

Valorisation des bois ronds de petit diamètre en construction en Guyane française

Maeva LEROY
CNRS / LMGC
Kourou, French Guyana



LEROY Maeva¹, BOSSU Julie¹, LEHNEBACH Romain¹, CLAIR Bruno²

¹ LMGC – Laboratoire de Mécanique et Génie Civil, CNRS, Univ. Montpellier, France.

² CNRS, Ecologie de Forêts de Guyane (EcoFoG), AgroparisTech, CIRAD, INRAE, UnivAntilles, Univ Guyane, Kourou, Guyane Française, France.

³ CIRAD, Ecologie de Forêts de Guyane (EcoFoG), AgroparisTech, CNRS, INRAE, UnivAntilles, Univ Guyane, Kourou, Guyane Française, France.

maeva.leroy@cnrs.fr

Mots clefs : Génie civil ; construction ; bois ronds ; propriétés mécaniques ; durabilité ; architecture ; bois tropicaux ; Guyane française.

1. Contexte et objectifs :

La Guyane, de par son accroissement démographique le plus élevé parmi les départements français, a besoin de 6600 logements par an d'ici à 2027, mais seuls 1900 parviennent à être construits annuellement (DEAL, 2017 et AUDEG, 2022). Ce manque de logements entraîne l'émergence d'habitations insalubres dans lesquelles vivent environ 20% de la population (AUDEG, 2018). De plus, le territoire importe la majorité des matériaux nécessaires au secteur du BTP (ADEME, 2010). Dans ce contexte, il est urgent de trouver des solutions pour répondre à cette très forte demande en matériaux de construction pour le génie civil, notamment pour l'habitat d'urgence.

Le massif forestier Guyanais (8 millions d'Ha, soit un tiers de la forêt française) est un formidable atout du territoire. Cette ressource unique est toutefois soumise à de forts enjeux de protection et de préservation tant pour sa biodiversité que pour le stock de carbone qu'elle représente. C'est donc avec le souci d'impact minimum qu'il convient de valoriser les produits de la forêt guyanaise pour que cette ressource puisse continuer d'assurer ses fonctions écosystémiques, tout en résistant aux pressions anthropiques (urbanisation, agriculture...).

Aujourd'hui, sur les 1800 espèces d'arbres de Guyane (Molino et al., 2022), 90 essences sont considérées comme technologiquement utilisables et donc de valeur commerciale potentielle (Guitet et al., 2014). Parmi elles, une soixantaine est exploitée par la filière industrielle, dont 3 espèces qui représentent 75% du volume récolté (ONF data, 2020). La production de bois d'œuvre locale est ainsi très peu diversifiée et emploie des espèces dont la capacité de renouvellement sera très faible dans un contexte de production élevée. Il est donc nécessaire d'identifier d'autres voies alternatives pour la production de bois d'œuvre en Guyane, ce qui est tout à fait envisageable au regard de l'extrême diversité d'espèces non valorisées à disposition.

Parmi elles certaines sont abondantes (Sellan et al., in prep), ont un fort élancement avec un fût sans défaut, et sont utilisables entre 5cm et 10cm de diamètre pour de la construction en bois rond comme en attestent les traditionnelles constructions Palikurs (Ogeron et al. 2018). Ces arbres, par leurs conditions de croissance (tolérants à l'ombre) développent un bois dense aux propriétés mécaniques très intéressantes (Leroy et al, in prep).

Cette ressource, si elle était mieux caractérisée, pourrait permettre le développement de nouvelles solutions architecturales permettant d'augmenter la part de matériaux biosourcés produits en Guyane en limitant l'accroissement des surfaces forestières exploitées.

Il reste donc beaucoup à faire pour comprendre la distribution des essences de petit diamètre sur le territoire Guyanais, caractériser leurs propriétés mécaniques et de durabilité et évaluer finalement leur potentiel comme éléments de construction sous forme de bois ronds après simple écorçage. Concrétiser l'usage du bois rond dans le bâtiment nécessitera des innovations technologiques et une validation des structures conçues sur le plan normatif (Eurocode 5 : Conception et calcul des structures en bois (1995)).

1.1. Articulation du projet de thèse

Ma thèse s'articule autour de trois axes ; le premier consiste en une évaluation multicritère de la ressource forestière en espèces de petit diamètre valorisables en bois rond. Des arbres de 8 essences les plus abondantes ayant une morphologie adaptée à des usages en construction ont été mesurés sur pied puis prélevés pour analyses en laboratoire.

Le second axe consiste à étudier, à différentes échelles, les propriétés du bois des tiges récoltées : comparaison de l'anatomie du bois, mesure de la densité, du retrait, de la fissuration, des propriétés mécaniques (flexion 4 points, BING), évaluation de la durabilité naturelle et à comparer les 8 essences sur ces critères multiples.

Enfin, le troisième axe consistera à concevoir et tester différents systèmes constructifs avec les bois ronds de petits diamètres. Des systèmes d'assemblages seront mis à l'essai quant à leur résistance à la compression, traction et cisaillement. Plusieurs solutions constructives seront modélisées pour identifier les systèmes présentant les meilleures propriétés mécaniques théoriques. Puis, sur l'espèce la plus prometteuse parmi les espèces sélectionnées, des prototypes à l'échelle 1 seront réalisés pour chaque système, afin de tester leurs propriétés mécaniques en conditions réelles. Ces structures d'étude seront instrumentées pour permettre un suivi de l'évolution des variations hygrométriques au sein des différents éléments et des déformations au niveau des assemblages, en fonction des conditions environnementales extérieures.

1.2. Matériel et méthode

Matériel végétal :

Les 8 essences tropicales sélectionnées pour la thèse sont : *Oxandra askeckii*, *Goupia glabra*, *Lecythis persistens*, *Hymenopus heteromorphus*, *Pouteria bangii*, *Licania alba*, *Tachigali melinonii*, *Simarouba amara*. Au total, 80 arbres de 6 à 10cm de diamètre avec des troncs cylindriques et de grandes longueurs utiles ont été prélevés, à raison de 2 lots de 40 arbres. Un premier destiné aux essais de caractérisation des propriétés mécaniques des bois et le second destiné aux essais de durabilité naturelle.

Caractérisation des propriétés techniques :

Dans un premier temps, des essais de caractérisation des essences ont été réalisés pour déterminer : leur densité (méthode de la double pesée), leur retrait longitudinal et tangentiel (méthode classique sur cubes et méthode complémentaire sur rondelles pré fendues), leur ténacité, puis leur module d'élasticité sur bois vert. (Méthode vibratoire BING et méthode de flexion 4 points, dans le domaine élastique).

Caractérisation de la durabilité naturelle :

Un second lot d'arbres prélevés a été utilisé afin d'évaluer la durabilité naturelle aux champignons et aux insectes xylophages en contexte de climat tropical humide. Des essais longs (1 an et deux ans) sont en cours, et ont pour objectifs de tester les essences (i) en condition d'emploi (structure ou charpente) ou (ii) en simulant leur dépôt au sol dans un parc de rupture (schéma classique d'extraction de la ressource par l'ONF en Guyane). Ils seront prochainement comparés à des essais réalisés en conditions contrôlées en laboratoire (Candelier et al. 2017), réalisés lors d'une prochaine mission au sein de l'UMR Biowoeb à Montpellier (Novembre 2022).

1.3. Premiers résultats

Propriétés technologiques :

Ces premiers essais ont permis d'élaborer des hypothèses quant à la propension des essences testées à fissurer lors du séchage, critère important à prendre en compte pour l'assemblage de structures. Les essais en grandeur d'emploi (Fig.1) ont quant à eux permis de mettre en évidence la forte rigidité du bois rond comparé au bois scié et de conforter l'hypothèse selon laquelle la rigidité d'une pièce de bois est maximisée lorsque l'intégralité des fibres et leur agencement d'origine est conservé (Maunus et al. 1999).

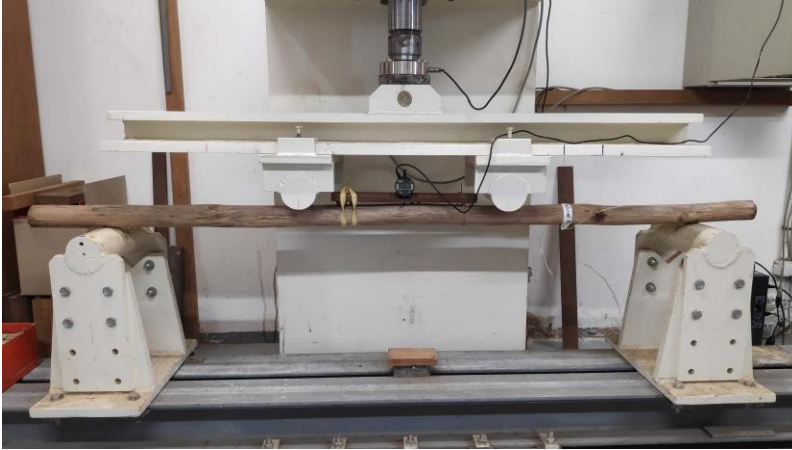


Fig. 1 : Essai de flexion quatre points sur une perche de 2,20m de long et de 8cm de diamètre.

© Maeva LEROY

Durabilité naturelle :

Les essais de durabilité ont récemment été mis en place et sont en cours (Fig.2). De premières observations ont confirmé le bon fonctionnement des dispositifs d'essai, avec la colonisation progressive de certains répliques par les termites.



Fig. 2 : Dispositif expérimental couvert et hors sol pour évaluer la durabilité naturelle des essences en conditions d'usage (3 répliques en milieu forestier, 3 répliques en milieu urbain).

© Maeva LEROY

1.4. Conclusions et perspectives

Propriétés technologiques :

Le bois scié, libéré de ses contraintes, est peu sujet au risque de fissuration lors du séchage contrairement au bois rond. Par les essais réalisés, on cherche à comprendre quels sont les déterminants de la fissuration des bois ronds lors du séchage pour les ordonner suivant une classe de risque. Les essais sont encore en cours à ce jour, ne me permettant pas encore de répondre à cette question. Des hypothèses émergent cependant, l'hétérogénéité de la densité du bois de la moelle à l'écorce semble être un des facteurs responsables d'une forte anisotropie de retrait, provoquant la fissuration. Mais d'autres paramètres qui peuvent être impliqués dans le risque de fissuration sont en cours d'étude, notamment la ténacité du bois, l'agencement des fibres (présence de contre-fil) et l'organisation du plan anatomique.

Durabilité naturelle :

La comparaison des essais en conditions contrôlées et en conditions d'emploi (Fig. 2) mettra peut-être en évidence une appétence accrue pour les éprouvettes de bois plus massives, ou des différences selon leur zone de prélèvement (aubier ou duramen). Elle permettra également de faire la sélection des 3 essences les plus durables en vue de la poursuite de mes recherches de systèmes constructifs. Les essences les moins durables, si elles sont par ailleurs hautement performantes mécaniquement, pourront faire l'objet de plus amples études quant à leur imprégnabilité, pour améliorer leur durabilité naturelle. Les essais réalisés au laboratoire Biowoob viendront renforcer l'argumentaire en faveur de valorisation des bois ronds et répondre aux attentes de la filière en matière de durabilité. Une importante phase de communication sera nécessaire à l'échelle du département pour diffuser / vulgariser l'existence de ce matériau local et biosourcé à fort potentiel.

1.5. Remerciements

Je tiens à remercier mes encadrants Julie BOSSU (CNRS), Romain Lehnebach (CIRAD), Jacques BEAUCHENE (CIRAD) ainsi que mon directeur de thèse Bruno CLAIR (CNRS) pour leur soutien et la qualité de leur encadrement. Je remercie également Kévin CANDELIER (CIRAD) et l'unité de recherche BIOWOOB (Montpellier) pour leur accueil et la mise en place des essais de durabilité en conditions contrôlées. Je remercie également l'organisation du Forum International Bois Construction 2023 pour cette opportunité de rencontre et d'échange autour du matériau bois.

1.6. Références

ADEME Guyane (2010) ECODOM +, Guide de prescriptions techniques pour la performance énergétique des bâtiments en milieu amazonien.

ADEME Guyane (2016) Performances environnementales des bâtiments - Catalogue des matériaux & équipements.

AUDEG – Rapport de l'observatoire de l'habitat de la Guyane (2018)

Boer F. (2021) Valorization of sugarcane bagasse via slow pyrolysis and its by-product for the protection of wood (Doctoral dissertation, Paris, AgroParisTech).

Bouvier-Gaz D., Moriame E., Fardel S., Aubert A., Lemaire A., Leonard A., Romeo L., (2020) Guyane 2019 Rapport annuel IEDOM.

Candelier K., Hannouz S., Thévenon M. F., Guibal D., Gérardin P., Pétrissans M., Collet R. (2017) Resistance of thermally modified ash (*Fraxinus excelsior* L.) wood under steam pressure against rot fungi, soil-inhabiting micro-organisms and termites. *European Journal of Wood and Wood Products*, 75(2), 249-262.

DEAL – rapport (2017) Quels besoins en logements en Guyane pour les 10 prochaines années ?

Fournier M., Amusant N., Beauchene J., Mouras S. (2003) Qualité des bois de Guyane. *Revue forestière française*, 55(sp), 340-351.

Guitet S., Brunaux O., Traissac S. (2014) Pour la Guyane, D. R. Sylviculture pour la production de bois d'œuvre des forêts du Nord de la Guyane « Etat des connaissances et recommandations ».

MOLINO, J. F., SABATIER, D., GRENAND, P., ENGEL, J., FRAME, D., DELPRETE, P. G., ... & MARTIN, C. A. (2022). Catalogue annoté des espèces d'arbres de Guyane française, avec la nomenclature vernaculaire. *Adansonia*, 44(26), 345-903.

Mouras S., Vernay M. (2009) Utilisation des bois de Guyane dans la construction. *Utilisation des bois de Guyane dans la construction*, 1-160.

Ogeron C., Odonne G., Cristinoi A., Engel J., Grenand P., Beauchêne J., Davy D. (2018) Palikur traditional roundwood construction in eastern French Guiana: ethnobotanical and cultural perspectives. *Journal of ethnobiology and ethnomedicine*, 14(1), 1-18.

Ranta-Maunus A. (1999) Round small-diameter timber for construction. Final report of project FAIR CT, 95-0091.

Salman S., Thévenon M.F., Pétrissans A., Dumarçay S., Candelier K., Gérardin P. (2017) Improvement of the durability of heat-treated wood against termites. *Maderas. Ciencia y tecnología*, 19(3), 317-328.