

Caractérisation mécanique des panneaux ondulés à base de bois et leurs applications structurelles potentielles dans un bâtiment

Abdessamad Jiloul

Vous pouvez consulter l'article [ici](#) [1]

Résumé. En général, les matériaux structurels à base de bois et leurs constituants ont des formes rectangulaires et pleines. Il est rare de trouver une géométrie périodique telle que la forme ondulée dans ces matériaux à base de bois, alors que cette géométrie est très courante dans les matériaux composites avancés. Ce projet vise à caractériser les panneaux ondulés à base de bois afin de les utiliser comme matériaux composites structurels. Les panneaux ondulés ont été caractérisés en termes de propriétés de compression, de traction et de flexion dans la direction parallèle et perpendiculaire aux ondulations du panneau. Parmi les applications structurelles qui pourraient être développées, les poutrelles en I avec une âme à base de panneaux ondulés semblent être l'option la plus prometteuse.

1 Matériel et méthode

1.1 Panneaux ondulés

Trois types de panneaux ondulés ont été pris en compte dans cette étude. Tous les panneaux ont été conçus et fabriqués par Corruven™, une entreprise du Nouveau-Brunswick (Canada). La figure 1 et le tableau 1 montrent les trois types de panneaux ondulés, leur composition et leurs dimensions géométriques.

Tableau 1 : Types, dimensions et composition des trois panneaux ondulés

Type de panneau	Composition du panneau	Épaisseur (mm)	Hauteur de la cannelure (mm)	Largeur de la cannelure (mm)
Corrpack 1902	Feuille de cellulose à deux plis	2,5	17,4	55,5
Corrshield 1904	Un placage de contreplaqué (placage) et une feuille de cellulose à deux plis comme couche extérieure	2	19	50
Corrshield 1910pb	Deux plis de placage de bois (placage) et deux plis de feuille de cellulose	3	19	50

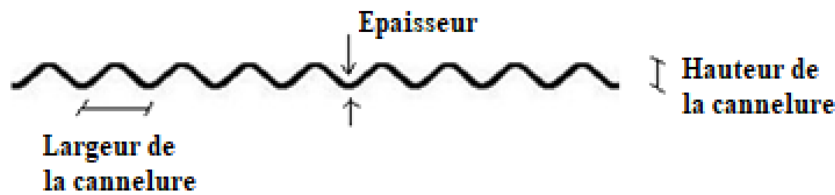


Figure 1 : Géométrie du panneau ondulé

1.2 Méthode de caractérisation des panneaux ondulés

Les méthodes d'essai de caractérisation utilisées sont principalement basées sur les méthodes d'essai standard américaines (ASTM) pour les panneaux structuraux à base de bois, avec quelques adaptations à la forme ondulée des panneaux. Les essais de caractérisation comprennent des essais de compression, de traction et de flexion dans la direction parallèle et perpendiculaire aux ondulations du panneau. Le programme expérimental comprenait 7 séries d'essais mécaniques pour chaque type de panneau avec 10 répétitions, soit un total de 210 échantillons.

Le tableau 2 présente les normes utilisées pour les différentes expériences :

Tableau 2 : Normes utilisées pour les expériences mécaniques.

Type de test	Orientation	Références
Compression	Longitudinal	ASTM D3501
	Transversale	ASTM D3501
	Plat	ISO 3035
Traction	Longitudinal	ASTM D3500 and ASTM D1037
	Transversale	ASTM D3500 and ASTM D1037
Flexion	Longitudinal	ASTM D3043
	Transversale	ASTM D3043

Propriétés de compression

Des essais de compression ont été effectués dans le sens longitudinal (L) et transversal (T) pour déterminer le module d'élasticité en compression (E_c , (L ou T)) et la résistance à la compression (R_c , (L ou T)). Les figures 2 et 3 montrent les différents dispositifs expérimentaux de l'essai de compression longitudinale et transversale.

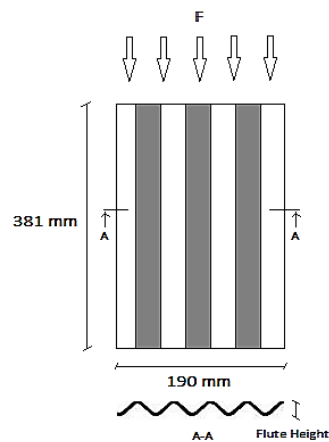
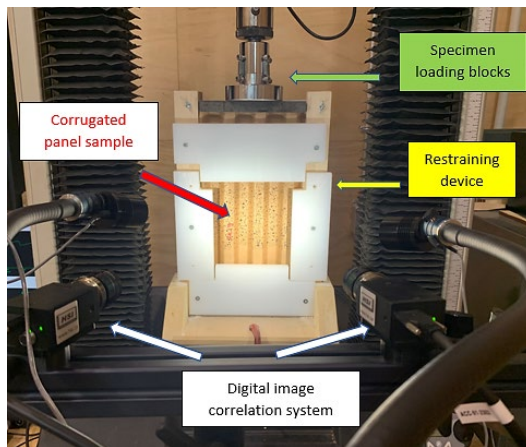


Figure 2: Essai de compression longitudinale.

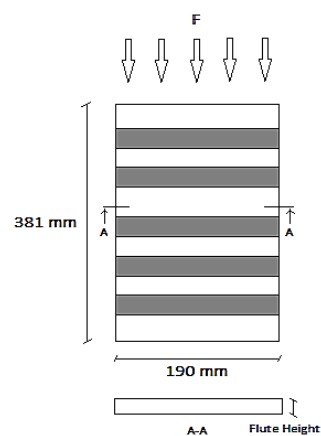
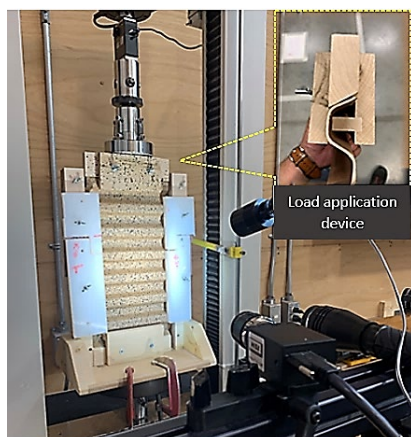


Figure 3 : Essai de compression transversale

Propriétés de compression à plat

Des essais de compression ont été réalisés pour déterminer la résistance à la compression à plat ($R_{c,p}$) et la rigidité à la compression à plat ($K_{c,p}$). La figure 4 montre l'essai de compression à plat du panneau ondulé.

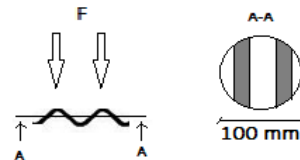
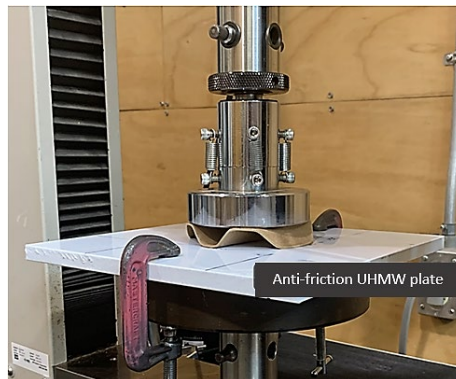


Figure 4 : Essai de compression à plat

Propriétés de traction

Des essais de traction sont effectués pour déterminer la résistance maximale à la traction (R_t , (L ou T)) et la rigidité à la traction (K_t , (L ou T)). Les figures 5 et 6 montrent les essais de traction longitudinale et transversale sur un panneau ondulé avec les dimensions de l'échantillon.

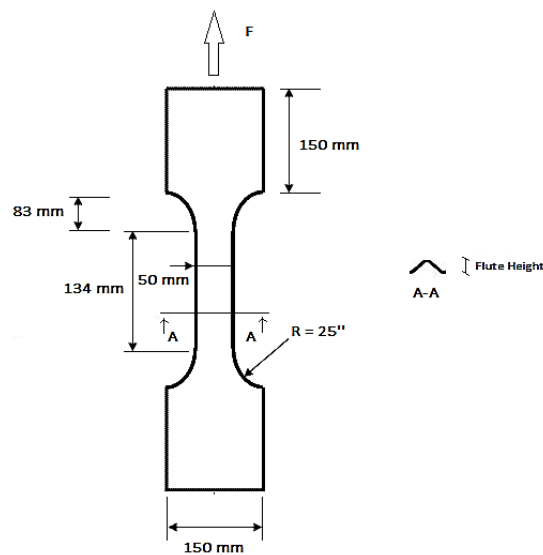
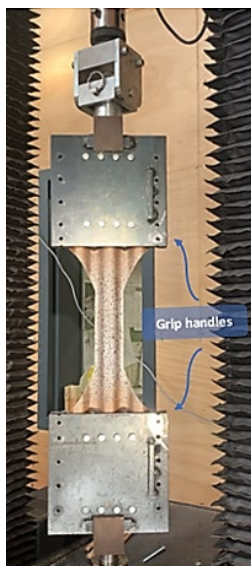


Figure 5 : Essai de traction longitudinale

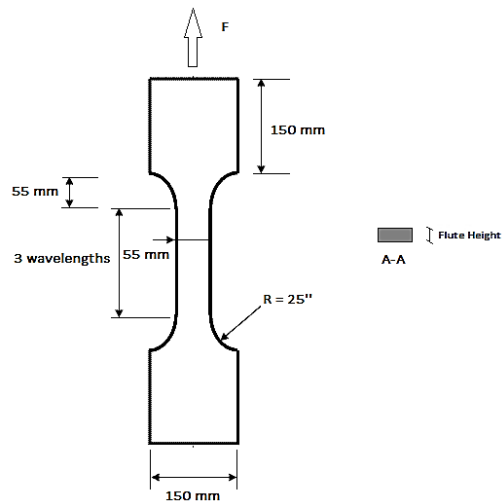
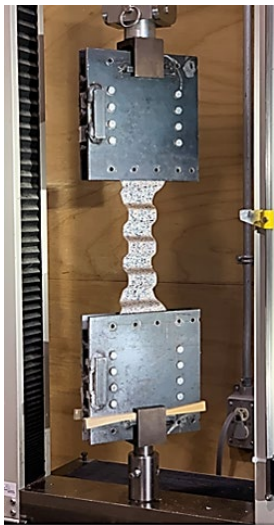


Figure 6 : Essai de traction transversale

Propriétés de flexion

Des essais de flexion ont été réalisés pour déterminer le module d'élasticité en flexion (E_f , (L)) et le module de rupture en flexion (R_f , (L)). Les figures 7 et 8 montrent les essais de flexion longitudinale sur des panneaux ondulés avec l'utilisation de dispositifs anti-écrasement.

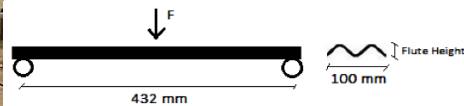


Figure 7 : Essai de flexion longitudinale

2 Résultats et discussion

2.1 Caractérisation des panneaux ondulés

Le tableau 3 présente les propriétés mécaniques moyennes déterminées pour les trois types de panneaux ondulés. Il présente également les autres données de l'échantillon, telles que la densité moyenne du panneau ainsi que le coefficient de variation pour tous les résultats obtenus.

Tableau 3 : Propriétés mécaniques des panneaux ondulés à base de bois.

	Paramètres	Unité	Corrshield 1910pb	Corrshield 1904	Corrpac 1902
Densité	ρ (COV)	Kg/m ³	108,8 (4%)	56,3 (6%)	71,4 (2%)
Propriétés de compression					
Compression axiale	Rc, L (COV)	MPa	4,2 (9%)	1,4 (6%)	0,5 (6%)
	Ec, L (COV)	MPa	1463 (9%)	619 (13%)	118 (6%)
Compression transversale	Rc, T (COV)	kPa	63,9 (14%)	22,6 (7%)	41,8 (12%)
	Ec, T (COV)	kPa	714 (26%)	163 (23%)	373 (20%)
Compression à plat	Rc, T (COV)	kPa	56,4 (15%)	12,6 (13%)	10,9 (15%)
	Ec, T (COV)	kPa	416 (18%)	99 (17%)	64 (25%)
Propriétés de traction					
Traction axiale	Rt, L (COV)	MPa	7,8 (10%)	-	0,9 (5%)
	Et, L (COV)	MPa	1575 (12%)	-	116 (10%)
Traction transversale	Rt, T (COV)	MPa	1,1 (17%)	0,2 (10%)	1,6 (4%)
	Et, T (COV)	MPa	0,65 (18%)	0,12 (17%)	0,16 (14%)
Propriétés de flexion					
Flexion axiale	Rf, L (COV)	MPa	10,3 (12%)	4,9 (9%)	1,2 (9%)
	Ef, L (COV)	MPa	1645 (12%)	939 (9%)	156 (10%)

Les essais mécaniques réalisés et leurs résultats ont permis de tirer quelques conclusions importantes, à savoir :

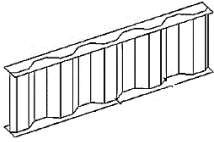
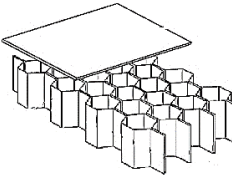
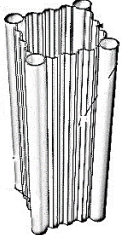

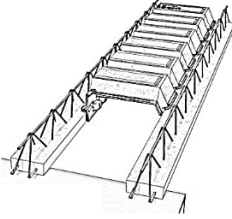
- En ce qui concerne la comparaison des trois types de panneaux ondulés, tous les essais effectués dans le sens longitudinal ont confirmé que les panneaux 1910 Pb ont les propriétés mécaniques les plus élevées, suivis des panneaux 1904 et des panneaux 1902, respectivement. Ceci est cohérent avec la nature des composants de chacun de ces panneaux ;

- Les propriétés mécaniques des panneaux ondulés dans le sens longitudinal sont nettement supérieures à celles dans le sens transversal. Les propriétés dans le sens longitudinal sont exprimées en (MPa) alors que dans le sens transversal, elles sont exprimées en (kPa). Par conséquent, les panneaux ondulés ont un comportement anisotrope et uniaxial.
- Les performances mécaniques des panneaux ondulés et leur comportement anisotrope uniaxial ne sont pas encore suffisants pour permettre à ces panneaux d'être inclus dans la catégorie des panneaux structuraux à base de bois. En effet, ces panneaux peuvent être considérés comme une matière première efficace, en particulier le 1910 Pb, qui peut être utilisé dans un composite structural compétitif.

2.2 Potentiel du panneau ondulé dans les applications structurelles pour l'industrie de la construction

En tenant compte des résultats de cette étude, cinq applications structurelles potentielles d'un composite de panneaux ondulés ont été identifiées à l'aide du 1910Pb. Ces applications structurelles sont présentées dans le tableau 4.

Tableau 4 : Les cinq applications structurelles potentielles d'un panneau composite ondulé

Poutrelles en I avec âme en panneaux ondulés [2]	Plancher composite à base de panneaux ondulés [3]	Colonne composite à base de panneaux ondulés [4]	Revêtement ou mur de cisaillement à base de panneaux ondulés	Hourdis structural à base de panneaux ondulés [5]
				

D'autres applications structurelles pourraient probablement être développées, mais la poutrelle en I semble être l'option la plus prometteuse. Les quatre autres applications n'ont pas un potentiel de marché aussi important que la poutrelle en I, car elles conduisent à des applications spécialisées.

Dans les structures de construction, les poutrelles en I en bois sont largement utilisées comme poutres structurales. Les semelles des poutres supportent les contraintes normales dues à la charge longitudinale et au moment de flexion, tandis que l'âme supporte les contraintes de cisaillement [6]. L'idée est d'étudier la possibilité d'utiliser des panneaux ondulés comme âme de poutrelles en bois. Ainsi, la poutre développée possède une âme en panneaux ondulés capable de remplir le même rôle structural que les panneaux courants tels que l'OSB et le contreplaqué dans les poutrelles en I en bois.

Références

1. Jiloul, A., Blanchet, P., Boudaud, C. (2023). Mechanical characterization of corrugated wood-based panels and potential structural applications in a building. *Construction and Building Materials*, 391, 131896. <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2023.131896>.
2. Erdal, F., Tunca, o., Dogan, E., Ozcelik, R. (2021). The Design of Trapezoidal Corrugated Web Beams Using Firefly Method. In: Carbas, S., Toktas, A., Ustun, D. (eds). *Nature-Inspired Metaheuristic Algorithms for Engineering Optimization Applications*. Springer Tracts in Nature-Inspired Computing. Springer, Singapore. https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-981-33-6773-9_7.
3. Kaman, M.O., Solmaz, M.Y., Turan, K. (2010). Experimental and Numerical Analysis of Critical Buckling Load of Honeycomb Sandwich Panels, *Journal of Composite Materials*. <https://doi.org/10.1177/0021998310371541>.
4. Nassirnia, M., Heidarpour, A., Zhao, X., Minkinen, J. (2015). Innovative hollow corrugated columns: A fundamental study, *Engineering Structures*, 94, 43-53. <https://doi.org/10.1016/j.engstruct.2015.03.028>.
5. Isoltop (2021). Entrevous en Bois moulé EBM 16. <https://www.isoltop.com/entrevous-bois>.
6. Cecobois. (2015). Guide technique sur les poutrelles de bois en I pour la construction commerciale. Centre d'expertise sur la construction commerciale en bois. https://cecobois.com/wp-content/uploads/2020/04/CECO-5600_Guide_Poutrelles_en_I_2015_WEB.pdf.