

INVESTIGATION EXPERIMENTALE DE LA CAPACITE D'ISOLATION THERMIQUE DES MATERIAUX BIO-SOURCES A BASE DE FIBRES DE PALMIER DATTIER

A. GHERFI¹, R. BELAKROUM¹, A. MERABET²

¹Univ. Ouargla, Fac. des Sciences Appliquées, Lab. Dynamique, Interaction et Réactivité des Systèmes, Ouargla 30000, Algeria, gherfi_abdelhafid@yahoo.fr

¹Univ. Ouargla, Fac. des Sciences Appliquées, Lab. Dynamique, Interaction et Réactivité des Systèmes, Ouargla 30000, Algeria, rassim.belakroum@gmail.com

²Laboratoire d'énergétique appliquée et pollution, Université de Constantine I, Algeria

RÉSUMÉ

Le confort thermique dans les habitations à bas prix, surtout dans les régions aride et semi aride, est un objectif primordial. Pour atteindre ce dernier, on doit donc changer la manière et les matériaux de constructions, c'est dans ce cadre qu'est inscrit ce travail dont l'objectif principale est d'investiguer expérimentalement la capacité d'isolation thermique de certains matériaux confectionnés à base des fibres végétaux disponibles dans les régions du sud algérien. Ce type de matériaux peut contribuer à l'amélioration du confort thermique et la minimisation de consommation excessive d'énergie. Dans ce contexte deux type de matériaux ont été confectionnés, pour différentes formulations, le premier à base de chaux et l'autre à base d'amidon comme liant. Les granulats utilisés sont les fibres du palmier dattier, une fibre de surface (LIF) et une deuxième de feuilles (DJRID). La méthode adoptée pour évaluer la capacité d'isolation thermique de chaque matériau est purement expérimentale, les testes ont été réalisés sur 9 formulations différentes. Les résultats expérimentaux ont montrés que la formulation à base d'amidon est meilleure que celle à base de chaux, ainsi que le déchet (DJRID) du palmier dattier favorise l'isolation thermique.

Mots Clés: *Capacité d'isolation thermique, confort thermique, les fibres de palmier dattier.*

NOMENCLATURE

Symboles :

A amidon

C chaux

F fibre (LIF)

D déchet (DJRID)

1. INTRODUCTION

Les nouvelles réglementations en matière d'isolation thermique dans le secteur du bâtiment, devient un soucie primordiale, l'utilisation de l'énergie est devenue une préoccupation cruciale au cours des dernières décennies en raison de la croissance rapide de la demande d'énergie. Par ailleurs, les problèmes environnementaux causés par les ressources énergétiques conventionnelles, tels que le changement climatique, ont conduit les gens à chercher des sources d'énergie alternatives [1][2][3]. Il y a aussi maintenant une demande croissante pour une meilleure pratiques environnementales, car la plus grande partie des ressources qui sont utilisés sont non-renouvelables [4]

et génère des coûts inutiles si elles ne sont pas utilisées de manière rationnelle. Ainsi les installations solaires thermiques sont l'une des technologies les plus dynamiques dans le secteur des énergies renouvelables [5].

Dans ce contexte les chercheurs se sont orientés a la recherche de nouveaux matériaux pour constituer des systèmes économes en énergie. Cette recherche s'est dirigée vers l'utilisation des matériaux à très bas impact environnementale issus de la matière végétale. Ceux-ci sont, soit issus de la valorisation de leurs déchets (déchet du palmier dattier, les déchets de riz, les tiges du tournesol, par exemple), soit directement issus de la transformation de produits cultivés (chanvre, par exemple). Parmi les nouveaux matériaux a base végétale, le chanvre est le plus utilisé dans le secteur de la construction en France mais sa mise en application est encore limitée. Les fibres végétales sont des matériaux renouvelables et de leur élimination provoque une faible dégradation de l'environnement [6]. Ils ont été utilisés comme renforts dans les matériaux composites et parce qu'ils ont des propriétés structurelles qui confèrent une résistance thermique au flux de chaleur sont utilisés dans les systèmes d'isolation thermique [7].

Cette étude vise l'investigation expérimentale de la capacité d'isolation thermique d'un nouveau type de matériaux à base des fibres du palmier dattier avec deux types de granulats différents la chaux et l'amidon de maïs. Pour tester la capacité d'isolation thermique de chaque matériau on a conçu 13 enceintes de dimension extérieur 350x350x350 mm, pour investiguer chaque formulation.

2. MATERIAUX ET METHODE EXPERIMENTALE

2.1 MATERIAUX ETUDIÉS

Le palmier dattier peut dégager plusieurs types de fibre : les fibres de surfaces, du bois de feuille, de tige ..., dans notre étude deux types de fibres ont été utilisés, le premier c'est une fibre de surface dite LIF, et le deuxième c'est une fibre de tige connue sous le nom de DJRID.

Les matériaux utilisés au cours de cette étude sont des matériaux biosourcés à base des fibres du palmier dattier, le déchet (DJRID) et une fibre de surface appelé (LIF), où deux type de granulats ont été utilisés la chaux et l'amidon de maïs pour différentes formulations.

Les paramètres qui varient d'un mélange à l'autre sont le dosage et le type de fibre introduite (fibre du palmier dattier et déchet qui est appelé souvent (DJRID)). Notre objectif est de tester la capacité d'isolation thermique du béton, et voir l'influence du pourcentage du granulat et le type de liant sur la capacité d'isolation thermique de chaque matériau. On résume dans le tableau 1 les différentes formulations testées.

TYPE DE LIANT	References	Pourcentage du Granulat (Fibre Et Déchet)
A BASE DE CHAUX	C 20% F	20 %
	C 50% F	50 %
	C 20% D	20 %
	C 50% D	50 %
A BASE D'AMIDO N	A 20% F	20 %
	A 30% F	30 %
	A 20% D	20 %
	A 30% D	30 %
SANS LIANT	100% F	100%
SANS LIANT	100% D	100%

TYPE DE LIANT	References	Pourcentage du Granulat (Fibre Et Déchet)
A BAS E DE CHA UX	C 20% F	20 %
	C 50% F	50 %
	C 20% D	20 %
SANS LIANT	Polystyrène expansé	Sans granulat
SANS LIANT	Laine de verre	Sans granulat
SANS LIANT	Air	

TABLEAU 1. Différentes formulation des Matériaux étudiés

2.2. METHODE EXPERIMENTALE

Pour estimer la capacité d’isolation thermique de chaque matériaux confectonnés, on coule chaque formulation entre la paroi intérieure et extérieure des 13 enceintes confectonnées. La distance entre les deux parois est de l’ordre de 50mm. Après la coulée du matériau dans les enceintes ces dernières restent ensuite confinées 72 heures dans une température ambiante constante, avant d’être exposées au soleil.

Pour mieux situer la capacité d’isolation thermique de chaque matériau nous avons testé en parallèle les matériaux isolants les plus utilisés comme la laine de verre, le polystyrène expansé, ainsi que la fibre et le déchet du palmier dattier sans liant.

2.2.1. PREPARATION DES ENCEINTES

13 enceintes en tôle ont été réalisées dans ce programme expérimental, ces dernières se composent de deux parois intérieure et extérieure, les dimensions et la forme de ces enceintes sont illustrées par la figure 1.

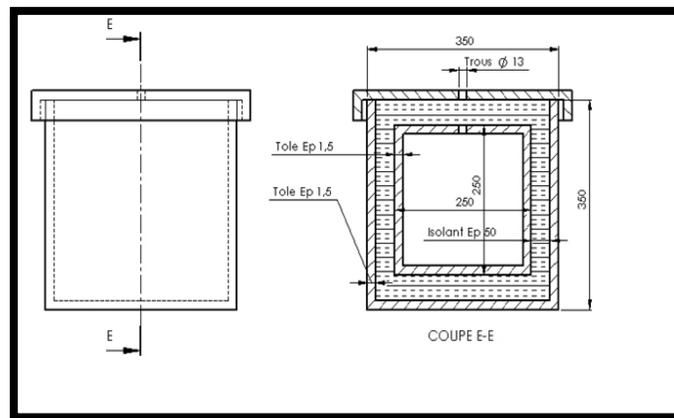


FIGURE 1. Forme et dimensions des enceintes du teste

2.2.2. DISPOSITIF EXPERIMENTALE DE MESURE:

L’objectif est d’étudier l’influence du pourcentage des granulats ainsi que le type de liant sur la capacité d’isolation thermique de chaque matériau. L’idée de base est de placer l’isolant entre les deux parois de l’enceinte, introduire de l’eau chauffé à 80°C dans l’enceinte intérieure et faire le suivi de température intérieure et extérieure au cours du temps durant 9 heures à l’aide deux thermocouples de surface type K, le premier est placé sur la paroi extérieure est l’autre sur la paroi intérieure de l’enceinte et une sonde de température standard immergée dans l’eau .L’acquisition des données est réalisée par le biais d’une station d’acquisition des données trois voix de marque **COBRO 3 Chem-Unit PHYWE**, en plus le suivi de la température ambiante au cours du

temps est réalisé par un enregistreur autonome de marque **CHAUVIN ARNOUX** , le dispositif expérimentale est schématisé par la figure 2.

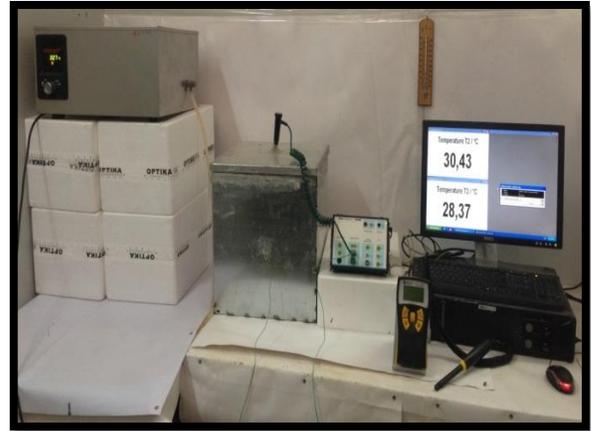
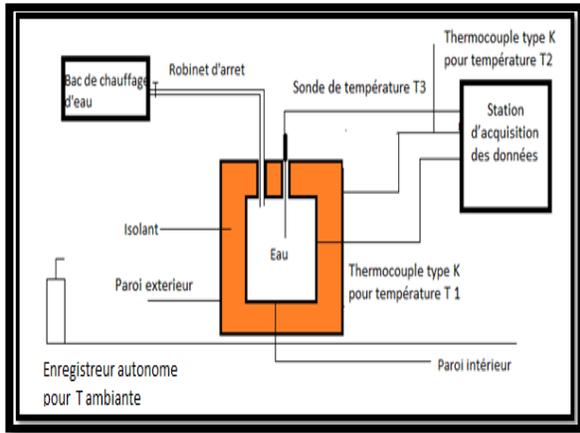


FIGURE 2. Schéma du dispositif expérimental

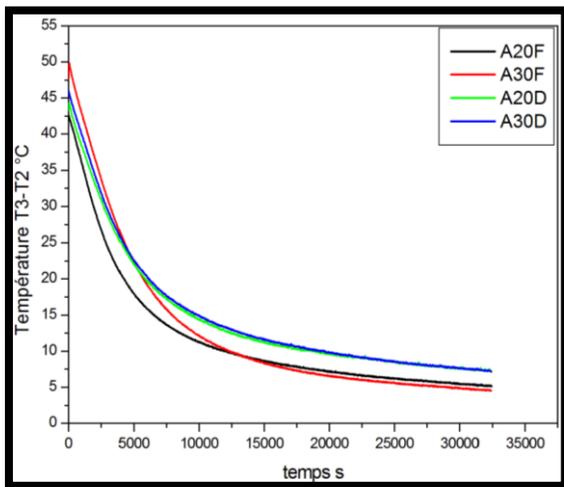


FIGURE 4

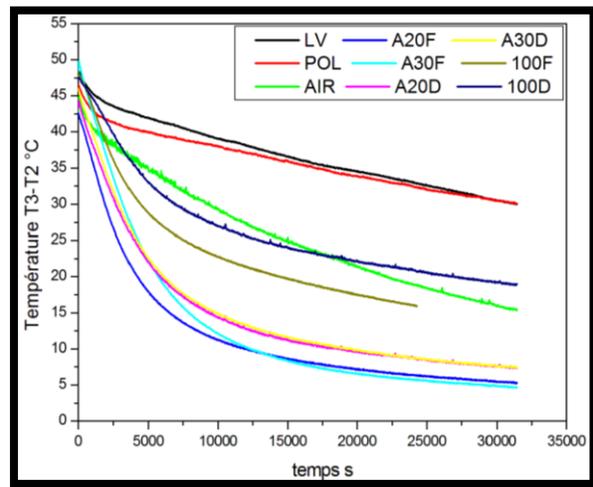


FIGURE 3

Evolution de la différence de température $T3-T2$ en fonction du temps matériaux à base d'amidon

La figure 3 montre l'évolution de la différence de température entre la paroi intérieure de l'enceinte et sa paroi extérieure ($T3-T2$) en fonction du temps, où l'amidon est pris comme liant qui ne varie pas d'un matériau à un autre, et on change les granulats et leurs pourcentages d'une formulation à une autre. Il apparaît nettement que le pourcentage du liant (amidon) n'a presque aucune influence sur l'amélioration de la différence de température $T3-T2$, les deux matériaux **A 20 F** et **A 30 F** ont la même allure, ainsi on remarque que $T3-T2$ prend une forme presque linéaire et stable après la 3^{ème} heure de l'essai jusqu'à la fin du teste, il est presque égale à 5°C , par

ailleurs les deux matériaux **A 20 D**, **A 30 D** ont une différence de température plus important qui est de l'ordre de 10°C, cela est dû au type de granulat, donc on peut dire que le déchet (**DJRID**) est meilleure par rapport à la fibre (**LIF**) du palmier dattier.

Sur la figure 4 on présente une comparaison entre les matériaux étudiés avec les isolants cités ci-dessus (laine de verre, polystyrène expansé), ainsi qu'entre la fibre de palmier dattier (**LIF**), le déchet (**DJRID**) sans liant et l'air. La première remarque d'après ce graphe est la suivante :

La différence de température T3-T2 du déchet 100% est meilleur, il est de l'ordre de 25°C tandis que pour 100% de fibre et l'air sont égale 15°C.

La figure 5 montre l'évolution de la différence de la température T3-T2 en fonction du temps pour des formulations à base de chaux, l'influence du pourcentage du liant est très claire, le matériau **C 50 D** présente une différence de température T3-T2 meilleure, ainsi que le type des granulats, le déchet (**DJRID**) a une meilleure isolation que la fibre (**LIF**). On peut aussi voir sur cette figure que les deux matériaux **C 50 F** et **C 20 D** ont la même tendance, un comparason de ces matériaux par rapport à la laine de verre, le polystyrène expansé et l'air est illustré par la figure 6.

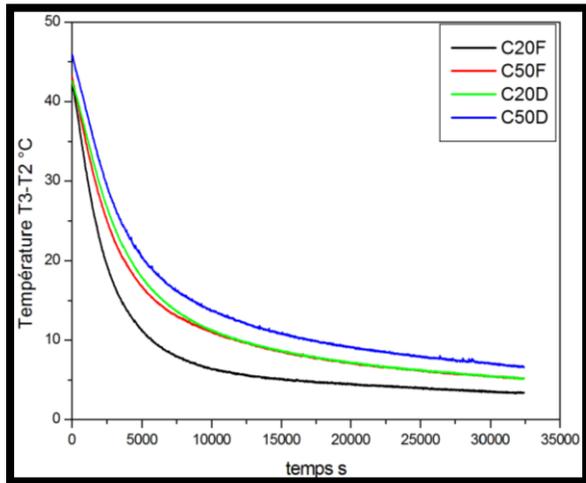


FIGURE 5

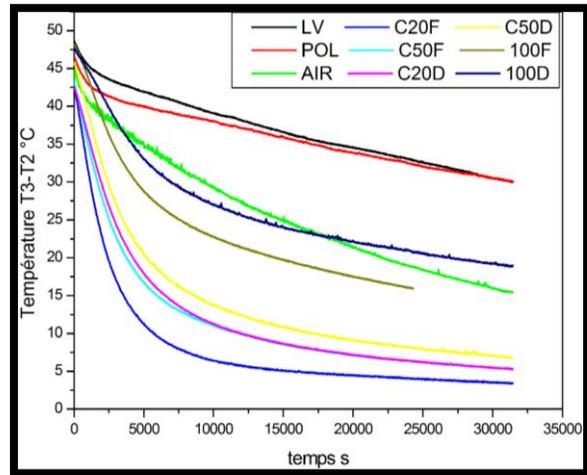


FIGURE 6

Evolution de la différence de température T3-T2 en fonction du temps matériaux à base de chaux

le tableau 3 resume la variation de la différence de température T3-T2 après 3 heures et 9 heures de chaque matériau :

Matériaux	T3-T2 Après 3 Heures	T3-T2 Après 9 Heures
Polystyrène Expansé	37,59	30,08
Laine de verre	38,68	29,98
100% D	26,39	18,98
100% F	22,15	15,91
Air	28,43	15,43
A 30% D	14,14	7,41

Matériaux	T3-T2 Après 3 Heures	T3-T2 Après 9 Heures
Polystyrène Expansé	37,59	30,08
Laine de verre 100% D	38,68	29,98
A 20% D	26,39	18,98
C 50% D	13,64	7,37
C 20% D	13,14	6,73
A 20% F	10,15	6,15
C 50% F	10,62	5,31
A 30% F	10,58	5,25
C 20% F	11,26	4,67
	6,04	3,43

TABLEAU 2. Variation de la différence de température après 3 H et 9H de chaque matériau

Il est enregistré que la capacité d'isolation thermique de ce type de matériaux est sensible au deux paramètres: le premier c'est le type des granulats, l'autre est la nature du liant. On peut voir d'après le tableau 3, que plus les granulats augmentent dans le matériau plus la capacité d'isolation thermique de ce dernier s'améliore, en plus on peut conclure que l'amidon favorise l'isolation tandis que la chaux dégrade l'isolation, ainsi que le déchet (**DJRID**) est meilleur par rapport à la fibre (**LIF**).

4. CONCLUSIONS

Durant cette étude, nous nous sommes intéressés à l'investigation expérimentale de la capacité d'isolation thermique de certains matériaux biosourcés locaux, élaborés à la base des fibres du palmier dattier, en s'appuyant sur la caractérisation thermique de chaque formulation étudiée. Une analyse comparative des différentes formulations par rapport aux matériaux d'isolation disponible sur le marché a été réalisée, afin de bien comprendre l'influence de chaque constituants sur la capacité d'isolation thermique de matériau étudié.

Les essais que nous avons effectués sur différentes formulations des matériaux testés ont permis de mettre en évidence l'influence du granulat, le type des fibres utilisés et le pourcentage de chaque granulat utilisé sur la capacité d'isolation thermique de chaque matériau. Les observations essentielles que nous pouvons retenir sont :

- ❖ Les caractéristiques thermiques des fibres du palmier dattier sont très proches à celle de la laine de verre, le polystyrène expansé, ainsi que la lame d'air. Ces fibres ont un effet très favorable sur l'isolation thermique.
- ❖ L'ajout de la chaux comme liant dans les granulats (fibres du palmier dattier) dégrade les performances thermiques des fibres.
- ❖ La différence de température T3-T2 du matériau est plus importante pour les pourcentages des granulats plus élevée, pour les deux types de liant, chaux et amidon.
- ❖ Les matériaux à base d'amidon présentent un déphasage de la température T3-T2 très important, que les matériaux à base de chaux.

REFERENCES

- [1] Muneer, T., Maubleu, S., Asif, M., 2006. Prospects of solar water heating for textile industry in Pakistan. *Renew. Sustain. Energy Rev.* 10 (1), 1e23.
- [2] Dovi, V.G., Friedler, F., Huisingh, D., Klemes, J.J., 2009. Cleaner energy for sustainable future. *J. Clean. Prod.* 17 (10), 889e895.

- [3] Mekhilef, S., Saidur, R., Safari, A., 2011. A review of solar energy use in industries. *Renew. Sustain. Energy Rev.* 15 (4), 1777e1790.
- [4] Kubota, F.I., Rosa, L.C., 2013. Identification and conception of cleaner production opportunities with the theory of inventive problem Solving. *J. Clean. Prod.* 47,199e210.
- [5] Kumar, R., Rosen, M.A., 2011. Integrated collector-storage solar water heater with extended storage unit. *Appl. Therm. Eng.* 31 (4), 348e354.
- [6] Joseph, P.V., Rabello, M.S., Mattoso, L.H.C., Joseph, K., Thomas, S., 2002. Environmental effects on the degradation behaviour of sisal fibre reinforced polypropylene composites. *Compos. Sci. Technol.* 62 (10e11), 1357e1372.
- [7] Benmansour, N., Agoudjil, B., Gherabli, A., Kareche, A., Boudenne, A., 2014. Thermal and mechanical performance of natural mortar reinforced with date palm fibers for use as insulating materials in building. *Energy Build.* 81, 91e104.