
Comportement mécanique des mortiers fibres pré fissures stockés dans un environnement acide

O. Fedououi – Akmoussi¹, L. Molez², W. Brahim¹, S. Kaci¹

¹ Université Mouloud Mammeri, Génie Civil, Tizi - Ouzou, Algérie (fedaouio@yahoo.fr)

² INSA Rennes, Génie Civil, Rennes, France

RÉSUMÉ. L'étude des bétons fibrés en milieu agressif a fait objet de plusieurs recherches. Notre étude s'est basée sur le comportement des mortiers fibrés pré-fissurés (pré-endommagés) conservés en environnement agressif. Les compositions ont été fabriquées avec un rapport eau-ciment ($E/C = 0,5$), trois pourcentages en fibres ont été utilisé : 0,25% ; 0,50% et 0,75%. Afin d'évaluer la durabilité et le comportement mécanique deux environnements ont été étudiés : acide sulfurique (H_2SO_4) et sulfate d'ammonium (NH_4SO_4). Après 28 jours d'âge, les éprouvettes ont été pré-fissurées à 90 % de la charge de rupture. Les résultats ont montrés que l'immersion dans la solution d'acide sulfurique attaque plus les éprouvettes par rapport à la solution de sulfate d'ammonium. Les mortiers avec 0.75% en fibres présentent des résistances en compression et en flexion élevées pour les différents environnements. Le choix d'utiliser des fibres métalliques offre une possibilité pour améliorer la durabilité des bétons pourvus que les fibres soit bien enrobés et le béton bien confectionné.

ABSTRACT. The study of fibre concrete in an aggressive environment has been the subject of several studies. Our study was based on the behavior of pre-cracked fibre mortars preserved in an aggressive environment. The compositions were made with a water-cement ratio ($w/c = 0,5$), three percent of fibres were used: 0.25%; 0.50% and 0.75%. In order to evaluate durability and mechanical behavior, two environments were studied: sulfuric acid (H_2SO_4) and ammonium sulphate (NH_4SO_4). After 28 days of age, the specimens were pre-cracked to 90% of the breaking load. The results showed that immersion in the sulfuric acid solution would attack the specimens more than the ammonium sulphate solution. Mortars with 0.75% fibres have high compressive and flexural strengths for different environments. The choice of using metal fibres offers a possibility to improve the durability of the concretes if the fibres are well coated and the concrete well made.

MOTS-CLÉS : Mortier fibré, pré-fissuration, solutions agressives, comportement mécanique, analyses.

KEY WORDS: Fibre mortar, pre-cracking, aggressive solutions, mechanical behavior, analysis.

1. Introduction

La pénétration des sulfates dans la matrice du mortier affecte le comportement mécanique du matériau. L'influence de la contrainte sur un béton a pour effet d'induire des microfissures dans la matrice du matériau et d'ouvrir ainsi d'autres voies d'attaque chimique [REN 00], [ESC 08].

Des études ont montré que les conditions de contrainte dans les mortiers conduisent à une augmentation de la perméabilité du matériau [GER 96], ainsi qu'à une réduction accélérée de la résistance [NÄG 95].

Le but de ce travail est de tester le comportement mécanique des mortiers pré-fissurés stockés dans un environnement acide. Les éprouvettes ont été pré-fissurées à 90 % de la charge de rupture afin de créer des microfissures. Ce réseau de microfissures permettra aux agents agressifs de pénétrer à l'intérieur de la matrice. Une fois pré-fissurées les éprouvettes ont été conservées pendant trois mois dans les deux environnements agressifs (acide sulfurique et sulfate d'ammonium).

2. Expérimentation

Les caractéristiques des matériaux utilisés sont données dans [FED 11]. Nous avons utilisé :

Un ciment Portland CEM I 52.5 de France, un sable siliceux normalisé, sa granulométrie est comprise entre 0.08 et 2 mm et des fibres métalliques droites de longueur 25 mm et de diamètre 0.25 mm. La teneur en fibres utilisée est de 0,25%, 0.5%, et 0,75% en volume du mortier.

Pour cette étude, deux séries d'éprouvettes $4 \times 4 \times 16 \text{ cm}^3$ ont été confectionnées conforme à la norme (EN 106-1). Une série non pré fissurées et l'autre série pré fissurées à 90% de la charge de rupture afin de créer un réseau de micro fissure dans les échantillons. Pour chaque série, nous avons confectionné quatre mortiers : M0 (mortier normal avec 0% de fibres), M2 (mortier normal avec 0,25% de fibres), M5 (mortier normal avec 0,5% de fibres) et M7 (mortier normal avec 0,75% de fibres). Les différentes séries ont été placées dans trois environnements : témoin (salle 20°C et 60% d'humidité relative), la solution d'acide sulfurique (H_2SO_4) et la solution de sulfate d'ammonium (NH_4SO_4). Les solutions d'acide sulfurique et de sulfate d'ammonium ont été concentrées à 0,5 moles de SO_4^{2-} par litre. Ces deux solutions permettent de montrer l'influence de l'ion sulfate mais aussi de l'intervention du cation qui lui est associé. Ceci nous permettra aussi de voir la variation des caractéristiques mécaniques des échantillons conservés dans une solution acide après une certaine durée. A 90 jours d'âge, des essais de compression et de flexion 3 points ont été effectués sur les différents échantillons.

3. Résultats et discussion

3.1. Observation visuelle

Une formation de gypse a été constatée visuellement à la surface des éprouvettes selon deux aspects. Ce gypse se manifeste sous forme de plaque de poudre pour les échantillons conservés dans l'acide sulfurique et sous forme de petites aiguilles pointues transparentes de longueur d'ordre millimétrique pour les échantillons conservés dans le sulfate d'ammonium Figure 1.



Figure 1. Éprouvettes conservées dans : 1) acide sulfurique, 2) sulfate d'ammonium.

3.2. Caractéristiques mécaniques en compression

Pour chaque pourcentage en fibres, les courbes effort-déplacement en compression et en flexion 3 points ont été enregistrées. Les figures 2, 3 et 4 montrent les résultats obtenus en compression pour les trois environnements (témoin, acide sulfurique et sulfate d'ammonium).

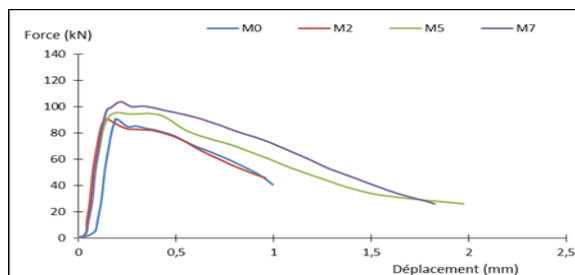


Figure 2. Courbes force-déplacement en compression (épreuves témoins).

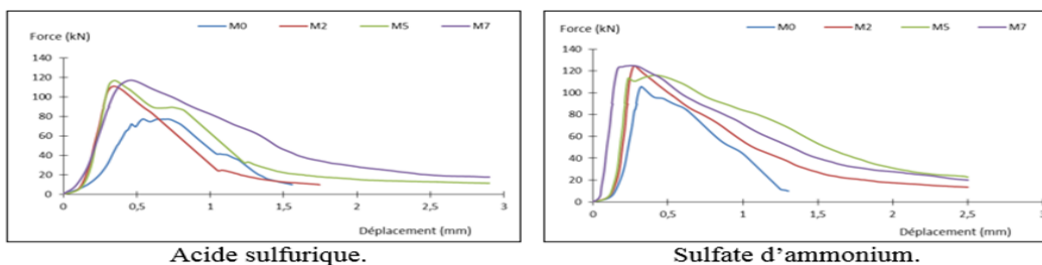


Figure 3. Courbes force-déplacement en compression (épreuves non pré fissurées).

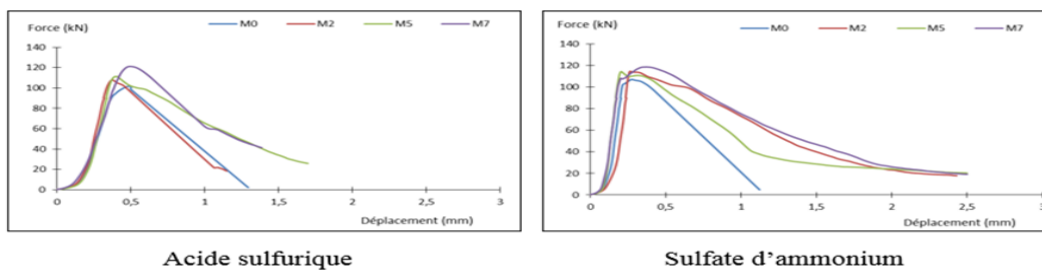


Figure 4. Courbes force-déplacement en compression (épreuves pré fissurées).

3.2. Caractéristiques mécaniques en flexion

Les figures 5, 6 et 7 montrent les résultats obtenus en flexion des différentes éprouvettes.

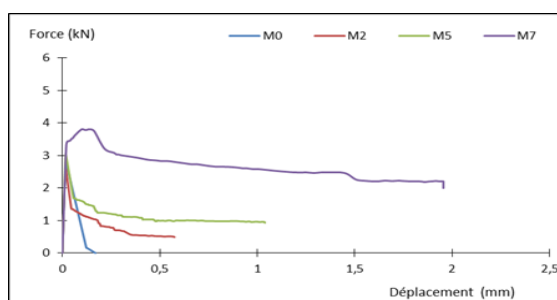


Figure 5. Courbes force-déplacement en flexion (épreuves témoins).

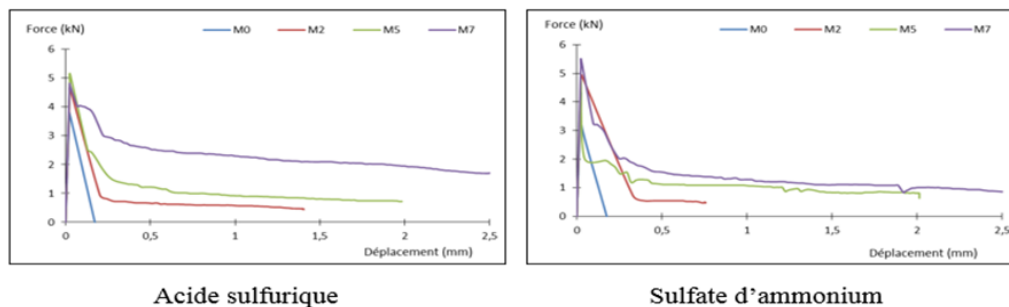


Figure 6. Courbes force-déplacement en flexion (éprouvettes non pré fissurées).

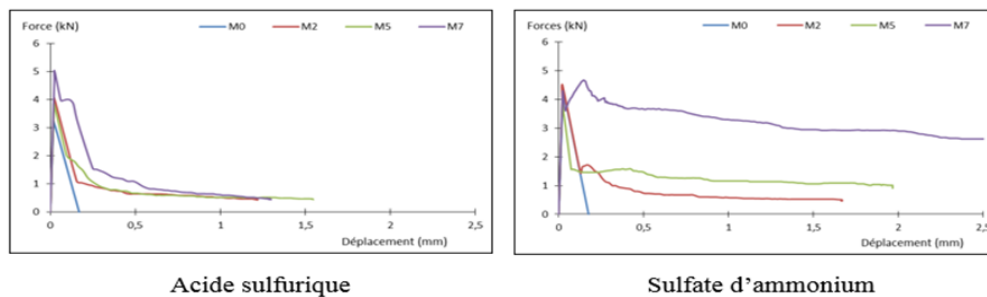


Figure 7. Courbes force-déplacement en flexion (éprouvettes pré fissurées).

Pour tous les environnements, les mortiers fibrés à 0,75% de fibres (M7) ont présentés un meilleur comportement en compression et en flexion.

4. Conclusion

Les éprouvettes conservées dans l'acide sulfurique et le sulfate d'ammonium, nous révèle la présence du gypse qui s'est manifesté selon deux aspects (plaques et aiguilles). Les mortiers soumis à l'attaque d'acide sulfurique ont été fortement dégradés avec des grains du sable déchaussés. Entre les grains de sable, la surface est couverte d'une couche blanche très dense (plaques). Par contre, la surface des échantillons exposés au sulfate d'ammonium a été moins dégradée, avec un dépôt extérieur léger de cristaux aciculaires transparents (aiguilles).

Pour toutes les séries étudiées, la résistance à la compression et à la flexion augmente avec le pourcentage en fibres. Les mortiers fibrés conservés dans le sulfate d'ammonium ont présenté des résistances supérieures par rapport aux mortiers témoins et aux mortiers conservés dans l'acide sulfurique. Ceci peut s'expliquer par l'obstruction des fissures par du gypse qui s'est manifesté sous forme d'aiguille.

5. Bibliographie

- [REN 00] RENDELL F., JAUBERTHIE R., Camps J-P., «The effect of surface gypsum deposits on the durability of cementitious mortars under sulphate attack », *Concrete Science and Engineering*, vol. 2, 2000, p. 32-38.
- [ESC 08] ESCADEILLAS G., HORNAIN H., *La durabilité des bétons vis-à-vis des environnements chimiquement agressifs. Dans « La durabilité des bétons »*, Presses de l'école nationale des Ponts et chaussées, 2008.
- [GER 96] GERARD B., BREYSSE D., AMMOUCHE A., HOUDUSSE O., DIDRY O., « Cracking and permeability of concrete in tension », *Mater. Struct.*, vol. 29, 1996, p. 141-151.
- [NÄG 95] NÄGELE E., « New and powerful method for the evaluation of multi parameter corrosion tests », *Cement and Concrete Research*, vol. 25, n° 6, 1995, p. 1209-1217.
- [FED 11] FEDAOUI-AKMOUSSI O., JAUBERTHIE R., MOLEZ L., KACI S., HADDAD O., « Durabilité des bétons fibrés conservés en réseau d'assainissement », *XXIXe Rencontres Universitaires de Génie Civil*, Tlemcen, 29-31 Mai 2011, p. 359-369.