

Développement d'une méthode d'évaluation de la durabilité : application à des composites biosourcés

Marie Viel¹, Florence Collet¹, Yann Lecieux², Marc François², Valentin Colson¹³, Christophe Lanos¹, Atif Hussain⁴ et Mike Lawrence⁴

1 : Laboratoire Génie Civil et Génie Mécanique
Université de Rennes

3 rue du clos Courtel, BP 90422, 35704 Rennes Cedex
e-mail : marie.viel@univ-rennes1.fr

2 : Institut de Recherche en Génie Civil et Mécanique
Université de Nantes

2, rue de la Houssinière, BP 92208, 44322 Nantes Cedex3
e-mail : yann.lecieux@univ-nantes.fr

3 : CAVAC Biomatériaux

Le Fief Chapitre, 85400 Sainte Gemme la Plaine
e-mail : v.colson@cavac.fr

4 : BRE Centre for Innovative Construction Materials, Department of Architecture and Civil Engineering,
University of Bath
BA2 7AY, United Kingdom
e-mail : A.Hussain@bath.ac.uk

Le développement de matériaux de construction isolants obtenus à partir de la valorisation de sous-produits de l'agriculture locale (panneaux de chènevotte de chanvre, anas de lin, paille, ...) est actuellement en plein essor. Leurs principaux atouts sont leurs performances hygrothermiques comparables ou supérieures à celles des matériaux de construction usuels. Cependant, un facteur limitant la mise sur le marché des composites biosourcés est leur résistance supposée médiocre à la colonisation fongique en raison de leur composition (cellulose, hémicellulose, lignine, protéines, ...) potentiellement favorable à la croissance des moisissures.

Les moisissures rassemblent une grande variété de micro-organismes, formés principalement par des champignons microscopiques et des levures. Ces microorganismes se développent très rapidement, propageant leurs spores et mycélium. Ils peuvent déjà se trouver à l'intérieur des matériaux de construction (murs, cloisons, plafonds ...) ou bien pénétrer dans les habitations via le système de ventilation. L'apparition des moisissures est liée à la présence d'eau libre dans les matériaux. Leur croissance peut être induite par plusieurs facteurs, comme par exemple : les inondations ou fuites d'eau (toiture ou tuyauterie), la mauvaise aération de pièces humides (cuisine, salle de bain ...), ou les défauts d'étanchéité des bâtiments [1,2]. Bien que les moisissures soient naturellement présentes dans l'atmosphère sans incidence pour l'homme, des concentrations élevées peuvent avoir des effets néfastes sur la santé. Les fragments mycéliens peuvent être présents dans l'air ambiant et être inhalés. Leurs parois contiennent des glucanes (sucre complexe) aux propriétés inflammatoires. Les spores peuvent également provoquer des réactions allergiques telles que la rhinite allergique ou l'aggravation des symptômes de l'asthme. En outre, les moisissures libèrent des toxines dont la toxicité peut persister après la croissance des organismes. La prévention des moisissures dans les logements neufs et existants n'est donc pas seulement un problème esthétique, mais aussi une question de santé publique et d'hygiène [2,3]. Il existe donc un besoin concomitant de classer les matériaux en fonction de leur résistance au développement fongique afin de les utiliser de manière appropriée. L'objectif de cette communication est ainsi de proposer un protocole de test permettant de qualifier la résistance de composites biosourcés au développement fongique, sans inoculation de souche.

Un essai de vieillissement accéléré a été développé. Après stabilisation à 23°C, 50%HR, le test consiste à exposer les échantillons à une température de 30°C et une humidité relative de 90 %HR pendant trois mois. Au cours de l'essai, les échantillons sont régulièrement photographiés et pesés. L'évolution de deux indicateurs est ainsi mesurée au cours du temps :

- La variation de masse à partir du point d'équilibre rapportée à la surface d'échange (y compris les surfaces horizontales supérieure et latérale de l'échantillon). Le suivi de masse fournit des informations sur les dégradations subies par les composites ;
- Le pourcentage de la surface contaminée par les moisissures par rapport à la surface horizontale supérieure. L'analyse de la croissance des moisissures est effectuée grâce à un algorithme de corrélation d'image virtuelle utilisé pour traiter des photographies d'un même composite enregistrées à différentes échéances. La première image d'une série est supposée ne pas contenir de moisissures tandis que la présence des moisissures est quantifiée sur les images suivantes. La corrélation d'image est utilisée pour évaluer le champ de déplacement relatif à une déformation homogène et à un mouvement de corps rigide entre l'image de référence et une image photographiée à une échéance ultérieure. La particularité de cette étude est que ce n'est pas le champ de déplacement (l'information naturellement calculée grâce à la DIC) qui est l'information exploitable mais la carte des erreurs de corrélation. En effet, si un objet apparaît entre les deux photographies (par exemple une zone de moisissures), elle sera visible sur cette carte d'erreur. À partir de cette dernière, une opération de binarisation de type seuillage permet d'isoler la zone contaminée. Pour finir, il suffit de compter le nombre de pixels blancs et de pixels noirs dans l'image pour obtenir le pourcentage de surface contaminée par les moisissures. L'analyse d'image totalement non intrusive permet une évaluation rapide et quantitative de la croissance des moisissures.

À la fin de l'essai, une observation microscopique permet d'identifier les espèces des moisissures qui ont contaminé le composite.

En illustration, le test est appliqué à 5 composites constitués de deux agro-ressources différentes (chanvre et colza) avec des liants différents. La figure 1 montre les photos des échantillons C1 à C5 au début et à la fin de la période d'essai ainsi que la carte des moisissures issue du traitement DIC de la photo du dernier jour du test. L'inspection visuelle indique que lors de ce test, la formulation C1 ne présente aucun développement fongique. Les autres formulations montrent des surfaces plus ou moins contaminées. Les composites C3 ont la surface la moins infectée alors que le composite C5 a la surface la plus infectée. La formulation C1 est la plus résistante au développement fongique. Cela étant dû à un pH de surface égal à 10. Les autres formulations ont un pH inférieur ou égal à 6 et présentent donc un développement fongique plus ou moins important au cours des 3 mois d'essais à 30°C et 90 %HR. Les multiples couleurs de moisissure (gris, blanc et jaune) suggèrent qu'au moins deux types de moisissures ont contaminé la surface des composites, ce qui a été confirmé par les analyses.

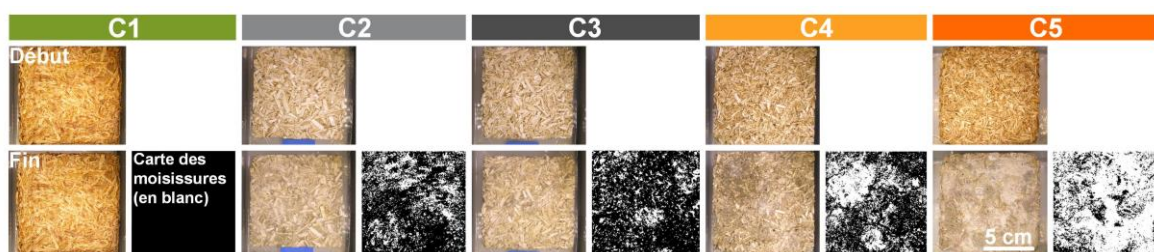


Fig. 1: Les différents composites lors du premier et du dernier jour du test de vieillissement accéléré

Le protocole d'évaluation du critère de résistance à la contamination par les moisissures des composites biosourcés s'avère reproductible, simple puisqu'il ne requiert aucun équipement sophistiqué (une enceinte climatique, un appareil photographique et un microscope) et performant. Il diffère des méthodes traditionnelles et intrusives d'évaluation de la croissance fongique sur les matériaux, généralement basées sur des évaluations visuelles subjectives.

Remerciements

Ce projet a reçu un financement du programme de recherche et d'innovation Horizon 2020 de l'Union européenne en vertu de la convention de subvention n°636835.

Références

- [1] A. Nevalainen et M. Seuri, *Indoor Air* **15**, 58–64 (2005).
- [2] K. Nielsen, G. Holm, L. Uttrup et P. Nielsen, *International Biodeterioration & Biodegradation* **54-4**, 325–336 (2004).
- [3] T. Murtoniemi, M.-R. Hirvonen, A. Nevalainen et M. Suutari, *Indoor Air* **13-1**, 65–73 (2003).