
CARACTERISATION MECANIQUE ET HYDRIQUE D'UN BETON ALLEGE AVEC LES RESIDUS DE BOIS

D. TAOUKIL * , A. EL BOUARDI , T. AJZOUL , H. EZBAKHE

Laboratoire d'Energétique, Equipe de Thermique Energie Solaire et Environnement(ETTE), Université Abdelmalek Essaâdi, Faculté des Sciences, B.P 2121, Tétouan, Maroc

* B.P 7380, Tétouan, Maroc d_taoukil@yahoo.fr

reçu le 2/12/2010, accepté le 3/03/11

RESUME

Cet article présente les résultats d'une étude expérimentale sur l'utilisation des résidus de bois, provenant des travaux de la menuiserie, pour la fabrication des bétons légers. Nous avons évalué l'effet de ces résidus sur les propriétés mécaniques et hydriques du composite. Nous nous sommes intéressés plus particulièrement à la comparaison entre les caractéristiques des bétons allégés avec la sciure de bois et ceux allégés avec les copeaux de bois. Ainsi, l'incorporation des résidus de bois dans le béton diminue sa densité et sa résistance mécanique à la compression et augmente son pouvoir hydrique. D'autre part, nous avons trouvé que, à pourcentage en bois égal, les bétons élaborés à partir des copeaux présentent des densités et des résistances en compression supérieures à ceux obtenues à partir de la sciure.

ABSTRACT

This article presents the results of an experimental study on the use of wood waste, resulting from joinery works, for the manufacturing of lightweight concrete. We have evaluated the effect of wood waste on the mechanical and the hydric properties of the composite. We are particularly interested in the comparison between the characteristics of concretes lightened by sawdust and those lightened by shavings. Thus, the incorporation of wood waste in the concrete decreases its density and its compressive strength and increases its hydric power. On the other hand, we found that, at equal percentage of wood, concretes elaborated from shavings present densities and compressive strengths superior to those obtained from sawdust.

MOTS-CLES

Béton allégé; Résidus de bois; Densité; Résistance à la compression; Absorption de l'eau

KEY WORDS

Lightweight concrete; Wood waste; Density; Compressive strength; Water absorption

1 INTRODUCTION

Le bois est utilisé dans l'industrie, la menuiserie, les charpentes ou le chauffage. Dans tous les cas, il génère une grande quantité de déchets. Ces matériaux ne peuvent être mis en décharge directement à

cause de la pollution que cela engendrerait. C'est pourquoi, l'utilisation de copeaux de bois dans la fabrication de bétons légers contribue à valoriser certains sous-produits de l'industrie du bois.

Plusieurs études ont porté sur l'utilisation de bois sous forme de cendres dans les bétons, jouant ainsi le rôle de filler [1-3]. Une utilisation sous forme de copeaux dans une matrice de ciment [4] ou bien dans une matrice de ciment et d'argile [5] est également envisageable.

Dans ce contexte, une étude en laboratoire a été menée afin de mesurer l'influence de l'incorporation des résidus de bois sur les comportements mécanique, hydrique et thermique du béton.

Le présent article est consacré aux parties mécanique et hydrique de cette étude. A cet effet, après avoir présenté le protocole de préparation des échantillons, nous déterminerons et analyserons les principales caractéristiques des bétons élaborés.

2 PREPARATION DES ECHANTILLONS

2.1 Matériaux Utilisés

Dans le cadre de cette étude, nous avons utilisé un ciment portland CPJ35 et du sable (0/5 mm). La sciure et les copeaux de bois employés sont des déchets de scieries. Ils correspondent aux essences généralement utilisées dans les travaux de menuiserie au Maroc.

2.2 Mode Opératoire

Un malaxage préalable des constituants est effectuée avant l'addition d'eau de gâchage. Les particules de bois sont pré-mouillées avant leur introduction dans le mélange sec. Ce choix sert à neutraliser le fort pouvoir absorbant des particules de bois et éviter qu'ils ne perturbent par la suite la prise du ciment.

Le mélange homogénéisé est ensuite introduit dans les moules ; Deux moules ont été utilisés selon le type d'essais à réaliser. En ce qui concerne les aspects hydriques, des dalles de dimension $(27 \times 27 \times 2) \text{ cm}^3$ sont fabriquées. En mécanique, des moules de forme parallélépipédique $(16 \times 4 \times 4) \text{ cm}^3$ sont utilisés ; Les éprouvettes sont conservées, avant et après démoulage dans la salle d'essai à température et hygrométrie contrôlée ($T_a = 20^\circ\text{C}$, H.R = 60%).

2.3 Formulation

Le béton destiné à cette étude est à base de 2/3 du sable et de 1/3 du ciment. Les éprouvettes sont confectionnées avec un rapport massique eau sur ciment (E/C) de 0.6.

Deux catégories du béton allégé sont étudiées selon la forme des résidus de bois incorporés :

-Béton-Sciure de bois (BSB): béton allégé avec la sciure de bois de granulométrie inférieure à 0.8 mm. La masse volumique de la sciure est de l'ordre de 174.49 kg/m^3 .

-Béton-Copeaux de bois (BCB): béton allégé avec des copeaux de bois de granulométrie entre 8 mm et 2 cm. La masse volumique des copeaux est de l'ordre de 73.82 kg/m^3 .

Pour chaque catégorie, nous avons préparé plusieurs échantillons avec différents pourcentages massiques des résidus de bois intégrés dans le béton [Rb/B (%)] : Tableau 1.

	Béton		BSB			BCB			
Référence	P ₀	P ₁	P ₂	P ₃	P ₄	P ₅	P ₆	P ₇	P ₈
Rb/B (%)	0	2	5	8	10	2	5	8	10

Tableau 1. Fraction massique d'allègement en résidus de bois des échantillons étudiés.

3 MESURES EXPERIMENTALES ET RESULTATS

3.1 Masse Volumique

Les mesures des masses volumiques sèches ont été effectuées après séchage des matériaux dans une étuve régulée à 80°C avec prise d'air, jusqu'à ce que leur masse reste constante au bout de 24 heures (état sec).

L'évolution de la masse volumique sèche avec la fraction d'allègement en résidus de bois, pour les deux types de matériaux allégés, est illustrée sur la Figure 1.

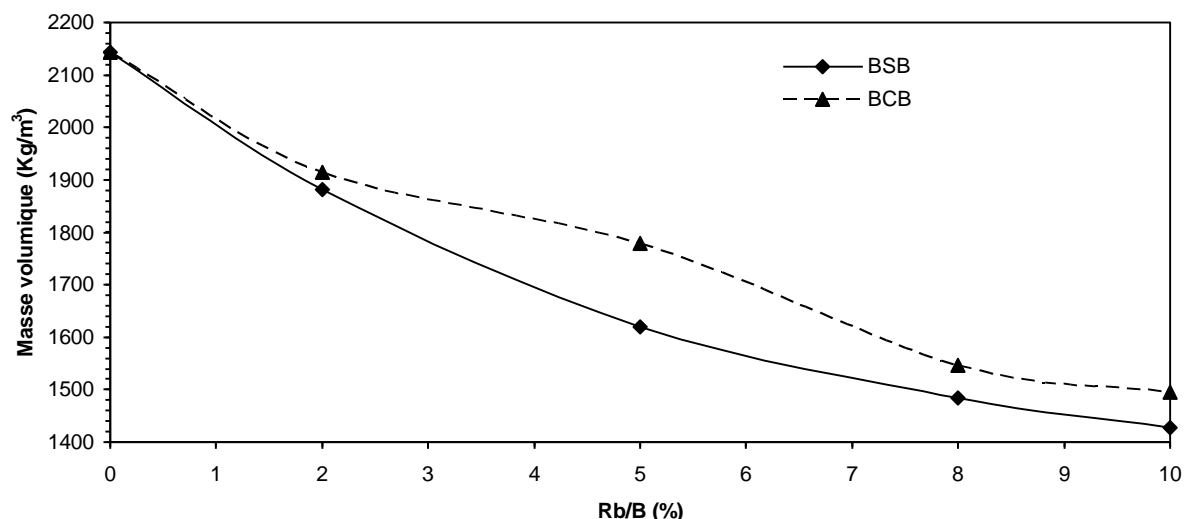


Fig. 1. Variation de la masse volumique sèche avec la fraction d'allègement en résidus de bois.

On remarque que, la masse volumique diminue considérablement en augmentant le pourcentage des résidus de bois. La faible masse volumique des particules de bois est un facteur essentiel qui explique ce phénomène. Ainsi, Pour un pourcentage massique des résidus de bois allant de 0% à 10%, l'abaissement de densité augmente jusqu'à 33.38% pour le BSB et 30.21% pour le BCB.

D'autre part, on constate que, à teneur en bois égale, la masse volumique des béton-copeaux de bois est supérieure à celle des béton-sciure de bois. Ceci peut être s'expliquer par le fait que les copeaux sont plus compressibles dans le mortier par rapport à la sciure.

3.2 Résistance Mécanique à la Compression

Les résistances mécaniques à la compression à 28 jours sont obtenues par écrasement des éprouvettes à l'aide d'une presse constituée d'un vérin hydraulique (IBERTEST) de capacité 200 kN. La vitesse de chargement a été fixée à 2.4 kN/s environs.

Dans La Figure 2, nous avons représenté la variation de la résistance à la compression en fonction de la fraction d'allègement en résidus de bois. Puis, dans la Figure 3, est représentée la variation de la résistance en compression en fonction de la masse volumique.

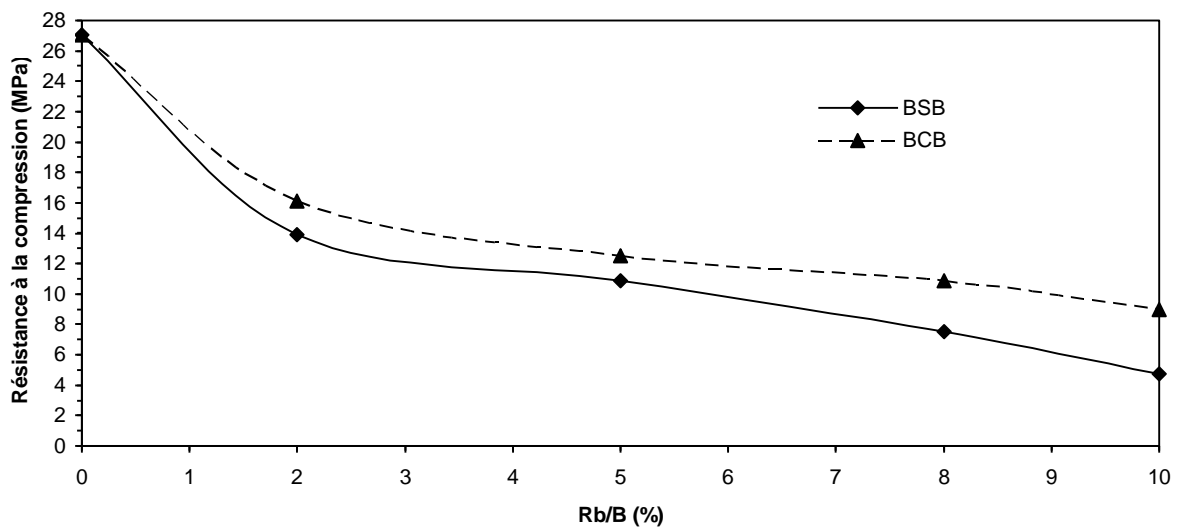


Fig. 2. Variation de la résistance à la compression en fonction de la fraction d'allègement en résidus de bois.

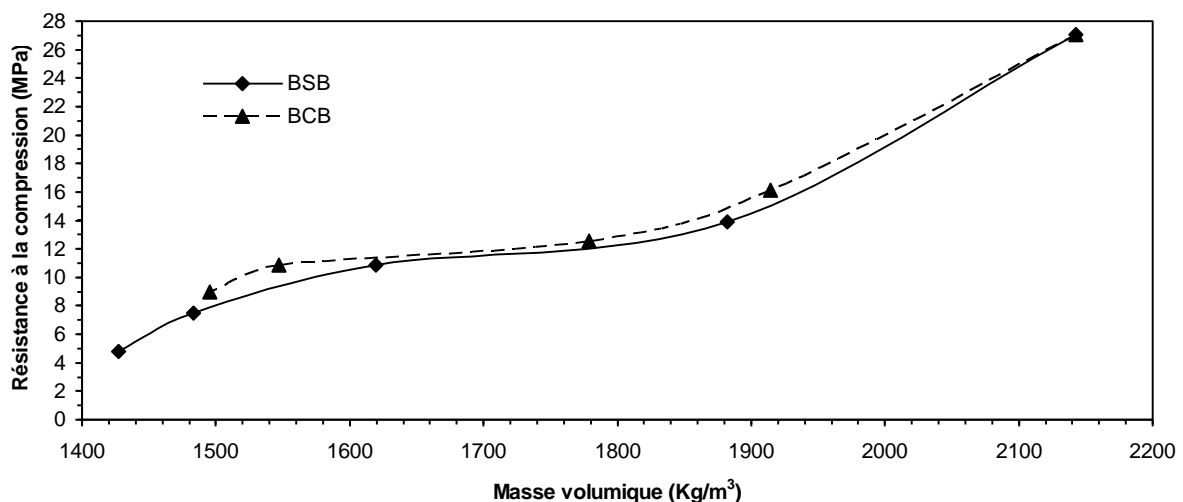


Fig. 3. Variation de la résistance à la compression en fonction de la masse volumique.

Il est clair que le gain de la légèreté est accompagné par des pertes en résistance mécanique à la compression, dues à la diminution de la compacité du matériau. Pour un taux massique d'allègement

variant de 0% à 10%, la résistance à la compression diminue jusqu'à 82.39% pour le BSB et 66.86% pour le BCB. Dans tout les cas, les valeurs obtenues restent compatibles avec l'utilisation des matériaux comme isolants porteurs [6].

Par ailleurs on constate que, à pourcentage en bois égale, les bétons élaborés à partir des copeaux présentent des résistances supérieures à ceux obtenus à partir de la sciure. Ceci est en accord avec les résultats obtenus pour la masse volumique.

3.3 Comportement Hygrométrique

Les échantillons initialement à l'état d'équilibre hydrique sont immergés dans l'eau, et le gain de masse en fonction du temps est mesuré pendant deux heures (période d'absorption initiale). A partir de ces valeurs brutes, on calcule le gain relatif de masse comme étant le gain de masse divisé par la masse initiale des échantillons.

Ainsi les courbes donnant la variation du gain relatif de masse en fonction du temps sont illustrées dans les Figures 4 et 5 respectivement pour le BSB et le BCB.

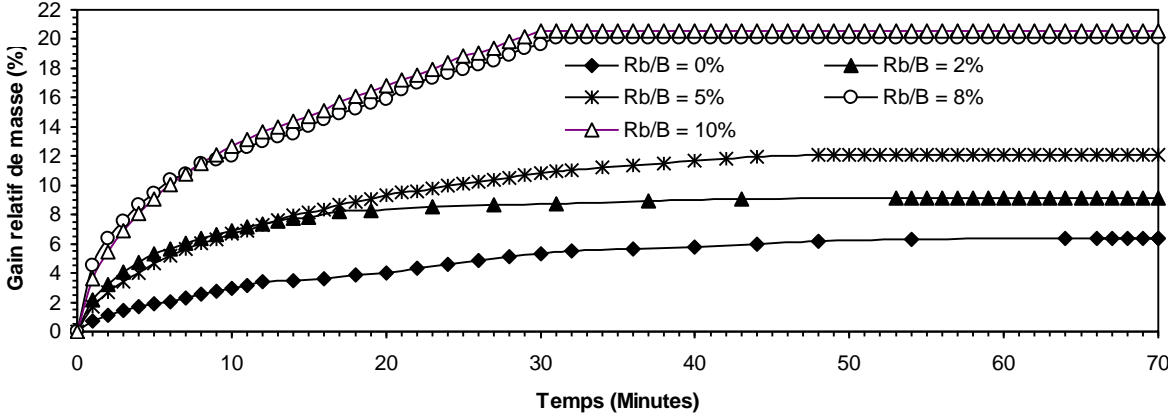


Fig. 4. Essai d'absorption de l'eau pour le béton allégé avec la sciure de bois.

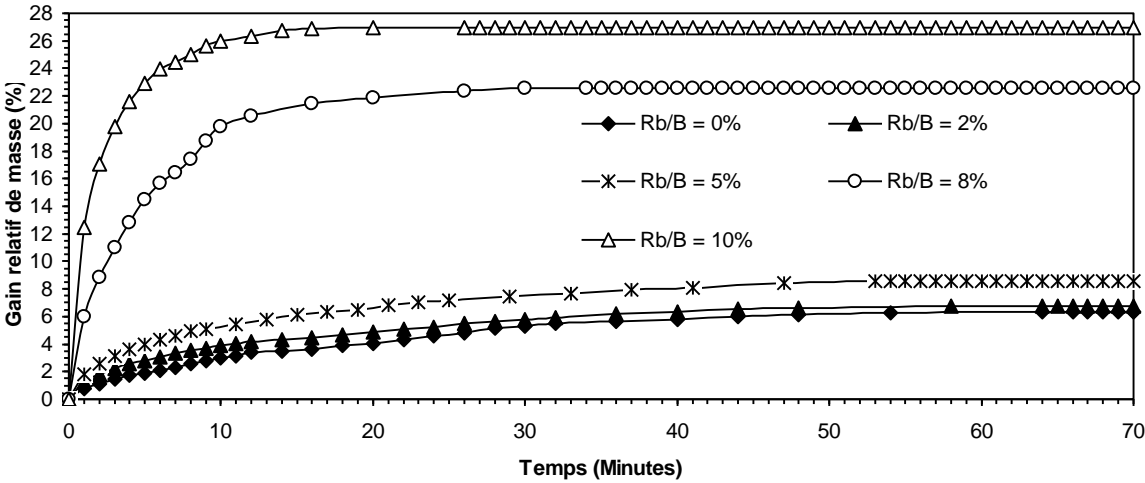


Fig. 5. Essai d'absorption de l'eau pour le béton allégé avec les copeaux de bois.

D'après ces différents résultats nous donnons dans le Tableau 2, pour chaque échantillon, les valeurs de t_f (temps de fin de prise d'eau) et de G_f (gain relatif maximal). Notons que ces deux grandeurs sont relatives à la période d'absorption initiale; Car les échantillons étudiés peuvent absorber plus d'eau s'ils sont restés dans l'eau pour une durée très longue. Toutefois, la période d'absorption initiale est prédominante pour caractériser les matériaux en terme de durabilité, car cette période traduit le remplissage des plus gros capillaire qui sont des chemins privilégiés pour la pénétration des fluides gazeux et liquides.

	Béton		BSB				BCB			
Référence	P ₀	P ₁	P ₂	P ₃	P ₄	P ₅	P ₆	P ₇	P ₈	
G_f (%)	6.37	9.15	12.10	20.11	20.56	6.74	8.57	22.57	26.97	
t_f (min)	64	53	48	31	30	58	53	30	26	

Tableau 2. Temps de fin de prise d'eau et gain relatif maximal pour les différents échantillons étudiés.

A la lumière de ces résultats, on constate que l'incorporation des résidus de bois dans le béton favorise sa capacité de captation et de fixation de l'eau.

La comparaison des valeurs de t_f et de G_f pour des mêmes proportions d'allègement en bois, met en évidence les remarques suivants :

-Pour les cas $R_b/B = 2\%$ et $R_b/B = 5\%$, on remarque que les BSB absorbe mieux l'eau en comparaison avec les BCB.

-Pour les cas $R_b/B = 8\%$ et $R_b/B = 10\%$, on remarque le phénomène inverse.

Ce changement du comportement est lié essentiellement aux variations de nombre de gros capillaires des composites élaborés.

4 CONCLUSION

L'allègement du béton avec les résidus de bois engendre une baisse significative de la densité et de la résistance à la compression. Mais les valeurs obtenues dans cette étude restent compatibles avec l'utilisation des matériaux dans le domaine d'application des bétons légers de construction, suivant la classification fonctionnelle de la RILEM [6]. Autrement, nous avons montré que les bétons allégés avec les copeaux de bois présentent des densités et des résistances à la compression supérieures à ceux allégés avec la sciure.

D'autre part, nous avons vu que l'incorporation des résidus de bois dans le béton augmente considérablement son pouvoir hydrique. Autrement, pour les fractions d'allègement 2% et 5% les

béton-sciure ont un pouvoir hydrique plus important que celui des béton-copeaux. Pour les fractions 8% et 10% on observe le phénomène inverse. Mais en tous les cas les pouvoirs hydriques de nos matériaux allégés restent élevés. Il est donc conseillé d'apporter des traitements spécifiques aux granulats de bois.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- [1] Naik T.R., Kraus R.N., "Use of industrial products in cement-based materials", Proceedings of the international congress "Creating with concrete", Dundee, UK, Book "Exploiting wastes in concrete", P. 23-35, (1999).
- [2] Campbell A.G., "Wood ash disposal and recycling source book", TAPPI Journal, Vol.73, N° 9, P. 141-145, (1990).
- [3] Fehrs J.E., "Ash from the combustion of treated wood: characterisation and management options", National Bioash Utilisation Conference, Portland, (1996).
- [4] Mimoune F.Z., Mimoune M., Laquerbe M., "The use of fly ash in the compound wood-cement", Proceedings of the international congress "Creating with concrete", Dundee, UK, Book "Exploiting wastes in concrete", P. 227-232, (1999).
- [5] Bouguerra A., Sallee H., Barquin F., Dheilily R.M., Queneudec M., "Isothermal moisture properties of wood -cementitious composites", Cement and concrete research, Vol. 29, N° 3, P. 339-347, (1999).
- [6] RILEM LC2, "Functional classification of lightweight concrete", Vol. 11, P. 281-283, (1978).