

Amélioration des propriétés physiques et mécaniques des matériaux composites

1.3.1. Amélioration des propriétés physiques et mécaniques des matériaux composites à base de bois

L'utilisation de fibres de renforcement dans un matériau composite à base de bois peut aider à augmenter les propriétés physiques et mécaniques de celui-ci. Les fibres de renforcement les plus connues sont la fibre de verre et la fibre de carbone, mais il y a d'autres types de fibres de renforcement comme les fibres naturelles (coton, lin, chanvre, jute, etc.), les fibres synthétiques (*Kevlar*, *Aramid*, etc.) et les fibres animales (fil d'araignée, ver à soie, *attacus atlas*, *bombyx mori*, etc.). Le tableau 1.2 présente les principales propriétés des fibres de renforcement.

Tableau 1.2: Principales propriétés de fibres de renforcement communes (Bouffard et Amiotte 2011)

Fibre	Module d'élasticité (GPa)	Allongement à la rupture (%)	Module de rupture (MPa)	Masse volumique (kg/m ³)
Fibres synthétiques				
Fibre de verre (<i>E-Glass</i>)	72	3,0	2220	2540
Carbone (<i>Toray T300</i>)	230	1,5	3530	1800
Carbone (<i>Thorneel P120S</i>)	825	0,3	2350	1900
Aramide (<i>Kevlar 49</i>)	124	2,9	3620	1440
Fibres végétales				
Lin	58	3,27	13,40	1530
Chanvre	35	1,6	389	1070
Jute (<i>hessian</i>)	26,5	1,7	393-773	1440
Sisal	9-21	3-7	350-700	1450
Coton	5,5-12,6	7,5	287-597	1550
Fibres animales				
Araignée	7	30	600	
Ver à soie (<i>Attacus atlas</i>)	5	18	200	
Ver à soie (<i>Bombyx mori</i>)	16	15	650	

L'utilisation de fibres naturelles comme les fibres de renforcement de matériaux composites a augmenté en raison de leurs propriétés mécaniques et de leur performance environnementale car les fibres naturelles peuvent être facilement recyclables. Une des principales considérations dans l'utilisation des fibres naturelles ou des tissus de fibres naturelles est le niveau de torsion, lequel est important pour l'imprégnation de l'adhésif. Une augmentation du niveau de torsion produit une diminution des propriétés mécaniques (Goutianos et al. 2006).

Plusieurs expériences ont été réalisées pour améliorer les propriétés mécaniques des matériaux composites à base de bois. Xu et al. (1998b) ont utilisé les tissus de jute (*Corchorus spp*) et de bambou (*Phyllostachys pubescens*) comme fibre de renforcement dans la fabrication de panneaux contreplaqués de bois de meranti jaune (*Shorea spp*) collés avec un adhésif contenant du phénol-résorcinol-formaldéhyde. Les propriétés mécaniques comme le module d'élasticité, le module de rupture et le module de cisaillement des panneaux contreplaqués faits avec les fibres de renforcement augmentent par rapport aux panneaux sans renforcement. Pourtant les résultats ont démontré l'efficacité des fibres comme renforcement du matériau composite.

Abdul Khalil et al. (2010) ont développé un matériau composite à base de bois hybride pour étudier leurs propriétés mécaniques. Les résultats ont montré que le renforcement a amélioré plusieurs propriétés mécaniques et physiques du panneau contreplaqué. Xu et al. (1998a) ont aussi étudié l'effet de la longueur et l'orientation des fibres de carbone sur les propriétés mécaniques des panneaux contreplaqués. Les résultats ont démontré que le contreplaqué renforcé avec des fibres de carbone courtes et dans une orientation aléatoire présentent une amélioration des propriétés mécaniques (module de cisaillement et résistance à la flexion) par rapport au panneau contreplaqué sans renforcement.

Cai (2006) a évalué les propriétés physiques et mécaniques des panneaux MDF et PLO renforcés avec fibre de verre. Une couche mince de fibre de verre/résine a été collée sur chaque surface des panneaux agglomérés. Les résultats ont montré que la consolidation de la couche de fibre de verre/résine sur les surfaces du panneau MDF et PLO ont amélioré les propriétés mécaniques comme le module d'élasticité et le module de rupture, ainsi que

les propriétés physiques comme la résistance à l'adsorption d'eau et la résistance au gonflement de l'épaisseur des matériaux composites. Mohebbi et al. (2011) ont aussi évalué l'influence du renforcement avec un filet de métal et synthétique sur les propriétés mécaniques du panneau MDF. Les résultats ont révélé que le module d'élasticité et le module de rupture ont été augmentés significativement en raison du renforcement. Le MOR du matériau composite a augmenté de 105%.

Borysiuk et al. (2007) ont étudié la possibilité de renforcer un panneau de particules de trois plis avec de la fibre de verre. Trois différentes variations de déplacement du matériau de renforcement ont été étudiées. Les meilleurs résultats sur les propriétés mécaniques ont été obtenus par l'introduction du filet de fibre de verre sur la surface et entre les plis extérieurs et le pli intérieur du panneau de particules. De même, les propriétés physiques ont été améliorées avec le même déplacement du matériau de renforcement.

Bouffard et Amiotte (2011) ont évalué l'amélioration des propriétés mécaniques du matériau composite à base de bois en utilisant différents adhésifs et fibres de renforcement. Les résultats ont écarté l'usage des panneaux contreplaqués et des panneaux HDF comme substrat de lames de plancher d'ingénierie. Au contraire, les panneaux contreplaqués de peuplier faux-tremble (*Populus tremuloides Michx*) et hybrides (panneau contreplaqué de peuplier faux-tremble et panneau d'HDF) ont présenté des propriétés mécaniques intéressantes pour un substrat de lames de plancher d'ingénierie (Tableau 1.3). L'addition d'une fibre de renforcement aux matériaux composites à base de bois n'augmente pas les propriétés mécaniques des panneaux de peuplier faux-tremble.

Tableau 1.3: Propriétés mécaniques des panneaux renforcés d'HDF et de contreplaqué de peuplier faux-tremble (Bouffard et Amiotte 2011)

	Cohésion Interne (MPa)		Module d'élasticité (MPa)	
	PUR*	PVA**	PUR*	PVA**
HDF	0,58	0,67	2350	2654
HDF + fibre de verre	0,63	0,38	3326	2987
Peuplier	1,53	1,29	9730	9346
Peuplier + fibre de verre	1,02	0,44	8176	6814

*Polyuréthane, **Polyvinyle acétate

1.3.2. Amélioration des propriétés physiques et mécaniques des matériaux composites à base de bois à travers une structure sandwich

Plusieurs études ont été réalisées pour l'amélioration des propriétés physiques et mécaniques des matériaux composites à base de bois à travers des structures sandwich. Smulski et Ifju (1986) ont évalué les propriétés mécaniques d'un panneau HDF renforcé avec de la fibre de verre. Les résultats ont montré que le module d'élasticité et le module de rupture ont augmenté avec l'augmentation du volume du matériau de renforcement.

Kawasaki et al. (1999) ont aussi étudié les matériaux composites à structure sandwich. Les résultats ont montré que les propriétés mécaniques ont augmenté de façon significative par rapport au matériau sans renforcement. Le module de rupture et le module d'élasticité en direction parallèle du matériau composite ont augmenté deux et quatre fois par rapport au matériau sans renforcement.

Büyüksari et al. (2012) ont évalué les propriétés physiques et mécaniques du panneau MDF renforcé sur la surface avec des placages de bois compressés à différents niveaux de pression et de température (structure sandwich). Le module d'élasticité et le module de rupture des panneaux MDF renforcés ont augmenté par rapport au panneau MDF sans laminé. Ayırlımıs et al. (2009) ont aussi évalué les propriétés physiques et mécaniques du panneau MDF exposé au traitement thermique de la surface. Les résultats ont démontré l'amélioration des propriétés physiques comme la résistance au gonflement en épaisseur,