



HAL
open science

Les bois, des matériaux composites bio-sourcés fabriqués par l'Arbre pour l'Arbre : comment aider l'Homme les utiliser à leurs justes valeurs

Agnès Burgers, Cédric Montero, Olivier Arnould, Marc Vinches, Rémy Marchal

► To cite this version:

Agnès Burgers, Cédric Montero, Olivier Arnould, Marc Vinches, Rémy Marchal. Les bois, des matériaux composites bio-sourcés fabriqués par l'Arbre pour l'Arbre : comment aider l'Homme les utiliser à leurs justes valeurs. 4ème Journées Jeunes Chercheurs Eco-composites et Composites Bio-sourcés, Mar 2019, Alès, France. hal-04779828

HAL Id: hal-04779828

<https://hal.science/hal-04779828v1>

Submitted on 19 Nov 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.

Les bois, des matériaux composites bio-sourcés fabriqués par l'Arbre pour l'Arbre : comment aider l'Homme les utiliser à leurs justes valeurs

BURGERS Agnès¹⁴, MONTERO Cédric¹, ARNOULD Olivier¹, VINCHES Marc³, MARCHAL Rémy²

¹LMGC, Université de Montpellier, CNRS,

²Centre de Coopération Internationale en Recherche Agronomique pour le Développement (CIRAD), BioWooEB UPR CIRAD 114

³Laboratoire de Génie de l'Environnement Industriel (LGEI), IMT Mines Alès

⁴Laboratoire Innovation Formes Architectures Milieux (LIFAM), Ecole Nationale Supérieure d'Architecture de Montpellier

*agnes.burgers@mines-ales.org

RESUME :

Le travail présenté s'inscrit dans la volonté de permettre une utilisation efficiente des bois pour la conception mécanique. Dans cette perspective, des modèles prédictifs du comportement physico-mécanique de pièces de bois de pin « sans défaut » ont été élaborés en fonctions de mesures rapides et non destructives, facilement reproductibles dans l'industrie.

MOTS CLES :

Caractérisation mécanique ; modèles prédictifs.

INTRODUCTION

Afin d'utiliser les bois en génie mécanique il faudrait être en mesure de fournir aux concepteurs une « fiche technique du matériau » précisant les caractéristiques physico-mécaniques nécessaires à la conception mécanique. À la différence des matériaux industriels, la variabilité des bois impose d'établir cette fiche technique « a posteriori », pour chaque pièce de bois, à partir de connaissances disponibles (espèce, origine, etc.) et de mesures adaptées non-destructives.

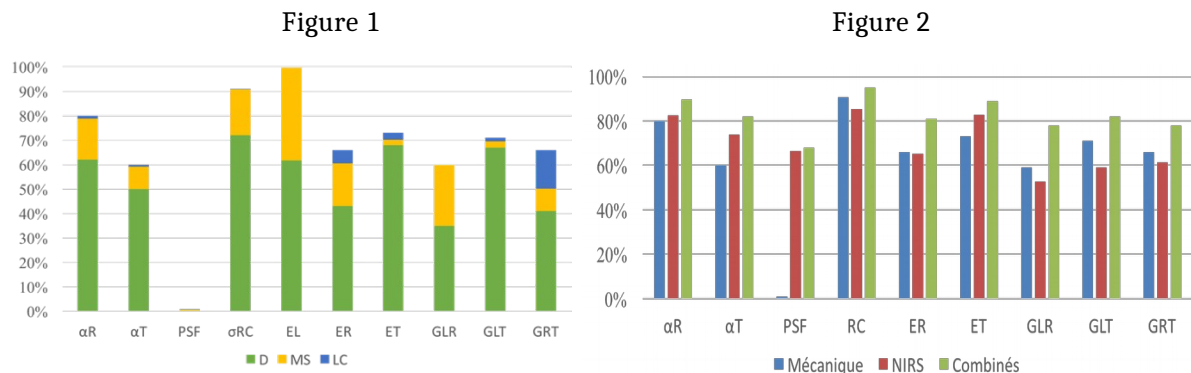
L'objectif de ce travail est de proposer des modèles prédictifs du comportement physico-mécanique de pièces de bois « sans défaut » à partir de mesures facilement reproductibles dans l'industrie. Pour construire les modèles, quatre indicateurs : largeur de cerne ; densité ; module spécifique longitudinal et une mesure proche infra-rouge (comme indicateur de la composition chimique de la paroi) ont été choisis, car ils sont a priori représentatifs des processus d'adaptation de la genèse du bois aux conditions environnementales [1] [2] [3]. Parmi les propriétés utiles aux concepteurs, les modèles construits visent à prédire les modules d'élasticité et de cisaillement, la contrainte de rupture en compression longitudinale et les propriétés hygroscopiques.

L'étude a été réalisée sur quatre espèces de pins parmi les six espèces les plus présentes en France métropolitaine : le pin sylvestre, le pin laricio, le pin maritime et le pin à crochets.

RESULTATS

La construction des modèles prédictifs avec les indicateurs physico-mécaniques (densité, module spécifique longitudinal, et largeur de cerne), confirme que la densité est un bon prédicteur [4]. Sa combinaison avec le module spécifique offre une meilleure prédiction. En revanche, il apparaît que la largeur de cerne apporte peu dans l'amélioration des modèles

prédictifs (sauf pour le module de cisaillement RT). Le point de saturation des fibres (PSF) n'est pas du tout prédit, avec les indicateurs utilisés (Figure 1).



Coefficients de détermination R² des modèles

Légende : D : Densité, MS : Module spécifique longitudinal, LC : Largeur de cerne, αR : Coefficient de retrait radial, αT : Coefficient de retrait tangentiel, PSF : Point de saturation des fibres, σRC : Contrainte de rupture en compression, EL : Module d'élasticité longitudinal, ER : Module d'élasticité radial, ET : Module d'élasticité tangentiel, GLR : Module de cisaillement LR, GLT : Module de cisaillement LT, GRT : Module de cisaillement RT

Les modèles élaborés à partir des spectres proche infra-rouge donnent de meilleures prédictions que les indicateurs physico-mécaniques pour toutes les propriétés hygrosopiques. Comme cela était attendu, les modèles construits en combinant les deux méthodes affichent de meilleurs coefficients de détermination pour l'ensemble des propriétés (Figure 2). On constate dans les modèles combinés que la largeur de cerne n'apporte quasiment aucune amélioration. Il est permis de discuter de l'intérêt de garder ce paramètre assez coûteux à mesurer.

L'analyse de la dispersion des résidus pour les modèles construits, par des tests d'hypothèses (test de Bartlett et test de Levene) ne révèle pas d'effet « essence » significatif (dans notre échantillonnage). Ceci signifie qu'il n'est pas nécessaire de bâtir des modèles pour chaque espèce de pin et qu'il est possible d'utiliser les modèles construits pour tous pins confondus.

CONCLUSIONS

La combinaison de mesures physico-mécaniques simples et d'une mesure de spectrométrie proche infra-rouge donne de bons résultats dans la prédiction des propriétés élastiques (ainsi que la contrainte de rupture en compression) et hygrosopiques des bois de pin « sans défauts ». Si l'étude et la prédiction des propriétés élastiques linéaires et hygrosopiques apparaissent comme une première étape logique dans la caractérisation des bois « sans défauts », pour répondre aux besoins des concepteurs de composants structurels, il faut envisager de compléter leur caractérisation mécanique.

REFERENCES

- [1] Cave, I. D. (1968) The anisotropic elasticity of the plant cell wall. Wood Science and Technology, 2 (4) :268–278.
- [2] Zhang, S. Y. Effect of growth rate on wood specific gravity and selected mechanical properties in individual species from distinct wood categories. Wood Science and Technology, 29 :451– 465, 1995.
- [3] Leonardon, M., Altaner, C. M., Vihermaa, L., et Jarvis, M. C. Wood shrinkage : Influence of anatomy, cell wall architecture, chemical composition and cambial age. European Journal of Wood and Wood Products, 68 :87–94, 2010.
- [4] Guitard, D. et El Amri, F. (1987) Modèles prévisionnels de comportement élastique tridimensionnel pour les bois feuillus et les bois résineux. Annals of Forest Science, 44(3) :335-358.