

## Some physical properties of the date palm stem

A. Hakam<sup>1</sup>, M. Elkhali<sup>1</sup>, M. Ziani<sup>2</sup>, A. Famiri<sup>3</sup> and A. Fidah<sup>3</sup>

1. Wood Science Laboratory, Mohammed V University in Rabat, Faculty of Science, PO Box 1014, Rabat, Morocco.

2. National Institute of Archaeology and Patrimony Sciences, PO Box 6828, Rabat, Morocco.

3. Forest Research Center, PO Box 763, Agdal, Rabat, Morocco.

**Abstract:** The main objective of this study was to test some technological performances of date palm stem (*Phoenix dactylifera* L.) from the region of Marrakech in Morocco with a view to its use in housing construction in southern Moroccan regions. Physical characteristics were determined according to French AFNOR standards. The samples used were respectively 20 mm × 20 mm × 20 mm in the longitudinal, radial and tangential directions. All the results obtained were the average of the measurements on 50 samples. The results obtained showed that the moisture content has an average value of 15 % at the center of stem and 18 % at the periphery and the infradensity has a value of 0.18 g / cm<sup>3</sup> in the center and 0.42 g / cm<sup>3</sup> in the periphery. For samples from the center, the tangential, radial and longitudinal shrinkage were respectively 2.02 %, 1.77 %, and 0.42 %, while on the periphery of the stem the tangential, radial and longitudinal shrinkage were respectively 3.41 %, 2.98 % and 0.34 %. These results showed that the stem center has better dimensional stability compared to the peripheral region of the stem.

**Keywords:** Date palm, *Phoenix dactylifera* L., Moisture content, Infradensity, shrinkage.

### Quelques propriétés physiques de la tige du palmier dattier

**Résumé :** L'objectif principal de cette étude était de tester quelques performances technologiques de la tige du palmier dattier (*Phoenix dactylifera* L.) de la région de Marrakech au Maroc en vue de son utilisation dans la construction d'habitat dans les régions du sud marocain. Des caractéristiques physiques ont été déterminées selon les normes françaises AFNOR. Les échantillons utilisés étaient respectivement de 20 mm × 20 mm × 20 mm dans les directions longitudinale, radiale et tangentielle. Tous les résultats obtenus étaient la moyenne des mesures sur 50 échantillons.

Les résultats obtenus ont montré que l'humidité avait une valeur moyenne de 15 % au centre et 18 % à la périphérie de la tige et que l'infradensité avait une valeur de 0,18 g/cm<sup>3</sup> au centre et 0,42 g/cm<sup>3</sup> à la périphérie. Au centre de la tige le retrait tangential, radial et longitudinal avaient respectivement des valeurs de 2,02 % , 1,77% et de 0,42% tandis qu'à la périphérie de la tige, les retraits tangential, radial et longitudinal avaient respectivement des valeurs de 3,41 %, 2,98 % et 0,34 %. Ces résultats ont montré que le centre de la tige présentait une meilleure stabilité dimensionnelle par rapport à la périphérie.

**Mots-clés :** Palmier dattier, *Phoenix dactylifera* L., Humidité, Infradensité, Retrait.

## 1 Introduction

Le palmier dattier (*Phoenix dactylifera* L.) est l'une des plantes fruitières les plus importantes du sud du Maroc.

Elle représente une bonne rente pour de nombreux agriculteurs.

Une fois que les palmiers dattier deviennent trop mûrs, leur production de produits traditionnels, tels que les

dates, diminue considérablement, ce qui conduit les agriculteurs à rechercher d'autres moyens de valorisation des palmiers dattiers âgés.

Dans le but de répondre à cette demande, plusieurs travaux de recherche ont été consacrés à la valorisation de la tige du palmier dattier [1-4]. Ces travaux ont concernés son utilisation dans le domaine de l'isolation thermique des bâtiments [1,2] et dans le domaine de la construction en général [3], ou dans la fabrication de composites bois-ciment [4].

D'autre part, l'utilisation de la tige du palmier dattier dans la construction nécessite une parfaite connaissance de plusieurs de ses caractéristiques et en particulier ses propriétés physiques [5-6]. Concernant ce point, des études ont été consacrées à la détermination des caractéristiques physique, parmi ces études celle de Fathi [5] qui a montré que l'humidité et la densité varie de manière significative dans la tige du palmier dattier.

Les résultats d'une étude expérimentale sur les propriétés physiques de la tige du palmier dattier de l'oasis de Biskra en Algérie ont été rapporté par Amirou et al., [6]. Selon cette étude, la densité à 12% d'humidité avait des valeurs allant de 0,467 à 0,616 g/cm<sup>3</sup>, avec une valeur moyenne d'environ 0,549 g / cm<sup>3</sup> et des valeurs très élevées des retraits ont été enregistrées.

Des recherches similaires ont été réalisées sur la tige du cocotier (*Cocos nucifera*) [7-9]. Les valeurs des densités moyennes au centre et à la périphérie de la tige du cocotier obtenues par Killmann [7], étaient respectivement de 0,31 et 0,73 g/cm<sup>3</sup>. Selon cette étude, le retrait tangentiel, radial et longitudinal au centre de la tige avaient respectivement des valeurs de 3,46 % , 3,35 % et 0,18 % tandis qu'à la périphérie de la tige, les retraits tangentiel, radial et longitudinal avaient respectivement des valeurs de 6,33 % , 5,97 % et 0,08 %.

Les études réalisées en 2014 par Fathi et Frühwald [8] sur les propriétés mécaniques du cocotier (*Cocos nucifera*) ont montré que la densité augmente avec la distance transversale du centre de la tige.

Les essais de caractérisation physiques effectués à différentes positions de la hauteur de la tige (c'est-à-dire, en haut, au milieu et en bas) et des positions latérales (c'est-à-dire, centre et à la périphérie) par Rana et al., [9] ont montré qu'il y avait une différence significative entre les différentes positions de hauteur pour l'humidité contenu, mais il n'y avait pas de différence significative pour la teneur en humidité entre la périphérie et la partie centrale. Selon cette étude, la plus haute teneur en humidité était pour la partie supérieure de la tige et la partie inférieure montrait la plus faible teneur en humidité. Selon cette étude, le retrait moyen dans la direction tangentielle était de 5,25 à 5,81%, de 5,07 à 5,42% dans le sens radial et de 0,88 à 1,20% dans le sens

longitudinal. La densité moyenne après séchage à l'air était de 0,37 à 0,43 g / cm<sup>3</sup>.

## 2 Matériaux et méthodes

### 2.1 Matériaux

La matière première (rondin de palmier dattier d'environ 1,3 m de long et 24 cm de diamètre) (Figure 1) utilisée dans cette étude a été obtenue de la palmerais de Marrakech (31° 37' 48" N - 8° 0' 0" W) par le Haut Commissariat aux Eaux et Forêts et à la lutte contre la désertification du Maroc. Par conséquent, nous n'avons aucune garantie sur l'état de la plante avant abatage, l'âge et le temps de séchage à l'air. Son humidité, au moment de la livraison, en mars 2016, mesurée avec un avec un humidimètre KIMO portatif électronique (précision ± 1%) était entre 15 et 18%.

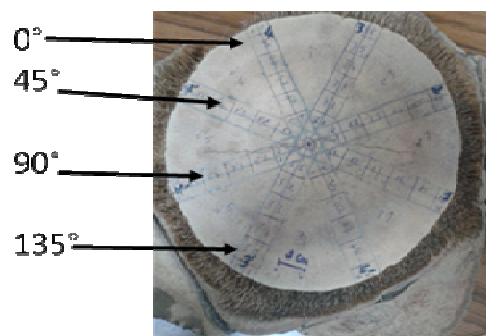
Le sciage a été réalisé avec une scie à ruban pour prélever sept rondelles de 2,5 cm d'épaisseur (Figure 1).



**Fig. 1.** Rondin et Rondelles du palmier dattier

Le prélèvement des éprouvettes a été réalisé au Centre de Recherche Forestière de Rabat, au Maroc.

Des cubes de 2 cm de chaque coté ont été usinés à partir des rondelles (Figure 2 et 3). Les éprouvettes ont été conditionnées, par la suite dans une chambre de 65 ± 5% d'humidité relative à 20± 2°C pour se stabiliser à 12% d'humidité environ.



**Fig. 2.** Préparation des éprouvettes

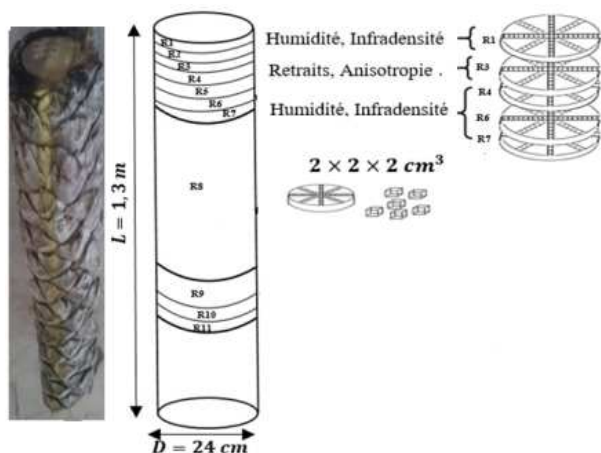


Fig. 3. Prélèvement des éprouvettes

## 2.2 Méthode

Les caractéristiques physiques ont été déterminées selon les normes françaises AFNOR. Les échantillons utilisés étaient respectivement de 20 mm × 20 mm × 20 mm dans les directions longitudinale, radiale et tangentielle. Tous les résultats obtenus étaient la moyenne des mesures sur 50 échantillons.

### 2.2.1 Mesure de l'humidité

L'humidité du rondin initial de palmier dattier et des rondelles de 2,5 cm d'épaisseur a été mesurée avec un humidimètre KIMO portatif électronique (précision ± 1%) et l'humidité des éprouvettes qui ont servi pour la détermination des caractéristiques physiques a été mesurée comme décrit dans la norme AFNOR NF B 51-004 [10], à l'aide de la relation 1.

$$H(\%) = \frac{M_h - M_0}{M_0} \times 100 \quad (1)$$

Avec  $M_h$  est la masse de l'éprouvette à l'état humide et  $M_0$  est la masse de l'éprouvette à l'état anhydre. Les masses ont été mesurées avec une balance (précision = 0,1 mg) et les dimensions des éprouvettes avec un pied à coulisse numérique (précision 0,02 mm).

### 2.2.2 Mesure du retrait

Le retrait est un paramètre qui détermine la stabilité dimensionnelle de l'échantillon. Il a été déterminé selon la norme française NF B51-006 [11], à l'aide de l'équation 2 :

$$R(\%) = \frac{L_{L,R,T}^s - L_{L,R,T}^0}{L_{L,R,T}^0} \times 100 \quad (2)$$

Avec  $L_{L,R,T}^s$  est la longueur à la saturation selon la direction considérée (L, R, ou T) et  $L_{L,R,T}^0$  est la longueur à l'état anhydre. L'anisotropie du retrait est le rapport du retrait tangentiel au retrait radial.

### 2.2.3 Mesure d'infradensité

L'infradensité est le rapport de la masse anhydre  $M_0$  sur le volume saturé  $V_s$  d'un échantillon (Equation 3). Elle est exprimée en  $g/cm^3$  et déterminée selon la norme NF B51-005 [12]. Cette grandeur ne varie pas en fonction de l'humidité comme la masse volumique, car elle est le rapport de deux valeurs constantes pour chaque échantillon.

$$D_b = \frac{M_0}{V_s} \quad (3)$$

## 3 Résultats et discussion

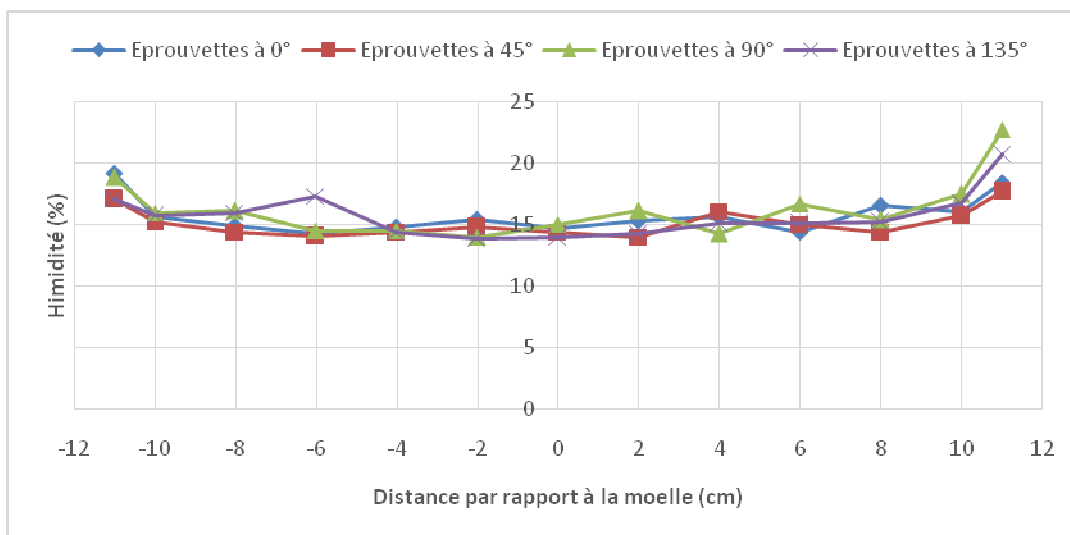
### 3.1 Profil de l'humidité

Quatre rondelles ont été utilisées pour les mesures de l'humidité. Les valeurs Max, Min et Moyenne de 50 éprouvettes de chaque rondelle sont présentées dans le tableau 1.

Tableau 1. Humidité des éprouvettes des quatre rondelles

Rondelle	Max	Min	Moyen	Ecart type
1	19,643	11,789	15,649	1,583
4	19,765	10,959	15,011	1,536
6	19,694	13,144	15,662	1,419
7	22,717	13,804	15,747	1,781

La figure 4 représente le profil d'humidité du centre à la périphérie de la rondelle 7 du palmier dattier pour les quatre orientations (0°, 45°, 90° et 135°).



**Fig. 4.** Profil d’humidité du centre à la périphérie de la rondelle 7 du palmier dattier pour les quatre orientations

D’après la figure 4, l’humidité des éprouvettes proches du centre de la tige est d’environ 15 % et l’humidité des éprouvettes loin du centre ou près de la périphérie de la tige est d’environ 18 %.

### 3.2 Retrait

Le tableau 2 représente les valeurs du retrait tangentiel ( $R_T$ ), radial ( $R_R$ ) et longitudinal ( $R_L$ ) ainsi que la valeur de l’anisotropie du retrait  $A = (R_T/R_R)$  (%), en fonction de la position radiale dans la tige du palmier dattier.

**Tableau 2.** Retraits du palmier dattier à trois distances du centre de la tige

Position latéral	$R_T$	$R_R$	$R_L$	A
Périphérique	3,41	2,98	0,34	1,14
Milieu	2,14	1,97	0,33	1,08
Centre	2,02	1,77	0,42	1,14
Moyen	2,524	2,240	0,36	1,12
Écart-Type	0,103	0,121	0,034	0,092

D’après le tableau 2, les éprouvettes de la périphérie

présentent le plus grand retrait, suivie des éprouvettes du milieu et enfin du centre de la tige du palmier dattier.

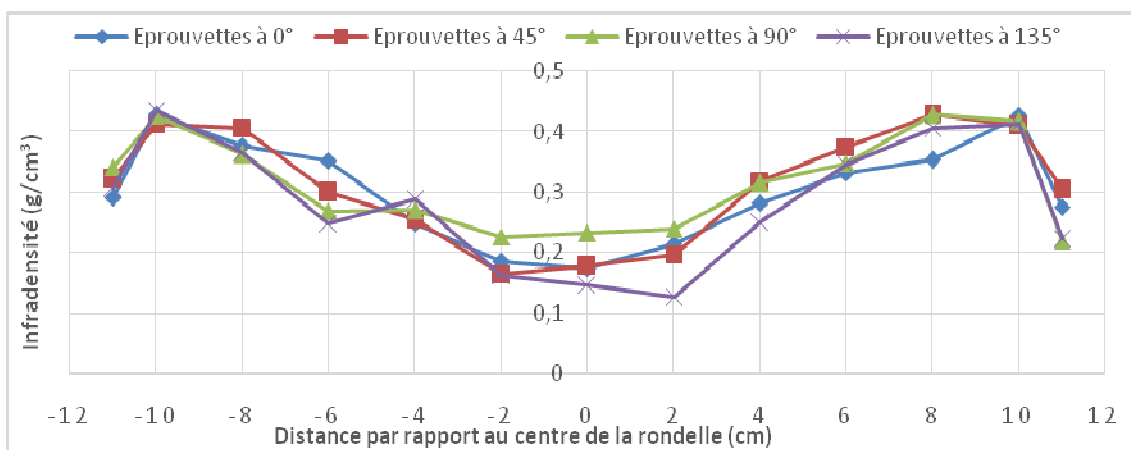
### 3.3 Infradensité

Le tableau 3 représente les valeurs de l’infradensité des éprouvettes de quatre rondelles. D’après ce tableau, la valeur moyenne de toutes les éprouvettes est d’environ  $0,308 \text{ g/cm}^3$ .

**Tableau 3.** Infradensité des éprouvettes des quatre rondelles

Rondelle	Max	Min	Moyen	Ecart type
1	0,444	0,119	0,310	0,084
4	0,439	0,139	0,312	0,087
6	0,459	0,143	0,308	0,089
7	0,435	0,127	0,304	0,088

La figure 5 représente le profil de l’infradensité du centre à la périphérie de la rondelle 7 du palmier dattier pour les quatre orientations ( $0^\circ$ ,  $45^\circ$ ,  $90^\circ$  et  $135^\circ$ ).



**Fig. 5.** Profils d’infradensité du centre à la périphérie de la rondelle 7 du palmier dattier pour les quatre orientations

La figure 5 montre que l'infradensité a une valeur d'environ  $0,18 \text{ g/cm}^3$  au centre et  $0,42 \text{ g/cm}^3$  à la périphérie de la tige du palmier dattier. Le rapport de la valeur de l'infradensité à la périphérie sur sa valeur au centre est d'environ 2,33. Des rapports de 2,35 et de 2 de la densité à la périphérie sur la densité au centre de la tige de cocotier, ont été également trouvés par Killmann [7] et Fathi et Frühwald [8] respectivement.

#### 4. Conclusion

L'objectif de cette étude était de déterminer quelques caractéristiques physiques de la tige de palmier dattier qui cesse de produire, et ce pour mieux orienter son utilisation dans le domaine de la construction des habitats des oasis.

Les variations de l'humidité, du retrait et de l'infradensité selon la position tangentielle et radiale des échantillons dans la tige de palmier dattier ont été étudiées.

Aucune modification des caractéristiques physiques étudiées n'a été observée en fonction de la position tangentielle des échantillons dans la tige du palmier dattier,

Le profil radial de l'humidité a montré que l'humidité à la périphérie était légèrement supérieure à sa valeur au centre de la tige du palmier dattier.

Le profil radial de l'infradensité a montré que le rapport de sa valeur à la périphérie sur sa valeur au centre de la tige du palmier dattier est d'environ 2,33.

#### Références

1. N. Benmansour, B. Agoudjil and A. Boudenne. *Etude des performances de produits renouvelables et locaux adaptés à l'isolation thermique dans le bâtiment* (XXIXe Rencontres Universitaires de Génie Civil. Tlemcen, 2011)
2. B. Agoudjil, A. Benchabane, A. Boudenne, L. Ibos and M. Fois, *Energy and Buildings* **43**, 491 (2011)
3. L. Fathi, K. Fruehwald and A. Fruehwald. *The potential use of timber from palm trees for building purposes* (Wood conference on timber engineering, Quebec City, Canada, 2014)
4. F. Touloum, A. Younsi, A. Kaci and A. Benchabane, *J. Appl. Eng. Sci. Technol.* **2**, 57 (2016)
5. L. Fathi 2014. *Structural and Mechanical Properties of the Wood from Coconut Palm, Oil Palms and Date Palms* (PhD - Thesis, submitted May 2014, Univ. of Hamburg, Germany)
6. S. Amirou, A. Zerizer and A. Pizzi, *Materials Testing. Eur J Wood Prod* **56**, 236 (2014)
7. W. Killmann, *Wood Science and Technology* **17**, 167 (1983)
8. L. Fathi and A. Frühwald, *Wood Material Science & Engineering* **9**, 214 (2014)
9. M.N. Rana, A.K. Das and M. Ashaduzzaman, *Bangladesh J. Sci. Ind. Res.* **50**, 39 (2015)
10. NF B 51-004, *Wood Determination of Moisture* (1985), AFNOR, French standard
11. NF B 51-005, *Determining the Density of the Wood* (1985), AFNOR, French standard
12. NF B 51-006, *Determination of Shrinkage* (1985), AFNOR, French standard