



**HAL**  
open science

## Caractérisation mécanique de produits issus du déroulage de peupliers agroforestiers

Lucie Heim, Remy Marchal, Joffrey Viguière, Bertrand Marcon, Roger Letourneau, Kévin Candelier, Eric Badel, Louis Denaud

### ► To cite this version:

Lucie Heim, Remy Marchal, Joffrey Viguière, Bertrand Marcon, Roger Letourneau, et al.. Caractérisation mécanique de produits issus du déroulage de peupliers agroforestiers. 11èmes Journées scientifiques du GDR 3544 Sciences du bois, GDR 3544 Sciences du bois, Nov 2022, Nice, France. hal-04102187

**HAL Id: hal-04102187**

**<https://hal.science/hal-04102187v1>**

Submitted on 22 May 2023

**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.

## Caractérisation mécanique de produits issus du déroulage de peupliers agroforestiers

Lucie Heim<sup>1,2,3,4</sup>, Rémy Marchal<sup>1</sup>, Joffrey Viguier<sup>1</sup>, Bertrand Marcon<sup>1</sup>, Roger Letourneau<sup>1</sup>,  
Kevin Candelier<sup>2,3</sup>, Eric Badel<sup>4</sup>, Louis Denaud<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Arts et Metiers Institute of Technology, LABOMAP, UBFC, HESAM Université, F-71250  
Cluny, France,

<sup>2</sup>CIRAD, UPR BiowooEB, F-34398, Montpellier, France

<sup>3</sup>BioWooEB, Univ. Montpellier, CIRAD, Montpellier, France

<sup>4</sup>Université Clermont Auvergne, INRAE, PIAF, 63000 Clermont–Ferrand, France

[lucie.heim@ensam.eu](mailto:lucie.heim@ensam.eu)

**Mots clés :** Agroforesterie, peuplier, Koster, LVL, propriétés mécaniques, MOE, MOR

### Introduction

La ressource en peuplier française a largement diminué depuis les années 90, passant de 2,3 millions d'arbres plantés par an à 800 000 plants/an en 2017 (CODIFAB 2016, mis à jour en 2019). Cette diminution s'explique notamment par une absence de reboisement importante dont les causes sont multiples, un tiers des surfaces exploitées n'étant pas reboisé. Les tensions de réapprovisionnement dans la filière Peuplier française, dont la récolte relativement stable représentait 26,5% de la récolte feuillue en France en 2017, laissent ainsi craindre une pénurie dans les prochaines années à venir si le rythme de replantation ne se renforce pas. En France, les industries consommatrices de bois de peuplier sont les industries du déroulage (69%) et du sciage (31%) (CODIFAB 2016).

Dans ce contexte, l'agroforesterie, qui associe sur une même parcelle agricole une composante arborée à des cultures et/ou à du bétail, est une alternative de plus en plus crédible pour participer à assurer la pérennité voire l'accroissement de la ressource en bois de peuplier.

Il existe cependant peu d'informations concernant l'acclimatation et le développement du peuplier en milieu agroforestier, les conditions de croissance dans ce type de système s'éloignant de celles des peuplements conventionnels (densité de plantation plus faible, interactions avec les cultures et le bétail, accès à la lumière et aux ressources, interventions humaines pour l'entretien des arbres et des parcelles, etc). L'objectif de ce travail consiste donc à déterminer l'influence de ces conditions de croissance sur la qualité technologique des bois de peuplier à travers l'évaluation des propriétés mécaniques et physiques (résistance à la rupture, module d'élasticité et masse volumique) de panneaux de LVL issus de peupliers agroforestiers et de peupliers de plantation conventionnelle.

### Matériel et Méthode

#### *Parcelles et échantillonnage des peupliers*

L'étude a été menée sur deux parcelles, l'une agroforestière (AF) et l'autre forestière servant de témoin (FC), situées à Lent (Ain, France ; 46°05'04.7"N 5°10'24.6"E) et gérées par un agriculteur indépendant. Le cultivar majoritairement présent sur ces deux parcelles, le Koster, est un cultivar hybride (peuplier deltoïde du Michigan X peuplier noir « Vereecken ») sélectionné en 1966 (Paillassa 2002) et pouvant être cultivé sur l'ensemble de la France. C'est un cultivar peu sensible au vent dont la facilité d'élague, ses faibles besoins en eau et sa bonne adaptation

aux stations hors vallée (Paillassa 2002; CRPF 2016) en font un bon candidat pour la production en système agroforestier.

Les arbres de la parcelle FC ont été plantés entre 2003 et 2004 tandis que ceux de la parcelle AF l'ont été entre 2008 et 2009. Les densités de plantation sont d'environ 200 arbres/ha pour la parcelle FC et 50 arbres/ha pour la parcelle AF. Dans cette dernière on retrouve entre chaque ligne d'arbre une prairie fauchée annuellement destinée à l'alimentation animale. Six arbres par parcelle ont été abattus en avril 2022 (représentés en rouge sur la Fig. 1) et un billon a été prélevé à la base de chaque arbre.

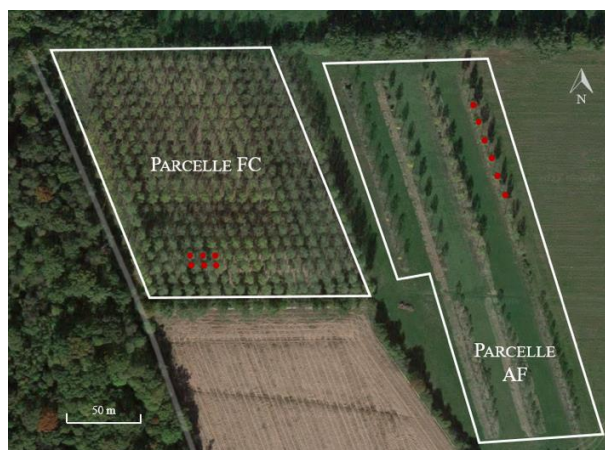


Fig. 1 : Parcelles forestière (FC) et agroforestière (AF) du dispositif expérimental – Les arbres échantillonnés sont représentés en rouge

#### *Déroulage et préparation des panneaux de LVL*

Les 12 billons échantillonnés ont été déroulés en mai 2022 sur la ligne de déroulage instrumentée du LABOMAP (Arts et Métiers de Cluny, France). Les billons ont été centrés sur la moelle et les placages obtenus avaient pour dimensions 650 (L)x 550 x 3 mm.

Pour chaque billon, deux panneaux de LVL ont été obtenus en prenant pour l'un les cinq placages les plus extérieurs du billon, que l'on appellera LVL Extérieur (correspondant à des positions radiales éloignées du cœur), et pour l'autre les cinq placages les plus au centre (les plus proches de la moelle) que l'on appellera LVL Intérieur.

Cinq éprouvettes de dimensions 15 x 20 x 600 mm ont été prélevées dans chaque panneau puis stabilisées pendant 15 jours dans une enceinte climatique Binder à 20°C et 65% d'humidité relative afin d'atteindre un taux d'humidité du bois d'environ 12%. Le module d'élasticité (MOE) et le module de rupture (MOR) ont été calculés via des essais de flexion 4 point sur chant en accord avec la norme EN 408 (EN 408 2012). Ces essais ont été réalisés en utilisant une machine d'essais universelle – Zwick-Roell 250 kN couplé à un capteur de distance Baumer (OM30-L0550.HV.YUN).

#### **Résultats et discussion**

Les peupliers agroforestiers présentent des MOE, des MOR et des masses volumiques significativement supérieurs à ceux des peupliers forestiers témoins. En moyenne, leurs MOE, MOR, et masse volumique, tout panneaux confondus, sont respectivement de 8332 MPA, 61,32 MPa et 461 kg/m<sup>3</sup> contre 7367 MPA, 53,4 MPa et 427 kg/m<sup>3</sup> pour les peupliers forestiers (voir Tab. 1). Ces valeurs sont en adéquation avec celles obtenues dans l'étude de Paillassa *et al.* traitant de la qualité du bois de nouveaux cultivars de peuplier, qui attribue un MOE de 8496 MPa et un MOR de 54,0 MPa aux LVL de Koster (Paillassa et al. 2013).

Tab. 1 : Module d'élasticité (MOE), résistance à la rupture (MOR) et masse volumique des LVL de peupliers agroforestiers et forestiers, en fonction de la position des placages dans le billon

Position du LVL dans le billon	AF			FC		
	MOE (Mpa)	MOR (Mpa)	Masse volumique (kg/m <sup>3</sup> )	MOE (Mpa)	MOR (Mpa)	Masse Volumique (kg/m <sup>3</sup> )
Extérieur	8855	66,6	481	8353	60,9	432
Intérieur	7642	58,4	441	6073	49,3	423
Moyenne	8332	61,32	461	7367	53,4	427

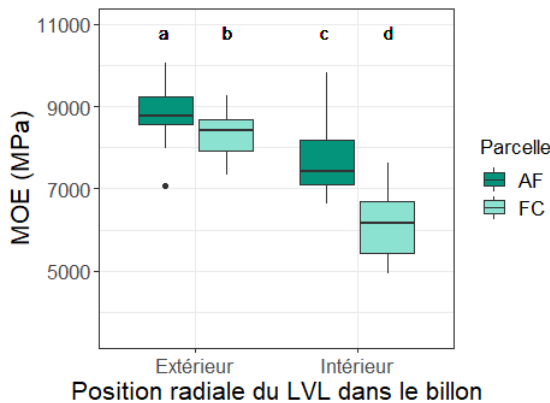


Fig. 2 : Module d'élasticité (MOE) des LVL de peupliers agroforestiers et forestiers, en fonction de la position des placages dans le billon

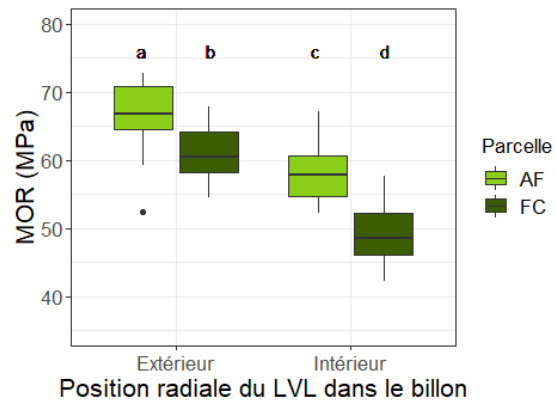


Fig. 3 : Résistance à la rupture (MOR) des LVL de peupliers agroforestiers et forestiers, en fonction de la position des placages dans le billon

Les LVL Extérieurs possèdent pour les deux modalités de traitement un module d'élasticité, une résistance à la rupture et une masse volumique plus importants que ceux des LVL Intérieurs (Fig 2 & 3 ; Tab 1). Ces résultats sont cohérents puisque les LVL Intérieurs sont composés des placages proches de la moelle et pouvant contenir du bois juvénile dont la présence peut impacter négativement les propriétés mécaniques du bois, le bois juvénile ayant des MOE et MOR plus faibles que le bois mature (Panshin et De Zeeuw 1964).

De plus, en comparant nos résultats à ceux obtenus par Rahayu et al. (2015) dans leur étude menée sur des LVL de Koster composés de bois juvénile ou de bois mature, on constate que les valeurs obtenues de MOR pour les LVL Intérieurs et Extérieurs des peupliers forestiers sont similaires à celles de leur étude (49 MPa pour les LVL composés de bois juvénile contre 58 MPa pour les LVL composés de bois mature). Les valeurs de MOR obtenues dans notre étude pour les LVL agroforestiers sont également plus importantes que celles des LVL forestiers de leur étude.

De la même manière que nos résultats indiquent des modules d'élasticité supérieurs pour les LVL Extérieurs que pour les LVL Intérieurs, Rahayu et al observent des MOE plus importants pour les LVL de bois mature que pour les LVL de bois juvénile, 9,260 MPa et 7,832 MPa respectivement (Rahayu et al. 2015).

## Conclusion et Perspectives

Bien que les peupliers agroforestiers soient plus jeunes que leurs témoins forestiers, ils présentent de meilleures propriétés mécaniques, avec des MOE et des MOR statistiquement plus élevés.

Ces résultats seront ensuite mis en relation avec l'étude d'autres propriétés physiques et mécaniques des arbres échantillonnés telles que leurs masses volumiques, leurs modules spécifiques, la présence de bois de tension ou de bois juvénile ainsi que l'influence du faux-cœur, présent en plus grande proportion chez les peupliers forestiers.

Ainsi, ce travail prometteur pour la ressource agroforestière pourrait participer à réduire la pénurie en bois de peuplier qui menace l'industrie française. Il devra être complété par la suite par l'étude du comportement et de la croissance d'autres cultivars en milieux agroforestiers afin de guider les agriculteurs et les industriels vers des choix plus adaptés aux conditions de croissance offertes par ces systèmes, dont la réapparition dans le paysage agricole depuis quelques années en Europe s'ancre dans la lutte contre les changements climatiques.

## Remerciements

Les auteurs remercient M. VINCENT, propriétaire du dispositif d'étude pour l'accès à ses parcelles et aux peupliers étudiés dans le cadre de ce travail ; ainsi que M. TROMPILLE pour son aide précieuse lors du transport des arbres abattus.

Ce travail est financé par la Fondation de France dans le cadre de son appel à projets 2019 « Recherches sur les agroforesteries ».

## Références

CODIFAB (2016) Sécurisation des approvisionnements en Peuplier (mis à jour 2019) <https://www.codifab.fr/actions-collectives/securisation-des-approvisionnement-en-peuplier-1636>.

CRPF (2016) Le peuplier - un feuillu performant cultivé en Rhône-Alpes. Centre Régional de la Propriété Forestière Rhône-Alpes. [https://pefcaura.com/sites/default/files/prgm-accompagnement/exe\\_fiche\\_essence\\_peuplier\\_09\\_2016\\_v2\\_1-1.pdf](https://pefcaura.com/sites/default/files/prgm-accompagnement/exe_fiche_essence_peuplier_09_2016_v2_1-1.pdf).

EN 408 (2012) Timber structures – Structural timber and glued laminated timber – Determination of some physical and mechanical properties.

Paillassa E. (2002) Fiche technique cultivar de peuplier : Koster. Forêt-entreprise, no 146 (juin). [https://www.peupliersdefrance.org/uploads/uploads-FR/fiches-cultivars/cultivarsREP\\_koster\\_1.pdf](https://www.peupliersdefrance.org/uploads/uploads-FR/fiches-cultivars/cultivarsREP_koster_1.pdf).

Paillassa E., Berthelot A., Reuling D., Robert A., Lanvin J., Legrand J., Moreau J., Denaud L. (2013) Etude des qualités du bois des nouveaux cultivars de peuplier. Rapport technique final.

Panshin A. J., De Zeeuw C. (1964) Textbook of wood technology.

Rahayu I., Denaud L., Marchal R., Darmawan W. (2015) Ten New Poplar Cultivars Provide Laminated Veneer Lumber for Structural Application. *Annals of Forest Science* 72 (6): 705-15. <https://doi.org/10.1007/s13595-014-0422-0>.