienne- (2000). *Ciments, Composition, Spécifications et Critères de Conformité des ciments courants*. 22 p.

NF EN 196-1 AFNOR (1995) Indice de classement P15-471. *Méthodes d'essais des ciments- Partie 1 : Détermination des résistances mécaniques*. 27 p.