



## The 1<sup>st</sup> International Conference on Local Resource Exploitation

[www.lorexp.org](http://www.lorexp.org) / [info@lorexp.org](mailto:info@lorexp.org)

REF: LOREXP\_2021\_A1194 Pages: 1106–1113



### Exploitation industrielle des sciures de bois tropical dans une unité de production de panneaux et structures en composites bois – polymères : exemple des palettes de manutention

#### *Industrial exploitation of tropical wood sawdust in a production unit for panels and structures in wood-polymer composites: example of handling pallets*

C. G. Abanda Esomba<sup>1,\*</sup>, R. Ntenga<sup>2</sup>, Atangana Ateba<sup>1</sup>, F. Betene Ebanda<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Laboratoire de Mécanique et Productique, Université de Douala

<sup>2</sup> Département de génie mécanique, Institut Universitaire de Technologie, Université de Ngaoundéré

\* Auteur Correspondant : [gillesesomba@yahoo.fr](mailto:gillesesomba@yahoo.fr)

#### RÉSUMÉ :

Les travaux de cet article sont une continuité de ceux déjà engagés et présentés il y a peu sur les composites bois polymère – CBP - à base d'essences tropicales, en nous orientant cette fois-ci vers la fabrication d'un produit très utilisé qu'est la palette de manutention. Le choix de ce produit découle du constat fait de sa très grande utilisation et de sa forte demande dans des secteurs tels que l'industrie et la grande distribution au Cameroun. Ce travail met en évidence la possibilité de valoriser localement de grandes quantités de déchets de bois tropicaux, issus de la coupe et du sciage, pour produire des palettes performantes par le procédé d'extrusion. Des gains considérables au niveau technologique, scientifique et même financier y sont envisagés. Pour ce faire, la démarche est basée à la fois sur des enquêtes, des prévisions, des statistiques et des travaux scientifiques.

**Mots clés :** CBP ; Palettes de manutention, Valorisation, Essences tropicales, Déchets de bois, Extrusion.

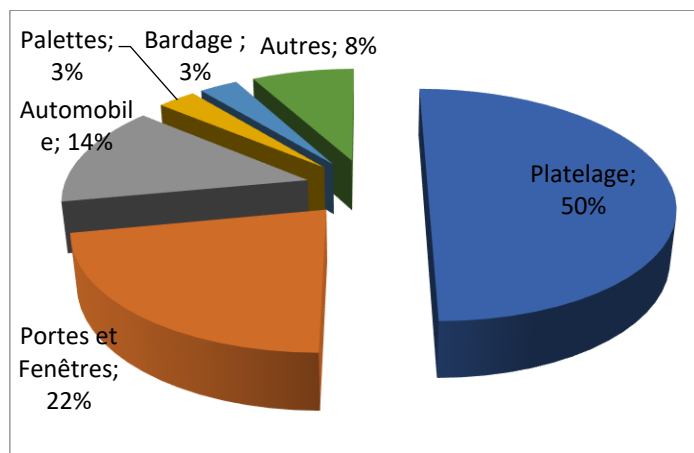
#### ABSTRACT:

The work of this article follows on from those already started and recently presented on polymer wood composites - CBP - based on tropical species, this time focusing on the manufacture of a widely used product that is the handling pallet. The choice of this product stems from the observation made of its very wide use and its strong demand in sectors such as industry and mass distribution in Cameroon. This work highlights the possibility of locally recovering large quantities of tropical wood waste, resulting from cutting and sawing, to produce high-performance pallets by the extrusion process. Considerable technological, scientific and even financial gains are envisaged there. To do this, the approach is based on surveys, forecasts, statistics and scientific work.

**Keywords:** WPC, Paletts, Valorization, Tropical gasoline, Wood waste, Extrusion

## 1. INTRODUCTION

Les composites bois-polymère (CBP) ou bois plastiques sont parmi les biomatériaux connaissant la croissance la plus rapide au monde ; notamment en Amérique du Nord, en Europe et Asie (principalement au Japon). Les CBP résistent bien aux intempéries, au soleil, aux champignons et aux termites ; ces propriétés en plus de leur légèreté en font un véritable substitut à plusieurs matériaux et principalement le bois pour la fabrication de terrasses, patios, quais, clôtures, bardages persiennes, moulures, palettes de manutention, habillage automobile et entre autres.



**Figure 1** : Applications des CBP en Amérique du nord (Wood K plus, 2003)

Bien que le taux de palettes CBP ne soit pas élevé, il est en constante progression pour gagner des parts de marché dans ce secteur mondialement dominé par les palettes en bois massif. En effet TIMBERTECH aux USA et EINWOOD au Japon produisent des palettes CBP pour divers usages par extrusion d'un mélange de fibres de pin, de chêne, de hêtre avec une résine thermoplastique.

Dans un contexte de transformation locale au maximum de ces immenses ressources forestières, nous pensons que le Cameroun pourrait servir d'embryon pour le développement d'une industrie sous régionale de palettes CBP.

De récents travaux (Abanda & Ntenga, 2016) ont démontré que des CBP à base de farine de bois d'essences tropicales fabriqués par moulage au contact présentaient des caractéristiques mécaniques et physiques intéressantes pour différentes des applications domestiques et industrielles. Nous démontrons ici qu'en utilisant un procédé industriel plus performant et couplé à des ajustements, des palettes CBP à base de bois tropical peuvent être fabriquées et présenter des caractéristiques justifiant une importante limitation de l'utilisation de bois massif dans la confection de palettes (qui sont couramment utilisés et sujets à une dégradation rapide, dans diverses industries et commerces) pour un saut qualitatif en matière de technologie, de valorisation des ressources, de lutte contre la pollution et même de création d'emplois.

## 2. CONTEXTE ET PROBLÉMATIQUE

### 2.1. Présentation de la palette

Une palette de manutention est une plateforme de stockage, de manutention et de transport. Elle est conçue pour être manipulée par des chariots élévateurs ou transpalettes. Ces utilisations causent des chutes de charges principalement dues à :

- l'utilisation de palettes pas assez résistantes ou mal adaptées ;
- une conception ou une unification inadéquate de la palettée, un manque de cohésion entre les éléments de la charge ;
- une mauvaise disposition de la charge ;
- un choc contre une charge au moment du dépôt ou du retrait d'une autre charge (Bouliane et al., Sd) ;

On peut y ajouter la siccité (taux d'humidité) qui affecte les propriétés de la palette et sa capacité à être utilisée convenablement.

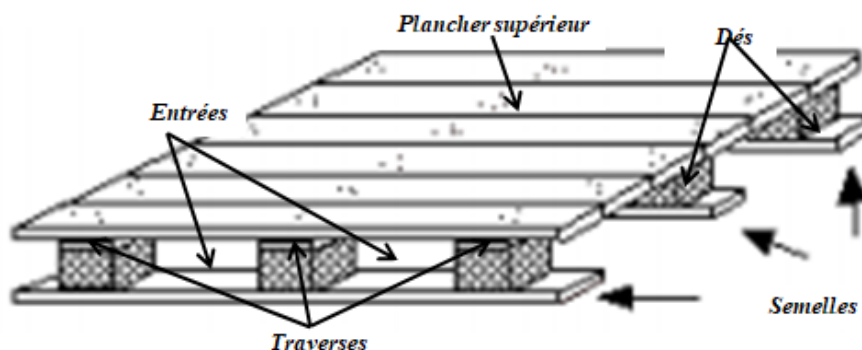


Figure 2 : Palette à dés à 4 entrées avec semelles

Le tableau ci-après présente les formes normalisées de palettes de même que les charges maximales supportées.

Tableau 1 : Dimensions normalisées des palettes

Dimensions (mm)		Type de charge
Longueur × Largeur	Epaisseur	
600 × 400	140	légères (400 kg maxi)
800 × 600	145	médianes (800 kg maxi)
1200 × 800	145, 150, 158	
1200 × 1000	130, 148, 155, 165	lourdes (1500 kg maxi)

## 2.2. État des lieux

Une étude menée en Avril 2015 à Douala dans les entreprises *SABC*, *CHOCOCAM* et *SIC CACAO* sur l'opportunité d'utiliser des palettes CBP dans l'industrie camerounaise dans le cadre d'un concours de création d'entreprises (*STARTUPPERS TOTAL 2016*) a conduit à constater les usages ci-après :

- les palettes en bois importées soumises à la norme NIMP 15 sont utilisées pour l'importation des matières premières et l'exportation des produits finis,
- le stockage des encours, les transferts et la distribution locale sont faits à l'aide de palettes en bois fabriquées localement par les entreprises *EQUIFOR*, *HETT Sarl*, *Ets MSRT* et *PALETTECAM*,
- ces palettes ont une durée maximale de 3 ans lorsqu'elles ne sont pas soumises à des chocs ;
- lorsqu'elles ne sont pas en transit vers les zones de production ou utilisées pour la livraison aux consommateurs, les palettes sont disposées à l'air libre à la merci des intempéries : ce qui accélère leur détérioration ;
- l'humidité est la principale source de détérioration rapide des palettes locales ;
- Insatisfaite des performances des palettes en bois, ces entreprises ont décidé de l'importation des palettes plastiques plus durables.

## 2.3. Problématique

La situation actuelle relève des insuffisances :

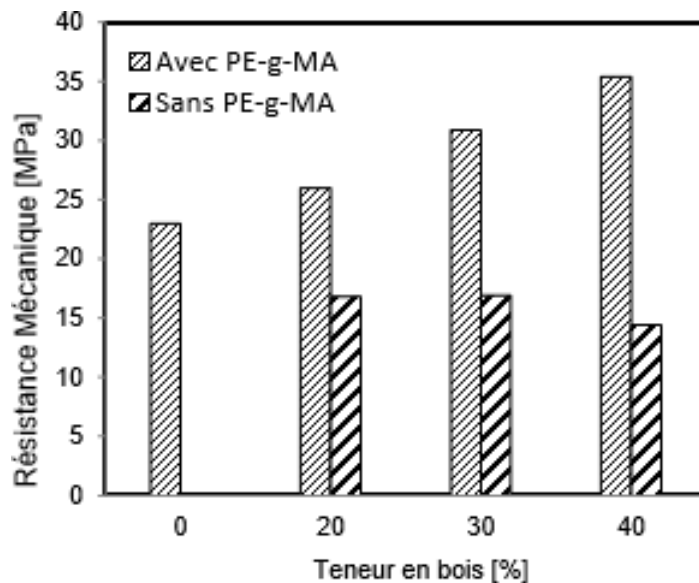
- l'humidité accélère la présence de champignons, d'insectes xylophages, de moisissure et de fendillement qui limitent dans le temps la capacité des palettes en bois locales à être utilisée ;
- pas de recyclage ; une fois usagées ou détériorées, les palettes en bois sont majoritairement utilisées comme combustible ;
- absence de maintenance ; une palette en bois est achetée du fait d'un élément de la précédente défectueux ou manquant ;
- Le marché : importer des palettes plastiques non recyclables montre un manque d'intérêt pour l'industrie innovante des CBP.

## 3. DÉVELOPPEMENT D'UNE SOLUTION

Nous produirons des palettes qui satisferont au mieux les attentes des utilisateurs par :

- l'utilisation d'un procédé de fabrication moderne pour diminuer l'absorption d'eau par la palette

- l'emploi d'un agent de couplage protège le CBP contre les dégradations dues aux champignons et insectes. (Pendleton et al., 2002) et augmente les propriétés mécaniques pour s'adapter aux besoins



**Figure 3 :** Effet de l'agent couplant PE-g-MA et de la concentration de sciure de bois sur la résistance mécanique d'un CBP (Mathot et Pijpers, 2003)

- le recyclage : les palettes seront broyées en fin de vie pour fabriquer d'autres palettes ou produits CBP grâce à la résine utilisée ;
- la maintenance : en adoptant une méthode d'assemblage démontable par vissage, nous permettrons une maintenance aisée des palettes endommagées ;

### 3.1. Produits

Les produits sont des palettes CBP 1200 x 800 et 1200 x 1000 constituées d'un plancher supérieur formé de lattes de largeur 145 mm et 35 mm d'épaisseur maximum régulièrement espacées. Les composants seront fabriqués par extrusion de particules de bois locaux avec du polypropylène (PP) et des additifs puis découpées et assemblées par vissage.

Ces palettes doivent :

- Résister aux charges de 1500 kg en statique et 800 kg en dynamique,
- Résister aux champignons et à l'humidité pour une durée de vie minimale de six (6) ans, soit trois (3) années de plus que les palettes locales en bois,

### 3.2. Procédé de mise en forme

L'extrusion est le procédé continu le plus utilisé dans l'industrie du CBP car il favorise l'introduction d'une grande quantité de fibres (jusqu'à 60 %). Elle permet de produire des profilés de sections

différentes simplement par changement de la filière et favorise la production à moindre coût et en grande quantité et concède au produit fini des caractéristiques meilleures que celles du bois massif; notamment une faible teneur en eau (H).

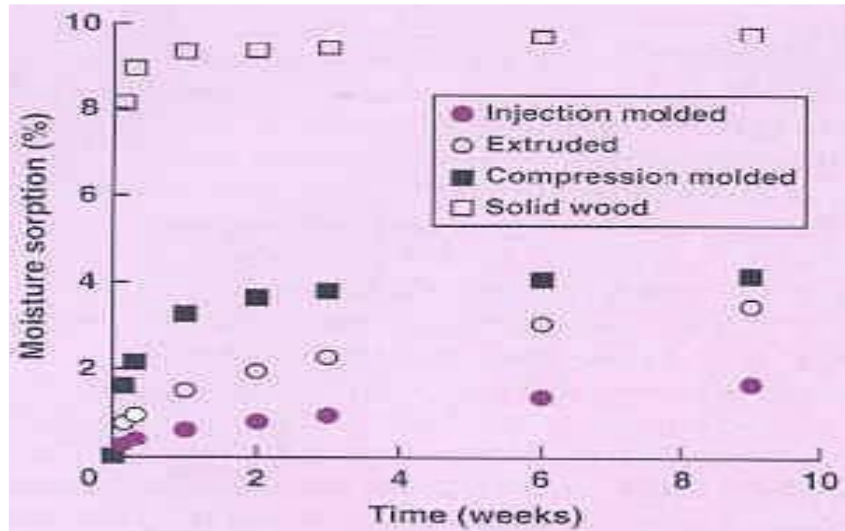


Figure 4 : Influence du procédé sur le taux d'humidité du CBP (Stark, 1999).

### 3.3. Matières premières

Essence de bois. Les essences de bois locales azobé, bilinga et padouk bénéficiant de propriétés naturelles intéressantes et très appréciées.

Tableau 2 : Caractéristiques des bois locaux ciblés (Brajon et Covec, 1986)

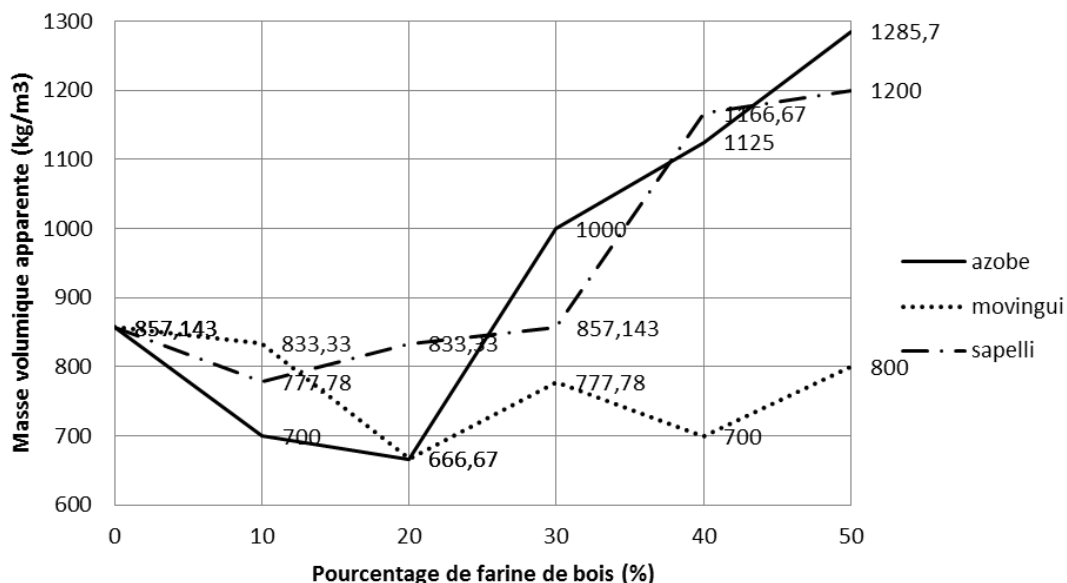
Essence tropicale	Durabilité naturelle			Traitement de préservation			Aptitude au collage
	Aux champignons	Aux termites	Classe d'emploi	Humidification temporaire	Humidification permanente	Insectes de bois sec	
<b>Azobé</b>	<i>durable</i>	<i>durable</i>	<i>extérieur</i>	<i>non</i>	<i>non</i>	<i>non</i>	<i>correcte</i>
<b>Bilinga</b>	<i>Très durable</i>	<i>moyenne</i>	<i>extérieur</i>	<i>non</i>	<i>non</i>	<i>non</i>	<i>correcte</i>
<b>Padouk</b>	<i>Très durable</i>	<i>durable</i>	<i>extérieur</i>	<i>non</i>	<i>non</i>	<i>non</i>	<i>correcte</i>

Ces essences seront utilisées sous-forme de fibres dont le facteur de forme  $\xi$ , donné par l'équation 1, influence les propriétés du produit. Oksman et Clemons (1998) notent que de petites particules bien dispersées augmentent généralement les propriétés de résistance. Migneault (2008) présente l'impact de la taille des fibres sur les propriétés des composites bois-polymère.

$$\xi = L/D \tag{1}$$

$\xi = 21,3$  fibre longue ;  $\xi = 13,0$  fibre moyenne et  $\xi = 8,3$  fibre courte.

Stark et Berger (1997) montrent que certaines propriétés du CBP augmentent avec la teneur en fibres entre 40 - 60 % pour certaines essences alors qu'elles diminuent pour d'autres essences. Abanda et Ntenga (2016) l'ont expérimenté sur des CBP fabriqués par moulage au contact avec des essences tropicales.



**Figure 5 :** Influences de l'essence et de la proportion de fibres sur la masse volumique apparente *Résine*. Deux polymères très utilisés se démarquent :

- le polypropylène isotactique (PPi) : très disponible, il est recyclable et peut être toxique, mais plus adapté au moulage ;
- le Polychlorure de vinyle (PVC) : il offre de très bonnes propriétés mécaniques au matériau ; adapté pour l'extrusion, il est très coûteux à recycler.

Le choix est établi en fonction des besoins spécifiques de la demande.

**Tableau 3.** Propriétés mécaniques des CBP selon le polymère (Bledzki et al., 1998)

Composites	Proportions (%)	E <sub>flexion</sub> (GPa)	σ <sub>flexion</sub> (MPa)	E <sub>traction</sub> (GPa)	σ <sub>traction</sub> (MPa)
Bois/PP	55/45	2,3	41,2	2,6	21,4
Bois/PVC souple	50/50	0,5	14,5	2,5	16,2
Bois/PVC souple/PVC rigide	50/15/15	2,7	40	2,6	21,9

L'assemblage préconisé est du vissage par des vis, écrous et rondelles plastiques du fait qu'ils n'attaquent pas le matériau tout au long de son utilisation, quel que soit le milieu d'emploi.

#### 4. CONCLUSION

La production de palettes CBP à bases d'essences tropicales locales n'en est encore qu'au stade conceptuel, mais on peut constater que leur émergence dans les pays occidentaux est une preuve qu'elles présentent une sérieuse opportunité sur les plans scientifique, technologique et financier dans la mesure où nous disposons d'essences aux propriétés semblables à celles des pays du nord. Des travaux présents et futurs sont néanmoins nécessaires pour permettre un engouement plus vaste pour la valorisation des déchets de transformation du bois et d'avancées notables. Le marché cible des palettes CBP locales regroupera les sociétés industrielles, agro-alimentaires, les grandes surfaces et les entrepôts. Il est question à court terme, de fabriquer localement, par le procédé d'injection, divers produits Composites Bois-Polymères tels que les objets d'ameublement, les pots de fleurs mais aussi, des produits semi-ouvrés et des profilés prêts pour la fabrication de cadres de portes, volets, chaises, et bien d'autres.

#### 5. CONFLITS D'INTÉRÊT

Les auteurs déclarent qu'il n'y a aucun conflit d'intérêt.

#### 6. RÉFÉRENCES

- Abanda Esomba C. G., Ntenga R., 2016. Comportement physico-mécanique des composites bois-polymère à base d'essences tropicales africaines. *Sciences, Technologie et Développement*, Edition spéciale, Université de Douala, Cameroun, 113–116
- Bledzki A.K., Reihmane S., Gassan J., 1998. Thermoplastics reinforced with wood fillers: a literature review. *Polymer-Plastics Technology and Engineering*, **37**(4), 451–468.
- Bouliane P., Lafrance L., Fontaine F., Minguez J.-C. Minguez et Vallières S., Sd. Les palettiers, les palettes et la sécurité du travail. Viaprevention, 35p.
- Brajon M., Le Covec J. 1986, Les techniques de construction Tomes 1b et 2b ; Paris édition EYROLLES, éditions techniques
- Mathot, V. & Pijpers, M. 2003. Molecular structure, melting behavior, and crystallinity of 1-octene-based very low density polyethylenes (VLDPEs) as studied by fractionation and heat capacity measurements with DSC. *Journal of Applied Polymer Science*, **39**(4), 979-994.
- Migneault S., 2008. Effet de la longueur des fibres et du procédé de mise en forme sur les propriétés des composites bois-plastique, centre de recherche sur le bois, Université du Québec.
- Oksman K., Clemons C., 1998. Mechanical Properties and Morphology of Impact Modified Polypropylene-Wood Flour Composites. *Journal of Applied Polymer Science*, **67**, 1503–1513.
- Pendleton D.E., Hoffard T.A., Adcock T., Woodward B, Wolcott M.P., 2002. Durability of an extruded HDPE/wood composite. *Forest Products Journal*, **52**(6), 21–27.
- Stark N.M, 1999. Wood fiber derived from scrap pallets used polypropylene composites, *Forest Prod. J.*, **49**(6), 39–46,
- Stark N.M., Berger M.J., 1997. Effect of particle size on properties of wood-flour reinforced polypropylene composites. *4th International Conference on Woodfiber-Plastic Composites*, Madison, WI, United-States, 12-14 May, 134–143.