# Analyse de l'absorption d'eau de composites WPC : optimisation de la méthodologie

**Florent Faure[1], Arnaud Perrot[1], Sylvie Pimbert[1], Thibaut Lecompte[1]**

*[1] Univ. Bretagne Sud, FRE CNRS 3744, IRDL, F-56100 Lorient, France - florent.faure@univ-ubs.fr, arnaud.perrot@univ-ubs.fr, sylvie.pimbert@univ-ubs.fr, thibaut.lecompte@univ-ubs.fr*

RÉSUMÉ. *L'objectif de cette étude est d'accélérer le processus de validation des matériaux WPC dédiés à une utilisation extérieure telle que les lames de terrasse. Les WPC sont principalement composés de polyéthylène haute densité, de farine de bois. Le bois est un matériau hygroscopique contrairement au PEHD. L'eau entraîne un gonflement du renfort pouvant entrainer une fissuration de la lame. Afin de valider un produit, les industriels utilisent des normes qui préconisent un vieillissement donnant des résultats non-significatifs sur un temps court (matériau non-saturé, absorption d'eau hétérogène…). Pour y remédier, différentes tailles d'échantillons usinées dans des lames ont été vieillies dans de l'eau. Une immersion à 60°C accélère la cinétique d'absorption par rapport à 23°C sans dégrader le composite. Toutes les tailles donnent une valeur d'absorption à saturation identique. Une diminution du volume d'étude diminue le temps pour atteindre la saturation. Il est donc possible de déterminer et de comparer la durabilité des composites vis-à-vis de la prise en eau sur des temps courts tout en obtenant des résultats représentatifs du comportement intrinsèque du matériau.*

ABSTRACT. *The aim of this study is to accelerate the validation process of outdoor WPC materials such as deck. Wood plastic composites are made up of high density polyethylene matrix, wood flour and other additives. Wood is an hygroscopic material unlike HDPE. Water leads to swelling of wood flour then in cracking of composites. To validate products, industrials use aging standards which don't significant results for a short time (unsaturated material, heterogeneous water absorption…). Different sample size collected in decks were aged in water. A 60°C immersion only accelerate the water absorption kinetics compared to 23°C immersion. The increase of temperature doesn't degrade the composite. All sample sizes have the same value of saturation. A decrease of sample volume has the same effect on saturation time. In conclusion, it is possible to compare water durability of composites on short time while achieving representative results of the intrinsic behaviour of material.*

MOTS-CLÉS : *Bois composite, farine de bois, polyéthylène, absorption d'eau, cinétique, méthodologie.*

KEY WORDS: *Wood plastic composite, wood flour, polyethylene, water absorption, kinetics, methodology.*

## 1. Introduction

Les composites bois polymères WPC se développent de plus en plus dans l'industrie de la construction [KLY 07]. On les trouve notamment sous forme de lame de terrasse ou de bardage. Ces produits nécessitent une bonne durabilité vis-à-vis des intempéries tels que la pluie, les UV, le gel/dégel. Le bois est un matériau hydrophile contrairement aux polyoléfines semi-cristallines classiques. Ainsi, l'absorption d'eau des composites est un facteur important à maîtriser afin d'assurer l'intégrité du composite WPC dans le temps [ALI 16]. À l'échelle des particules de bois, celles-ci gonflent et provoquent l'apparition de contraintes internes qui créent des décohésions farine/matrice ainsi que des ruptures matricielles [TAM 11]. À l'échelle des lames de terrasse, l'absorption d'eau se traduit par une dégradation irréversible par fissuration. Les normes NF EN ISO 15534 et ISO 62 décrivent la méthode de détermination de l'absorption d'eau des bois composites. Celles-ci proposent une immersion des lames d'une longueur L dans de l'eau à 20°C ainsi que dans de l'eau bouillante. Le principal inconvénient de cette méthodologie est que l'absorption d'eau se fait très lentement [ADH 08]. Sur un temps court d'immersion, la comparaison de deux composites n'est pas significative. On ne peut découpler la vitesse d'absorption et la capacité d'absorption des WPC avec les protocoles normés. De plus, il n'est pas pertinent de tester la durabilité des composites dans de l'eau bouillante. Cette température n'est pas représentative des conditions d'utilisation normale des lames de terrasse. L'objectif est de se placer du point de vue d'un industriel pour développer une méthode d'accélération du processus de validation ainsi que caractériser à la fois la cinétique et la capacité d'absorption.

Dans un premier temps, la température de vieillissement a été modulée afin d'accélérer la cinétique de prise en eau tout en s'assurant que le composite n'est pas dégradé. Par la suite, différents volumes de composites ont été soumis à l'immersion. La taille optimale d'échantillon a été déterminée afin d'obtenir des valeurs d'absorption significatives sur des temps courts.

## 2. Matériaux et méthodes

Les composites de cette étude ont été fabriqués, dans des conditions industrielles, par extrusion sous forme de lame de terrasse de section rectangulaire 138*22 mm². Les matériaux sont composés de 34 % de polyéthylène haute densité PEHD, 56 % de farine de bois et 10 % de charges (talc, pigment, etc.). Après extrusion, les composites subissent un refroidissement par jet d'eau puis un brossage d'une des faces principales. Deux composites sont testés : un composite A et un composite B.

Au préalable, les échantillons sont séchés dans un four à 60°C jusqu'à l'obtention d'une perte de masse constante. L'absorption est réalisée dans des bacs remplis d'eau. La hauteur d'eau dans le bac est contrôlée régulièrement et ajustée si besoin. À 23°C, le récipient est stocké dans une salle contrôlée en température et à 60°C, dans un four. La température de 60°C a été sélectionnée puisqu'elle peut être observée l'été sur les terrasses. Les mesures de masses ont été effectuées à des intervalles de temps réguliers avec une balance de précision sur trois réplicas.

Des cubes de composite ont été prélevés par usinage au cœur des lames selon les tailles suivantes : taille 1 = 5*5*5 $mm^3$, taille 2 = 10*10*10 $mm^3$, taille 3 = 15*15*15 $mm^3$, taille 4 = 18*18*18 $mm^3$. Les réplicas ont été pris dans la largeur des lames.

## 3. Résultats et discussion

Dans un premier temps, les lames complètes de longueur 100 mm ont été étudiées après immersion dans de l'eau à 23°C pendant 24h (Tableau 1). La différence de prise en eau entre les deux composites n'est pas significative et marquante.

| | Lame composite A | Lame composite B |
|---|---|---|
| M(t) (%) | 0,42 ± 0,016 | 0,60 ± 0,006 |

**Tableau 1.** *Absorption d'eau des lames composites A et B après 24h d'immersion à 23°C*

La prise en eau de cubes du composite A (taille 2), immergés à 23°C et 60°C, est décrite sur la Figure 1. Les cubes composites absorbent la même quantité d'eau à saturation. L'écart-type est faible ce qui signifie que la répétabilité des mesures est bonne. Ainsi les lames fabriquées sont homogènes dans leur largeur. De plus, le composite atteint le même plateau à saturation quelle que soit la température. Ceci est encourageant puisqu'en

augmentant la température, le matériau ne se dégrade pas. Toutefois, la cinétique d'absorption est accélérée par l'augmentation de la température. La diminution du volume étudié permet aussi d'obtenir des résultats significatifs dans un laps de temps plus court.

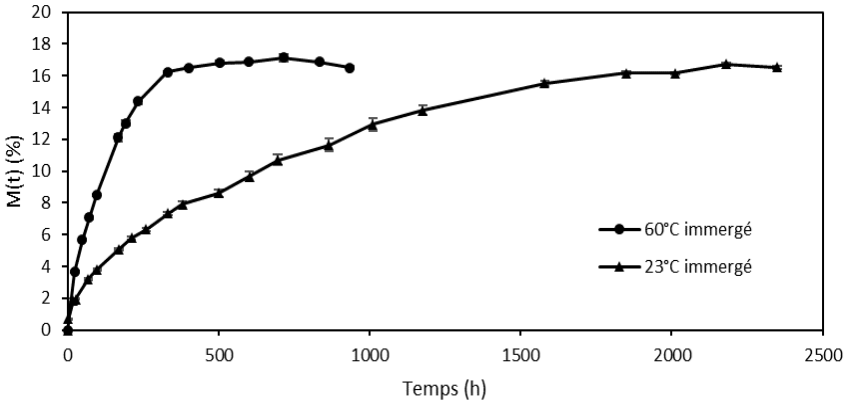


**Figure 1.** *Absorption d'eau du composite A immergé à 23°C et 60°C. Cubes de taille 2*

Nous avons étudié l'effet de la taille des cubes pour les composites A et B (Figure 2). Toutes les tailles des composites A et B atteignent la même valeur à saturation. À ce stade, les cubes ont clairement été saturés en eau. Avec des cubes de la taille 1, il faut attendre environ 24h pour avoir une estimation de la quantité maximale d'eau que le composite peut absorber. Pour les composites A et B, on obtient respectivement 17 % et 23 % de prise en eau. L'ordre de grandeur de l'absorption est le même que celui observé avec les données du Tableau 1 ce qui valide la méthode. Dans le cas de deux composites très proches, cette méthode de validation permet une différenciation des matériaux. Le volume du cube n'influence pas la valeur à saturation. La cinétique d'absorption est d'autant plus longue que la taille de l'échantillon augmente. Les lames composites A et B devraient donc atteindre la même valeur de saturation en eau que les cubes mais dans un laps de temps extrêmement long.

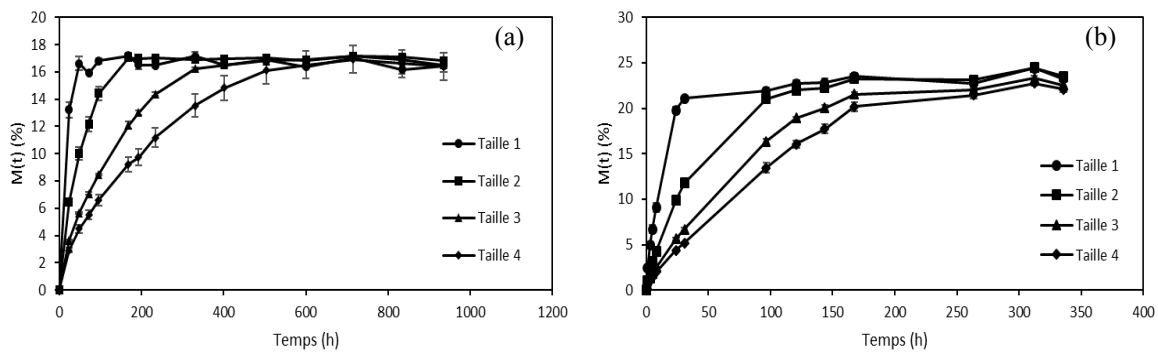


**Figure 2.** *Absorption d'eau (a) du composite A et (b) du composite B pour différentes tailles. Immersion à 60°C*

## 4. Vers une prédiction de la cinétique d'absorption

La Figure 3 représente le temps pour atteindre les valeurs d'absorption d'eau de 4, 7, 12 et 14 % en fonction du volume de l'échantillon cubique étudié. Il semble exister une relation linéaire entre ces deux éléments. Cette relation pourrait permettre de prédire le temps d'absorption des composites cubiques plus volumineux.

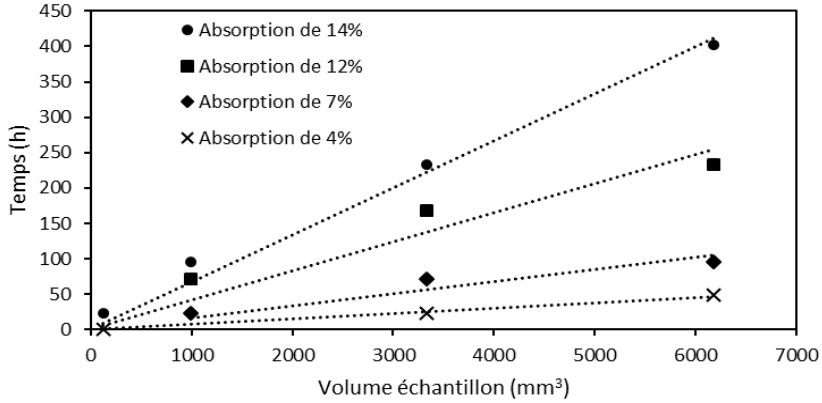


**Figure 3.** *Corrélation entre le volume étudié et le temps pour atteindre un pourcentage d'absorption d'eau. Immersion du composite A à 60°C*

Le calcul du coefficient de diffusion D [TAM 11] est possible pour des échantillons possédant une surface très grande et une épaisseur fine ce qui n'est pas notre cas. Cependant, nous avons essayé de déterminer ce coefficient sur les temps courts ($M(t)/M\infty \approx 0,3$) d'absorption des composites cubiques. Ainsi il a été possible de déterminer un coefficient de diffusion qui reste le même indépendamment de la taille des échantillons (composite A : $D = 3,12.10^{-11}$ m²/s, composite B : $D = 3,18.10^{-11}$ m²/s). En comparaison avec des coefficients de diffusion de matériaux similaires [RAN 00], [TAM 11], il y a environ un facteur 10 avec la littérature. Ce facteur peut être dû au fait que les échantillons absorbent selon trois directions. En effet, le calcul du coefficient de diffusion prend en compte l'épaisseur de la direction principale de diffusion. Des essais d'absorption uni-axiale et sur des échantillons plats sont en cours pour confirmer cette hypothèse.

## 5. Conclusion

L'étude de la durabilité des composites WPC peut être réalisée à travers des normes qui caractérisent l'absorption d'eau. L'inconvénient majeur est qu'il faut attendre un temps relativement long pour avoir une idée précise de l'absorption d'eau à saturation des matériaux ainsi que la cinétique. Afin d'accélérer ce processus, différentes tailles de composites ont été soumises à différentes températures d'immersion. L'absorption d'eau à 60°C accroit la cinétique d'absorption sans dégrader le matériau. Toutes les tailles des composites A et B sont parvenues à la même valeur à saturation respective. Ceci montre bien qu'il est possible d'atteindre rapidement ce palier d'absorption d'eau en réduisant la taille des échantillons. Enfin la forme cubique des éprouvettes composites n'empêche pas une estimation cohérente du coefficient de diffusion.

## 6. Bibliographie

[ADH 08] ADHIKARY K.B., PANG S., STAIGER M.P., « Dimensional stability and mechanical behaviour of wood-plastic composites based on recycled and virgin high-density polyethylene (HDPE) », *Composites: Part B*, vol. 39, 2008, p. 807-815.

[ALI 16] ALI LAHMAR M., Caractérisation d'un composite bois-polymère pour utilisation en plaques de bardage par l'extérieur, Thèse de doctorat, Université de Lyon, 2016.

[KLY 07] KLYOSOV A., *Wood-plastic composites*, New Jersey, John Wiley & Sons, 2007.

[RAN 00] Rangaraj S.V., SMITH L.V., « Effects of moisture on the durability of a wood/thermoplastic composite », *Thermoplastic Composite Materials*, vol. 13, 2000, p. 140-161.

[TAM 11] TAMRAKAR S., LOPEZ-ANIDO R.A.,« Water absorption of wood polypropylene composite sheet piles and its influence on mechanical properties », *Construction and Building Materials*, vol. 25, 2011, p. 3977-3988.