

Conception et caractérisation mécanique de matériaux composites : cas des cabosses de cacao et d'acide polylactique

TCHAMEN NGOULE M. Audrey ^{1,2}, DELATTRE C. ², NGUEDJIO LC. ^{1,2}, DUVEAU A. ⁴, MTOPI FOTSO B. ¹, SAUVAT N. ², MOUTOU PITTI R. ^{2,3}

¹Université de Dschang, Unité de recherche d'ingénierie des systèmes industrielle et de l'environnement (UR-ISIE) ; Département de Physiques, Faculté des Sciences, BP 67, Dschang, Cameroun

²Université Clermont Auvergne, Clermont Auvergne INP, CNRS, Institut Pascal, F-63000, Clermont-Ferrand, France

³CENAREST, IRT, BP 14070, Libreville, Gabon

⁴ Université de Lorraine ,ENSTIB, 88000, Epinal, France

Contexte et Objectifs

Le cacao est l'une des cultures tropicales les plus importantes au monde, notamment dans les systèmes agropastoraux d'Afrique. Pour chaque tonne de fèves de cacao sèches, environ 10 tonnes de cabosses humides sont générées, ce qui contribue à la pollution environnementale.



Theobroma cacao



Déchets de cacao

Le plastique représente 10 % des déchets ménagers, et la majeure partie est jetée dans des décharges. Une mauvaise gestion des décharges entraîne donc la fuite de déchets plastiques contenant des produits chimiques ce qui est néfaste pour la santé.



Acide polylactique

L'objectif est donc d'analyser le potentiel de valorisation des déchets de cabosses de cacao et de PLA en tant que matériaux de construction durables, et évaluer leur viabilité technique, environnementale et économique dans le secteur du bâtiment.

Méthode Expérimentale

Formulations de composites en variant les proportions massiques de poudre de coque de cacao et de PLA.



Matériaux PCC+PLA 4043D



Extrudeuse



Extrudats

Les essais de flexion ont permis de déterminer le module de flexion ainsi que la résistance à la flexion.



Eprouvettes de flexion



Machine de flexion (Presse Zwick Roell 2020)

Contrainte :

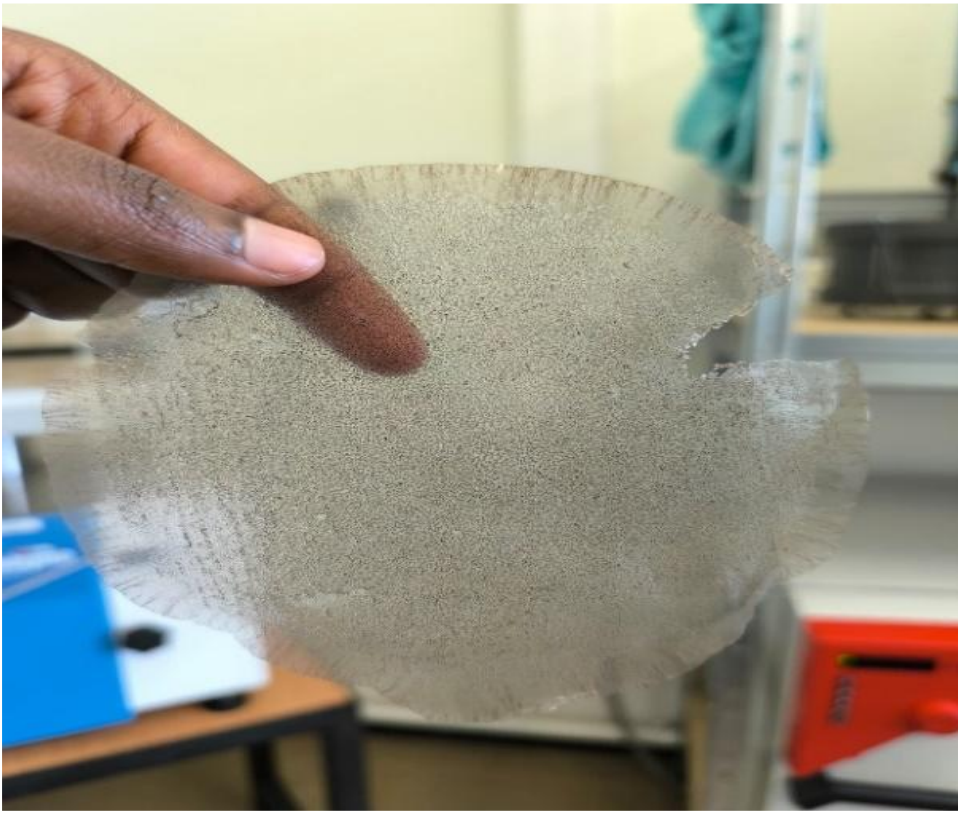
$$\sigma = \frac{3FL}{2bh^2}$$

Module d'élasticité :

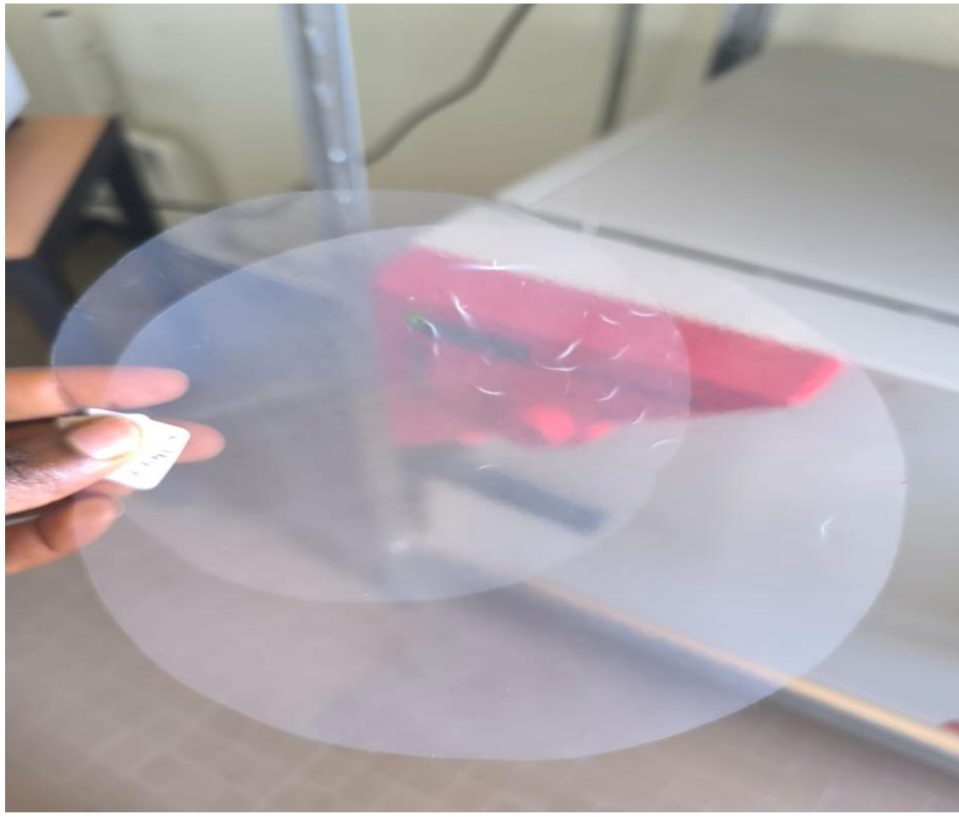
$$E = \frac{L^3}{2bh^2} \left(\frac{\Delta F}{\Delta S} \right)$$

Méthode expérimentale

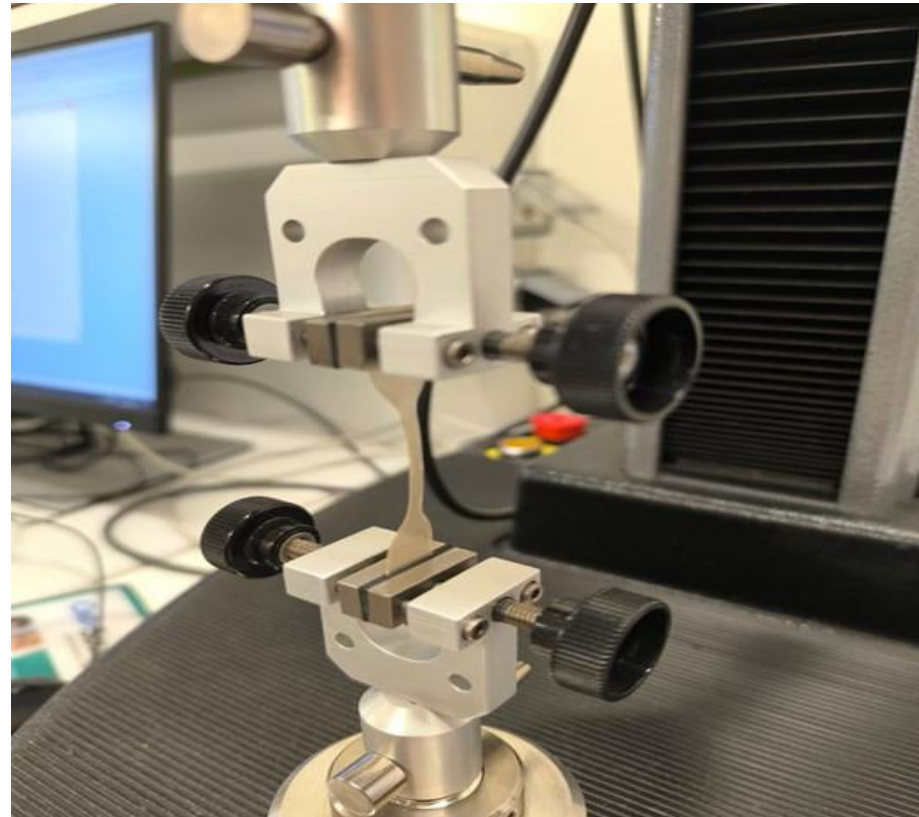
La fabrication des films avec les extrudats de 0,5g et 1g a été réalisée par compression thermique à l'aide d'une presse marque Fontijne ICCF0647.



Film PLA+PCC

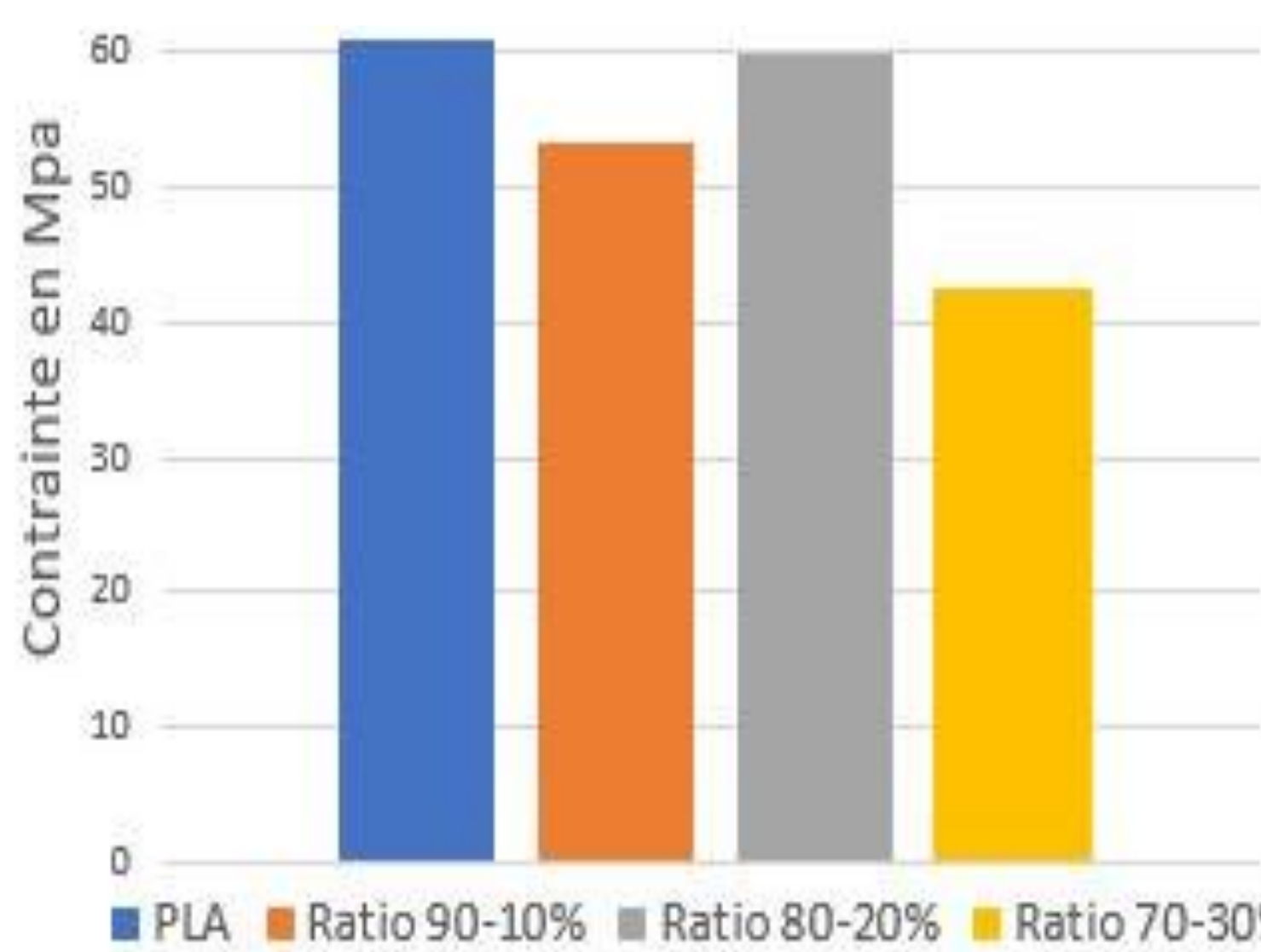


Film PLA pur

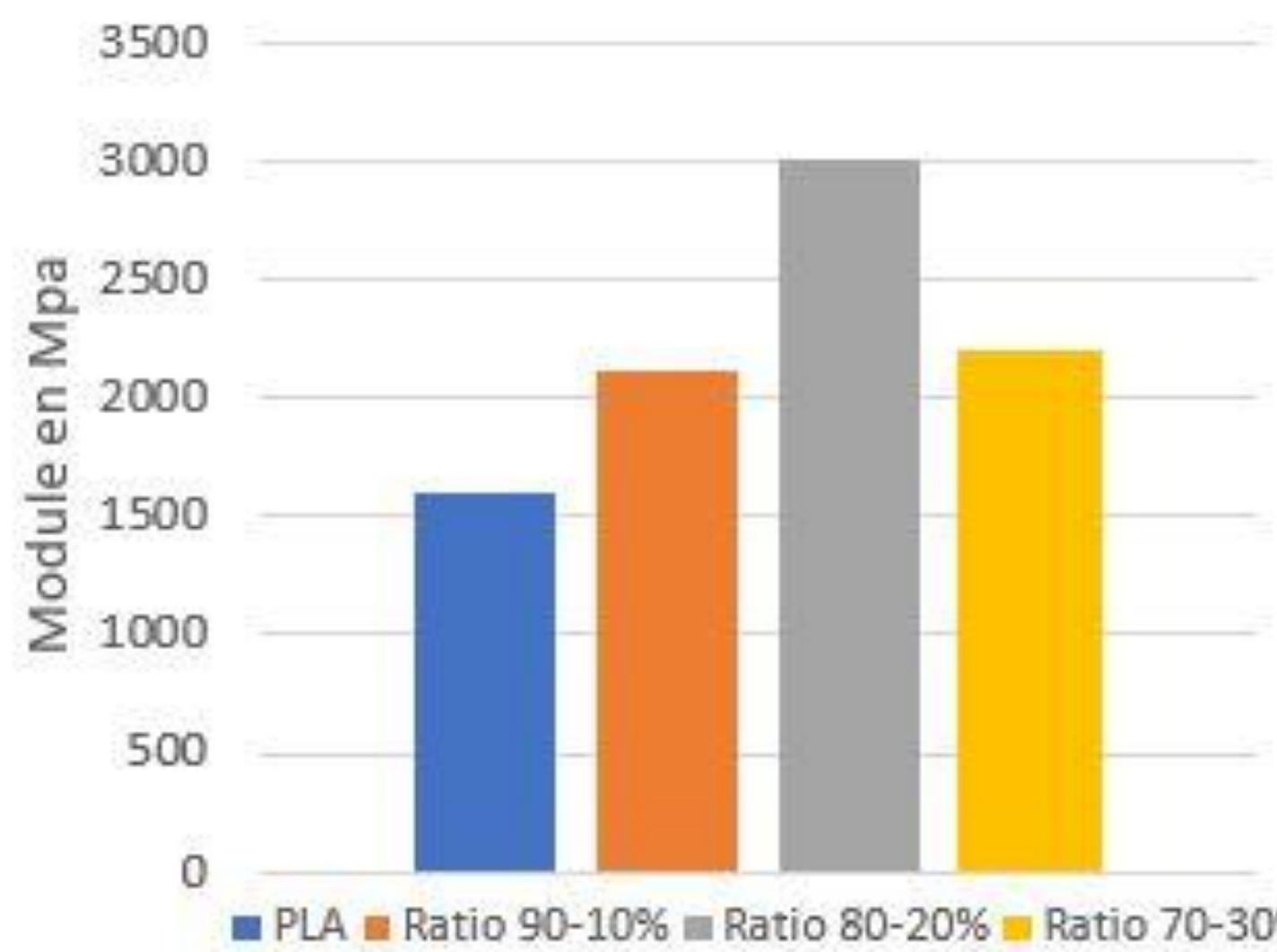


Essai de traction du film

Résultats et Discussion



Contraente en flexion



Module en flexion

L'ensemble des résultats démontre clairement que l'incorporation de la poudre de coque de cacao modifie les propriétés mécaniques du PLA. L'ajout de PCC entraîne un compromis entre une rigidité accrue et une diminution de la résistance mécanique.

	Force (N)	Contraente(MPa)	Déformation(%)
PLA pur 4043D	22,99	66,98	5,88
PLA 4043D+PCC	2,50	2,74	3,00

Les résultats des essais de traction de film montrent que l'incorporation de PCC diminue considérablement la résistance du film.

Conclusion et Perspectives

La faisabilité technique de la fabrication de composite et de films a été démontrée, ouvrant ainsi des perspectives concrètes pour leur intégration dans des applications industrielles à vocation écologique. Les perspectives aborderont l'optimisation du procédé de fabrication afin de réduire les défauts et d'améliorer l'homogénéité du composite.

Remerciements

Les auteurs remercient l'UR-ISIE de l'Université de Dschang pour leur accompagnement durant les essais. Les auteurs remercient également Polytech Clermont et l'Institut Pascal pour le soutien et l'accompagnement à ce travail.

Bibliographie

Agustinet al.(2014) Bioplastic based on starch and cellulose nanocrystals from rice straw. J Bălțatu et al. (2025) Biocomposites: Materials, Properties, and Applications