



**HAL**  
open science

# Impact des environnements climatiques sur le comportement mécanique des bois d'Ozigo et de Moabi soumis à un chargement de longue durée en flexion 4 points

Valérie Nsouami, Nicaise Manfoumbi, Emilio Bastidas-Arteaga, Rostand Moutou Pitti

## ► To cite this version:

Valérie Nsouami, Nicaise Manfoumbi, Emilio Bastidas-Arteaga, Rostand Moutou Pitti. Impact des environnements climatiques sur le comportement mécanique des bois d'Ozigo et de Moabi soumis à un chargement de longue durée en flexion 4 points. 11èmes journées du GDR 3544 " Sciences du bois ", Nov 2022, Nice, France. pp.249-252. hal-04825140

**HAL Id: hal-04825140**

**<https://hal.science/hal-04825140v1>**

Submitted on 7 Dec 2024

**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.

## **Impact des environnements climatiques sur le comportement mécanique des bois d'Ozigo et de Moabi soumis à un chargement de longue durée en flexion 4 points**

NSOUAMI Valérie<sup>1</sup>, MANFOUMBI Nicaise<sup>2</sup>, BASTIDAS-ARTEAGA Emilio<sup>3</sup>,  
MOUTOU PITTI Rostand<sup>4,5</sup>

<sup>1</sup>Ecole Normale Supérieure de l'Enseignement Technique (ENSET), BP 3989, Libreville, Gabon.

<sup>2</sup>Université des Sciences et Techniques de Masuku, Franceville, Gabon.

<sup>3</sup>Laboratoire des Sciences de l'Ingénieur pour l'Environnement (LaSIE UMR CNRS 7356), La Rochelle Université, 17042 La Rochelle.

<sup>4</sup>Université Clermont Auvergne, CNRS, Clermont Auvergne INP, Institut Pascal, F-63000 Clermont-Ferrand, France.

<sup>5</sup>CENAREST, IRT, 14070, Libreville, Gabon.

[rostand.moutou\\_pitti@uca.fr](mailto:rostand.moutou_pitti@uca.fr) ; [nsouamijeanj@gmail.com](mailto:nsouamijeanj@gmail.com)

**Mots clefs :** Variabilité spatiale ; Comportement mécanique ; Vieillessement ; *Dacryodes buettneri* ; *Baillonella toxisperma*.

### **Contexte et objectifs**

Les utilisations accrues du matériau bois, les préoccupations environnementales ainsi que les besoins de développement économiques ont fait (ré-)émerger la notion de « Bois Local ». Dans un contexte de marché local, tout comme dans un contexte globalisé, le bois n'en reste pas moins un matériau biodégradable, or la durabilité est un verrou technologique important (Thévenon 2018). Au Gabon, les conditions environnementales sont très sévères et impactent fortement le comportement du bois en service (Pambou et al. 2017). L'étude du comportement mécanique des bois tropicaux dans leur environnement est d'une importance capitale. Car la prédiction du comportement des structures en bois sous contrainte mécanique ou environnementale est primordiale pour améliorer la conception afin de garantir la durabilité des ouvrages en bois tropicaux soumis à des chargements thermo-hygro-mécaniques (Manfoumbi et al. 2016). Le présent papier s'intéresse à l'impact des environnements climatiques sur le comportement mécanique des poutres de bois d'Ozigo et de Moabi soumis à un fluage de longue durée (de 2009 à 2018) dans trois environnements variables en milieu tropical. L'objectif à long terme de cette étude est d'évaluer les effets de l'environnement sur la rigidité des structures en bois.

### **Matériel et méthodes**

Pour cette étude, les différentes éprouvettes sont extraites de six poutres en bois d'Ozigo (*Dacryodes buettneri*) et de Moabi (*Baillonella toxisperma*) (89 x 176 x 3090 mm<sup>3</sup>) précédemment soumises à un essai de fluage en environnement tropical (climatisé, extérieure non abritée et en extérieur abrité) pendant 9 ans (Manfoumbi 2012). Les poutres sont sciées en neuf tronçons de 340 mm de long. Ces tronçons sont subdivisés en trois niveaux dans le sens de la hauteur (haut, médian et bas), Fig. 1a-b. De chaque portion, on extrait deux éprouvettes de flexion, deux éprouvettes de traction et quatre de compression. Pour cette étude, nous ne retiendrons que les éprouvettes de flexions de la Fig. 1c-d.

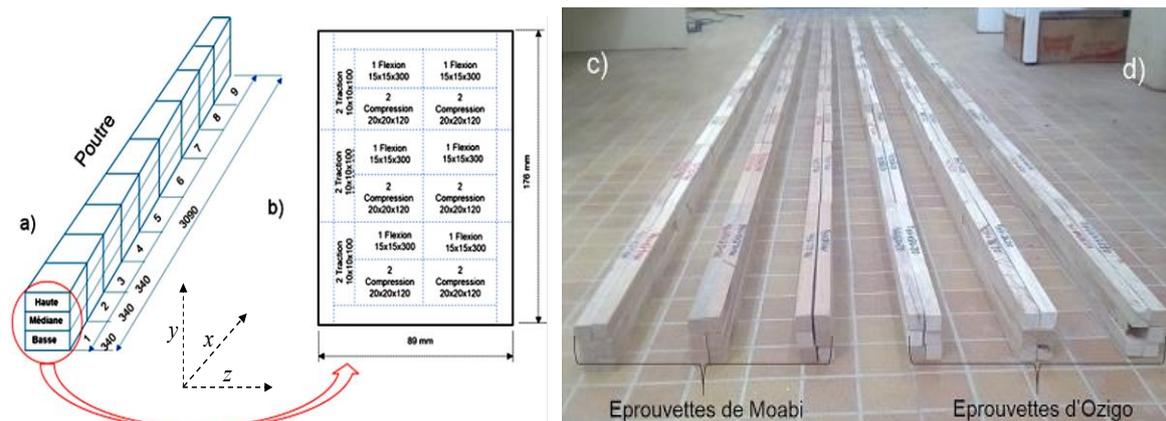


Fig. 1 : Représentation spatiale de la poutre. a) Plan de coupe de la poutre. (b) Localisation des sections des éprouvettes extraites. c-d) Eprouvettes de Moabi et d'Ozigo extraites

## Résultats et discussion

La détermination du module d'élasticité (MOE) lors des essais destructifs en flexion 4 points a été réalisée selon les normes NF EN 408 (2009) et NF EN 338 (2009) (Fig.2).

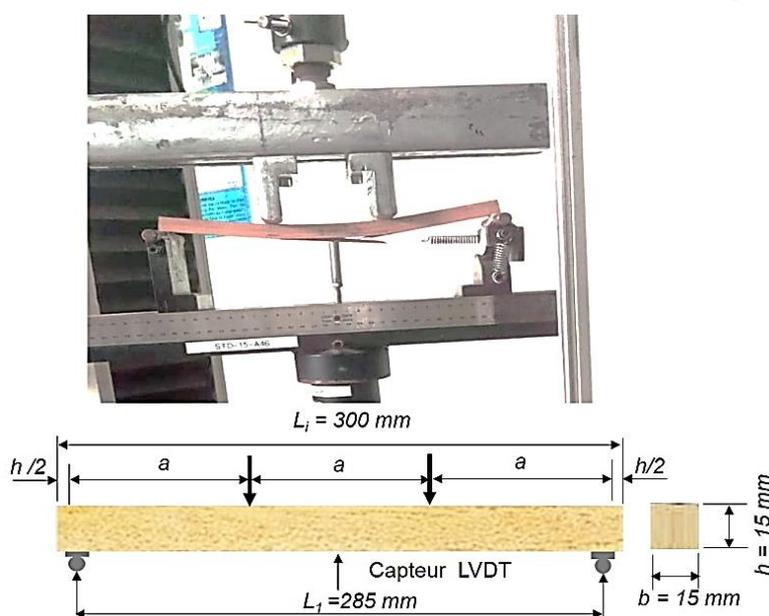


Fig. 2 : Dispositif expérimental : test de flexion 4 points

Les résultats traduisent l'existence d'une véritable variabilité spatiale des MOE le long de la poutre. En effet, ces résultats montrent que les modules de bois de Moabi et d'Ozigo en milieu climatisé et abrité sont plus élevés que dans le milieu non-abrité (Fig.3). Ce constat se justifie par les effets combinés de l'humidité, la température, du vieillissement et la densité sur ces modules (Jodin 1994, Natterer et al. 2004, Nsouami et al. 2021). Nous constatons également que les MOE en partie médiane sont plus élevés que les autres parties suivies de la partie basse pour les deux essences ainsi que pour tous les milieux. Nous retenons que les modules d'élasticité des zones tendues sont plus élevés qu'en zones comprimées. Globalement, les MOE de toutes les poutres en zones de chargement sont également plus élevés que ceux en zones d'appui. Nous constatons généralement que les valeurs moyennes des MOE de toutes les poutres sont inférieures à celles des poutres de référence (Manfoumbi 2012). De ce fait, le taux de vieillissement est plus marqué pour le bois en milieu non protégé (Fig. 4). Ce vieillissement

est dû en partie à la combinaison complexe des paramètres mécaniques et de l'énergie lumineuse qui impactent fortement la décoloration en surface du bois (Williams, 2005). Par ailleurs, il est aussi imputable au facteur abiotique (Feist, 1989), aux variations des périodes chaudes et froides causant des contraintes thermo-plastiques (Bulian et al. 2009) et à la dépolymérisation de la lignine (Cogulet 2018). Et enfin, le vieillissement du bois est également dû à la durée de chargement, l'effet répété du retrait-gonflement à long terme (Nsouami et al. 2021).

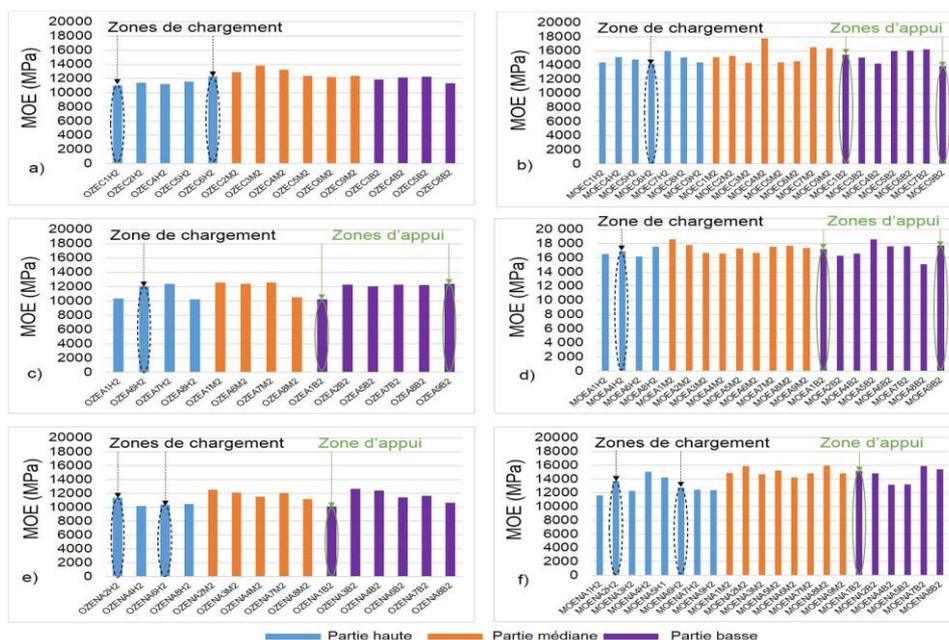
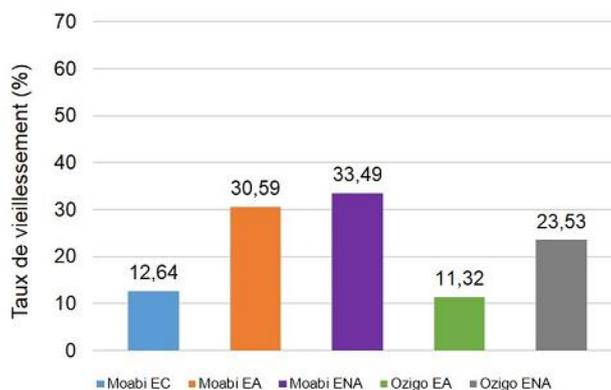


Fig. 3 : Répartition spatiale des Modules d'élasticité en flexion 4 points par milieu: a et b) Ozigo et Moabi climatisé, c et d) Ozigo et Moabi extérieur abrité, e et f) Ozigo et Moabi extérieur non abrité.



g)

Fig. 4 : Taux de vieillissement (MOE) d'Ozigo et du Moabi : g) Environnements climatisé (EC), extérieur abrité (EA) et extérieur non abrité (ENA) en flexion 4 points.

## Conclusion et Perspectives

Cette étude a permis de montrer les effets néfastes d'un environnement extérieur non abrité sur les structures en bois en milieu tropical comparativement aux autres milieux d'exposition (milieux extérieur abrité et climatisés). Les résultats obtenus nous ont permis d'identifier certaines causes possibles qui accélèrent significativement le vieillissement du matériau bois en milieu tropical. Ce travail correspond à la deuxième phase expérimentale d'un vaste projet de thèse. Ces résultats vont intégrer d'autres données compilées en compression et plus tard

ceux en traction. Elles feront l'objet de modélisation du fluage de bois via le logiciel Cast3M. En plus, un modèle viscoélastique incrémental sera développé afin d'intégrer le comportement différé du bois sous charges environnementales variables.

### Remerciements

Les auteurs remercient la direction de l'Ecole Nationale des Eaux et Forêts (ENEF) du Gabon pour le laboratoire de mécanique et les logements mis à leur disposition et ASE FOUNDATION du Gabon pour les appuis financiers.

### Références

AFNOR, NF EN 408 (2009) Structures en bois – Bois de structure et bois lamellé-collé – Détermination de certaines propriétés physiques et mécaniques, AFNOR Édition.

AFNOR, NF EN 338 (2009) Structural timber - Strength classes. AFNOR Édition.

Bulian F., Graystone J. (2009) Wood coating: Theory and practice. Elsevier.

Feist, W. C. (1989) Outdoor Wood Weathering and Protection. In Archaeological Wood (Vol. 225, p. 263-298). American Chemical Society. <https://doi.org/10.1021/ba-1990-0225.ch011>

Cogulet A. (2018) Caractérisation des mécanismes naturels de vieillissement de lambris de bâtiments en bois. Thèse de doctorat. Université de Laval.

Jodin P. (1994) Le bois, matériau d'ingénierie. Association pour la recherche sur le bois en Lorraine.

Manfoumbi N. (2012) Contribution à l'adaptation de l'Eurocode 5 aux essences tropicales dans leur environnement. Thèse de doctorat : génie civil. Limoges : Université de Limoges-France

Manfoumbi N., Nsouami V., Moutou Pitti, R., Bastidas-Arteaga E. (2016) Variabilité spatiale des paramètres physico-mécaniques des poutres en bois tropical soumis à un fluage de longue durée en milieu tropical naturel. 5<sup>èmes</sup> journées du GDR 3544 « Sciences du bois » - Bordeaux, 8-10 novembre 2016.

Natterer J., Sandoz J.-L., Rey, M. (2004). Traité de génie civil de l'Ecole polytechnique. Presses polytechniques et universitaires romandes.

Nsouami V., Manfoumbi N., Moutou Pitti, R., Bastidas-Arteaga E. (2021) Spatial Variability of Ozigo Wood Beams under Long-Term Loadings in Various Environmental Exposures, Sustainability 13 (10): 5356.

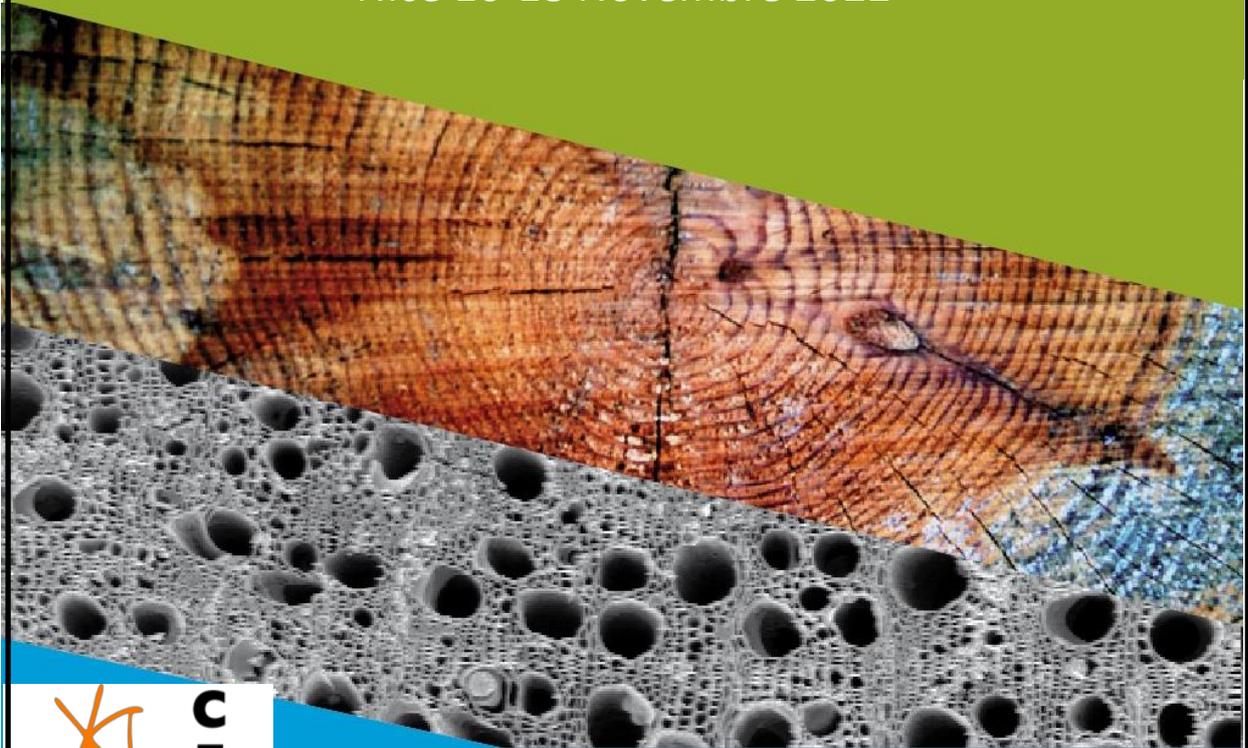
Pambou Nziengui C.F., Ikogou S., Moutou Pitti R. (2017) Impact of cyclic compressive loading and moisture content on the mechanical behavior Aucoumea Klaineana Pierre. Wood Material Science and Engineering, 13, 190-196.

Thévenon M.F. (2018) Durabilité et protection des bois locaux. 7<sup>èmes</sup> journées du GDR 3544 « Sciences du bois » - Cluny, 20-22 novembre 2018.

Williams R.S. (2005) Handbook of Wood Chemistry and Wood Composites, CRC Press. Madison.

# 11èmes Journées Scientifiques du GDR3544 Sciences du bois

Nice 16-18 Novembre 2022



UNIVERSITÉ  
CÔTE D'AZUR 



**GDR** Groupement  
de recherche  
**Sciences du bois**

## Actes

Coordination et édition: Eric Badel (PIAF), Joseph Gril (Institut Pascal), Isabelle Théry-Parisot (CEPAM)