

Propriétés physiques et résistance axiale du bois d'eucalyptus clonal du Gharb Maâmora

Mahyoub AMER^{1*}, B. KABOUCHI¹, M. RAHOUTI², A. FAMIRI³, A. FIDAH³,

¹Equipe de Spectronomie Moléculaire, Optique et Instrumentation Laser. Faculté des Sciences, Mohammed V University in Rabat, Maroc.

²Laboratoire Botanique, Mycologie et Environnement, Faculté des Sciences, Mohammed V University in Rabat, Maroc.

³Laboratoire Physique et Mécanique du bois, Centre de Recherche Forestière, Rabat, Maroc.

* Pour la correspondance, e-mail: mahyoub51973@gmail.com

Résumé

La connaissance des propriétés physiques et mécaniques du bois d'eucalyptus clonal est un préalable indispensable à toute tentative de développement et de valorisation de ce type de bois. Elle permettra entre autre l'identification des meilleurs créneaux d'utilisation, et constitue ainsi la base d'un argumentaire technico-économique pour sa mise en valeur dans le marché local.

Les résultats relatifs aux propriétés physiques montrent que les bois de ces deux clones sont classés dans la catégorie des bois lourds à mi-lourds et nerveux. Le clone d'*Eucalyptus camaldulensis* (N° 579) est caractérisé par une forte anisotropie par rapport au bois du clone d'*E. grandis* (N° 3758). Aussi, l'essai de compression axiale montre que les arbres du clone 3758 présentent une forte résistance axiale et un module d'élasticité en compression plus importants que ceux du clone 579. Cette différence entre les propriétés spécifiques des bois issus des deux clones peut être attribuée d'une part à la présence de bois de tension, du bois juvénile et à une combinaison de facteurs liés à la sylviculture.

Mots clés: *Eucalyptus* clonal, Bois, Propriétés physiques, Résistance axiale, Anisotropie

1. Introduction

Les eucalyptus ont été largement reboisés au Maroc du fait de leur croissance rapide et leur capacité à se développer l'*E. grandis* et *E. camaldulensis*, mises en évidence par les parcelles situées dans les différents arboretums marocains, et les différentes observations notamment au niveau de la qualité technologique, ont conduit la recherche forestière à étudier la variabilité génétique au sein de l'espèce par la mise en place des possibilités de multiplication végétative, par clonage et micropropagation *in vitro*, et également par hybridation contrôlée [1].

La connaissance des caractéristiques technologiques des bois d'Eucalyptus clonal et la diffusion d'informations sur leurs qualités et leurs possibilités d'utilisation, contribuent à les affecter à des emplois industriels ou artisanaux potentiels [2].

L'objectif de ce travail est de déterminer, sur des éprouvettes normalisées, les propriétés physiques de référence, la résistance axiale et le module d'élasticité en

compression du bois des deux clones d'eucalyptus considérés.

2. Matériel et méthode

2.1 Matière végétale

Le matériel végétal utilisé dans cette étude est constitué de vingt et une (21) grumes de huit (8) arbres d'Eucalyptus clonal provenant du domaine forestier de Sidi Yahia du Gharb, quatre arbres du clone 3758, à base d'*E. grandis*, de la parcelle 25 du canton B, et les autres du clone 579, à base d'*E. camaldulensis* de la parcelle 26 du même canton. La circonférence moyenne des grumes est comprise entre 43 et 67 cm, la longueur moyenne est de 2,2 m, et l'âge des arbres est d'environ 9 ans.

Les essais de caractérisations physique (humidité, densité, retraits et anisotropie) et mécanique (résistance en compression axiale et module d'élasticité), ont été réalisés sur des éprouvettes normalisées découpées au niveau du plateau diamétral du premier, deuxième ou troisième billon de chaque arbre. La cinétique de séchage a été réalisée sur des morceaux de bois pris du côté du gros bout. Chaque premier billon, ayant été empilé sous abri, afin de suivre l'évolution de l'humidité en fonction du temps.

2.2 Détermination des propriétés physiques des bois étudiés

Sur des éprouvettes cubiques (20x20x20) mm³ sciées respectivement suivant les trois directions privilégiées du bois (RTL), les essais physiques ont été menés selon les normes NF B 51-004, NF B 51-005 et NF B 51-006 [3,4]. La méthode fréquemment utilisée pour la mesure des dimensions et la masse des éprouvettes est celle basée sur la pesée des éprouvettes, avant et après étuvage à 103° C pendant 48 heures.

2.2.1 Mesure des retraits :

Les retraits dans le bois sont déterminés par la mesure des variations relatives des dimensions entre l'état saturé et l'état anhydre dans les trois directions grâce au comparateur Mitutoyo de précision au millième de mm [4,5]. Ces retraits sont déterminés selon les formules suivantes :

$$R_v(\%) = \frac{V_s - V_o}{V_o} \times 100, \quad R_l(\%) = \frac{L_{rs} - L_{ro}}{L_{ro}} \times 100$$

R_v (%) : retrait volumique, V_s : volume saturé; V_o : volume anhydre; R_t : retrait tangentiel, L_s : directions saturés; L_o : longueur anhydre et i : désigne l'une des trois directions usuelles du bois RTL.

L'anisotropie du retrait (A) est alors exprimée par le rapport du retrait radial et du retrait tangentiel [2,5] :

$$A = \frac{R_R}{R_T}$$

2.2.2 Mesure des densités

Couramment utilisé pour la classification des bois, La densité est une caractéristique étroitement corrélée aux principales propriétés physiques et mécaniques du bois [5]. Les mesures des masses des éprouvettes se sont réalisées respectivement grâce à une balance avec une sensibilité au millièème de gramme. La densité à l'état anhydre (ρ_o), l'infra-densité (ρ_b) et la densité à l'état humide (ρ_h), sont définies par les formules suivantes :

$$\rho_o = \frac{M_o}{V_o}, \quad \rho_b = \frac{M_o}{V_s}, \quad \rho_h = \frac{M_h}{V_h}$$

M_o : masse anhydre; M_h : masse humide; V_s : volume saturé; V_o : volum anhydre et V_h : volume humide.

2.3 Détermination de résistance axiale et du module d'élasticité en compression

L'essai de la résistance axiale en compression, a été réalisé selon la norme française B 51-007 sur 30 éprouvettes de (20x20x60) mm³ pour chaque arbre suivant les directions RTL à l'aide d'une presse hydraulique de marque Universelle "Testwell" ayant une cellule de charge maximale égale à 12 tonnes et réglée à une vitesse moyenne de déplacement de charge progressive d'environ 6 mm/mn en vue d'obtenir les valeurs des déplacements et des charges de rupture convenables (Figure 1) [4,6]. Les dimensions transversales à mi-longueur ont été au préalable mesurées par un comparateur Mitutoyo. La contrainte de rupture en compression axiale (σ_c) de chaque éprouvette à 12% d'humidité est donnée par la formule suivante:

$$\sigma_c = \frac{P}{t \times r}$$

avec P : charge maximale appliquée en Newtons, t et r : sont les dimensions en mm de la section transversale de l'éprouvette à l'humidité h. σ_c est exprimée en N/cm².



Figure.1 : Machine de compression Testwell

3. Résultats et discussions

3.1 Cinétique de séchage

Selon les figures 2 et 3, la cinétique de séchage des bois des deux clones est similaire. L'humidité de bois de ces clones d'Eucalyptus a en effet atteint 20% au bout de 7 jours pour le clone à base d'*E. grandis* (3758) et au bout de 9 jours pour le clone à base d'*E. camaldulensis* (579). Pour ramener l'humidité de 20 % à 12 %, il faudrait beaucoup plus de temps, et ce, pour les bois des deux clones.

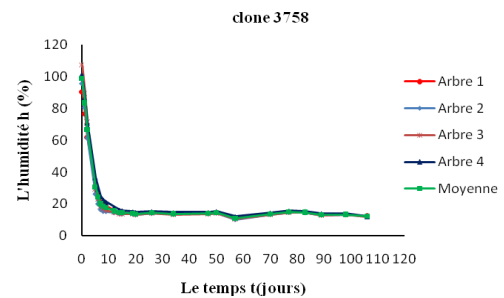


Figure 2 : Evolution du taux d'humidité au séchage à l'air libre du bois de clone 3758

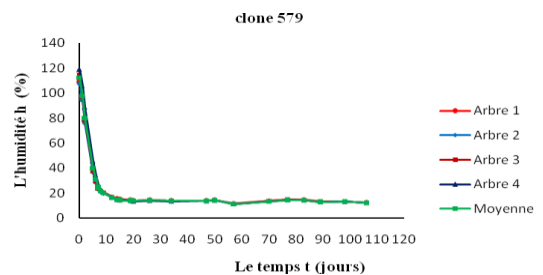


Figure 3: Evolution du taux d'humidité au séchage à l'air libre du bois de clone 579

3.2 propriétés physiques des bois étudiés

Dans les tableaux 1a et 1b, nous exposons les valeurs moyennes des propriétés physiques du bois des deux clones telles que l'humidité (h%), la densité à l'état humide (ρ_H), la densité anhydre (ρ_o), l'infra-densité (ρ_b), les différents retraits R_v (%), R_T (%), R_R (%), l'anisotropie (A) ainsi que les coefficients de variation de chaque propriété.

Tableau 1 a: Caractéristiques physiques de référence

Clone	N° Arbre	<h> %	C _v %	< ρ_b > %	C _v %	< ρ_o > %	C _v %	< ρ_H > %	C _v %
3758	1	12	6	0,51	7	0,60	8	0,66	7
	2	16	11	0,51	4	0,58	4	0,65	4
	3	9	13	0,46	5	0,54	7	0,60	10
	4	11	6	0,47	5	0,55	7	0,60	6
	Moy	12	9	0,49	5	0,57	6	0,63	7
579	1	12	18	0,49	4	0,60	5	0,65	5
	2	10	23	0,51	4	0,63	5	0,70	3
	3	14	17	0,47	6	0,56	5	0,62	5
	4	11	16	0,52	7	0,61	7	0,68	8
	Moy	12	18	0,50	5	0,60	5	0,66	5

Tableau 1 b: Caractéristiques physiques de référence

Clone	N° Arbre	<R _V > %	C _V %	<R _R > %	C _V %	<R _T > %	C _V %	<A> %	C _V %
3758	1	17,68	15	5,79	17	10,86	10	0,53	11
	2	14,81	8	4,83	9	9,54	9	0,51	9
	3	16,02	13	6,16	21	9,27	11	0,66	17
	4	17,99	16	6,33	17	10,8	18	0,59	11
	Moy	16,63	13	5,77	16	10,12	12	0,57	12
579	1	17,78	20	7,86	20	12,79	17	0,62	23
	2	18,23	15	8,43	13	14,52	14	0,59	16
	3	17,83	19	7,52	20	10,61	20	0,70	21
	4	18,34	14	6,33	16	10,26	20	0,60	25
	Moy	18,05	17	7,53	17	12,07	18	0,64	21

Les résultats obtenus montrent que les bois des deux clones sont mi-denses avec une densité anhydre moyenne d'environ 0,57 g/cm³ pour le clone 3758 et d'environ 0,60 g/cm³ pour le clone 579, et une infra-densité d'environ 0,49 g/cm³ pour le clone 3758 et d'environ 0,50 g/cm³ pour le clone 579. Aussi, ces résultats montrent que les deux clones étudiés présentent un bois mi-lourd. Ce tableau montre que le clone 579 a une forte valeur moyenne du retrait volumique (R_V%) d'environ 18,05% par rapport au clone 3758 qui est d'environ 16,63%. Ceci montre que le bois des arbres du clone 579 présentent plus de nervosité comparée au bois du clone 3758. Les bois de clone 579 présente une forte anisotrope d'une moyenne de 0,64. Cependant, le bois du clone 3758 possède une anisotropie moyenne de 0,57.

3.3 Résistance axiale et module d'élasticité en compression

Dans le tableau 2, nous exposons les valeurs moyennes de contrainte de rupture axiale en compression σ_C , le module d'élasticité en compression E_C et les coefficients de variation correspondants.

Tableau 2: Contrainte de rupture axiale et module d'élasticité en compression

Clone	N° Arbre	σ_C (N/cm ²)	C _V %	$E_{C\ moy}$ (GPa)	C _V %
3758	1	4504	13	2,30	22
	2	4020	13	1,95	22
	3	4206	16	1,54	25
	4	4187	17	1,81	24
	Moy	4229	15	1,90	23
579	1	4091	18	1,65	24
	2	4280	15	1,64	25
	3	4160	17	1,47	24
	4	4168	12	1,66	23
	Moy	4175	15	1,61	24

Ce tableau montre que les arbres du clone 3758, présentent une forte résistance axiale et un module d'élasticité en compression de 4229 N/cm² et 1,9 GPa par rapport aux

arbres du clone 579 pour lesquels les valeurs sont respectivement de 4175 N/cm² et 1,61 GPa.

Ces différences de la résistance axiale et du module d'élasticité entre les bois des deux clones serait due aux conditions de croissance, à des variations anatomiques (nœuds, fentes, rectitude du fil, largeur des cernes d'accroissement,...) et à l'anisotropie du bois qui contribue à la variation des caractéristiques de résistance à la rupture.

4. Conclusion

Les résultats obtenus de la caractérisation physique et mécanique du bois des deux clones d'Eucalyptus étudiés permettent de classer ce type de bois comme un bois mi-dense, à fort retrait volumique total et nerveux. Aussi, les bois du clone à base d'*E. grandis* possèdent une forte résistance de rupture axiale et un module d'élasticité en compression par rapport aux bois du clone à base d'*E. camaldulensis*. Cette caractérisation des bois d'eucalyptus clonal du Gharb Maroc pourrait contribuer à une meilleure valorisation de ce type de bois.

Références

- [1] H. Mesbah, "Apport de l'hybridation interspécifique à l'amélioration génétique des eucalyptus au Maroc", Ann. Rech. For. Maroc, Tome 28, (1995), 56-71.
- [2] A. Daya, "Etude des contraintes de croissance des arbres sur pied d'eucalyptus grandis et de chêne vert caractérisation et valorisation sous forme de bois collé. Thèse de Doctorat, Université Paul Verlaine de Metz, 2006.
- [3] M. El Mouridi, T. Laurent, A. Famiri, B. Kabouchi, T. Alméras, G. Calchera, A. El Abid, M. Ziani, J. Gril, A. Hakam, "Caractérisation Physique du bois de la loupe de thuya", Phys. Chem. News., 59 (2011), 57-64.
- [4] Salah El Alami, "Contribution à la caractérisation physique et mécanique et à la valorisation par le séchage du bois de la forêt Marocaine. Cas des eucalyptus et de la loupe de thuya". Thèse de Doctorat, Université Mohammed V-Agdal, 2013.
- [5] K. Ngargueudedjim, N. Ngarmaim, B. Bassa, N. Allarabeye, D. Annouar, M. Abdel-rahim, B. Soh Fotsing, M. Fogue, "Caractéristiques physiques du bois Rônier (*Borassus aethiopum* Mart., Arecaceae) du Tchad /Afrique centrale". International Journal of Innovation and Applied Studies, 13 (2015), 553-560.
- [6] M. Meite, A. Laanaa, A. Famiri, A. Yeznasni, M. Chergui, M. El Ghorba, M. Ziani, "Etude de l'influence des propriétés physiques sur le comportement mécanique des bois de pin maritime et de pin d'alep -en vue de l'application à l'énergie éolienne", Revue des Energies Renouvelables CER 07 Oujda, (2007), 61-65.