

Offre de thèse CIFRE en sciences des matériaux

UMR EcoFoG – *Laboratoire des Sciences du Bois (Kourou, Guyane française)*

Projet ADEME « *La Fibre Tropicale* »

Titre de la thèse : Potentiel de valorisation des résidus agro-industriels guyanais pour la conception de panneaux de fibres - *développement de méthodes de pré-traitement et de bio-adhésifs afin de substituer les liants conventionnels* -

Encadrants : Julie BOSSU (Chargée de recherche CNRS, UMR EcoFoG), Jérémie Damay (chercheur CIRAD, UPR BioWooEB), Daniela Florez (chercheuse CIRAD, UMR EcoFoG)

Résumé :

Le projet a pour objectif général de concevoir des matériaux de construction produits localement, à partir de ressources locales. Les travaux doctoraux visent spécifiquement à mettre au point des panneaux de fibres à faible impact environnemental par technique de thermoformage, à partir de différentes ressources résiduelles issues de l'agro-industrie guyanaise (fibres de canne à sucre, coco, bananier, etc...).

Les travaux doctoraux porteront plus spécifiquement sur l'échantillonnage sur le terrain, l'extraction et la caractérisation des fibres, le développement de méthodes de pré-traitement par voie fongique et/ou chimique, la formulation de bio-adhésifs, l'optimisation des paramètres de thermoformage et l'étude des propriétés des panneaux pour une utilisation en milieu tropical.

A terme, les produits auront vocation à substituer les matériaux d'importation coûteux et peu durables utilisés comme isolants ou parements intérieurs dans les constructions locales.

Mots-clés :

Eco-Matériaux tropicaux ; Fibres agro-industrielles ; Propriétés physico-mécaniques, chimiques et d'adhésion ; Traitements naturels ; Panneaux de fibres thermo-compressés

Objectif général du projet :

Les produits de construction utilisés sur les territoires ultramarins sont principalement importés et seule une faible part est biosourcée. Pourtant les besoins en construction sont forts, notamment en Guyane, et la conception d'habitation à faible impact environnemental est un objectif clé.

Le projet **La Fibre Tropicale** vise à mettre au point et à caractériser des matériaux de construction produits localement, en associant fibres végétales résiduelles issues des principales filières agricoles et terres crues. Les matériaux mixtes alors développés (panneaux de fibres avec enduits terre) auront vocation à être intégrés dans la réalisation d'architectures à faible impact environnemental,

notamment en tant que produits isolants permettant d'améliorer l'efficacité énergétique des bâtiments.

Les ressources fibreuses visées sont plus spécifiquement : la bagasse de canne à sucre, les fibres de coco et de bananiers, produites en volumes importants sur le territoire guyanais et plus généralement dans les régions tropicales.

Objectif spécifique de la thèse :

Ce projet de thèse vise ainsi à mettre au point des panneaux de fibres à faible impact environnemental, en remplacement des matériaux d'importation coûteux et peu durables utilisés comme isolants ou parements intérieurs dans les constructions locales.

La méthode de mise en œuvre visée est celle du pressage à chaud, en cherchant à substituer les liants de type résines à base de formaldéhyde.

Contexte de l'étude :

Les panneaux de fibres commerciaux utilisent pour la plupart des colles d'origine pétro-sourcée à base de formaldéhyde, ce qui impacte leur coût, leur bilan carbone et limite leur potentiel de recyclage. De nouvelles méthodes ont prouvé leur intérêt pour réaliser des matériaux plus respectueux de l'environnement, notamment grâce à :

- L'emploi de bio-adhésifs issus de substances naturelles (Gonçalves et al., 2021). Les récentes recherches identifient les tanins, la lignine et les sources de protéines comme les principales matières premières d'origine renouvelable d'intérêt pour la formulation de bio-adhésifs de bonne qualité. L'utilisation des tanins comme adhésifs apparaît très attractive pour les fibres naturelles en raison de leur similarité avec le formaldéhyde en termes de réactivité et de comportement chimique de réticulation (Arias et al., 2022 ; Ahmadi et al., 2024).
- La mise en œuvre de techniques spécifiques de pré-traitement des fibres en amont de leur emploi (Vitrone et al., 2021). Parmi ces dernières, les méthodes de pré-traitement biologiques attirent de plus en plus l'attention des équipes de recherche pour leur simplicité de mise en œuvre et le faible impact environnemental des procédés impliqués. Dans le cadre des prétraitements biologiques, les champignons sont devenus des sources populaires d'enzymes commerciales dégradant les parois cellulaires des plantes (Badiei et al., 2014). Les champignons de pourriture blanche peuvent métaboliser sélectivement la lignine et l'hémicellulose de faible poids moléculaire, tout en laissant la cellulose relativement intacte (Saritha et al., 2012). Cela permet d'améliorer les propriétés mécaniques des panneaux de fibres sans liant en augmentant le nombre de groupes hydroxyles, la cristallinité ou encore la teneur en polysaccharides (Wu et al., 2020).

En Guyane, plusieurs espèces de bois génèrent de gros volumes de déchets industriels qui peuvent être employés pour l'extraction de tanins. En parallèle, le champignon de pourriture blanche *Pycnoporus sanguineus* est très abondant en milieu tropical et facile à mettre en culture. Ces deux ressources sont ciblées afin de développer des adhésifs et biotraitements pour permettre de produire des panneaux de fibres à partir des fibres agro-industrielles visées par le projet (fibres de canne à sucre, coco et bananier). Plusieurs travaux ont démontré la faisabilité des procédés de traitement et mise en forme visés pour certaines de ces ressources (Hashim et al., 2011 ; Ahmadi et al., 2024). Les propriétés des fibres issues des ressources guyanaises restent toutefois méconnues. L'application des traitements, l'adhésion des fibres aux liants biosourcés et l'optimisation des paramètres de mise en forme seront des points clés à étudier pour permettre la conception des panneaux de fibres performants visés par ce projet.

Descriptif des activités de recherche :

- En se basant sur les résultats d'une étude préliminaire en cours qui recense les espèces les plus communes sur le territoire, une première étape consistera à échantillonner les différentes ressources ciblées par le projet La Fibre Tropicale : les fibres de bananier, de bagasse de canne à sucre et de coco. Il s'agira également d'identifier des procédés d'extraction de fibres adaptés à chacune d'entre elles, puis d'évaluer la variabilité des propriétés physico-mécaniques des fibres extraites ;
- Une deuxième phase des activités consistera à tester l'applicabilité d'un pré-traitement fongique et/ou chimique pour modifier les propriétés chimiques des fibres afin de permettre leur adhésion naturelle par voie thermomécanique. L'effet de ce traitement sur les propriétés chimiques et de surface des fibres sera évalué en collaboration avec deux laboratoires situés en métropole (Unité CIRAD BioWooEB à Montpellier ; IMT Ecole des Mines d'Alès). La formulation d'adhésifs à partir de substances naturelles telles que les tanins ou résines extraits de bois locaux sera également considérée.
- Ensuite, différents paramètres de mise en forme des panneaux par thermoformage seront testés et les propriétés technologiques des matériaux produits seront étudiées (mécanique, physique, thermique et durabilité naturelle ou conférée) afin de sélectionner finalement le procédé optimal adapté à chaque type de ressource.

Profil du candidat : Niveau Ingénieur ou Master 2, spécialité Physico-chimie / Matériaux biosourcés, des compétences en génie des matériaux et/ou fibres végétales seront un plus.

Sens du travail en équipe, bon relationnel, sens de l'organisation, esprit de synthèse, curiosité scientifique, dynamisme et autonomie.

Durée-période : 3 ans à partir de Septembre 2025

Lieux de la thèse : UMR EcoFoG – Equipe Sciences du Bois, Kourou, Guyane française

Billet d'avion financé par le projet au démarrage de la thèse

Possibilité de logement sur le campus agronomique de Kourou pendant les 3 premiers mois

Rémunération : 2 200 à 2 300 € bruts mensuels selon loi en vigueur pour les contrats de thèse CIFRE

Pour candidater :

Envoyez CV et lettre de motivation par mail : julie.bossu@cnrs.fr, jeremie.damay@cirad.fr, daniela.florez@cirad.fr

Candidatures ouvertes jusqu'au 20/06/2025

Bibliographie :

Ahmadi, P., Efhamsisi, D., Thévenon, M. F., Zarea Hosseinabadi, H., Oladi, R., & Gerard, J. (2024). Chemically modified sugarcane bagasse for innovative bio-composites. Part one: Production and physico-mechanical properties. *Journal of Renewable Materials*, 12(10), 1715-1728.

Arias, A., González-García, S., Feijoo, G., & Moreira, M. T. (2022). Tannin-based bio-adhesives for the wood panel industry as sustainable alternatives to petrochemical resins. *Journal of Industrial Ecology*, 26(2), 627-642.

Badiei, M., Asim, N., Jahim, J. M., & Sopian, K. (2014). Comparison of chemical pretreatment methods for cellulosic biomass. *APCBEE procedia*, 9, 170-174.

Gonçalves, D., Bordado, J. M., Marques, A. C., & Galhano dos Santos, R. (2021). Non-formaldehyde, bio-based adhesives for use in wood-based panel manufacturing industry—a review. *Polymers*, 13(23), 4086.

Hashim, R., Said, N., Lamaming, J., Baskaran, M., Sulaiman, O., Sato, M., ... & Sugimoto, T. (2011). Influence of press temperature on the properties of binderless particleboard made from oil palm trunk. *Materials & Design*, 32(5), 2520-2525.

Saritha, M., Arora, A., & Lata. (2012). Biological pretreatment of lignocellulosic substrates for enhanced delignification and enzymatic digestibility. *Indian journal of microbiology*, 52, 122-130.

Vitrone, F., Ramos, D., Ferrando, F., & Salvadó, J. (2021). Binderless fiberboards for sustainable construction. Materials, production methods and applications. *Journal of Building Engineering*, 44, 102625.

Wu, J., Zhang, X., Wan, J., Ma, F., Tang, Y., & Zhang, X. (2011). Production of fiberboard using corn stalk pretreated with white-rot fungus *Trametes hirsute* by hot pressing without adhesive. *Bioresource technology*, 102(24), 11258-11261.