



HAL
open science

**Déformation et fissuration de rondelles de bois verts
tropicales soumises à la dessiccation Strain and cracking
in two tropical green wood slice subjected to desiccation**

Estelle Nkene Mezui, Rostand Moutou Pitti, Claude Feldman Pambou
Nziengui, Pierre Kisito Talla, Samuel Ikogou, Serge Ekomy Ango

► **To cite this version:**

Estelle Nkene Mezui, Rostand Moutou Pitti, Claude Feldman Pambou Nziengui, Pierre Kisito Talla, Samuel Ikogou, et al.. Déformation et fissuration de rondelles de bois verts tropicales soumises à la dessiccation Strain and cracking in two tropical green wood slice subjected to desiccation. 2ème Conférence sur les Eco-Matériaux en Afrique (CEMA'2021), Nov 2021, Saly, Sénégal. hal-04889746

HAL Id: hal-04889746

<https://hal.science/hal-04889746v1>

Submitted on 15 Jan 2025

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

Déformation et fissuration de rondelles de bois verts tropicales soumises à la dessiccation

Strain and cracking in two tropical green wood slice subjected to desiccation

Estelle NKENE MEZUI¹, Rostand MOUTOU PITTI^{2,3}, Claude Feldman
PAMBOU NZIENGUI⁴, Pierre Kisito TALLA⁵, Samuel IKOGOU⁴, Serge
EKOMY ANGO³

¹ École Nationale des Eaux et Forêts (ENEF), LaReVaBois, Libreville, Gabon

e-mail : estherkenemezui@gmail.com

² Université Clermont Auvergne, Clermont Auvergne INP, CNRS, Institut Pascal, F-63000
CLERMONT-FERRAND, France

³ CENAREST, IRT, 14070 Libreville, Gabon

e-mail : rostand.moutou_pitti@uca.fr ; ekomyango@yahoo.fr

⁴ Ecole Polytechnique de Masuku (EPM-USTM), Franceville, Gabon

e-mail : pclaudefeldman@gmail.com ; ikogousamuel@yahoo.fr

⁵ Université de Dschang, Cameroun

e-mail : tpierrekisito@yahoo.com

1. Introduction

En raison de ses propriétés mécaniques et avantages environnementaux, le bois est de nos jours l'un des matériaux les plus utilisés dans la construction. Toutefois, son comportement mécanique dépend fortement des changements environnementaux (température, l'humidité relative de l'air, la teneur en eau, etc). C'est pourquoi, le Gabon, traversé par une végétation dense et diversifiée (plus de 600 espèces de bois potentiellement exploitables), soit 80% du territoire [1], a décidé d'intensifier le processus de fabrication locale de produits en bois pour la construction. En effet, selon la littérature [2, 3], le matériau bois est très sensible à la variation de la teneur en humidité, ce qui peut conduire à des fissures de retrait [1, 4] souvent observées aux extrémités des grumes après la coupe. Il semble donc très important de prendre en compte ces effets plus particulièrement en zone tropicale en raison de conditions pluviométriques. Ces fissures peuvent se développer au fil du temps dans un environnement naturel en fonction du gradient d'humidité qui varie et qui affaiblissent la capacité de charge de la section transversale des composants en bois [4]. Sur la base de ces informations, il apparaît indispensable d'investiguer le comportement du bois lors du processus de séchage pour prévenir les déformations éventuelles préjudiciables à la durabilité de la structure. Malheureusement, la littérature montre aussi que très peu d'études ont été faites sur le comportement des rondelles de bois vert d'origine tropicale pendant le séchage. L'objectif de ce travail est donc d'analyser le comportement hygromécanique à la dessiccation de deux essences tropicales (Okoumé ou *Aucoumea klaineana* P. et le Padouk ou *Pterocarpus soyauxii*) phares du Gabon, en intérieur non contrôlé. De plus, un code de calcul via le logiciel Cast3m a été développé afin d'anticiper, à terme, les phénomènes de déformation et de fissuration des rondelles de bois vert soumises au séchage naturel ; ce qui permettra de limiter les pertes lors des différentes transformations du bois.

2. Matériel et méthode

Le matériel végétal (Fig. 1(a)) a été prélevé dans la forêt classée de la Mondah située au cap-estérias (Nord-Est du Gabon). Des rondelles ont ensuite été débitées en réalisant un méplat afin de permettre leur auto-stabilité sur le support d'essai (Fig. 1(b)). Les éprouvettes obtenues avaient pour dimensions $24,5 \pm 0,6$ cm de diamètre et $3,7 \pm 0,27$ cm d'épaisseur. Elles ont ensuite été conservées dans de l'eau, afin de les maintenir à l'état vert et éviter leur fissuration précoce. Une fois sortis de l'eau, des cibles ont ensuite été dessinées sur les surfaces des rondelles (voir Fig. 1(b)).

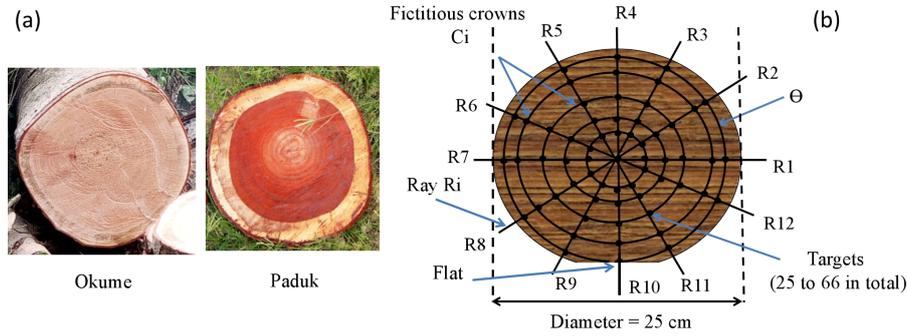


Fig. 1. Matériel végétal : (a) Espèces étudiées ; (b) Disposition des cibles.

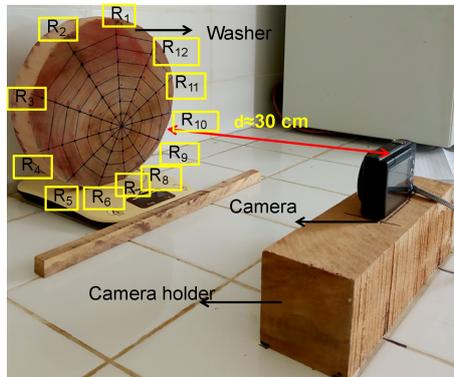


Fig. 2. Dispositif expérimental.

La méthodologie de mesure consistait à prendre des captures d'images à l'aide d'un appareil photo placé en face de la rondelle (voir Fig. 2) ; à relever la température T et l'humidité relative HR de l'air ambiant avec un thermo-hygromètre chaque heure. Nous mesurons ensuite la perte de masse sur une éprouvette témoin à l'aide d'une balance adaptée ainsi que les déplacements des cibles directement sur la rondelle et ensuite sur les images avec une règle graduée, aux mêmes fréquences horaires. En utilisant l' Eq. 1, nous avons calculé par la suite les déformations radiales et tangentielles entre deux cibles sur toutes nos rondelles.

$$\varepsilon_r = \frac{\partial U_r}{\partial r} = \frac{U_r(M) - U_r(M')}{\Delta r} \text{ et } \varepsilon_t = \frac{1}{r} \left(\frac{\partial U_\theta}{\partial \theta} + U_r \right) = \frac{U_t(M) - U_t(M')}{r_d \Delta \theta} \quad (1)$$

3. Résultats

3.1 Résultats expérimentaux

La Fig. 3(a) montre les évolutions dans le temps en fonction de la teneur en eau (MC(%)) des moyennes des déformations radiales et tangentielles des deux espèces tropicales. On observe que pendant le séchage, lors du départ de l'eau libre, les déformations sont négligeables, ce qui implique un retrait nul. Cependant, à partir des différents Points de Saturation des Fibres (FSP/PSF), correspondant au départ de l'eau liée, elles augmentent considérablement induisant un retrait du matériau. Les résultats des différents PSF sont consignés dans le Tab. 1. On note également des déformations plus importantes pour l'Okoumé comparé au Padouk, ce qui est tout à fait normal au regard de leurs densités et taux d'extractibles [5]. Par ailleurs, on a pu observer une apparition de fissure en mode I sur deux des trois éprouvettes d'Okoumé (Fig. 3(b)).

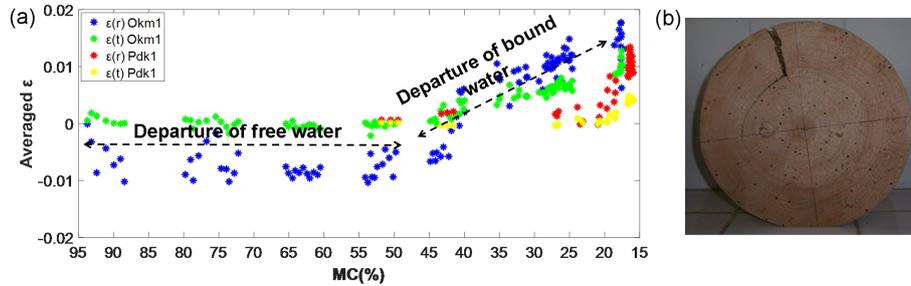


Fig. 3. (a) Évolutions des déformations radiales et tangentielles moyennes en fonction des variations de la teneur en eau (MC). (b) Apparition d'une fissure en mode I chez l'Okoumé.

	FSP (%)	
	OKUME	PADUK
Test 1	41.28	25.02
Test 2	39.00	21.83
Test 3	39.07	30.50
Means	39.78	25.78

Tab. 1. Points de saturation des fibres (FSP) obtenus pour chaque éprouvette.

3.2 Résultats numériques

Grâce aux constantes élastiques (E_T , E_R , E_L et ν_{ij}) et aux coefficients de retrait/gonflement (α_R , α_T et α_L) obtenus expérimentalement à partir des équations de [6] et de la proposition de [7], ainsi que les paramètres physiques du matériau, nous avons pu implémenter un code de calcul numérique sous Cast3m afin de juger de l'efficacité de ce modèle dans l'anticipation des résultats expérimentaux. En faisant varier le champ hydrique par le modèle, jusqu'à 7,5 % pour l'Okoumé et 2,5 % pour le Padouk, ainsi que les coefficients de retrait dans certains cas, il a été possible de réconcilier les résultats numériques avec les données expérimentales pour les deux espèces (Fig. 4). En effet, le cœur de la rondelle était supposée fixe, la masse, les effets viscoélastiques ainsi que d'autres effets mécaniques ont été négligés, et nous avons travaillé en contraintes planes. La figure ci-dessous montre les résultats en fonction de la teneur en eau pour chaque espèce.

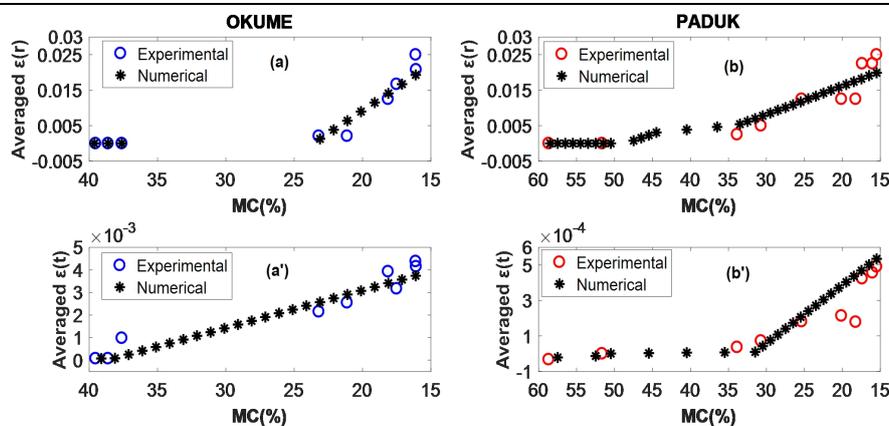


Fig. 4. Ajustement des résultats numériques par rapport aux résultats expérimentaux en fonction de la teneur en eau.

Remerciements

Les auteurs remercient l'Institut de Recherche Technologique (IRT) et l'Institut de Recherche en Écologie Tropicale (IRET) de Centre National de la Recherche Scientifique et Technologique (CENAREST_GABON) pour l'accueil et l'aide logistique.

Références

- [1] Pambou Nziengui, C. F., Ikogou, S., & Moutou Pitti, R. (2018). Impact of cyclic compressive loading and moisture content on the mechanical behavior of Aucoumea Klaineana Pierre. *Wood Material Science and Engineering*, 13(4), 190–196. <https://doi.org/10.1080/17480272.2017.1307281>
- [2] Parviz Navi and Morlier Pierre. *Comportement thermo-hydrromécanique du bois : applications technologiques et dans les structures*. Lausanne: Presses Polytechniques et Universitaires Romandes, 2005.
- [3] Moutou Pitti, R., Dubois, F., Sauvat, N., & Fournely, E. (2013). Strain analysis in dried green wood: Experimentation and modelling approaches. *Engineering Fracture Mechanics*, 105, 182–199. <https://doi.org/10.1016/j.engfracmech.2013.04.002>
- [4] Chen, K., Qiu, H., Sun, M., & Lam, F. (2019). Experimental and numerical study of moisture distribution and shrinkage crack propagation in cross section of timber members. *Construction and Building Materials*, 221, 219–231. <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2019.05.191>
- [5] Choong, E., & Achmadi, S. (1991) 'Effects of extractives on moisture sorption and shrinkage in tropical woods', *Wood and fiber science*, 23(2), pp. 185-196.
- [6] GUITARD, D., & EL AMRI, F. (1987). Modèles prévisionnels de comportement élastique tridimensionnel pour les bois feuillus et les bois résineux. *Annales Des Sciences Forestières*, 44(3), 335–358. <https://doi.org/10.1051/forest:19870305>
- [7] Preziosa C., Guitard D., Sales Christian. 1986. Contraintes internes de séchage dans le matériau bois : le tenseur des coefficients de contraintes de séchage comme caractéristique isotrope de la matière ligneuse. In : *Physique-Mécanique-Rhéologie du bois*. CIRAD-CTFT. Nogent-sur-Marne : CIRAD-CTFT, 91-109. (Cahiers scientifiques : CTFT, 8) ISBN 2-85-411-001-3