

Comprendre les spécificités physiques et vibro-mécaniques des Palissandres, bois du genre pantropical menacé *Dalbergia*

SUAREZ DIAZ Sebastian¹, GUIBAL Daniel², CABROLIER Pierre³,
THEVENON Marie-France², LANGBOUR Patrick², BREMAUD Iris¹

¹Equipe BOIS, LMGC, UMR5508, CNRS, Univ. Montpellier, 34090 Montpellier

²BioWooEB, CIRAD, 34090 Montpellier

³Artisan/chercheur indépendant, 30460 Cognac

sebastian.suarezdiaz@agroparistech.fr

Mots clés : Palissandres ; *Dalbergia* ; CITES ; bois ; usages ; colorimétrie ; propriétés vibro-mécaniques ; artisanat ; bois précieux ; chémo-taxonomie.

Introduction

Le genre pantropical *Dalbergia* de la famille des Fabaceae (sous-famille Papilionoideae) comprend environ 250 espèces, parmi lesquelles de nombreuses sont emblématiques par la qualité et la haute valeur économique de leurs bois (Klitgaard et al. 1999, Richter et al. 1996). Communément appelés « Palissandres », leurs bois ont été catalogués comme « bois précieux », grâce à leurs propriétés physico-mécaniques et acoustiques, de durabilité, d'ouvrabilité, ainsi que de caractéristiques macroscopiques comme la couleur, la texture et le grain, leur conférant une valeur esthétique élevée et désirable (Cervantes et al. 2019). Les bois de Palissandres représentent une importante diversité d'usages culturels. Les principaux usages sont répertoriés en ameublement et ébénisterie de luxe, fabrication d'artisanats et d'outils, sculpture, construction, et fabrication de différents instruments de musique (tels que les guitares, les marimbas, les xylophones, les clarinettes, les hautbois et cornemuses, etc) (Richter et al. 1996, Ramananantoadro et al. 2013, Espinoza et al. 2015).

Depuis environ trois siècles en général (deux millénaires au moins pour le *D. melanoxylon*), les bois de Palissandres font l'objet de marchés locaux et internationaux. Cependant dans les dernières décennies, les populations de *Dalbergia* ont été de plus en plus surexploitées, principalement à cause de l'expansion du marché chinois, notamment pour la production de meubles haut de gamme « hongmu » (EIA 2016). Les populations naturelles de *Dalbergia* ont considérablement diminué, et leurs habitats naturels sont fragmentés (Cervantes *et al.*, 2019). De plus, même si toutes les espèces du genre *Dalbergia* ne sont pas également menacées, elles sont très difficiles à identifier entre elles sur des bases d'anatomie des bois. Pour ces raisons, l'ensemble du genre est inscrit dans les annexes de la convention CITES (Convention sur le commerce international des espèces de faune et flore sauvages menacées d'extinction) en limitant drastiquement leur commercialisation (CITES 2016).

Cette situation met en évidence la nécessité de trouver des essences avec des propriétés similaires (Ramananantoadro et al. 2013). Cependant, malgré la large utilisation et la réputation des Palissandres, il existe peu d'études de caractérisation des propriétés physiques, mécaniques et vibratoires de leur bois : sur environ 250 espèces de *Dalbergia*, les propriétés vibratoires n'ont été publiées que pour 12 essences seulement (Brémaud 2009). Ces données, quoiqu'encore éparses, suggèrent un comportement atypique du bois de *Dalbergia* en comparaison avec la diversité connue sur 450 espèces de bois (toutes familles et origines confondues) : les Palissandres semblent caractérisés par des coefficients d'amortissements très faibles (Brémaud 2009, Brémaud 2012), que l'on retrouve difficilement, entre 20 familles botaniques ; sauf dans les Fabaceae et notamment la sous-famille des Papilionoideae (Brémaud

et al. 2009). Cette caractéristique vibro-mécanique pourrait venir d'une composition particulière en extractibles, comme cela a été trouvé sur 2 espèces de *Dalbergia* et sur des genres proches comme *Pterocarpus* (Brémaud et al. 2011) qui appartiennent également à la tribu des Dalbergieae (Klitgaard et al. 1999).

L'objectif de ce travail était de contribuer à comprendre ce qui fait la spécificité des bois du genre *Dalbergia*, en caractérisant des propriétés physiques et vibro-mécaniques de nombreuses espèces de *Dalbergia*, afin de tester l'hypothèse que ces bois ont, à l'échelle du genre, des propriétés atypiques par rapport à la diversité globale des bois.

Matériel et méthodes

Deux sources d'échantillons ont été utilisées. La première source correspond à 168 plaquettes de bois du genre *Dalbergia*, couvrant 44 espèces identifiées plus 16 *Dalbergia* spp, de la xylothèque de l'unité de recherche BioWooEB du CIRAD à Montpellier. Ces plaquettes ne peuvent être étudiées que par des méthodes strictement non-invasives. Les dimensions sont 130×60×10mm³ (L×section transverse variable). La plupart des échantillons correspondaient au duramen, mais les mesures ont été aussi prises pour des plaquettes d'aubier. La deuxième source correspond à 214 lamelles de bois de duramen collectées auprès de luthiers. La moitié des spécimens sont du genre *Dalbergia*, d'au moins 8 espèces (identification à venir). L'autre moitié correspond à différentes espèces (au moins 30) employées par des luthiers en guitares (surtout pour des fonds mais aussi tables). Les dimensions des lamelles sont : 150×12×2 mm³ (L×R×T ou L×T×R).

Les échantillons ont été stabilisés pendant 3 semaines à température 20±2°C et à humidité relative de 65±5%. La densité du bois a été calculée comme le rapport entre la masse (g) et le volume (cm³). Les paramètres colorimétriques ont été mesurés avec un colorimètre Datacolor 400, diamètre d'observation 9 mm, et l'illuminant D65 10°. Les variables obtenues sont : L (luminosité), a*(l'axe vert-rouge), b* (l'axe bleu-jaune), C* (saturation) et h (angle de teinte).

Les propriétés vibratoires, soit le module d'élasticité spécifique (E/ρ) et le coefficient d'amortissement ($\tan\delta$), ont été déterminées à partir de deux méthodes non destructives différentes, selon la source des échantillons. La méthode Bing®, en vibration naturelles, peut s'adapter à des géométries différentes et a été utilisée pour les plaquettes de la xylothèque. La méthode Vybris (Brémaud 2012), en vibrations forcées sans contact, est très précise pour l'amortissement mais demande le débit de lamelles de géométrie précise, elle a été utilisée pour les échantillons fournis par des luthiers.

Résultats et discussion

Les propriétés physiques moyennes sur l'ensemble des espèces testées sont présentées dans le Tab. 1. Les *Dalbergia* sont classées comme des bois « très lourd » et « lourd » avec une densité supérieure à 0,8 g/cm³. L'aubier et le duramen sont bien différenciés avec notamment une clarté et un angle de teinte très supérieurs dans l'aubier.

Tab. 1 : Valeurs de colorimétrie et densité pour l'ensemble des espèces de *Dalbergia* étudiées

Dalbergia	L		a*		b*		C*		h		D (g/cm ³)	
	μ	σ	μ	σ								
Aubier	68.84	5.88	9.06	2.06	29.06	3.67	30.50	3.77	72.97	2.97	0,794	0,150
Duramen	39.52	9.81	10.78	5.01	13.28	7.76	17.23	8.99	48.04	7.68	0,981	0,179

Le module spécifique moyen de toutes les espèces de *Dalbergia* testées est 19 GPa. Le coefficient d'amortissement ($\tan\delta$) moyen est 0,006 dans le duramen et 0,010 dans l'aubier. La

Fig. 1 montre la relation entre les deux variables pour 450 espèces (données Brémaud 2012) et pour les *Dalbergia* étudiées par les deux méthodes. Les résultats obtenus montrent que les nombreuses espèces (30+8 spp. identifiées, plus 16 non identifiées) de *Dalbergia* étudiées sont en dessous de la relation standard, avec des valeurs faibles voire très faibles de coefficient d'amortissement alors que ces bois ont une rigidité faible à moyenne. Ces résultats valident donc l'hypothèse qu'un amortissement (très) faible constitue une spécificité du genre *Dalbergia*, hypothèse jusqu'ici formulée sur des données connues sur seulement 12 espèces (Brémaud 2009, Brémaud et al. 2009).

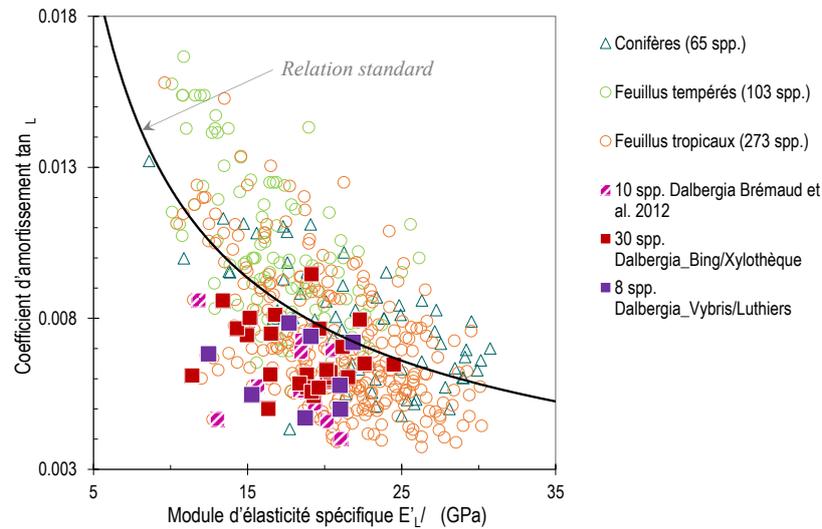


Fig. 1 : Comparaison des propriétés vibratoires de *Dalbergia* mesurées, avec la littérature ; (symboles ouverts) 450 espèces de conifères, feuillus tempérés et feuillus tropicaux (Brémaud 2012) ; carrés hachurés : espèces de *Dalbergia* (Brémaud 2012) ; carrés solides : espèces de *Dalbergia* de l'étude

La Fig. 2 représente l'analyse de corrélations principales pour les *Dalbergia* et différentes espèces utilisées par les luthiers pour la fabrication de guitares (surtout bois de fonds, mais aussi quelques bois de table). Les *Dalbergia* se distinguent bien des autres espèces notamment selon les critères de densité, de faible amortissement, et les teintes « rouges ».

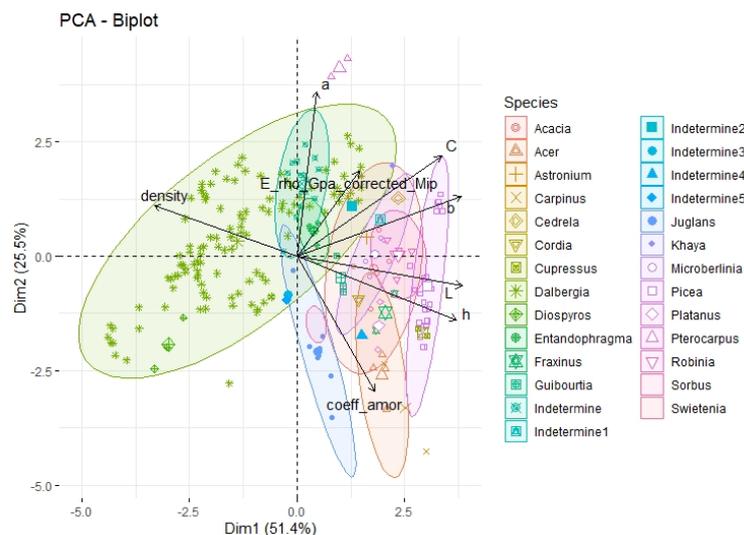


Fig. 2 : Analyse en composantes principales (ACP) : biplot des variables mesurées (flèches) et des individus/spécimens (points) pour les échantillons de *Dalbergia*, ainsi que d'autres espèces, fournies par des luthiers (espèces groupées par genre botanique).

Conclusion et perspectives

Des propriétés physiques (colorimétrie et densité) et vibro-mécaniques (module spécifique et coefficient d'amortissement) ont été déterminées pour de nombreuses espèces du genre *Dalbergia*. Malgré la faible représentation statistique pour certaines espèces, les données présentées servent de référence pour comprendre des spécificités à l'échelle du genre *Dalbergia*. Les deux méthodes vibratoires ont montré des résultats similaires entre les valeurs obtenues, pour les espèces communes aux deux. Cependant l'échantillonnage utilisé n'a pas encore permis de valider statistiquement si les deux méthodes sont comparables. Des essais sont prévus pour cette validation, la méthode non destructive Bing pourrait alors permettre l'exploration et la génération de nouvelles données des propriétés vibratoires du bois, ainsi que la valorisation de xylothèques. Les *Dalbergia* étudiées se caractérisent pour une spécificité de tendance vers des bois plus rouges et avec des coefficients d'amortissement faibles en comparaison avec les bois d'autres espèces. Cela suggère que sur ces critères, il y a peu d'alternatives d'autres essences montrant des propriétés similaires aux Palissandres. Les valeurs du coefficient d'amortissement sont environ deux fois plus faibles dans l'aubier que dans le duramen. Ce comportement peut être expliqué par les extractibles du bois. Cette hypothèse pourrait être testée par une étude sur les effets d'extractions sur les propriétés vibratoires d'espèces de *Dalbergia*.

Références

- Brémaud I. (2009) Propriétés vibratoires des bois de facture instrumentale et biodiversité. *Musique et Technique* 4 : 29-42.
- Brémaud I., Minato K., B. Thibaut (2009) Mechanical damping of wood as related to species classification: a preliminary survey. 6th Plant Biomechanics Conference PBM09, 16-21 November 2009, Cayenne, French Guyana.
- Brémaud I., Amusant N., Minato K., Gril J., Thibaut B. (2011) Effect of extractives on vibrational properties of African Padauk (*Pterocarpus soyauxii* Taub.). *Wood Science and Technology* 45(3) : 461-472
- Brémaud I. (2012) Acoustical properties of wood in string instruments soundboards and tuned idiophones: Biological and cultural diversity. *J. Acoust. Soc. Am.*, 131(1).
- Cervantes A. (2016) La conservación del granadillo en México: Una carrera contra el tiempo. CONABIO.
- CITES (2016) CITES CoP17. Global Status of *Dalbergia* and *Pterocarpus* Rosewood Producing Species.
- EIA (2016) The hongmu Challenge: A briefing for the 66th meeting of the CITES Standing Committee, Environmental Investigation Agency E.January 2016.
- Espinoza E.O., Wiemann M.C., Barajas-Morales J., Chavarria G.D., McClure P.J. (2015) Forensic analysis of CITES-Protected *Dalbergia* timber from the Americas. *IAWA J*, 36(3).
- Georg Richter H., Krause V.-J., Muche C. (1996) *Dalbergia congestiflora* Standl.: wood structure and physico-chemical properties compared with other Central American species of *Dalbergia*. *IAWA J*, 17(3).
- Klitgaard B.B. (1999) Floral ontogeny in tribe Dalbergieae (Leguminosae: Papilionoideae): *Dalbergia brasiliensis*, *Machaerium villosum* s. l. *Platymiscium floribundum*, and *Pterocarpus rotundifolius*. *Pl Syst Evol*, 219(1-2).
- Ramanantoandro T., Ramanakoto M.F., Rajemison A.H., Eyma F. (2013) Relationship between density and aesthetic attributes of wood and preference of Malagasy consumers. *Ann. For. Sci.*