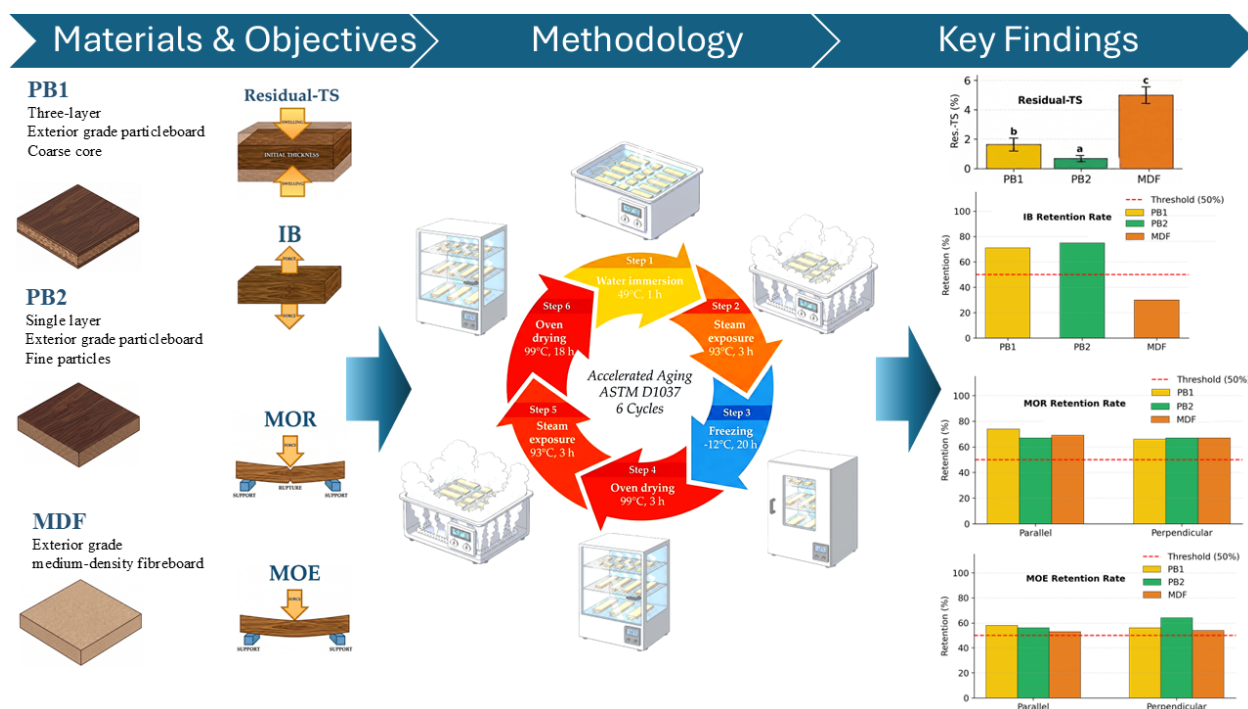


Stabilité dimensionnelle et performance mécanique de panneaux de particules et de MDF de qualité extérieure après vieillissement accéléré

Tiam Mahmoudian

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



Résumé graphique. De gauche à droite : les trois panneaux étudiés et leurs propriétés mesurées, le protocole de vieillissement accéléré à six cycles selon la norme ASTM D1037, puis les principaux résultats de rétention et de gonflement [1].

Introduction

Les panneaux de particules et les panneaux de fibres à densité moyenne (MDF) sont des matériaux composites fabriqués à partir de copeaux ou de fibres de bois liés par des adhésifs souvent issus de résidus industriels ou de bois recyclé. Économiques, uniformes et écologiques, ils représentent à eux seuls près de 60 % de la production mondiale de panneaux à base de bois et occupent une place essentielle dans les secteurs du mobilier, des armoires, des revêtements de sol et de l'aménagement intérieur. La production mondiale de panneaux de particules a d'ailleurs fortement augmenté, passant de 105 millions de mètres cubes en 2022 à environ 123 millions en 2024 [2].

Ces matériaux présentent toutefois une limite importante : leur sensibilité à l'humidité. Sous l'effet de l'eau, le bois absorbe l'humidité et gonfle, tandis que les particules ou les fibres compressées lors de la fabrication tendent à retrouver partiellement leur volume initial. Les cycles répétés d'humidification et de séchage fragilisent progressivement les liaisons entre les particules ou les fibres, entraînant une diminution de la résistance mécanique et une dégradation de l'adhésion interne [3,4]. Pour cette raison, ces panneaux sont traditionnellement destinés à des applications intérieures. L'industrie propose néanmoins des produits conçus pour un usage extérieur, notamment dans les domaines du revêtement de bâtiments et du mobilier d'extérieur. Cependant, les données comparatives sur leur durabilité dans des conditions normalisées demeurent limitées. La présente étude vise à combler cette lacune en évaluant, dans des conditions de vieillissement identiques, la stabilité dimensionnelle et les propriétés mécaniques de trois panneaux industriels canadiens destinés à l'extérieur.

Méthodologie

Trois panneaux à base de bois destinés à des applications extérieures ont été évalués dans cette étude. Deux panneaux de particules, PB1 et PB2, étaient collés avec une résine phénol-formaldéhyde reconnue pour sa bonne résistance à l'humidité. Le panneau PB1 présentait une structure multicouche composée de particules fines en surface et de particules plus grossières au cœur, tandis que le PB2 était constitué d'une seule couche homogène de fines particules. Le troisième panneau était un panneau de fibres à densité moyenne (MDF) fabriqué à partir de fibres de bois liées par un adhésif isocyanate de type pMDI (diisocyanate de diphénylméthane polymérique), réputé pour son excellente résistance à l'eau [5].

Le vieillissement accéléré permet de reproduire en laboratoire, dans un délai relativement court, les contraintes hydriques et thermiques auxquelles un panneau peut être soumis lors d'une exposition prolongée en extérieur. Dans cette étude, six cycles du protocole défini par la norme ASTM D1037 [6] ont été appliqués, cette méthode étant

considérée comme l'un des essais normalisés les plus sévères pour évaluer la durabilité des panneaux à base de bois. Chaque cycle comprenait six étapes successives : une immersion dans l'eau à 49 °C pendant 1 h, une exposition à la vapeur à 93 °C pendant 3 h, une phase de congélation à -12 °C pendant 20 h, un séchage à l'air forcé à 99 °C pendant 3 h, une seconde exposition à la vapeur à 93 °C pendant 3 h, puis un séchage final à 99 °C pendant 18 h. Cette séquence a été répétée six fois pour chaque type de panneau (Figure 1), puis les propriétés physiques et mécaniques des échantillons vieilliss ont été comparées à celles d'échantillons témoins non soumis au vieillissement.

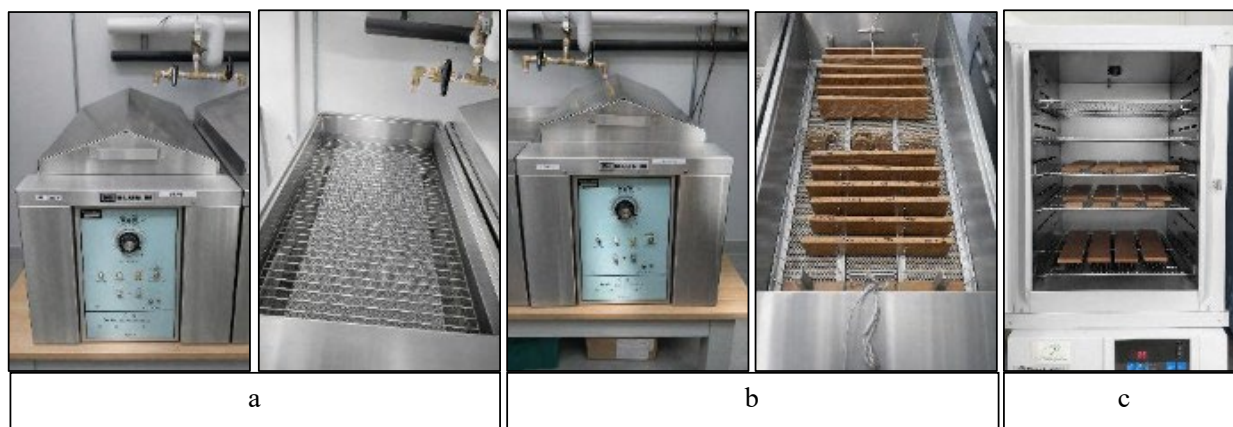


Figure 1. Équipements utilisés pour le vieillissement accéléré des panneaux: (a) bain d'immersion dans l'eau, (b) bain de traitement à la vapeur et (c) four à circulation d'air forcée [1].

À l'issue du traitement de vieillissement accéléré, le gonflement résiduel en épaisseur, correspondant à l'augmentation irréversible de l'épaisseur des panneaux, a été mesuré.

Trois propriétés mécaniques ont également été évaluées : le module de rupture (MOR, résistance en flexion), le module d'élasticité (MOE, rigidité), ainsi que la cohésion interne. Pour chaque propriété, les performances des échantillons vieilliss ont été comparées à celles des échantillons témoins non vieilliss afin de déterminer leur taux de rétention.

Résultats et discussion

Le gonflement résiduel s'est révélé l'indicateur le plus discriminant de la durabilité (Figure 2). Le PB2 a présenté la meilleure stabilité dimensionnelle (0,49 %), suivi du PB1 (1,58 %) et du MDF (5,43 %). Ainsi, le MDF a affiché un gonflement résiduel environ onze fois supérieur à celui du PB2. Cette différence s'explique par la structure du MDF : son réseau continu de fibres, caractérisé par une surface spécifique élevée, favorise une plus grande absorption de l'humidité [8]. À l'inverse, la structure plus homogène du PB2,

combinée à sa faible densité de cœur, limitent les contraintes internes accumulées lors du pressage et réduisent ainsi le retour élastique lors de l'exposition à l'eau.

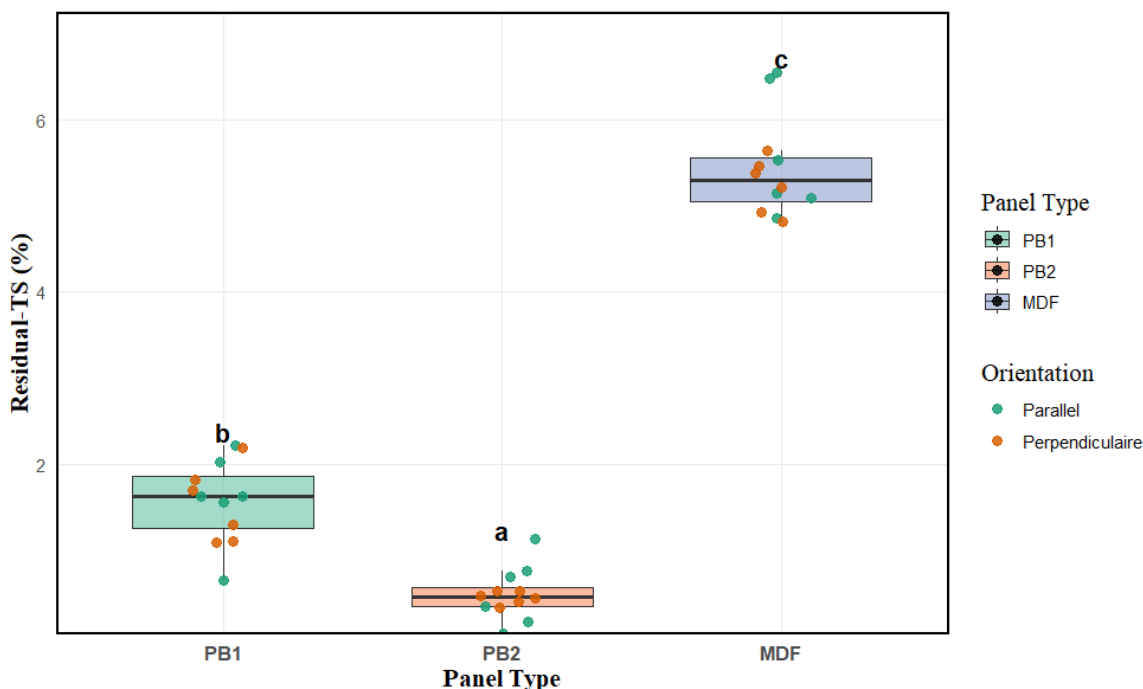


Figure 2. Gonflement résiduel des trois panneaux après vieillissement accéléré (plus la valeur est basse, meilleure est la stabilité dimensionnelle). Les lettres différentes indiquent des différences statistiques significatives entre les groupes [1].

Sur le plan mécanique, les trois panneaux ont conservé entre 66 % et 74 % de leur module de rupture (MOR) après vieillissement, soit des valeurs supérieures au seuil de 50 % (Figure 3). La rétention du module d'élasticité (MOE) était plus faible, se situant entre 53 % et 64 %. Cette différence reflète la plus grande sensibilité du module d'élasticité aux dommages causés par les cycles d'humidification et de séchage, comparativement à la résistance en flexion [9].

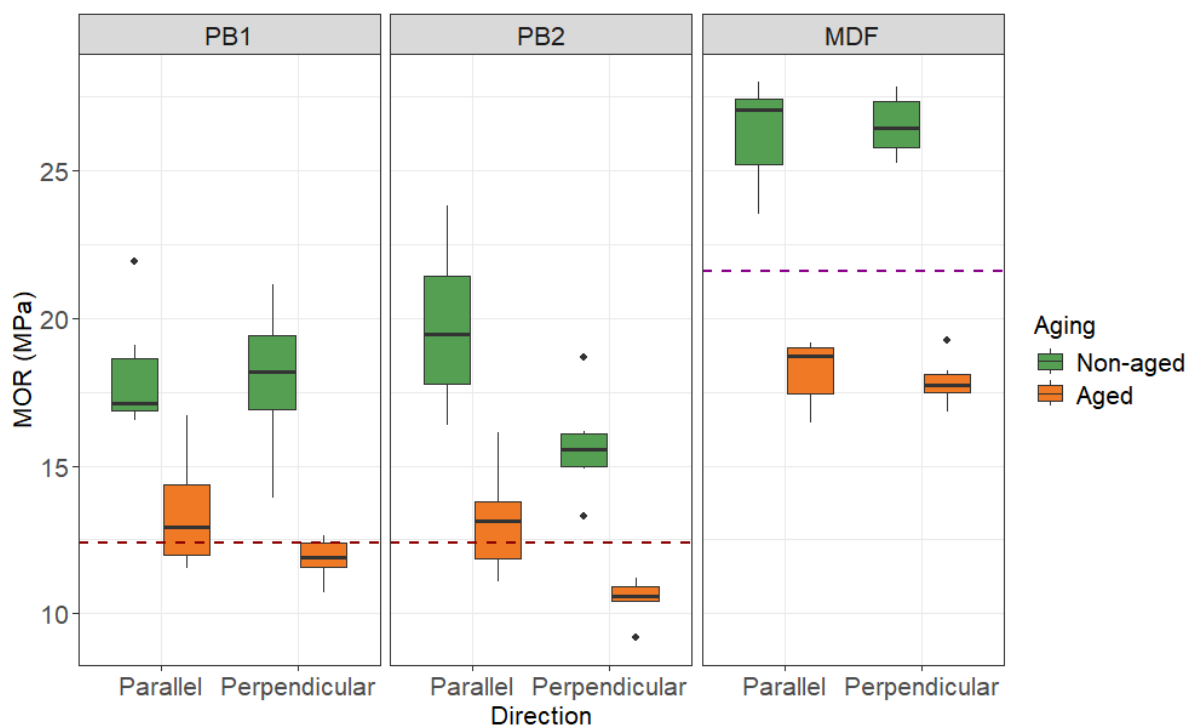


Figure 3. Résistance à la rupture (MOR) des panneaux, mesurée dans les directions parallèle et perpendiculaire, avant et après vieillissement. La ligne pointillée rouge indique l'exigence minimale requise pour une application en revêtement extérieur [1].

La cohésion interne a montré le contraste le plus marqué entre les panneaux (Figure 4) : le PB1 et le PB2 ont conservé respectivement 71 % et 75 % de leur cohésion initiale après vieillissement, contre seulement 30 % pour le MDF. Cette forte dégradation du MDF s'explique par sa structure fibreuse : les points de liaison entre fibres, moins nombreux et plus sensibles aux contraintes induites par le gonflement, se fragilisent davantage lors des cycles d'humidification et de séchage [10].

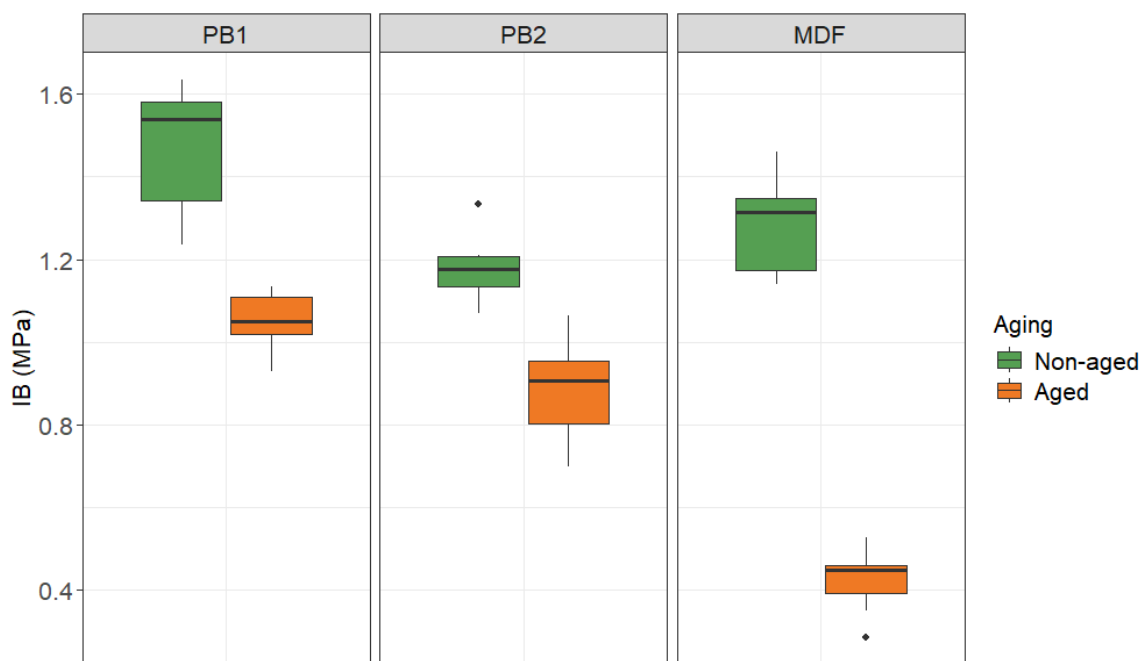


Figure 4. Cohésion interne (IB) des panneaux avant et après vieillissement accéléré. La perte de cohésion est particulièrement importante dans le cas du MDF, qui ne conserve que 30 % de sa valeur initiale après vieillissement [1].

L'orientation des échantillons n'a pas influencé la stabilité dimensionnelle. Elle a toutefois affecté les propriétés mécaniques du PB2, dont le module de rupture (MOR) était supérieur d'environ 25 % dans la direction parallèle que dans la direction perpendiculaire. Cette différence suggère un alignement préférentiel des particules lors de la formation de l'ébauche, conférant une meilleure résistance à la flexion dans la sens de leur orientation

Conclusion

Cette étude comparative montre que la durabilité des panneaux à base de bois destinés à l'extérieur varie considérablement selon leur structure et leur système adhésif. Le PB2 a présenté les meilleures performances globales, combinant une stabilité dimensionnelle élevée (gonflement résiduel de 0,49 %) et une bonne rétention de ses propriétés mécaniques après vieillissement, ce qui le rend adapté aux applications extérieures exigeantes. Le PB1 a affiché un comportement intermédiaire, tandis que le MDF, malgré une résistance en flexion satisfaisante, s'est révélé le plus sensible à l'humidité, avec un gonflement résiduel élevé (5,43 %) et une faible rétention de cohésion interne (30 %).

Son utilisation devrait donc être limitée à des conditions d'exposition modérées ou semi-protégées.

Ces résultats soulignent l'importance du choix du matériau en fonction des conditions d'exposition prévues. Il convient toutefois de noter que les panneaux ont été évalués à l'état non fini : l'application d'un revêtement de protection pourrait améliorer sensiblement leur durabilité en service [11]. Des travaux futurs pourraient notamment porter sur l'effet des revêtements et sur la corrélation entre le vieillissement accéléré et l'exposition extérieure réelle, afin d'affiner les recommandations pour des conditions d'usage spécifiques.

Bibliographie

- [1] Mahmoudian, T., Garcia, R., Laghdir, A., Cloutier, A. Dimensional Stability and Mechanical Performance of Exterior-Grade Particleboard and MDF After Accelerated Aging. *Forests* 2026, 17, 614. <https://doi.org/10.3390/f17050614>.
- [2] FAO. FAOSTAT: Forestry Production and Trade. En ligne: <https://www.fao.org/faostat/en/#data/FO> (consulté le 20 janvier 2026).
- [3] Wang, J., Cao, X., Liu, H. A Review of the Long-Term Effects of Humidity on the Mechanical Properties of Wood and Wood-Based Products. *European Journal of Wood and Wood Products* 2021, 79, 245–259.
- [4] Saad, S., Kobori, H., Kojima, Y., Suzuki, S. Performance Evaluation of Wood-Based Panels under a Mild Accelerated Aging Treatment. *Journal of Wood Science* 2016, 62, 324–331.
- [5] Gonçalves, D., Bordado, J.M., Marques, A.C., Galhano dos Santos, R. Non-Formaldehyde, Bio-Based Adhesives for Use in Wood-Based Panel Manufacturing Industry – A Review. *Polymers* 2021, 13, 4086.
- [6] ASTM International. Standard Test Methods for Evaluating Properties of Wood-Base Fiber and Particle Panel Materials; ASTM D1037-12; West Conshohocken, PA, 2020.
- [7] Kojima, Y., Norita, H., Suzuki, S. Evaluating the Durability of Wood-Based Panels Using Thickness Swelling Results from Accelerated Aging Treatments. *Forest Products Journal* 2009, 59, 35–41.
- [8] Ganey, S., Cloutier, A., Beauregard, R., Gendron, G. Effect of Panel Moisture Content and Density on Moisture Movement in MDF. *Wood and Fiber Science* 2003, 35, 68–82.
- [9] Halligan, A.F. A Review of Thickness Swelling in Particleboard. *Wood Science and Technology* 1970, 4, 301–312.
- [10] Magalhães, R., Nogueira, B., Costa, S., Paiva, N., Ferra, J.M., Magalhães, F.D., Martins, J., Carvalho, L.H. Effect of Panel Moisture Content on Internal Bond Strength and Thickness Swelling of Medium Density Fiberboard. *Polymers* 2020, 13, 114.
- [11] Erdinler, E.S., Koc, K.H., Dilik, T., Hazir, E. Layer Thickness Performances of Coatings on MDF: Polyurethane and Cellulosic Paints. *Maderas. Ciencia y Tecnología* 2019, 21, 317–326.