

CARACTERISATION THERMOPHYSIQUE ET MECANIQUE DE MATERIAUX DE CONSTRUCTION: BETON DE FIBRE NATURELLE

D.Belkarchouche *, A.Chaker

université de constantine Algérie, laboratoire de physique énergétique

[:belkarchouchehayet@yahoo.fr](mailto:belkarchouchehayet@yahoo.fr) chakamine@yahoo.fr

RESUME :

Le secteur du bâtiment notamment celui de la construction demeure l'une des préoccupations majeures des pays en voie de développement. Les contraintes socio-économiques et climatiques de certaines régions ont remis en question l'emploi de matériau onéreux ou mal adaptés. Il est apparu lors de cette dernière décennie que certains matériaux par leur disponibilité, leur moindre coût et leur adaptation au climat peuvent répondre à l'exigence de l'heure. L'objectif de ce travail est de contribuer à la valorisation de matériaux locaux tels que les fibres naturelles constituant les déchets générés par l'extraction des huiles naturelles et par l'industrie. A ce jour, ces fibres sont restées inexploitées mis à part quelques utilisations traditionnelles. Notre but est de développer et d'élargir le domaine d'utilisation de ces matériaux dans la construction. Un choix judicieux des proportions des ajouts (fibres) et des techniques de mise en œuvre seront envisagés. Un intérêt particulier est porté aux caractéristiques thermiques (propriétés isolantes et confort de l'habitat) et aux résistances mécaniques qui constituent un critère décisif pour le choix d'un matériau dans la construction. Nous déterminons la conductivité thermique des matériaux étudiés avec un appareillage expérimentale qui nous permet d'effectuer des mesures de ces propriétés thermiques dans des conditions réelles d'utilisation (en température et en humidité) et aussi l'étude de la résistance mécanique à la compression des matériaux étudiés ainsi l'intérêt que présente ces matériaux est mis en évidence.

Mots clés : matériau poreux, béton, fibre, conductivité, caractéristiques mécaniques

Nomenclature

ΔT écart de température entre les ambiances extérieure et intérieure, °C
 λ_a conductivité thermique apparente, W /m°C.
q flux de chaleur, W.
S surface de l'échantillon, m².
e épaisseur de l'échantillon, m.
C coefficient de déperdition thermique, W/°C.
P charge maximale N

1.INTRODUCTION

Le béton est un composite hétérogène qui résulte du mélange intime de ciment, de granulats, d'eau et de faibles quantités d'adjuvants. Ces constituants sont dosés de manière à obtenir, après durcissement, un produit solide dont les propriétés mécaniques peuvent être très supérieures à celles des roches naturelles. Dans la mesure où le ciment est un liant hydraulique fabriqué à partir de minéraux naturels, le béton peut être considéré comme une roche artificielle, mais sa fragilité et sa grande densité restent un handicap de son comportement thermique et mécanique, c'est pourquoi il est armé avec des barres d'acier reprenant les contraintes de traction. Mais au lieu d'armer le béton, et surtout les pièces minces qui posent des problèmes de dimensions et de protection des armatures, on peut songer à incorporer des fibres dans tout le matériau. En effet des fibres de différentes natures mécaniques et sont utilisées comme renfort de plusieurs matériaux afin d'accroître leurs résistances d'améliorer leurs stabilité et isolation thermique.

Devant l'évolution des matériaux composites, le béton ne fait pas l'exception, les chercheurs et les producteurs de fibres ont pensé à l'incorporation des fibres comme matériaux de renfort dans les matrices cimentaires.

Depuis lors, l'utilisation des fibres dans le béton est devenue une pratique de plus en plus courante et des applications sont développées grâce à leur capacité prouvée par l'expérience. L'étude que nous allons entreprendre entre dans le domaine de la recherche de nouveaux matériaux de construction, elle a pour objectif de contribuer à l'amélioration de la construction en béton allégé avec des matériaux locaux et à la valorisation des fibres végétales de faible coût et provenant des sources renouvelables ; tels que les grignons d'olives, qui sont actuellement brûlées ou utilisées comme aliments de bétail.

2.MATERIAUX ETUDIES

Après une profonde investigation sur les différents matériaux locaux existants en Algérie et en tenant compte de la disponibilité et coût, notre choix s'est fixé sur les fibres naturelles dont l'ajout au matériau béton à des proportions judicieuses et qui seront déterminées dans une phase ultérieure permettra d'élaborer de nouveaux matériaux qui pourront être des isolants- porteurs à prix compétitif. Il est entendu que des caractérisations thermophysiques et mécaniques de ces matériaux locaux doivent être entreprises afin de confirmer ces choix. Les fibres naturelles choisies et sur lesquelles portera notre étude sont : Les grignons d'olives

3.DETERMINATION EXPERIMENTALE DE LA CONDUCTIVITE THERMIQUE

Plusieurs méthodes permettent une caractérisation thermophysique de ce matériau. Parmi ces méthodes, nous citons la méthode du disque chaud (HD) , La méthode flash [5] et Récemment, une nouvelle méthode a été adaptée qui est le système flash laser pour la mesure des propriétés thermophysiques. La méthode que nous avons optée est celle des boîtes[4]. Cette méthode permet de déterminer simultanément les deux caractéristiques principales à savoir la conductivité et la diffusivité thermique.

3.1 Dispositif expérimental

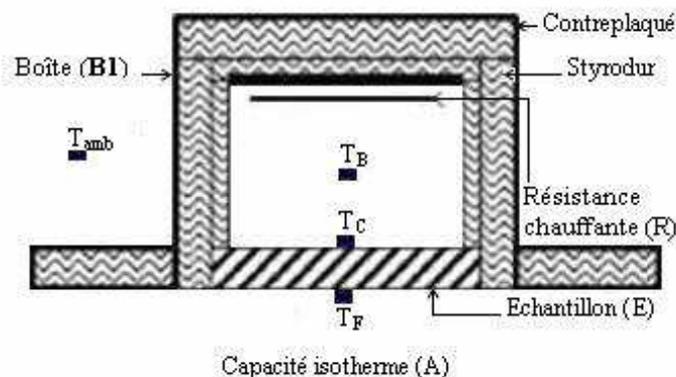
Le dispositif utilisé au laboratoire est une cellule de mesure conçue spécialement pour déterminer simultanément la conductivité thermique et la diffusivité du matériau. Il s'agit du dispositif EI700 qui contient deux boîtes, une pour la conductivité et l'autre pour la diffusivité .Ces boîtes sont en contre plaque, isolées de l'intérieur par un styrodur qui limite les pertes de chaleur par les surfaces des boîtes en contact avec l'extérieur : chaque boîte contient un film chauffant et joue le rôle de l'ambiance chaude, l'échantillon testé est placé entre les deux ambiances. Les dimensions des briques échantillons sont parallélépipédiques (27x27xe) cm³ dont l'épaisseur e varie de 2 à 6 cm.

3.2 Conductivité thermique

L'échantillon (E), placé entre la capacité isotherme froide (A) et la source de chaleur à flux constant (R), est traversé par un flux thermique supposé unidirectionnel. On mesure alors le gradient de température qui s'établit entre ses deux faces lorsque celui-ci devient constant figure (1).

Une fois le régime établi, la conductivité thermique apparente est donnée par :

$$\lambda_{a=e} / S\Delta T (q - C\Delta T)$$



Fig(1) : Boîte de mesure de la conductivité et position des sondes

3.3 Elaboration des échantillons

La méthode de composition du béton classique utilisée est celle de BARON-LESAGE et GORISSE [3] pour un rapport E/C (eau sur ciment) minimal donné ces méthodes visent l'optimisation du rapport S/G (sable sur gravier) pour obtenir une meilleure ouvrabilité.

- le poids du béton frais est de 2350kg/m^3
- la bonne ouvrabilité est obtenue pour un béton ayant un rapport S/G compris entre .58et .89.

Pour améliorer les propriétés thermiques du béton, on a incorporé les fibres (grignons d'olives) au béton à des taux variant de 0% à 2%. (0% ,1% ,2%). L'épaisseur des échantillons est de 6cm.

Les agrégats utilisés dans les différents mélanges ont été élaborés à partir de 2 classes granulométriques 5/8 et 8/15, sable des carrières et le ciment portland CPJ45 de Hamma Bouziane.

L'eau étant le facteur principal des agents susceptibles de dégrader le matériau, on a mené une étude sur l'influence de l'humidité sur les propriétés thermophysiques du matériau

Tableau 1 : Formulations des mélanges utilisés

Matériaux	mélange1 (0%)	mélange 2 (1%)	mélange3 (2%)
Ciment (kg/m^3)	400	400	400
Agrégats (kg/m^3)	1000	982	973
Sable (kg/m^3)	750	750	750
Eau (kg/m^3)	240	270	290
Fibres (kg/m^3)	0	18	27

Pour chaque mélange, plusieurs tests ont été effectués, des essais de compression ont été réalisés sur des éprouvette cylindrique de 16 cm de diamètre et de 32 cm de hauteur pour étudier le comportement mécanique de chaque échantillon, la résistance en compression est calculée à partir de la formule :

$$R_c = P/S$$

4.RESULTATS ET DISCUSSION

L'observation de la figure (2) montre que la conductivité thermique augmente en fonction de la masse volumique apparente. Il est évident que le facteur déterminant dans cette croissance est la porosité du matériau qui diminue au fur et à mesure que le matériau est dense.

En outre, l'observation de ces courbes montre que la conductivité thermique du béton à l'état saturé est plus élevée que celle du béton à l'état sec. Ceci s'explique par le fait qu'en ajoutant de l'eau au béton sec, nous remplaçons un constituant de faible conductivité thermique (conductivité thermique de l'air est de l'ordre de $0.026\text{w/m}^\circ\text{c}$) par un constituant de plus grande conductivité (l'eau de conductivité thermique égale à $0.6\text{w/m}^\circ\text{c}$)

trente fois supérieure à celle de l'air sec. Il en résulte une augmentation de la conductivité thermique globale de matériau [1].

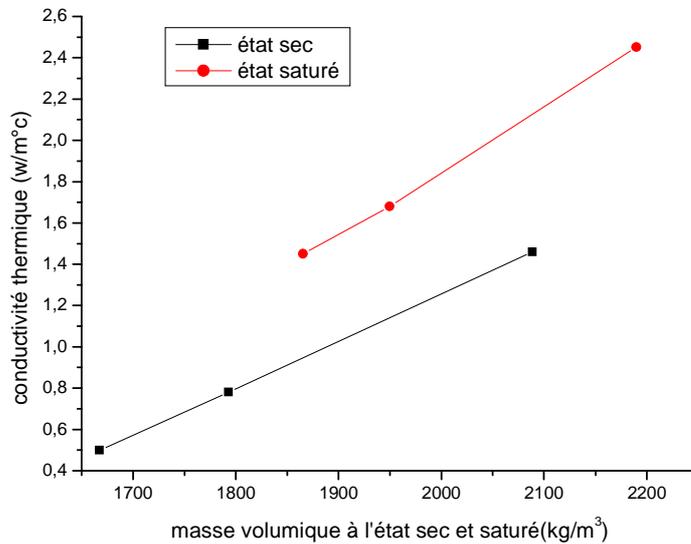


Fig (2) : Influence de la masse volumique à l'état sec et saturé sur la conductivité thermique

La figure (3) donne l'allure des courbes expérimentales exprimant la variation de la conductivité thermique apparente, en fonction de la teneur en eau, pour différents pourcentage de fibre, la température moyenne de mesure est comprise entre 16°C et 25°C. Ces courbes mettent en évidence les pouvoirs d'isolation thermique et d'absorption d'eau de ces matériaux composites. On remarque aussi que la conductivité thermique apparente augmente considérablement avec la teneur volumique en eau sans pour autant avoir une variation linéaire. Ce résultat a été observé sur d'autres matériaux tels que le plâtre [2]. L'incorporation des fibres dans le béton, lors de son gâchage, améliore son pouvoir d'isolation thermique.

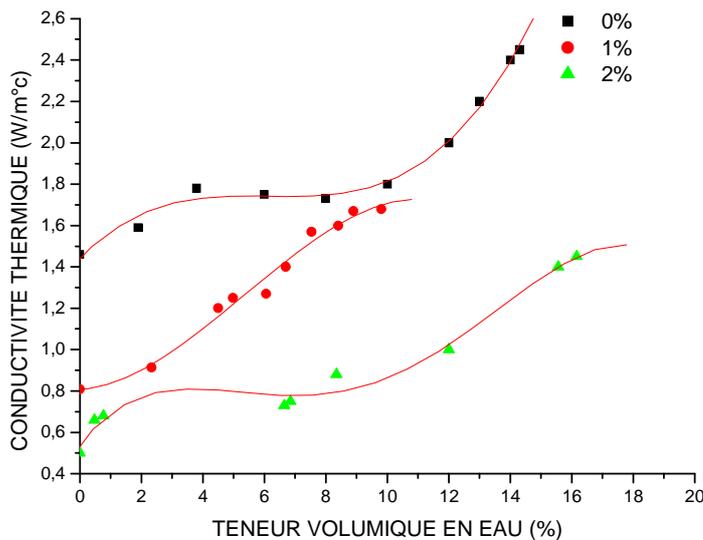


Fig (3): Variation de la conductivité thermique en fonction de la teneur en eau pour différent pourcentage de fibre.

Résistance à la compression

Concernant les résultats des essais mécaniques, les bétons usuels ont généralement une résistance de 20 à 30 Mpa , pour les mélanges cités dans le tableau 1, on obtient les résistances à la compression cités dans le tableau suivant :

Mélange 1 (0%)	Mélange 2 (1%)	Mélange3 (2%)
21MPa	20.4MPa	19.7MPa

On remarque que la résistance diminue sensiblement quand le pourcentage en fibre augmente.

5.Conclusion

L'ensemble des résultats obtenus lors de ces essais thermiques et mécaniques permet de remarquer que l'ajout de fibre semble améliorer légèrement les performances thermiques et mécaniques. Il apparaît en particulier une baisse de la conductivité thermique avec l'augmentation de dosage en fibres, concernant la teneur en humidité, nous avons montré un accroissement très important de la conductivité thermique pour de faibles teneurs en eau puis une augmentation plus lente pour des valeurs moyenne et de nouveau une croissance plus rapide pour des teneurs proches de l'état de saturation. , néanmoins pour affiner notre jugement d'autres proportions de fibres, plus importantes ainsi que des dispositions particulières de fibres au sein des matériaux doivent être envisagées et étudiées.

Les propriétés thermiques du matériau composite ne sont pas à elles seules un critère de choix, il faut également tenir compte de l'état du matériau, de sa disponibilité et de ses propriétés mécaniques à la flexion de l'effet d'autres ajouts sur le comportement thermique et mécanique des matériaux élaborés. Une étude plus générale sur ses propriétés thermomécanique est en cours de réalisation.

6.REFERENCES

- [1] H.Khab, Etude du comportement hygrothermique d'éléments de construction. *Application aux toitures ; thèse de Magistère, Université de Constantine, faculté des sciences exactes Constantine, 2007.*
- [2] A.Chaker, Caractérisation thermique et mécanique de matériaux de construction du sud Algérien ; thèse de doctorat d'Etat, Université de Constantine, 1999.
- [3] P.Rossi, Les bétons de fibres métalliques , presses de l'école nationale des Ponts et chaussées ,ISBN2 -85978 -292- 3.
- [4] N.Lamkharouet, S.Boussaid, A.El Bouardi, Etude thermique de la terre de larache stabilisée au ciment, Rev.Energ.Ren. :journées de thermiques(2001), pp 69-72.
- [5] S.Azzizi, Conductivité thermique des matériaux poreux humides : Mesure par la méthode Flash et interprétation. Thèse : Institut National Polytechnique de Lorraine, 1988.