

Sujet de thèse :

Valorisation des co-produits agricoles dans les zones rurales d'Afrique pour des applications matériaux biocomposites

Lieu :

Unité de Recherche BioWooEB du CIRAD
73 Rue Jean-François Breton, Montpellier

Contexte et problématique :

Depuis une vingtaine d'années, l'intérêt porté aux fibres naturelles d'origine végétales a connu un essor considérable dans le domaine des matériaux composites (Bledzki, 1999; Faruk et al., 2012; Mohanty et al., 2000). L'utilisation de ces fibres naturelles apparaît comme une réponse à de nombreuses exigences sociétales et environnementales actuelles : la réduction de notre dépendance aux ressources fossiles, la réduction de la pollution environnementale, la valorisation durable des déchets organiques ainsi que la conception éco-raisonnée de matériaux performants et la gestion de leur fin de vie. Ces matériaux d'origine végétale (Rigal, 2005) sont des matériaux mono-constituant (bois, bambou, cocotier, autres fibres végétales utilisées seules) ou des matériaux composites comprenant plusieurs constituants comme des renforts et une matrice/liant. Ces derniers peuvent être entièrement ou partiellement biosourcés, c'est-à-dire que tous les éléments ou seulement une partie des éléments sont d'origine naturelle par opposition aux ressources carbonées. Dans le domaine de l'habitat, de nombreux exemples de ces matériaux (de type panneaux de fibres et/ou de particules) sont susceptibles d'être utilisés pour de nombreuses applications structurelles, du fait de leurs multiples avantages : capture et stockage du carbone, production durable, biodégradabilité en fin de vie, très bonnes propriétés d'isolation thermique et acoustique, faible anisotropie, excellent rapport résistance/poids, bilan énergétique supérieur par rapport aux composites à base de bois déjà commercialisés (Jones & Brischke, 2017). L'utilisation des déchets et coproduits agricoles offre la possibilité de développer des matériaux composites de construction durables, efficaces sur le plan énergétique et rentables, tout en améliorant leur comportement thermomécanique (Mohanty 2002, 2018, Madurwar 2013).

Ce sujet de thèse s'inscrit dans le cadre du projet H2020 Bio4Africa (qui vise à diversifier les revenus dans les zones rurales d'Afrique grâce à des solutions et des modèles commerciaux biologiques circulaires, durables et reproductibles), il s'agit de développer des technologies adaptées à l'environnement et d'améliorer les techniques traditionnelles dans les contextes ruraux africains avec la biomasse locale disponible pour développer des matériaux biosourcés pour l'habitat. Les matériaux et technologies développés au cours de la thèse seront conçus en collaboration avec les acteurs locaux (partenaires au Sénégal et en Côte d'Ivoire) afin d'être le mieux adaptés aux besoins, pouvant être produits et mis en œuvre localement de manière pérenne.

Mission

Le développement de matériaux biocomposites est au cœur des problématiques actuelles en sciences des matériaux. Bien qu'ils présentent de nombreux avantages décrits précédemment, ils présentent également des inconvénients qui les rendent plus difficiles à produire que les matériaux conventionnels. La variabilité des ressources, leur durabilité et

leurs performances technologiques constituent des freins à leur développement (Jones & Brischke 2017).

L'objectif majeur de ce sujet porte sur la valorisation de déchets/coproduits agricoles dans les zones rurales d'Afrique pour des applications matériaux biocomposites pour l'habitat (à usage structurel non-porteur et en agencement). A partir de cet objectif principal, de nombreux autres en découlent comme l'établissement d'un cahier des charges pour des matériaux de l'habitat adaptés aux zones tropicales et sahéliennes. L'utilisation de fibres végétales n'entrera pas en concurrence avec la production alimentaire et n'induera pas non plus des changements fondamentaux dans les pratiques agricoles.

Les questions de recherche abordées au travers de ce sujet de thèse regroupent les trois principales phases de développement des matériaux (la caractérisation des matières premières, la formulation et la caractérisation des propriétés des matériaux développés) :

_ Quelles sont les biomasses disponibles qui présentent les propriétés les plus intéressantes pour la fabrication de panneaux composites ?

_ Comment concevoir la composition du panneau en termes de fibres (nature, quantité, arrangement), de liants et éventuellement d'autres d'additifs pour optimiser les propriétés des panneaux (selon l'usage défini), et notamment quels liants permis d'obtenir une bonne cohésion du panneau en fonction des fibres utilisées ?

_ Quelles sont les propriétés finales des panneaux obtenus et quelles en sont les limites d'utilisation (permettant le choix de l'affectation en structure ou en agencement) ?

_ Quels procédés de fabrication peuvent être adaptés à une fabrication à l'échelle artisanale tout en permettant d'obtenir les caractéristiques visées ?

Différentes ressources végétales présentes en Côte d'Ivoire et au Sénégal seront étudiées, elles présentent de nombreuses différences aussi bien au niveau de leur structure anatomique qu'en terme de composition chimique. Ces caractéristiques intrinsèques seront à considérer lors de la formulation avec d'autres constituants pouvant être le liant ou d'autres fibres. D'autres paramètres devront également être pris en compte comme la taille des fibres, leur forme, leur densité. Les solutions techniques utilisées reposent sur le principe de fabrication des panneaux de particules et/ou de fibres, c'est-à-dire : broyage – séchage – mélange avec un liant – pressage à chaud, et seront adaptées aux ressources locales et aux moyens de production existants. Suivant cette démarche, les panneaux de particules ainsi développés pourront comprendre une seule épaisseur ou plusieurs couches dont chacune pourra apporter une propriété particulière au matériau multi-couches final. Par conséquent, l'adhésion fibre/matrice est au centre du sujet ; elle devra être optimale aussi bien au sein d'une couche qu'entre les différentes couches du matériau. Pour cela, différents types de liants seront testés et devront être des solutions viables localement. Certains grades commerciaux seront achetés dans le cadre de l'étude afin de positionner les matériaux développés vis-à-vis du marché mais des grades tels que des polyhydroxyalcanoates (PHAs) synthétisés par les partenaires du projet seront également étudiés. Les matériaux composites développés seront caractérisés du point de vue de leur propriétés d'usage et de durabilité.

Profil :

Compétence souhaitée en chimie orientée vers les matériaux biosourcés.

Candidature :

Date limite pour candidater le 31 Mars 2022.

Contact :

Loïc Brancheriau

loic.brancheriau@cirad.fr

<https://ur-biowoob.cirad.fr/>

Références bibliographiques

Bledzki A.K. & Gassan J. "Composites reinforced with cellulose based fibres". *Progress in Polymer Science* 1999, 24(2), 221-274.

Faruk O., Bledzki A.K., Fink H.P. & Sain M. "Biocomposites reinforced with natural fibers: 2000-2010". *Progress in Polymer Science* 2012, 37(11), 1552-1596.

Mohanty A.K., Misra M. & Hinrichsen G. "Biofibres, biodegradable polymers and biocomposites: an overview". *Macromolecular Materials and Engineering* 2000, 276-277, 1-24.

Rigal L. « Biomasse et matériaux : une réalité ». Journée technique AGRICE – ADEME Biomasse et Environnement 2005, 16 p.

Jones D. & Brischke C. "Performance of Bio-based Building Materials". *Woodhead Publishing Series in Civil and Structural Engineering* (2017), Elsevier, 650 p.

Mohanty A.K., Misra M. & Drzal L.T. "Sustainable Bio-Composites from Renewable Resources: Opportunities and Challenges in the Green Materials World". *Journal of Polymers and the Environment* 2002, 10, 19-26.

Mohanty A.K., Vivekanandhan S., Pin J.M. & Misra M. "Composites from renewable and sustainable resources: Challenges and innovations". *Science* 2018, 362, 536–542.

Madurwara M.V., Ralegaonkar R.V. & Mandavgane S.A. "Application of agro-waste for sustainable construction materials: A review". *Construction and Building Materials* 2013, 38, 872–878.