

## Un monomère acrylate phosphoré pour améliorer le comportement au feu des revêtements pour les couvre-planchers

Solène Pellerin

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

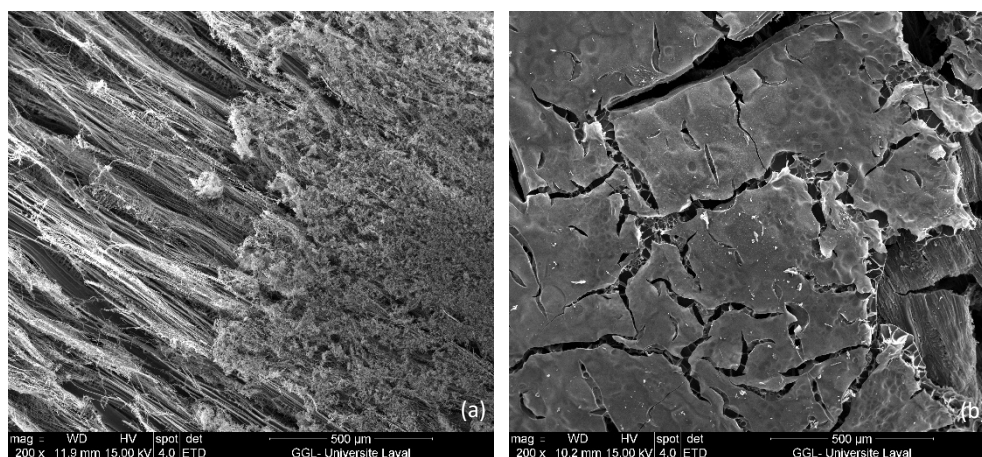
Utilisé depuis longtemps pour ses propriétés mécaniques et son aspect visuel, le bois peut être utilisé pour des produits structurels et d'apparence tels que les couvre-planchers, les panneaux muraux, les dalles de plafond ou les moulures [2]. Cependant, l'industrie de la construction doit faire face à une limitation du bois : **son inflammabilité**. Pour promouvoir son utilisation dans les bâtiments non résidentiels, il est donc essentiel d'accroître sa résistance au feu. Différentes stratégies peuvent être employées pour améliorer la performance au feu du bois, notamment l'imprégnation de composés retardateurs de flamme au cœur du matériau et l'application de revêtements retardateurs de flamme à sa surface [3]. Dans l'industrie des revêtements de sol, la deuxième option est généralement préférée, car elle est plus facile à mettre en œuvre. Cependant, il est difficile de trouver le bon équilibre entre la réduction de la propagation des flammes et les propriétés attendues d'un revêtement, et ce, tout en conservant l'aspect naturel du bois. Peu d'études dans la littérature décrivent de manière exhaustive une solution pour le bois appliquée à une faible épaisseur (inférieure à 100  $\mu\text{m}$ ) qui permette de répondre à toutes les spécifications visées. Afin de répondre à ce problème complexe, des revêtements retardateurs de flamme transparents et photopolymérisables ont été préparés à partir d'un oligomère acrylate, d'un monomère acrylate et d'un monomère retardateur de flamme à base de phosphore, à différentes concentrations dans la formulation. Les revêtements préparés étant 100 % solides et photopolymérisables, la formation du film protecteur se fait à la surface du bois en quelques secondes sans dégagement de composés organiques volatils (COV). La présence de phosphore dans le monomère lui confère un caractère retardateur de flamme (RF). En effet, les composés phosphorés ont déjà prouvé leur efficacité pour ralentir la progression d'un feu et présentent l'avantage de pouvoir combiner une action sur la phase gazeuse et sur la phase solide lors du développement d'un feu [4]. Il existe d'autres composés RF ; ceux phosphorés sont notamment préférés aux composés halogénés afin d'éviter les problèmes de toxicité liés à ces derniers.

L'objectif de cette étude est donc d'évaluer l'impact de l'ajout d'un monomère phosphoré retardateur de flamme dans une formulation de scellant pour les couvre-planchers à haute teneur en solides et photopolymérisable, non seulement en ce qui concerne les performances attendues d'un revêtement, mais également ses performances au feu.



À travers cette étude, il a été démontré que l'ajout du monomère phosphoré n'avait pas d'impact sur la cinétique de la photopolymérisation comme la conversion du groupe acrylate reste du même ordre de grandeur, proche de 70 %. Un changement dans la dureté du revêtement a été observé, celle-ci diminue lorsque le taux de retardateur de flamme augmente dans le revêtement. Cette baisse est attribuée au fait que le monomère phosphoré apporte de la flexibilité aux films de revêtement. Cette étude a également montré que les revêtements contenant du phosphore présentaient une sorption d'eau plus importante pour une humidité relative supérieure à 75 %. Le problème lié à l'affinité avec l'eau pourrait être facilement résolu en intégrant la formulation comme couche de scellant dans un système de revêtement de sol en bois préfini. En effet, dans un système complet, la couche de scellant est recouverte par une couche de finition qui agit comme barrière protectrice, limitant les échanges d'eau possibles. L'adhésion et le comportement au feu ont été évalués après application des revêtements sur des lamelles de bouleau jaune, en deux couches successives de 25  $\mu\text{m}$ . La présence du monomère phosphoré à la teneur la plus élevée dans la formulation a significativement amélioré l'adhérence du revêtement sur le bois. Pour la même formulation de revêtement, le pic de débit calorifique a diminué de 13 % ; lors d'un incendie, la participation au feu est alors diminuée. Le pourcentage de masse des résidus a augmenté de 37 % par rapport à la référence sans retardateur de flamme. La capacité du matériau à former une couche protectrice à sa surface est donc améliorée. Des analyses complémentaires par microscopie électronique à balayage (MEB) et par spectroscopie à dispersion d'énergie (EDS) ont été réalisées sur les résidus brûlés collectés après les essais de réaction au feu afin de mieux comprendre le comportement au feu de l'assemblage bois/revêtement lors d'un incendie. L'aspect des résidus obtenus était très différent (Figure 1). Les résidus de bois avec le revêtement sans RF étaient fibreux et fragiles, avec une structure similaire à la morphologie du bois après l'exposition à une flamme reportée dans la littérature [5]. Dans le cas des résidus de bois sur lesquels a été appliqué un revêtement contenant un retardateur de flamme, il est possible d'observer la formation d'une couche protectrice, plus au moins performante suivant le taux d'ajout du monomère phosphoré dans la formulation. La Figure 1 (b) montre clairement la formation de cette couche en surface, appelée char. La délamination partielle du revêtement phosphoré révèle la présence d'une couche solide, suggérant que la présence du phosphore a également favorisé le mécanisme de carbonnement du bois [6]. L'action dans la phase solide du retardateur de flamme à base de phosphore est donc mise en évidence dans cette étude.





**Figure 1.** Images par microscopie électronique à balayage des résidus collectés après l'essai au cône calorimètre de lamelles de bois recouvertes (a) d'un revêtement sans monomère phosphoré et (b) d'un revêtement contenant un monomère phosphoré retardateur de flamme.

Cette étude démontre donc le fort potentiel d'une formulation photopolymérisable à base d'acrylate contenant du phosphore pour améliorer le comportement au feu des couvre-planchers en bois. Des recherches plus poussées pourraient inclure l'introduction d'un autre retardateur de flamme dans la formulation afin de bénéficier d'un comportement synergique avec le FR phosphoré. Le revêtement avec le plus haut taux de phosphore mis en évidence dans cette étude pourrait également être intéressant pour une application sur des substrats métalliques où le monomère phosphoré pourrait agir à la fois comme un retardateur de flamme et un promoteur d'adhésion.

## Références

- [1] Pellerin, S., Samyn, F., Duquesne, S., & Landry, V. (2022). Preparation and Characterisation of UV-Curable Flame Retardant Wood Coating Containing a Phosphorus Acrylate Monomer. *Coatings*, 12(12), 1850. <https://doi.org/10.3390/coatings12121850>.
- [2] Cobut, A., Blanchet, P., & Beauregard, R. (2016). Prospects for Appearance Wood Products Ecodesign in the Context of Nonresidential Applications. *Forest Products Journal*, 66(3-4), 196-210. <https://doi.org/10.13073/FPJ-D-15-00022>.
- [3] Lowden, L., & Hull, T. (2013). Flammability behaviour of wood and a review of the methods for its reduction. *Fire Science Reviews*, 2(1), 4. <https://doi.org/10.1186/2193-0414-2-4>.
- [4] Negrell, C., & Ménard, R. (2016). Retardateurs de flamme phosphorés commerciaux pour les polymères. *Techniques de l'Ingénieur*, 20 p. <https://doi.org/10.51257/a-v1-af6047>.



CENTRE DE RECHERCHE  
SUR LES MATÉRIAUX  
RENOUVELABLES

[5] Jiang, J., Li, J., Hu, J., & Fan, D. (2010). Effect of nitrogen phosphorus flame retardants on thermal degradation of wood. *Construction and Building Materials*, 24(12), 2633-2637.  
<https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2010.04.064>.



UNIVERSITÉ  
LAVAL

Faculté de foresterie,  
de géographie  
et de géomatique