



HAL
open science

Evaluation de la santé structurale des structures en bois lamellé-collé : détermination d'un modèle pour le suivi de l'humidité

Placide Uwizeyimana, Marianne Perrin, Florent Eyma

► To cite this version:

Placide Uwizeyimana, Marianne Perrin, Florent Eyma. Evaluation de la santé structurale des structures en bois lamellé-collé : détermination d'un modèle pour le suivi de l'humidité. 8èmes journées scientifiques du GDR 3544 Sciences du Bois, Nov 2019, Epinal, France. hal-04487469

HAL Id: hal-04487469

<https://hal.science/hal-04487469>

Submitted on 4 Mar 2024

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

Evaluation de la santé structurale des structures en bois lamellé-collé : détermination d'un modèle pour le suivi de l'humidité

UWIZEYIMANA Placide¹, PERRIN Marianne¹, EYMA Florent¹

¹Institut Clément Ader, IUT de Tarbes - Dépt GMP, 1 rue Lautréamont, 65000 Tarbes
placide.uwizeyimana@iut-tarbes.fr, marianne.perrin@iut-tarbes.fr, florent.eyma@iut-tarbes.fr

Mots clefs : CND ; Bois lamellé-collé ; mesures électriques ; intégration de capteurs

Contexte et objectifs

Le développement de produits innovants et de haute technologie comme les éléments en bois lamellé-collé (LC) a rendu possible la construction d'ouvrages d'art de plus grandes dimensions (SETRA 2006). Néanmoins, les problèmes de durabilité, comme la fissuration, la délamination, les attaques fongiques et les attaques d'insectes dues aux variations d'humidités ou cycles d'humidification/séchage (H/S) constituent un obstacle pour le développement de ces ouvrages (D'Ayala et al. 2014). De ce fait, les gestionnaires d'ouvrages en bois ont exprimé leur besoin en techniques de contrôle en continu de l'humidité des structures en bois LC (Kasal 2013). Cela leur permettra d'intervenir au plus vite sur les ouvrages dès que le risque de pathologie survient. Depuis quelques années, la mesure de l'humidité dans les ouvrages d'art en bois est généralement basée sur les méthodes résistives (Dietsch et al. 2014). Pour le contrôle de l'humidité locale du bois LC, une étude récente a montré un fort potentiel pour l'utilisation d'électrodes surfaciques intégrées au niveau de chaque lamelle (Li et al. 2018). Ces dernières sont économiquement intéressantes et faciles à instrumenter. De plus, elles ne demandent aucun usinage supplémentaire du bois contrairement à l'instrumentation par des électrodes de type pointe. Les capteurs surfaciques permettent également de suivre les humidités internes et locales dans les lamelles des poutres LC afin d'avoir une prédiction plus fiable de la durée de vie résiduelle des ouvrages en bois. De cette manière, il sera possible d'accéder à des informations plus précises, permettant d'établir un lien direct entre les cycles climatiques d'humidification/séchage et la durée de vie résiduelle de l'ouvrage. Cependant, plusieurs paramètres influencent les mesures et peuvent entraîner des erreurs dans l'estimation de l'humidité. L'objectif de cette étude est donc d'identifier ces paramètres d'influence et de définir un modèle permettant d'avoir une estimation plus fiable de l'humidité des structures en bois LC.

Matériels et méthodes

Cette étude a été menée sur le Douglas du fait de sa très forte utilisation dans la construction des ouvrages en France. La particularité de cette essence est sa durabilité naturelle et ses propriétés mécaniques remarquables (SETRA 2006). Les échantillons LC ont été obtenus sur une même planche pour réduire les incertitudes liées à la variabilité du matériau. Chaque échantillon LC est composé de trois lamelles de 10 mm d'épaisseur pour faciliter l'absorption de l'humidité. Le protocole et l'appareil de mesure de l'humidité ont été préalablement validés (Li 2017 ; Uwizeyimana et al. 2018). Par la suite, plusieurs paramètres influençant les mesures ont été explorés afin de valider cette technologie basée sur une mesure résistive via des capteurs surfaciques. Dans un premier temps, l'influence de la taille du capteur a été étudiée pour identifier la bonne dimension d'électrode permettant de réaliser une mesure fiable de l'humidité. La taille d'électrode étant validée, l'influence des capteurs intégrés entre les lamelles sur les propriétés mécaniques des poutres en bois LC a été étudiée. Comme les

ouvrages d'art sont généralement sollicités en flexion, des essais de flexion quatre-points ont été réalisés. La résistance à la rupture et le module d'élasticité en flexion ont été déterminés suivant la norme EN 408 (2012). Une comparaison a ensuite été faite entre les échantillons non instrumentés et ceux instrumentés. Une fois l'instrumentation est validée, des essais ont été réalisés pour déterminer un modèle pour le suivi de l'humidité. Les ouvrages d'art étant exposés à des conditions climatiques d'humidité et de température variables, l'influence de la température et de l'humidité sur la résistance électrique a été étudiée en prenant en compte la plage d'humidité présente dans les ouvrages d'art situés à l'extérieur.

Conclusions et perspectives

L'objectif de cette étude est, d'une part, de mettre en évidence les paramètres influençant le suivi de l'humidité des structures en bois LC. D'une autre part, d'établir un modèle permettant d'avoir une estimation fiable de l'humidité des ouvrages exposés dans un environnement variable. Les résultats montrent que la taille des électrodes affecte les mesures et que les électrodes de petit diamètre permettent de réaliser des mesures fiables. L'industrialisation de cette instrumentation ne pouvait se faire qu'après avoir étudié l'influence des électrodes surfaciques sur les propriétés mécaniques des poutres LC. Les essais réalisés ont montré que les électrodes intégrées dans un joint de collage n'ont pas d'impact sur la résistance à la rupture et le module d'élasticité en flexion. Cette étude a également montré que la résistance électrique diminue fortement lorsque la température du bois augmente. Finalement, le modèle exprimant l'humidité en fonction de la résistance électrique et de la température a été obtenu.

La prochaine étape de ce travail consistera à appliquer cette technologie pour un suivi de l'humidité à plus long terme. Actuellement, un système sans fil capable d'envoyer des données au centre d'acquisition est développé. Il permettra ensuite de réaliser la surveillance in situ et l'inspection des structures en bois LC.

Références

- D'Ayala D., Branco JM., Riggio M. et al. (2014) Assessment, reinforcement and monitoring of timber structures: FPS Cost Action FP1101. Mexico City, Mexico, pp 1-12.
- Dietsch P., Gamper A., Merk M., Winter S. (2014) Monitoring Building Climate and Timber Moisture Gradient in Large-Span Timber Structures. *J. Civ. Struct. Health Monit.* 5:153-165.
- EN 408 (2012) Structures en bois - Bois de structure et bois lamellé-collé - Détermination de certaines propriétés physiques et mécaniques.
- Kasal B. (2013) Assessment, Reinforcement and Monitoring of Timber Structures - COST FP1101. *Adv. Mater. Res.*, 778:1037-1040.
- Li H., Perrin M., Eyma F., Jacob X., Gibiat V. (2018) Moisture Content Monitoring in Glulam Structures by Embedded Sensors via Electrical Methods. *Wood Sci. Technol.* 52:733-752.
- Li H. (2017) Utilisation de matériaux bois intelligents pour la gestion durable des infrastructures. Thèse de Doctorat, Université de Toulouse.
- SETRA (2006) Les Ponts en Bois: Comment Assurer leur Durabilité. SETRA (Service d'Etudes Technique des Routes et Auto-routes), France.
- Uwizeyimana P., Perrin M., Eyma F. (2018) Suivi de la santé structurale des infrastructures en bois par intégration de capteurs. 7^{ème} journées du GDR 3544, Cluny.