

APPORT DES FIBRES SUR LES CARACTÉRISTIQUES DU BÉTON AUTOPLAÇANT DURCI

CHAIB Sihem¹, LASSOUED Rachid²

¹Laboratoire des Matériaux et Durabilité des Constructions, Université des Frères Mentouri, Constantine, Algérie, sihem.chaib@yahoo.fr

²Laboratoire des Matériaux et Durabilité des Constructions, Université des Frères Mentouri, Constantine, Algérie, rachid_lassoued@yahoo.fr

RÉSUMÉ

L'objectif de cette étude est d'introduire des sous-produits tels que les copeaux métalliques, issues de la société nationale des chemins de fer de Constantine "Est Algérie", dans des Bétons Autoplaçant 'BAP' afin d'étudier leurs performances mécaniques, notamment à la compression et à la flexion à trois points. Les résultats des BAP avec copeaux seront confrontés à ceux des BAP renforcés de fibres métalliques ondulées, ou de fibres synthétiques de polypropylène et ainsi qu'au BAP ordinaire. L'optique d'utiliser des sous-produit copeaux métalliques dans le domaine du Génie Civil, nous a permis de contribuer d'une manière assez humble à la valorisation de ces matériaux, l'utilisation des déchets industriels comme renforcement des bétons par des fibres à faible coût est d'un apport certain à l'économie nationale et peut aussi atténuer les problèmes environnementaux.

Mots Clés: Béton Autoplaçant, Fibre d'Acier, Fibre Polypropylène, Copeaux Métalliques, Caractérisation à l'Etat Durci

NOMENCLATURE

Symboles :	BAP-PP	BAP de polypropylène	
BAP	béton autoplaçant	BAP-CP	BAP renforcé de copeau
BAPF	BAP renforcé de fibres	BAP-FM	BAP de fibre métallique
PP	fibre de polypropylène		
CP	copeaux métalliques		
FM	fibre métallique		

1. INTRODUCTION

Le béton, matériau par excellence plus que centenaire, subit d'incessantes évolutions tant dans l'amélioration de ses performances intrinsèques que dans ses utilisations en association avec d'autres matériaux qui lui confèrent des propriétés souhaitées [01]. Toutefois, même si le développement de ce composite est qualifié de prometteur cette progression est néanmoins jalonnée de quelques contraintes à surmonter [01]. Les progrès obtenus en traction n'allaient pas de paire avec l'augmentation des autres performances, le matériau amélioré présente une fragilité accrue en traction. Ces améliorations n'ont pas pu aussi surmonter les problèmes causés par un

ferrailage dense « Béton armé » dans les différents éléments de structure. Cette densité de ferrailage peut engendrer des problèmes de ségrégation et implicitement la corrosion des armatures. Donc le rajout d'autres éléments de la même échelle que les granulats : des fibres de différents types, tailles et densités dans le but d'améliorer les performances de ce matériau composite multiphasique qu'est le béton devient un défi majeur. Les fibres contribuent à un renforcement tri-directionnel, une réduction des coûts de mise en œuvre (gain de temps) et de transport (petites quantités d'armatures), une quantité de béton réduite dans le cas de chapes de compression : pas de surépaisseur due aux seuls recouvrements des treillis, conditions de travail plus confortables, moins de risque d'accident de travail. Elles peuvent permettre de supprimer les armatures dans des pièces faiblement sollicitées en traction ou de reprendre des efforts secondaires sans l'ajout d'armatures complémentaires [01]. Les matériaux composites à fibres, depuis leur apparition ont montré à la fois leur importance historique et leur intérêt aussi bien technologique que scientifique, n'ont pas livrés tous leurs secrets et sont encore potentiellement améliorables. L'objectif de cette étude est d'introduire des sous-produits tels que les copeaux métalliques, issues de la société nationale des chemins de fer de Constantine "Est Algérie", dans des Bétons Autoplaçant 'BAP' afin d'étudier leurs performances mécaniques, notamment à la compression et à la flexion. Les résultats des BAP avec copeaux seront confrontés à ceux des BAP renforcés de fibres métalliques ondulées, ou de fibres synthétiques de polypropylène et ainsi qu'au BAP ordinaire. L'optique d'utiliser des sous-produits copeaux métalliques dans le domaine du Génie Civil, nous a permis de contribuer d'une manière assez humble à la valorisation de ces matériaux, l'utilisation des déchets industriels comme renforcement des bétons par des fibres à faible coût est d'un apport certain à l'économie nationale et peut aussi atténuer les problèmes environnementaux.

2. METHODE EXPERIMENTALE

Cette étude préliminaire sur la caractérisation à l'état durci des bétons autoplaçants renforcés avec des fibres, et afin d'être suffisamment pertinente dans notre analyse quatre compositions de BAP ont été testées dans le but d'évaluer l'apport des fibres d'acier ondulées, fibres de polypropylène ou des copeaux métalliques sur le comportement des BAP. Les mélanges retenus et étudiés :

- Béton autoplaçant non fibré (BAP témoin);
- Béton autoplaçant renforcé par des fibres métalliques ondulées « BAP-FM »;
- Béton autoplaçant renforcé par des fibres de polypropylène « BAP-PP »;
- Béton autoplaçant renforcé par des fibres de copeaux métalliques « BAP-CP ».

2.1. MATERIAUX ET PROPORTION DES MELANGES

Avant d'entamer une formulation d'un béton il est nécessaire de connaître les matériaux utilisés à cet effet : Le ciment utilisé est un ciment portland CPJ-CEMII/A 42.5, le Filler calcaire de classe F15, les Granulats qui sont des matériaux concassés de classes granulaires: du sable (0/4) et des gravillons de classes (4/8, 8/16), l'eau du robinet qui alimente notre laboratoire d'LMDC ; l'Adjuvant utilisé SIKA VISCOCRETE TEMPO 12 (fourni par SICA) est un super-plastifiant/haut réducteur d'eau.

Les fibres utilisées dans notre travail sont illustrées respectivement dans la FIGURE1:

- GRANIFIBRES : (fourni par GRANITEX) Sont des fibres synthétiques en polypropylène caractérisées d'une longueur de 12mm.

- MEDAFAC : (fourni par GRANITEX) est une fibre d'acier ondulée ses caractéristiques techniques lui permettent d'améliorer les résistances mécaniques du béton surtout en flexion, caractérisée d'une longueur de 50 mm.
- Sous-produit industriels « les copeaux d'acier » sont lisses, de longueur variée entre 30mm et 50mm, Ces sous-produits considérés comme renforts pour notre étude proviennent de déchets d'usinage de pièces mécaniques, provenant des tourneurs de la société nationale des chemins de fer (commune de Constantine).



FIGURE 1. Fibres « polypropylène, ondulées d'acier, copeaux métalliques » utilisées dans le renfort des BAP

2.2. OPTIMISATION DES MELANGES

Pour la conception du béton autoplaçant témoin (sans fibres), nous avons utilisé la méthode japonaise de formulation, afin d'éviter tout problème de blocage des gravillons. En ce qui concerne la formulation des BAP renforcés de fibres, on garde les compositions de référence, celle du témoin, à l'exception du volume du gros granulat on substitut 0.25% du volume de ce dernier par le volume des fibres. Le TABLEAU 1 montre les proportions des mélanges à étudiés :

Matériaux	Ciment	Filler	Sable	Gravier	Eau	Super-plastifiant
BAP	400	40	737.95	737.95	180	08
BAP-FM	400	40	737.95	735.45	200	08
BAP-CP	400	40	737.95	735.45	200	08
BAP-PP	400	40	737.95	735.45	200	08

TABLEAU 1. Proportions des bétons étudiés (kg/m³)

2.3. CARACTERISATION DES BETONS A L'ETAT DURCI

Les résistances mécaniques en compression et en flexion sont des caractéristiques essentielles des bétons, et des paramètres fondamentaux de notre étude, par conséquent leur évolution a été suivie pour tous les bétons étudiés. La mise en place des éprouvettes s'est effectuée dans différents moules destinés aux corps d'épreuve

correspondants aux essais programmés:

- Eprouvette cylindrique d'élancement : $10 \times 20 \text{ cm}^3$.
- Eprouvette prismatique d'élancement : $7 \times 7 \times 28 \text{ cm}^3$.

Avant le remplissage des moules on applique un lubrifiant sur les parois. Les bétons autoplaçant n'ont subi aucune vibration. Toutes les éprouvettes ont été démoulées 24 heures après la fabrication. Elles ont ensuite été placées dans les conditions ambiantes du laboratoire jusqu'au moment de l'essai qui s'effectue à 7, 14 et 28 jours. FIGURE 2.



FIGURE 2. Moules destiné aux essais programmés et conservation des échantillons

3. RESULTS

Notre approche consiste à comparer des bétons optimisés répondant aux mêmes exigences : constituants et même volume de pâte.

3.1. RESISTANCE A LA COMPRESSION DES BAP

La FIGURE 3. Présente l'évolution avec l'âge des résistances à la compression des BAP étudiés :

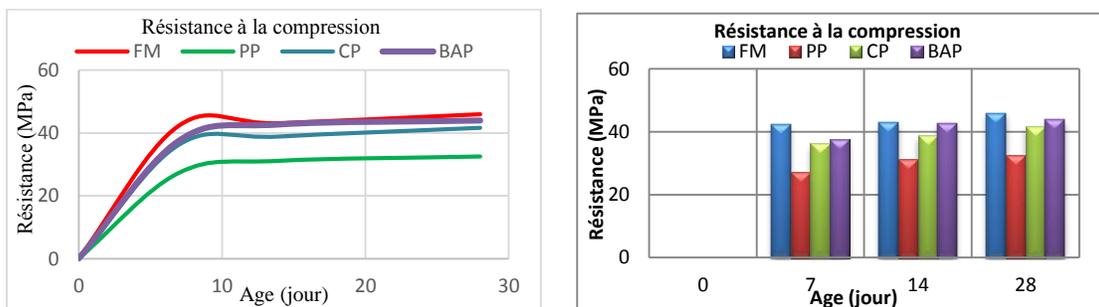


FIGURE 3. Evolution de la résistance des BAP étudiés à la compression.

D'après les résultats illustrés dans les graphes et l'histogramme de la FIGURE 3, nous remarquons que tous les mélanges des bétons étudiés ont subi une amélioration régulière de la résistance à la compression avec l'âge. Alors que les fibres de polypropylène ont provoqué une chute de la résistance du béton par rapport au BAP non fibré, les fibres d'acier ondulées ont accru une amélioration de la résistance à la compression [1] [2], tandis aussi que le BAP-CP a présenté une légère dégradation de sa résistance en comparaison au BAP témoins ce que [3] a aussi distingué, mais cette résistance reste supérieure à celle du BAP-PP.

3.2. RESISTANCE A LA FLEXION TROIS POINTS

La FIGURE 4. Présente l'évolution de la résistance à la flexion à trois points des mélanges étudiés :

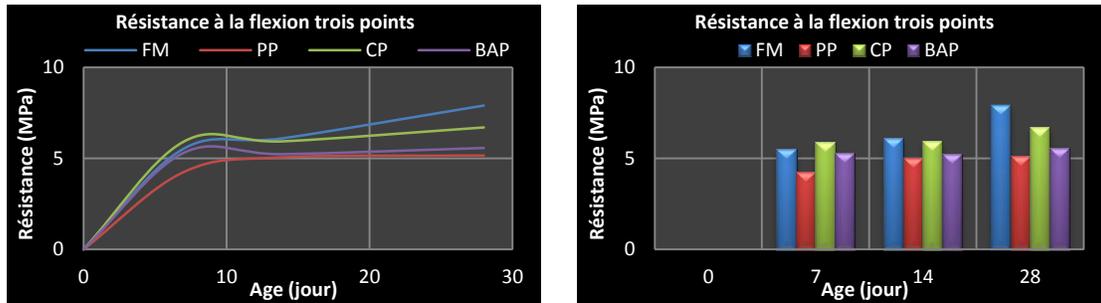


FIGURE 4. Evolution de la résistance des BAP étudiés à la flexion trois points

L'évaluation des résultats présentés dans ces graphes et l'histogramme nous permis de distinguer que : tous les mélanges étudiés ont subi une amélioration de la résistance à la flexion avec l'âge. Nous remarquons aussi une contribution des fibres métalliques et les copeaux dans l'augmentation de la résistance des BAP, tandis que les fibres Polypropylène ont provoqué une chute de résistance de ce dernier, ce qui est aussi distingué par A. Djumbong [3] que les fibres de polypropylène peuvent avoir pour conséquence la diminution des résistances à cause de l'augmentation de l'hétérogénéité. Les BAP-CP ont marqué une résistance supérieure de la résistance du BAP témoin et la résistance des BAP-PP. Donc les sous-produit copeaux métalliques ont attribué à l'amélioration de la resistance du BAP à la flexion.

4. CONCLUSIONS

Les résultats des essais expérimentaux «de compression et de flexion à trois points sur des éprouvettes à 7, 14 et 28 jours », effectués sur des BAP renforcé avec de variabilité de types de fibres ont permis de conclure : que tous les mélanges des BAP étudiés ont subi une amélioration régulière de la résistance à la compression et à la flexion avec l'âge. L'ajout des fibres a aboutis à modifier le comportement des BAP, les BAP renforcé avec les fibres métalliques ont subi une amélioration de la résistance à la compression et à la flexion en comparaison au BAP témoin, et les copeaux n'ont pas accrue un effet favorable sur la résistance à la compression, alors que les fibres de polypropylène ont provoquées une chute des résistances. Les sous-produits « copeaux métallique » ont attribuées à l'amélioration de la résistance à la flexion du BAP. Utiliser des sous-produit copeaux métalliques dans le domaine du Génie Civil, peut permettre de contribuer d'une manière assez humble à la valorisation de ces matériaux, l'utilisation des déchets industriels comme renforcement des bétons par des fibres à faible coût est d'un apport certain à l'économie nationale et peut aussi atténuer les problèmes environnementaux.

REFERENCES

- [1] H. Oucif, Les bétons autoplaçants a fibrage mixte : leur réponse mécanique et bases de leur optimisation, *These présentée en vue de l'obtention du diplôme de doctorat d'état*, 2006.

- [2] P. Casanova, Bétons renforcés de fibres métalliques : du matériau à la structure. Etude expérimentale et analyse du comportement de poutres soumises à la flexion et à l'effort tranchant, *Doctorat de l'Ecole Nationale des Ponts et Chaussées*, 1995.
- [3] A. Djumbong; Influence des fibres synthétiques et métalliques sur le comportement post-élastique des poteaux en béton à hautes performances, *Thèse de doctorat Spécialité : génie civil, Sherbrooke (Québec) Canada*, 2011.
- [4] Z. Zamanzadeh, L. Lourenço and J. Barros ; Recycled Steel Fibre Reinforced Concrete failing in bending and in shear, *Construction and Building Materials* 85 (2015) 195–207, 2015.
- [5] R.S.Edwin, M. Schepper, E.ruyaert and N. Belie effect of copper slag as supplementary cementitious materials SCM in ultra-high performance mortar UHPM, *int. Conference on Sustainable Structure Concrete, La Plata Argentina*, 2015.