

Formulation et potentialités thermiques d'un éco-matériau pour le génie civil

Fati Zoma¹, David Y.K. Toguyeni², Ivon B. HASSEL³

¹Laboratoire de Physique et de Chimie de l'Environnement (LPCE), Université Ouaga I Pr Joseph KI-ZERBO, 03 BP 7021 Ouagadougou, Burkina Faso; fatesmir@yahoo.fr

²Laboratoire de Physique et de Chimie de l'Environnement (LPCE), Université Ouaga I Pr Joseph KI-ZERBO, 03 BP 7021 Ouagadougou, Burkina Faso; togyen@gmail.com

³Department of engineering sciences, Division of Applied Mechanics, Uppsala university, Box 534, SE-751 21 Uppsala, Sweden; ivon.hassel@angstrom.uu.se

RÉSUMÉ

Cet article vise à montrer l'aptitude d'un matériau écologique et local à offrir un confort thermique dans un climat chaud et sec, à travers l'analyse de ses propriétés thermiques. Après avoir défini un matériau terre approprié indépendamment du type de sols en présence mais basé sur des caractéristiques appropriées, des échantillons ont été formulés à base de terre (48% grains de diamètre $\leq 80\mu\text{m}$, 52% grains de diamètre $> 80\mu\text{m}$) mélangés avec 1% de fibres d'*Hibiscus Sabdariffa* et 30% d'eau, le tout compacté par vibration. Ensuite, ils ont subi une caractérisation thermique.

Les résultats révèlent que son inertie thermique est la plus élevée comparée à celles des matériaux couramment utilisés dans la confection de nouveaux bâtiments, tels que le parpaing creux et le parpaing plein: c'est un meilleur matériau isolant. Par conséquent, le matériau étudié offrirait un meilleur confort thermique en climat chaud et sec, réduisant ainsi les coûts de climatisation et par conséquent les factures d'électricité. Par ailleurs, le processus de formulation établi en canevass pourrait permettre d'uniformiser les pratiques de confection de matériaux en terre.

MOTS CLES: Composite; Fibres végétales; Matériau terre; Confort thermique; Climat chaud et sec.

ABSTRACT

This paper aims to showcase aptitude of a local eco material for providing thermal comfort in hot dry climate through his thermal properties. After defining a suitable earth material independently of the type of soils in presence but based on appropriate characteristics, samples were made of earth (48% grains of diameter $\leq 80\mu\text{m}$, 52% grains of diameter $> 80\mu\text{m}$) mixed with 1% *Hibiscus Sabdariffa* fibers and 30% water, compacted by vibration. Then they underwent thermal characterization.

The results reveal that its thermal inertia is the highest comparing to commonly used materials in new buildings, such as full cinderblock (B), agglomerated cinderblock : it is a better insulating material. Therefore, the material studied would provide better thermal comfort in hot and dry climate, thus reducing air conditioning costs and consequently electricity bills. In addition, the canvas formulation process could make it possible to standardize practices for making earthen materials.

KEY WORDS: Composite; vegetal fibers; earth material; Thermal comfort; Hot dry climate.

1. Introduction

Le secteur de la construction est un grand pourvoyeur de gaz à effet de serre. C'est pourquoi il faut repenser les stratégies pour une construction durable qui favorise l'emploi de matériaux locaux, maîtrise la consommation énergétique et réduit son impact négatif sur l'écosystème. Une des approches de stratégies consiste à développer des éco-matériaux mécaniquement et thermiquement qualifiés pour la construction d'enveloppe dans le bâtiment.

Au Burkina Faso, nous rencontrons une variété de sols tropicaux tels que les types de sols latéritiques, argile sablonneuse, selon la localité. Par conséquent, pour obtenir un matériau approprié pour un climat chaud et sec, en utilisant le moins possible (ou pas du tout) des liants industriels tels que le ciment, nous devons définir un matériau de terre approprié indépendamment du type de sols en présence, mais sur la base de caractéristiques appropriées. Celles-ci sont: un pouvoir plastifiant pour une bonne ouvrabilité en présence d'eau, une ossature consistante pour supporter les charges mécaniques et une structure poreuse pour profiter du pouvoir isolant de l'air au produit final.

2. Méthodes et matériels

En premier lieu, nous avons procédé au choix de la terre d'étude en effectuant des essais géotechniques sur différents sols provenant de différentes localités du Burkina Faso (**Figure 1.**). Les résultats montrent qu'une terre présentant 48% de particules fines ($D \leq 80 \mu\text{m}$) et 52% de particules grossières ($D > 80 \mu\text{m}$) (**Figure 2.**) avec un indice de plasticité supérieur à 20% ($I_p > 20\%$) et une valeur de bleu compris en six et huit ($6 < VB < 8$) est appropriée.

Les échantillons d'essai ont été formulés à partir de terre (48% $D \leq 80 \mu\text{m}$; 52% $D > 80 \mu\text{m}$), de 1% de fibres corticales d'*Hibiscus sabdariffa* (la plante de bissap) (**Figure 3.**), suivant un processus de malaxage par cisaillement et de compactage par vibration (980.2 Hz or 58812 vib/mn).

Enfin, la caractérisation thermique quant à elle, a été réalisée à partir du dispositif de mesure numérique KD2 Pro qui est muni d'un capteur et d'une sonde à partir de laquelle un flux thermique est injecté dans le matériau à caractériser (**Figure 4.**).

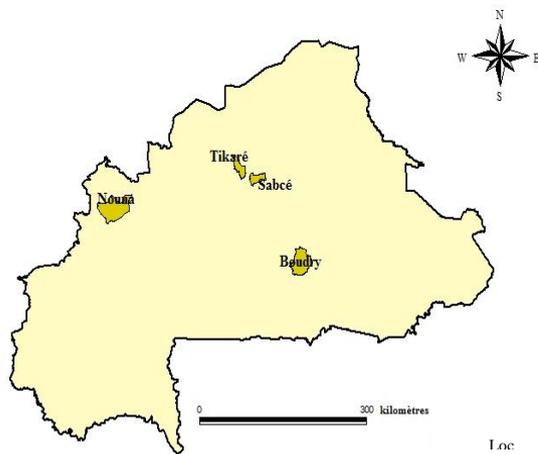


Figure 1. Localités des terres prélevées d'étude

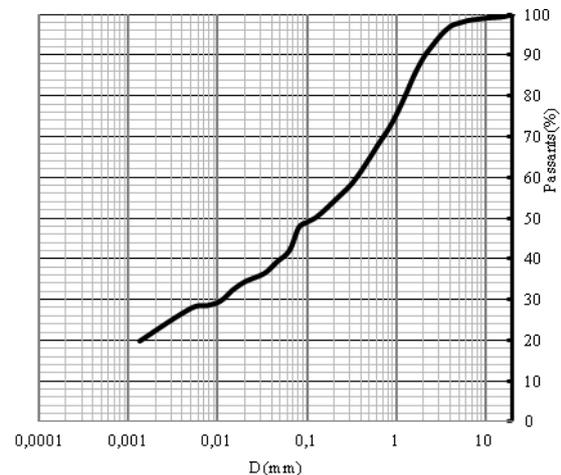


Figure 2. Courbe granulométrique de la terre

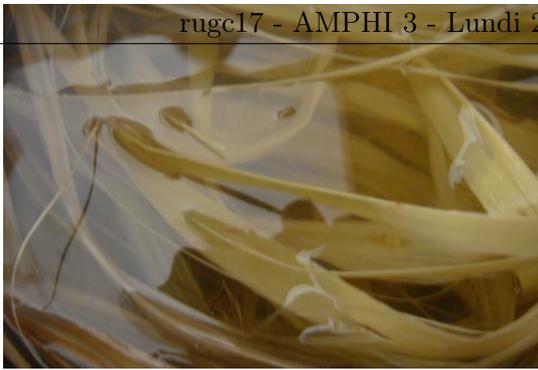


Figure 3. Fibres corticales d'Hibiscus Sabdariffa



Figure 4. Acquisition thermique avec KD2 Pro

3. Résultats et discussion

Tableau 1. Propriétés thermiques du matériau d'étude et de matériaux communément employés

Matériaux	Densité	Propriétés thermiques				Inertie thermique
	ρ	λ	C	E	a (x10 ⁻⁷)	$\rho C \lambda$ (x10 ⁶)
	[kg,m ⁻³]	[W,m ⁻¹ .K ⁻¹]	[J °C ⁻¹ kg ⁻¹]	[J,m ⁻² °C ⁻¹ s ^{-1/2}]	[m ² s ⁻¹]	
(A)	1789,48 ± 0,08%	0,92 ± 5,73%	1472,28 ± 4,70%	1556,81 ± 5,17%	3,49 ± 1,15%	2,43
(B) ^[CL A 02]	2100	1,1	880	1425,76	5,95	2,03
(C) ^[CL A 02]	1250	0,67	880	858,49	6,09	0,74

(A) – matériau d'étude ; (B) – parpaing plein ; (C) – parpaing creux ; E – *effusivité thermique*; C – capacité thermique ; a – *diffusivité thermique*.

L'objectif final est d'employer le matériau (A) dans la confection d'enveloppes de bâtiments. Ainsi, en comparant (A) à (B) et (C) qui sont couramment employés dans la construction des enveloppes, nous constatons que l'effusivité thermique $E_{(A)}$ est la plus élevée, ce qui prédit donc une meilleure inertie thermique [CHA 11]. De plus, selon Frederick W. Mowrer [MOW 05], présentant une capacité thermique $C_{(A)}$ plus élevée, le matériau (A) présenterait une inertie thermique plus élevée que les matériaux comme les parpaings creux et pleins. Les analyses précédentes sont cohérentes avec les résultats obtenus sur l'inertie thermique (**Tableau 1**). Quant à la conductivité thermique λ_A , elle est inférieure à celle du parpaing plein mais supérieure à celle du parpaing creux. Ce résultat confirme le rôle des fibres végétales et à fortiori de la porosité qui est de réduire les transferts de chaleur par conduction dans le matériau.

4. Conclusion

Cette étude a conduit à la détermination des propriétés thermiques d'un matériau composite en terre (48% de grains de diamètre inférieur à 80 μm et 52% de grains de diamètre supérieur à 80 μm), à 1% de fibres d' Hibiscus Sabdariffa et compacté par vibration. Avec une inertie thermique plus élevée, on peut conclure que le matériau étudié procurerait un meilleur confort thermique en climat chaud et sec, ce qui contribuerait à réduire les charges de climatisation et par suite la facture électrique. Par ailleurs, le processus de formulation établi en canevas pourrait permettre d'uniformiser les pratiques et contribuer à faire respecter les dosages pour atteindre les résultats escomptés.

5. Bibliographie

[CHA 11] CHAHWANEUC Valérie, *Valorisation thermique et confort énergétique des bâtiments*, thesis, University of GRENOBLE. 2011.

[CLA 02] Claessens J. et Al., *Efficacité énergétique de la climatisation en région tropicale - Tome 1 : Conception des nouveaux bâtiments*, Institut de l'énergie et de l'environnement de la Francophonie, ISBN 2-89481-012-1, 2002

[MOW 05] MOWRER F. W., "*An analysis of effective thermal properties of thermally thick materials*", *Fire Safety Journal*, Vol. 40, n°5, 2005, p 395–410.