



**HAL**  
open science

## Contribution à l'étude des performances rhéologiques et mécaniques des bétons autoplaçants avec des fibres végétales (Chanvre et Alfa)

Abderraouf Belkadi, Chahinez Amouri, Abdelhamid Guettala, Hacene Houari, Abdelhakim Zendaoui

### ► To cite this version:

Abderraouf Belkadi, Chahinez Amouri, Abdelhamid Guettala, Hacene Houari, Abdelhakim Zendaoui. Contribution à l'étude des performances rhéologiques et mécaniques des bétons autoplaçants avec des fibres végétales (Chanvre et Alfa). Rencontres Universitaires de Génie Civil, May 2015, Bayonne, France. hal-01167697

**HAL Id: hal-01167697**

**<https://hal.science/hal-01167697>**

Submitted on 24 Jun 2015

**HAL** is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

---

# Contribution à l'étude des performances rhéologiques et mécaniques des bétons autoplaçants avec des fibres végétales (Chanvre et Alfa)

A .Belkadi<sup>1</sup>, C. Amouri<sup>2</sup>, A.Geuttala<sup>1</sup>, H.Houari<sup>2</sup>, A.Zendaoui<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Université Mohamed khider, Département de Génie Civile et Hydraulique, Biskra-Algérie. belkadi\_ms@hotmail.fr ; guettalas@yahoo.fr

<sup>2</sup>Université Les frères Mentouri 1, Département de Génie Civil, Constantine - Algérie. c.amouri@yahoo.fr; hhouarilmdc@yahoo.fr

<sup>3</sup>Université HADje Lakhdar, Département de Génie civil, Batna-Algérie. zendaoui-abdelhakim@hotmail.fr

---

**RÉSUMÉ.** Le développement des bétons auto-plaçants (BAP), a récemment été l'un des plus importantes découvertes dans l'industrie du bâtiment. Sachant bien on y intégrant les fibres, la résistance à la fissuration et la ductilité seront améliorées.

Les dernières recherches consistent et intéressent beaucoup plus les nouveaux matériaux biosourcés qui respectent l'impact environnemental. Les fibres végétales sont de plus en plus utilisées comme renfort dans les matériaux de constructions. Elles constituent en effet une ressource renouvelable, naturellement biodégradable, et disposant de nombreuses qualités mécaniques et hydriques.

Parmi ces fibres les fibres de chanvre ou Cannabis issues d'une plante annuelle à croissance rapide en Asie et en Europe. Dotées d'une résistance élevée à la traction et sont avantageuses pour une utilisation dans un certain nombre de produits tels que le papier, les textiles et les fibres en béton armé.

Le but de ce travail est de réaliser un éco-matériau composite bétons autoplaçants combiné aux fibres de chanvre et de chènevotte tout en considérant le rôle et l'influence de ces renforts sur les performances de ces bétons. A cet effet, une étude comparative a été menée sur un BAP sans fibre (BAP-T), BAP avec polypropylène (BAP-P) et BAP avec fibre de chanvre (BAP CV) et BAP avec Alfa BAP AF.

Les propriétés rhéologiques ont été déterminées à l'aide des essais d'étalement,  $T_{500}$  temps, L-box, J-ring, pourcentage d'air occlus, V-entonnoir et la densité humide. Les propriétés mécaniques incluent la résistance en compression, à la traction à 3, 7, 14, 28 et 90. Ainsi que le comportement à l'élévation de la température.

Les résultats montrent qu'il est possible d'utiliser les fibres CV et AF comme élément de renforcement dans la production de BAP fibrés. Ils ont présenté une bonne résistance mécanique et un bon comportement à l'élévation de la température et une légère diminution de l'ouvrabilité des bétons autoplaçants.

**ABSTRACT.** The development of self-compacting concrete (SCC), has recently been one of the most important discovery in the construction industry. Knowing that by incorporating fiber, crack resistance and ductility improves.

The latest research involves interested and much bio sourced new materials that meet environmental impact. Vegetable fibers are increasingly used as reinforcing materials in the constructions. They are indeed a renewable resource naturally biodegradable, and have many mechanical and hydric qualities.

The aim of this work is to achieve an eco-composite materials self-compacting concrete combined with hemp and Alfa fiber while considering the role and the influence of these reinforcements on the performance of these concretes.

For this purpose, a comparative study was conducted on a SCC without fiber (SCC-T), SCC with hemp fiber (SCC-HE), SCC with Alfa fiber (SCC-AF) and SCC with polypropylene fiber (SCC-PP).

The rheological properties were determined using the slump flow tests, slump flow time  $T_{500}$ , L-box, J-ring, V-funnel, entrained air percentage and wet density percentage. The mechanical properties include compressive strength, tensile strength at 3, 7, 14, 28 and 90 days and the elastic modulus at 7 and 28 days. As well as water capillary porosity and behavior in temperature elevation.

The results show that it is possible to use the Hemp and Alfa fibers as a reinforcing element in the production of fiber reinforced self-compacting concrete. They showed good strength, good behavior at elevated temperature of self-compacting concrete.

*MOTS-CLÉS : béton autoplaçant, fibres végétales, fibre de chanvre, fibre d'alfa, fibre polypropylène, propriétés rhéologiques et mécaniques.*

*KEY WORDS: self-compacting concrete, plant fibers, hemp fiber, Alfa fiber, polypropylene fiber rheological properties and mechanical performance*

---

## 1. Introduction

Le béton autoplaçant (BAP) est un béton d'une récente innovation qui ces dernières années aucune une importante est considérable place au sein de l'industrie du béton en raison des avantages qu'il présente: ne nécessitant pas de vibration, avec un écoulement sous son propre poids, même dans les milieux de dense ferrailage.

Les BAP ont été développés au Japon [Ben 14] dans les années 1980 pour être principalement utilisés pour les structures fortement renforcées. Récemment, ce béton a acquis une large utilisation dans de nombreux pays pour différentes applications et configurations structurales.

L'inclusion de fibres dans la BAP va étendre ses avantages. Parmi ces avantages, seraient de retarder les propagations des fissures des structures et ainsi améliorer la résistance à la traction et à la flexion et la ténacité du béton durci. Par conséquent, l'utilisation de fibres peut accentuer les champs d'application de BAP.

Les matériaux végétaux représentent une source de produits renouvelables utilisés ces dernières décennies dans les constructions.

Une façon d'atteindre une industrie de la construction plus durable et plus adéquate à l'environnement. Tout en procédant à la réduction en matière de consommation des matières premières en ajoutant des sous-produits ou de matériaux biosourcés.

En générale l'inclusion de fibres quel que soit métalliques, synthétique ou végétales dans les BAP va améliorer ses acquis et leurs champs d'utilisation. Procédant à l'empêchement de la propagation des fissures notamment dans les éléments structuraux et ainsi pouvant développer la résistance à la traction, à la flexion et la ténacité du béton durci. [Rab 013] [Maj 013] [Mah 013] [Yin 012] [Rom 05] [Din 09] [Sho 011] [Jia 014]

Sachant que les fibres végétales se caractérisent par une valeur d'absorption d'eau plus élevée; dont la question qui se pose, peut-on réaliser un béton autoplaçant contenant des fibres végétales avec une ouvrabilité acceptable sans toutefois toucher les performances mécaniques et physiques?

L'alfa (*Stipa Tenacissima L*) La plante est une graminée et est un membre de la famille des herbes. C'est une plante permanente qui ne disparaît pas pendant l'hiver et qui pousse indépendamment formant des nappes. Grâce à la faible consommation d'eau, l'alfa est endémique dans la région méditerranéenne d'ouest, une région plutôt sèche. L'Algérie dispose 4 million tonne de cette fibre. [Eva 010]

Cette étude examine et quantifie la manière dont l'ajout de différents types de fibres végétales et synthétiques affecte les caractéristiques d'écoulement de bétons autoplaçants, les propriétés mécaniques et le comportement sous élévation de la température. Des études expérimentales ont été effectuées sur des mélanges de béton à plusieurs reprises afin d'aboutir à une maniabilité des BAP selon le type et la quantité de fibres.

## 2. Programmes expérimentales

### 2.1. Matériaux de bases

Le type de ciment utilisé dans toutes les compositions: Ciment Portland 42.5 CEM I. deux modes de renforcement des fibres végétales (Alfa, Chanvre) et synthétique polypropylène. Des matériaux résultants du concassage de roches calcaires. Tel : sable 0/3 avec une densité de 2680 (kg/m<sup>3</sup>), gravier 3/8 et 8/15 avec une densité absolue de 2600 (kg/m<sup>3</sup>) ont été utilisés. Par ailleurs, un super-plastifiant à base de polycarboxylique ether a été utilisé dans toutes nos expériences. Sa densité de 1,06 sa teneur en ions chlorure inférieure à 0,1%, avec une caractéristique de bonne durée rhéologique et une résistance à la ségrégation. Cela a permis aux tests recommandés pour être menés à l'état frais sans l'aide d'un agent retardateur de prise.

Pour les fibres (Alfa, chanvre) on a coupé en longueur variant entre 2-3 cm puis utiliser à l'état naturel et sec sans traitement pour obtenir un faible coût. La densité absolue d'alfa et chanvre est 1400 kg/m<sup>3</sup> et 1580kg/m<sup>3</sup> respectivement. Pour les caractéristique mécanique on trouve que la fibre chanvre présente une résistance à la traction environ 600-1100 MPA [Cam 010]. Par contre la fibre d'Alfa est de 63 MPA [Eva 010]

**Tableau 1.** Montre les caractéristiques physiques et chimiques du ciment et filler calcaire.

Élément	CaO	SiO <sub>2</sub>	Na <sub>2</sub> O	MgO	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	K <sub>2</sub> O	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	SO <sub>3</sub>	PH	Poids spécifique (kg/m <sup>3</sup> )	Densité apparente (kg/m <sup>3</sup> )	La finesse (cm <sup>2</sup> /g)
filaire	55,88%	0,01%	0,01%	0,14%	0,01%	0,01%	0,01%	0,01%	0,0021%	9,24%	2700	1090	4100
Ciment	61,60	20,40	/	1,73	5,53	/	/	3,54	2,29	/	3100		3600

## 2.2. les proportions de mélanges

La conception de mélange BAP a été déterminée en utilisant le logiciel Bétonlab-Pro [Sed 00] .Tous les différentes données relatives aux matériaux utilisés ont été pris en compte.

Au total, trois formulations ont été préparées, avec une seul teneur de fibre 2 kg/m<sup>3</sup>, BAP sans fibre témoin (BAP-T), BAP avec fibre Alfa (BAP-ALF), BAP avec chanvre (BAP-CV) BAP avec polypropylene (BAP-PP). Un point constant fixe de liant (ciment + fillere calcaire) égale à 520 kg/m<sup>3</sup> a été sélectionné avec le meme squelette granulaire et un legere ajustement sur la teneur en eau et du superplastifiant afin d'obtenir les caractéristiques à l'état frais acceptable pour les quatre mélanges.

**Tableau 2.** Montre les différents composants de nos mélanges

Composition (Kg/m <sup>3</sup> )	BAP-T	BAP-ALF	BAP-CV	BAP-PP
Ciment	400	400	400	400
Sable	120	120	120	120
Filler calcaire	804.2	804,8	804,8	804.2
Gravier (3/8)	161.3	161,3	161,3	160.3
Gravier (8/15)	648.8	648,8	648,8	647.8
Eau	203.2	206,5	217	220.2
Superplastifiant	9.5	10,1	9.82	10.11
Fibres	/	2	2	2

## 2.3. Prossedure d'essai

Pour le cycle d'échauffement, on a utilisé une fourchette de trois températures osciallants de 150°C, 300°C et 450°C. se divisant en trois phases: La première phase se compose d'une rampe de montée en température avec une vitesse de 5°C/min. La 2ème phase (palier), la température se stabilise dans le four durant 01 heures. La dernière (la descente) est une rampe de refroidissement jusqu'à la température ambiante. Les essais de la résistance à la compression et à la traction résiduelle ont été effectués.

## 3. Résultats et discussions

### 3.1. Les caractéristiques à l'état frais

Les résultats des tests de béton frais en termes de diamètre l'étalement et T50, le test J- ring et temps d'écoulement V-entonnoir, stabilité au tamis, air occlus, boîte en L et la densité humide sont donnés dans le tableau 3.

Type de l'essai	BAP-T	BAP-AF	BAP-CV	BAP-PP
l'étalement	73	68	65,5	60,5
t50	2	3,9	2,4	2,62
J ring	0,15	1,7	1,35	5,05
DJ	71,5	62	62,5	47,5
V entonnoir	10,73	11,98	9,39	8,44
Boite-L	0,91	0,84	0.86	0,45
stabilité au tamis	15,4	5,412	2,48	4,043
air occlus	1,9	2,6	2,1	1,27
densité	2,34	2,36	2,32	2,31

**Tableau 3** caractérisation à l'état frai

La teneur des fibres qu'on a choisie a provoqué un léger effet négatif sur la maniabilité et les caractéristiques autoplaçants de BAP. Pour les fibres de polypropylène le diamètre de l'étalement a été considérablement réduit 73 à 60 cm. En outre, les autres caractéristiques comme  $\eta$  ring et  $V$  entonnoir ont augmenté, mais restent dans les fourchettes requises de béton autoplaçant AFGC pour BAP [AFG 02]. Les dosages de l'eau et superplastifiant ont été ajustés afin d'obtenir la valeur supérieure à 60 cm qui est nécessaire pour la production des BAP fluide. La teneur des fibres qu'on a choisie a provoqué un léger effet négatif sur la maniabilité et les caractéristiques autoplaçants de BAP. Pour les fibres de polypropylène et les fibres de chanvre le diamètre de l'étalement a été considérablement réduit 73 à 60 cm. Mais par contre les BAP-AF représentent des bonnes caractéristiques d'autoplaçants à l'état frais.

### 3.2. Les propriétés à l'état durci

#### 3.2.1. Les résistance mécanique en compression et en flexion

Les résultats de la résistance à la compression et à la traction par flexion sont représentés dans la figure 1.

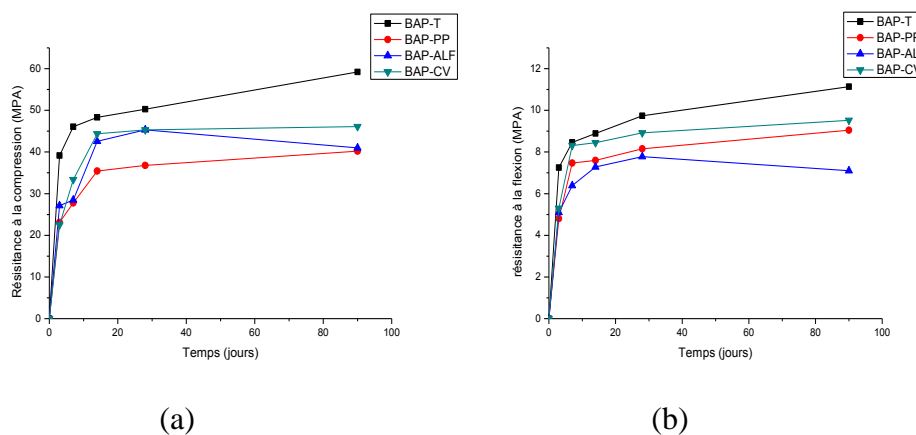


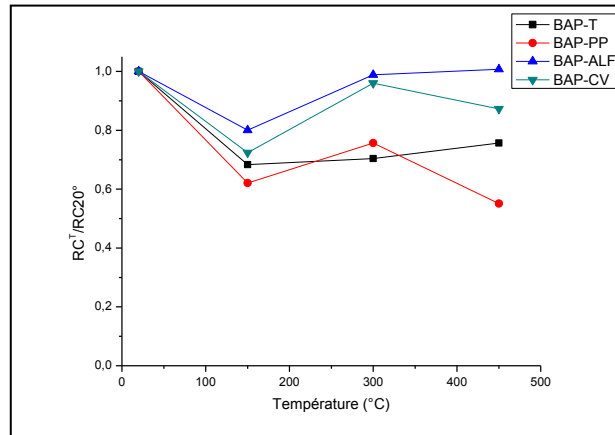
Figure 1. (a) la résistance à la compression (b) la résistance à la flexion des BAPFV et BAP-t.

A partir de la figure 1 on constate que l'inclusion des fibres végétales et synthétiques réduit systématiquement la résistance à la compression et à la traction par flexion. On remarque aussi que la cinétique de l'évolution de la résistance entre les fibres et le témoin est différente. A titre d'exemple pour la résistance à la compression à 3 jours on constate une différence d'environ de 20% à 42% par rapport au témoin. Mais à l'âge de 28 jours l'écart s'est réduit à 12 et 14%. Par contre pour la résistance à la traction par flexion au jeune âge il y a une différence de 31%. Cependant à 28 jours le pourcentage est réduit environ de 7,5%. On confirme ce phénomène par littérature, puisque la matière cellulosique se trouvant dans les végétations joue un rôle de retardateur de prise [Dav 07]. Cela est expliqué par le fait que l'incorporation des fibres dans la matrice cimentaire augmente le volume des vides et diminue la compacité du béton, d'où une diminution des performances mécaniques. À l'âge de 90 jours, on constate que les, BAP-AF, BAP-CV présentent une diminution considérable des résistances en compression avec des pourcentages de 17%, 2% respectivement par rapport à l'âge 28 jours. Mais par contre la résistance à la traction le BAP-AF seulement subi une diminution d'environ 8%. Cette diminution est le résultat d'une cure dans l'eau et l'utilisation des fibres sans traitement ce qui provoque un gonflement de ce dernier dans les bétons qui possèdent une expansion interne produisant une diminution considérable des performances mécaniques.

### 3.3. Résistance à l'élévation de la température

#### 3.3.1. La résistance à la compression résiduelle

La figure 2 montre la variation de la résistance en compression des différentes formulations étudiées en fonction de la température. Les propriétés résiduelles (mesurées après chauffage et refroidissement) ont été comparées aux propriétés initiales.

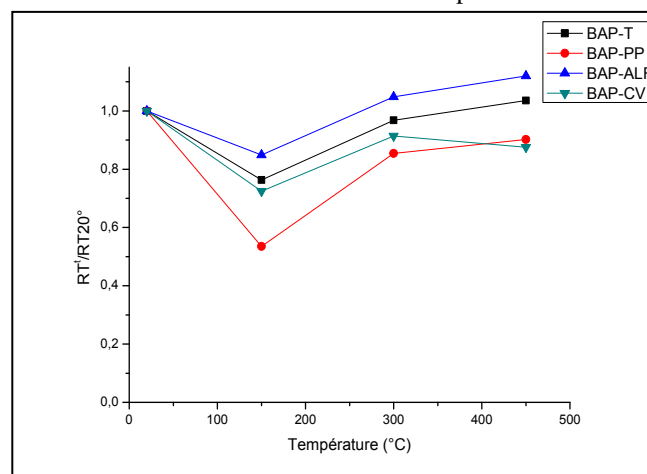


**Figure 2.** La résistance à la compression résiduelle

Le comportement des BAP avec fibres et sans fibres diffèrent sensiblement entre 20 et 450 °C. D'une part, La diminution de la résistance de tous types de BAPF dans l'intervalle compris entre 20 et 150°C varient proportionnellement entre 12 et 30%. Mais les BAP avec les fibres végétales présentent une légère diminution d'environ de 15%, notamment pour les BAP-AF. On observe une augmentation importante de la résistance relative entre 150 et 300°C. Cette augmentation de résistance résiduelle représente un gain de 3, 10, 20 et 26% respectivement pour les BAP-T, BAP-PP, BAP-AF et BAP-CV. Les BAP avec fibres naturelles ont présenté un comportement très efficace par rapport au témoin et les BAP-PP. Entre 300 et 450 °C une diminution de la résistance est observée pour les mélanges BAP-CV et BAP-PP avec des pourcentages environ 13% à 35% par rapport à la température ambiante. Mais par contre pour les BAP-T et BAP AF une légère augmentation d'environ 1 et 5% par rapport à la température 300 °C.

### 3.3.2. La résistance à la traction résiduelle

La figure 3 représente la variation de la résistance à la traction par flexion résiduelle.



**Figure 3.** Résistance à la traction par flexion résiduelle

A partir de cette figure on constate que la résistance en flexion diminue entre l'intervalle 20 et 150 °C avec les pourcentages compris entre 23%, 12%, 28% et 46 % pour les BAP-T, BAP-AF, BAP-CV, BAP-PP. Donc les bétons avec les fibres de chanvre ont donné des performances moins que les BAP-T. Cependant entre 150 et 300 °C la résistance augmente comme en compression selon les pourcentages 19%, 10%, 7%, 30% pour les BAP-AF, BAP-T, BAP-CV, BAP-PP respectivement. Par conséquent les valeurs oscillent entre 300 et 450°C les résistances continuent leur progression. Sauf le BAP-CV la résistance est diminuée.

### 3.3.3. Analyse et discussion

Selon [HAN 09] ils ont remarqué que la diminution de la résistance entre 20 et 150°C, ne présente pas de dégradation de la microstructure. À cause de la perte d'eau d'hydratation liée aux particules C-S-H et de l'eau libre contenue dans le béton. À 150 et 300 °C, une augmentation de la résistance à la compression, est due à l'effet d'hydratation du ciment anhydre et le mouvement de l'eau. Cependant des fissures à l'intérieur du béton ont été constatées. L'augmentation de résistance des BAP-PP semble supérieure par rapport au BAP-T à cause de fusion de fibres de polypropylène sous une température de 140-170 °C. Elles créent ainsi en fondant un réseau tridimensionnel constitué d'une multitude de petites capillarités connectées (réseaux de drains) susceptibles de permettre à la vapeur d'eau de s'échapper évitant ainsi les surpressions. Ce phénomène constitue un moyen efficace pour limiter l'écaillage de surface d'un béton soumis à une élévation de température excessive. La température au-delà de 300°C, les propriétés mécaniques et physiques ont diminué un peu. Selon [HAN 09] à 450 °C, le mélange est devenu très faible dans ses propriétés mécaniques et la microstructure ayant été détériorée rapidement.

## 4. Conclusion

L'étude menée dans le présent document vise à contribuer à mieux comprendre les effets du type des fibres végétales et synthétique sur le comportement à l'état frais, des performances mécaniques et à l'élévation de la température. deux fibres (Alfa, Chanvre et polypropylène) et un dosage fixe de 2 kg/m<sup>3</sup> ont été étudiés. Les conclusions suivantes sont tirées sur la base des résultats des différents tests et d'analyses:

- ✓ L'introduction des fibres végétales dans le béton, incite à une virtuelle augmentation d'eau. Puisque les fibres ont tendance à absorber l'eau.
- ✓ Cependant, la compacité des BAPF diminue systématiquement vue les vides créés par ces fibres.
- ✓ L'évolution de l'ouvrabilité des BAP fibrés au cours du temps diminue, particulièrement aux milieux confinés.
- ✓ Les essais de la stabilité au tamis montrent que tous les mélanges sont stables. Cependant, il s'avère que l'ajout des fibres mène à une diminution importante de la ségrégation des BAP.
- ✓ Les BAP fibrés donnent des résistances à la compression avec une légère diminution que le BAP non fibré. Néanmoins les résultats oscilleront dans la même fourchette qu'un béton structurel.
- ✓ Pour l'élévation de la température on a constaté une augmentation importante de la résistance en compression relative entre 150 et 300°C. Cette augmentation de résistance résiduelle représente un gain de 3 et 20% pour les BAP-T, BAP-AF, respectivement. Les résultats montrent que les BAP avec des fibres d'alfa présentent un comportement efficace que les BAP-T et BAP-PP ;

En conclusion l'incorporation des fibres végétales (Alfa et Chanvre) comme étant une additions écologique dans les BAP présente des caractéristiques mécaniques moins par rapport au béton témoin. Réstant dans les fourchettes d'un béton structurel.

On a pu trouver que les fibres à l'élévation de la température jouent un rôle prépondérant notamment au niveau des pores.

En s'inspirant de cette étude que l'inclusion des fibres végétales dans les bétons autoplaçants, il convient d'admettre la prépondérance des résultats obtenus sont motivants qu'incitatifs en particulier dans le domaine des éléments structurels

## 5. References Bibliographies

[Ben 14] S Bensalem, C Amouri, H Houari, M Belachia «Elaboration and characterization of self-compacting concrete based on local by-products». International Journal of Engineering, Science and Technology Vol. 6, No. 1, 2014, pp. 98-105

[Rab 013] 2 Rabah Hamzaoui, Sofiane Guessasma, Boubakeur Mecheri, Amir M. Eshtiaghi, Abdelkrim Bennabi "Microstructure and mechanical performance of modified mortar using hemp fibres and carbon nanotubes". Materials and Design, 5660–68 (2014)

[Maj 013] Majid Ali, Xiaoyang Li, Nawawi Chouw . " Experimental investigations on bond strength between coconut fibre and concrete". Materials and Design 44 596–605, 2013

[Mah 013] Mahyuddin Ramli, Wai Hoe Kwan, Noor Faisal Abas "Strength and durability of coconut-fiber-reinforced concrete in aggressive". Construction and Building Materials 38, 554–566, 2013



[Yin 012] Yining Ding, Cecilia Azevedo, J B Aguiar, Said Jalali." Study on residual behaviour and flexural toughness of fibre cocktail reinforced self-compacting high performance concrete after exposure to high temperature". Construction and Building Materials 26, 2012, 21–31

[Rom 05] Romildo D, Toledo Filho, Khosrow Ghavami, Miguel A Sanjua'n c, George L England " Free, restrained and drying shrinkage of cement mortar composites reinforced with vegetable fibres ".Cement & Concrete Composites 27, 2005, 537–546.

[Din 09] Y. Ding, Y. Zhang, AThomas. "The investigation on strength and flexural toughness of fibre cocktail reinforced self-compacting high performance concrete". Construction and Building Materials 23, 2009, 448–452

[Sho 011] Sholihin As'ad, Purnawan Gunawan, M Syarif Alaydrus. "Fresh State Behavior of Self Compacting Concrete Containing Waste Material Fibres". Procedia Engineering 14,2011, 797–804

[Jia 014] Jianqiang Wei, Christian Meyer." Improving degradation resistance of sisal fiber in concrete through fiber surface treatment". Applied Surface Science 289, 2014, 511–523

[Dav 07] David Sedan, Cécile Pagnoux, Agnès Smith, Thierry Chotard. "Propriétés mécaniques de matériaux enchevêtrés à base de fibre de chanvre et matrice cimentaire". 18ème Congrès Français de Mécanique Grenoble 2007, 27-31.

[Sed 00] Sedran T, De Larrard F. "BetonlabPro 2, ComputerAided MixDesign Software. Presses de l'Ecole Nationale des Ponts et Chaussées, 28 rue des Saints-Pères, 75007 Paris, 2000, France.

[AFG 02] Association Française de Génie Civil (AFGC) . "Interim recommendations for use of self-compacting concrete".2002

[Eva 010] Eva Rogge "Extraction et étude des propriétés physiques et mécaniques des fibres d'Alfa (Esparto grass) en vue d'applications textiles". Ecole Nationale Supérieure d'Ingénieurs Sud-Alsace projet de fin d'étude 2010.

[HAN 09] Hanaa Fares, Albert Noumowe, Sébastien Remond. "Self-consolidating concrete subjected to high temperature Mechanical and physicochemical properties". Cement and Concrete Research 39 (2009) 1230–1238.

[Cam 010] Camille Magniont" Contribution à la formulation et à la caractérisation d'un écomatériau de construction à base d'agroressources. thèse de doctorat de l'université de Toulouse (2010).