
Etude des performances de produits renouvelables et locaux adaptés à l'isolation thermique dans le bâtiment

Nadia benmansour ^{1*}, Boudjemaa Agoudjil ¹,
Abderrahim Boudenne²

¹ Laboratoire de Physique Énergétique Appliquée (LPEA)
Département de Physique, Faculté des Sciences, Université Hadj-Lakhdar,
Batna.

² CERTES Université Paris-Est, Créteil, 61 Av. du Général de Gaulle, 94010
Créteil Cedex, France

* benmansour22@gmail.com

RESUME. Ce travail porte sur l'étude théorique et expérimentale des propriétés thermophysiques de matériaux naturels, en l'occurrence le bois de palmier dattier, en vue de les utiliser dans le domaine de l'isolation thermique des bâtiments. L'étude expérimentale est composée de deux parties. La première partie est dédiée au processus de séchage. Dans la deuxième partie, on s'intéresse aux mesures expérimentales des propriétés thermophysiques de bois du palmier. Dans la caractérisation thermophysique, certains types de bois de palmier ont fait l'objet de mesures permettant de mettre en évidence l'effet de l'orientation des fibres. Enfin, une comparaison de ses propriétés à celles d'autres matériaux connus dans la littérature est effectuée.

ABSTRACT. This study focuses on the theoretical and experimental study of the thermophysical properties of natural materials, namely the date palm wood, for use in the field of thermal insulation of buildings. The experimental study consists of two parts. The first part is devoted to the drying process. In the second part, we deal with experimental measurements of thermophysical properties of palm wood. In thermophysical characterization, some types of palm wood were the subject of measures to highlight the effect of fiber orientation. Finally, a comparison of its properties with those of other materials known in the literature is performed.

MOTS-CLE: isolation thermique, matériaux naturels, les énergies renouvelables

KEYWORDS: thermal insulation, natural materials, renewable energy

1. Introduction

La part importante de l'énergie consommée pour le chauffage ou le refroidissement des bâtiments a amené des chercheurs à se pencher sur le problème des échanges de chaleur entre le milieu interne du bâtiment et l'environnement. Les principaux flux de chaleur traversant le bâtiment sont les déperditions par transmission au travers les parois de l'enveloppe et les déperditions par ventilation (Roulet, 2004). Pour améliorer le confort thermique dans les bâtiments et économiser de l'énergie, il est nécessaire de mettre en œuvre des matériaux performants, apportant une bonne isolation thermique pour réduire la perte de chaleur dans l'habitat.

Les matériaux tels que la laine de verre, de roche, de bois et l'amiante couvrant une variété large de produits d'usage courant dans les bâtiments comme des isolants thermiques et/ou acoustique (Meukam, 2004). Cependant, suite aux problèmes de santé posés par les fibres d'amiante, ou pour des raisons économiques relatives à quelques fibres (fibre de verre, fibre d'acier,...), les chercheurs visent la substitution de ces isolants par les matériaux végétaux en raison de leur disponibilité et de leur faible impact environnemental.

Malgré que l'Algérie soit parmi les pays qui possèdent une multitude de matériaux végétaux (le palmier dattier, le liège,...), la valorisation de ces matériaux reste insuffisante principalement dans le domaine du bâtiment.

Nous souhaitons analyser la possibilité d'utiliser certaines parties renouvelables du palmier dattier pour réaliser des isolants thermiques.

Le palmier dattier (*Phoenix dactylifera*) est l'un des arbres fruitiers le plus anciennement cultivé dans le monde. Cette espèce qui se trouve principalement dans la région afro-asiatique, est une composante essentielle de l'écosystème oasien grâce à son adaptation aux conditions climatiques, la haute valeur nutritive de ses fruits et les multiples utilisations de ses produits (Kriker *et al.*, 2005). Le Phoenix est une plante dioïque, on trouve donc deux organismes avec des palmiers mâles et femelles (Bouzdira, 2006). En Algérie, le nombre de palmier dattier est plus de 10 millions d'arbres (Chehma *et al.*, 2000) avec plus de 800 variétés (Bessas *et al.*, 2008). Les parties renouvelables de ce matériau ont un potentiel quantitatif important (210 000 tonnes de pétioles, 73 000 tonnes de folioles et 52 000 tonnes de grappes chaque année) (Agoudjil *et al.*, 2011). Ces chiffres permettent de dire que le bois de palmier dattier est un excellent candidat pour devenir une ressource stratégique du fait de son usage après la valorisation.

2. Expérimentation

2.1. Le séchage

2.1.1. Protocole de séchage

Dans cette étude de séchage, deux parties du palmier (le pétiole et le rachis) appartenant à trois variétés de palmiers dattiers à savoir El - Ghers, Deglet-Nour et Mech-Degla ont étudiées. Le processus de séchage a été réalisé dans un four électrique aux températures de 30°C, 50 °C, 60 °C, 70 °C, 80 °C et 90 °C jusqu'à la stabilisation de la masse des échantillons. Le temps de séchage pour chaque essai est de 24 heures.

2.2. Mesures des propriétés thermophysiques

2.2.1. Matériaux utilisés

Dans cette étude, deux parties du palmier dattier ont été étudiées à savoir le pétiole et la grappe. Les échantillons de bois de palmier ont été découpés de six arbres différents provenant de l'oasis de Biskra en Algérie et appartenant à quatre variétés de palmiers dattiers : Deglet-Nour, Mech-deglet, Elghers et Dhokar. Les échantillons utilisés sont découpés et rabotés sous forme d'un pavé parallélépipédique. Pour certains échantillons, deux configurations ont été étudiées: dans la première, les fibres sont parallèles à l'axe des deux grandes faces de l'échantillon (parallèles au flux thermique). Dans la deuxième configuration, les fibres sont perpendiculaires à l'axe et au flux

thermique (voir figure.1). Pour les autres échantillons, seule la deuxième configuration a été étudiée.

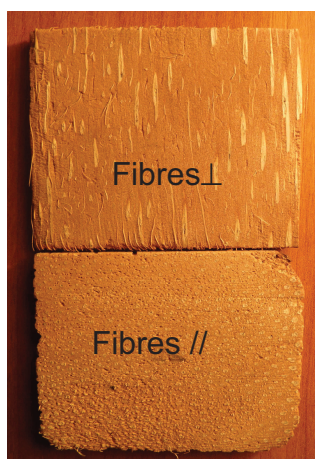


Figure 1. Deux échantillons type avec orientations // et \perp des fibres.

2.2.2. Méthode de mesure

Les mesures des propriétés thermophysiques des échantillons ont été réalisées au sein du laboratoire CERTES de l'université Paris 12 en France. La conductivité thermique (k) et la diffusivité thermique (a) ont été déterminées simultanément à l'aide d'une méthode périodique. Le principe de la mesure est basé sur l'excitation thermique périodique d'un bloc comprenant un échantillon pris entre deux plaques métalliques. Une mesure de la température est effectuée sur les plaques avant et arrière à l'aide de thermocouples de type K. Les thermocouples sont positionnés au milieu de chacune des deux plaques métalliques. A partir de ces deux mesures, la fonction de transfert thermique du matériau est calculée.

Les paramètres, la conductivité thermique (k) et la diffusivité thermique (a), sont identifiés par la méthode inverse en utilisant un logiciel sous Matlab.

3. Résultats et discussion

3.1. Le séchage

La perte de masse, la quantité d'eau extraite du produit étudié, est calculée en utilisant la relation suivante pour chaque essai.

$$\Delta m(\%) = \frac{m_{avant} - m_{après}}{m_{avant}} \times 100 \quad [1]$$

Où m_{avant} : la masse avant le séchage, $m_{après}$: la masse après le séchage.

Dans les figures 2 et 3 on présente un exemple de résultats que nous avons obtenus. La figure 2 montre que la masse diminue quand la température augmente. Ceci est dû aux pertes d'eau et la stabilité de la masse commence à la température de 70°C pour la plupart des échantillons. D'autre part, on peut observer que la perte de masse est maximale à la température de 60°C pour certains échantillons et à la température de 70°C pour les autres échantillons. Puis elle diminue avec l'augmentation de la température. Dès 80°C à 90°C, la perte de masse est très faible, sa variation est peu significative.

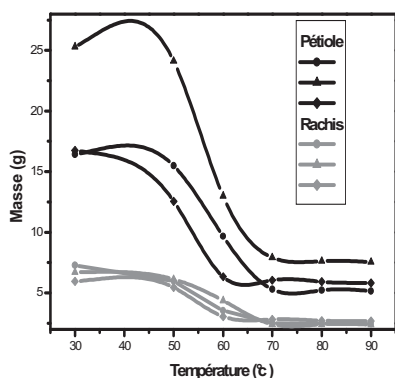


Figure 2. L'évolution de la masse des échantillons d'El-Ghers en fonction de la température.

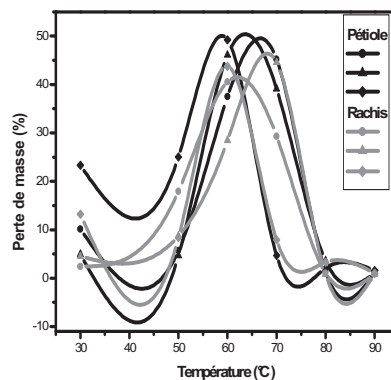


Figure 3. Les variations de la perte de masse des échantillons d'El-Ghers en fonction de la température.

3.2. Propriétés thermophysiques

Les valeurs expérimentales de la conductivité thermique sont présentées dans la figure 4.

Les parties renouvelables de l'arbre (le pétiole et la grappe) possèdent une conductivité thermique plus faible que le tronc du palmier. Compte tenu de la masse volumique élevée du tronc de palmier par rapport aux autres parties, il semble que les taux de porosité de la grappe et du pétiole soient supérieurs à celui du tronc.

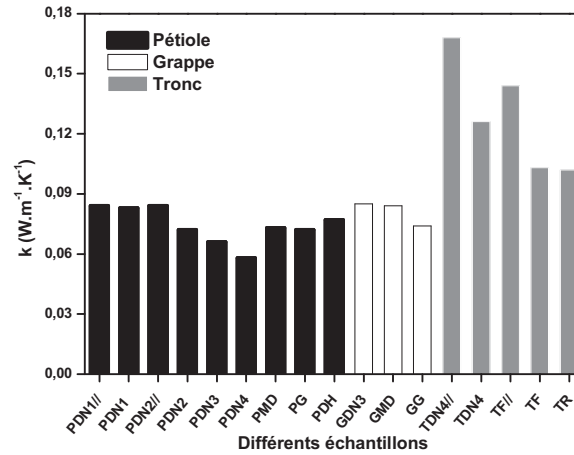


Figure 4. Les conductivités thermiques de différentes parties du palmier dattier. Les conductivités thermiques des échantillons de tronc 'T' et de PDN4 sont tirées de la littérature (Agoudjil et al., 2009) pour la comparaison.

Des variations significatives de la conductivité thermique sont observées pour des échantillons de pétiole provenant de la variété de palmier Deglet-nour (voir les barres noires de la figure 4). Ces différences sont supérieures à celles observées par comparaison avec des pétioles prélevés sur les autres variétés et même par comparaison avec les valeurs obtenues pour des échantillons de la grappe. Pour les pétioles, l'effet de l'orientation des fibres sur la conductivité thermique est peu significatif en comparaison avec l'effet observé sur les échantillons de tronc. Ces variations de la conductivité thermique observées peuvent être expliquées par des différences de taux d'humidité des échantillons.

Une comparaison entre les propriétés de l'échantillon le moins isolant (grappe) et les propriétés de quelques isolants naturels a été réalisée et est présentée dans la figure 5. Les valeurs de la conductivité thermique et de la masse volumique sont normalisées par les valeurs moyennes obtenues pour les échantillons de la grappe (valeur de référence égale à 1). La figure 5 montre que les parties renouvelables du palmier dattier présentent une conductivité thermique proche de celle du sisal, mais cette valeur est supérieure à celle d'autres isolants (comme le liège). D'autre part, elle est inférieure à la conductivité thermique du chanvre et de la banane.

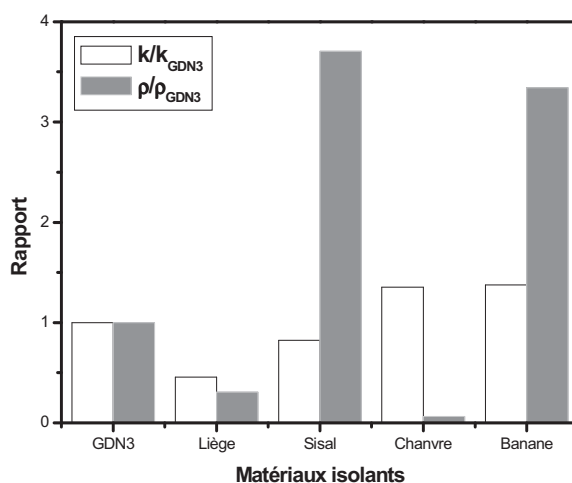


Figure 5. Comparaison entre la conductivité thermique et la masse volumique de plusieurs matériaux isolants.

La masse volumique de la grappe est très inférieure à celle de la banane et du sisal mais elle est proche de la masse volumique d'autres isolants tels que le liège et le chanvre. Selon cette

comparaison, on peut dire que la grappe a de bonnes propriétés d'isolation thermique.

Conclusion

Ce papier présente les résultats préliminaires d'une étude expérimentale du comportement thermophysique du bois de palmier (*Phoenix dactylifera* L.). Les résultats de séchage montrent que pour une température de 90 °C, la variation de l'humidité des échantillons avec l'environnement n'est pas significative. Ils tendent vers l'équilibre avec l'air ambiant. Les résultats des propriétés thermophysiques ont montré que les parties renouvelables du palmier dattier (pétiole, grappe) sont les plus isolantes et les plus légères, comparées avec le bois du tronc. L'effet de l'orientation des fibres sur la conductivité thermique n'est pas considérable. En outre, la comparaison de la conductivité thermique et de la masse volumique du matériau étudié à plusieurs isolants naturels a permis de mettre en évidence les performances du bois de palmier dans le domaine de l'isolation thermique.

Bibliographie

Agoudjil B, Benchabane A, Boudenne A, Ibos.L ,Fois.M.,<< Renewable materials to reduce building heat loss:Characterization of date palm wood >>, *Energy and Buildings*, vol. 43, 2011, 491-497.

- Agoudjil B, Benchabane A, Boudenne A et al. << Experimental investigation on thermal properties of date palm fibres and their use as insulating materials >>, *Global Conference on Global Warming*, 5- 9 juillet 2009, Istanbul, 216-222.
- Bessas.A, Benmoussa.L, Kerarma.M., Dosage biochimique des composés phenoliques dans les dattes et le miel récoltés dans le sud algérien, Université de Sidi Bel Abbès, 2008.
- Chehman.A, H.F.Longo, Siboukeur.A, << Estimation du tonnage et valeurs alimentaire des sous produits du palmier dattier chez les ovins >>, *Recherche Agronomique*, vol.7, 2000, p.15-17.
- Kriker. A., Debicki. G., Bali. A, Khenfer.M.M., Chabannet. M., << Mechanical properties of date palm fibres and concrete reinforced with date palm fibres in hot-dry climate >>, *Cement & Concrete Composites*, vol. 27, 2005, p.554-564.
- Meukam P.,Caractérisation de matériaux locaux en vue de l'isolation thermique de bâtiments, Thèse de doctorat, Université Cergy-Pontoise, Yaoundé I; 2004.
- Roulet C-A. *Santé et qualité de l'environnement intérieur dans les bâtiments*. 2nd ed. Presses Polytechniques, 2004.