



**HAL**  
open science

## Suivi de la santé structurale des infrastructures en bois par intégration de capteurs

Placide Uwizeyimana, Florent Eyma, Marianne Perrin

### ► To cite this version:

Placide Uwizeyimana, Florent Eyma, Marianne Perrin. Suivi de la santé structurale des infrastructures en bois par intégration de capteurs. 7èmes journées du GDR 3544 “ Sciences du bois ”, Nov 2018, Cluny, France. hal-04487465

**HAL Id: hal-04487465**

**<https://hal.science/hal-04487465>**

Submitted on 3 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.

## Suivi de la santé structurale des infrastructures en bois par intégration de capteurs

UWIZEYIMANA Placide<sup>1</sup>, EYMA Florent<sup>1</sup>, PERRIN Marianne<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Institut Clément Ader, IUT de Tarbes - Dépt GMP, 1 rue Lautréamont, 65000 Tarbes  
[placide.uwizeyimana@iut-tarbes.fr](mailto:placide.uwizeyimana@iut-tarbes.fr)

**Mots clefs :** Bois lamellé-collé ; ouvrages d'art en bois ; durabilité ; méthodes non destructives ; cycles humidité-séchage ; caractéristiques mécaniques.

### Contexte et objectifs

Aujourd'hui une forte expansion d'ouvrages d'art en bois est favorisée par l'utilisation de bois lamellé-collé (LC) (AFGC 2013). Ce produit innovant et de haute technologie a permis de répondre aux problématiques de développement durable. Par son caractère renouvelable, naturel et écologique, le bois devient donc un matériau de construction privilégié. Néanmoins, les propriétés mécaniques du bois de construction changent avec la variation de l'humidité. Etant exposés aux conditions extérieures cycliques d'humidité et de température, les ouvrages d'art (OA) en bois LC présentent des problèmes de dégradations liés aux cycles d'humidification-séchage (H-S) notamment la délamination, la fissuration et les variations dimensionnelles dues au retrait-gonflement (LCPC 2008). L'interaction de ces phénomènes entraîne l'affaiblissement mécanique des ouvrages en bois limitant ainsi leur développement (SETRA 2006 ; LCPC 2008). De manière à répondre à cette problématique, il est primordial de suivre en continu la santé structurale des ouvrages en bois afin d'avoir une prédiction plus fiable de leur durée de vie résiduelle. Dans la construction, la santé structurale s'évalue sur le long terme par des essais de durabilité. Pour cela, on propose une méthodologie de suivi des propriétés mécaniques des poutres LC au cours du temps. L'objectif est de créer une base des données « durabilité » qui permettra de prédire la durée de vie résiduelle des OA en bois, à partir de mesures de l'humidité en continu.

### Matériels et méthodes

Diverses méthodes existent pour la mesure de l'humidité du bois. Cependant, les plus souvent utilisées dans les OA en bois sont basées sur des mesures résistives (Franke et al. 2013 ; Koch et al. 2016). Elles consistent à mesurer l'humidité par l'intermédiaire de variation de résistivité du matériau. Certains modèles d'instrumentation existent pour suivre l'humidité dans les OA en bois (Brischke et al. 2008), mais ne permettent pas de suivre l'humidité localement, au niveau des lamelles des poutres LC, et donc d'identifier au plus près les causes d'endommagement de ces éléments. Pour cela, une technique d'instrumentation basée sur des capteurs intégrés entre les lamelles du bois LC a été développée par Li et al. (2017) au laboratoire Institut Clément Ader. Suite à ces travaux, nous avons d'abord identifié la taille de capteurs par rapport aux dimensions des éprouvettes. Nous avons ensuite développé et calibré un système d'enregistrement en continu qui permettra de suivre les données d'humidité détectée par les capteurs. Si l'objectif affiché est de suivre la durabilité des OA bois en fonction des cycles climatiques H-S, un passage en laboratoire est nécessaire pour valider les protocoles d'instrumentation in situ. Pour se rapprocher de la réalité, nous avons identifié les cycles H-S présents sur les OA en bois afin de mettre en place des cycles H-S accélérés. D'après cet inventaire, les cycles accélérés ont été définis dans le domaine hygroscopique entre 10% d'humidité et le point de saturation des fibres. Sachant que les poutres des OA sont

généralement sollicitées en flexion, les essais de flexion quatre points en cours permettront d'identifier le nombre de capteurs n'influençant pas la résistance mécanique des poutres LC.

### **Conclusions et perspectives**

L'identification de la taille de capteurs nous a permis de calibrer le système et de mesurer de l'humidité en continu. Les essais en cours consistent d'une part, à identifier la durée d'un cycle H-S accéléré par l'identification des cinétiques d'humidification et de séchage, et d'autre part, à valider la résistance mécanique des poutres bois LC en présence des capteurs intégrés entre les lamelles. Il s'agira ensuite d'étalonner les courbes reliant la résistance électrique et l'humidité du bois. Ces courbes serviront pour le suivi de l'humidité des échantillons par mesures résistives. Par la suite, les essais de durabilité seront mis en place afin d'établir un modèle permettant de lier l'affaiblissement mécanique des poutres LC en fonction des cycles H-S. Ce modèle servira à la prédiction de la durée de vie résiduelle des OA en bois. L'objectif sous-jacent étant d'apporter des propositions en vue d'une maintenance préventive des structures en bois LC.

### **Références**

AFGC (2013) Guide pour la conception des Ouvrages d'Art en Bois, 293 pages

Brischke C., Rapp A. O., Bayerbach R. (2008) Measurement system for long-term recording of wood moisture content with internal conductively glued electrodes, *Building and Environment*, vol. 43, no. 10, pp. 1566–1574.

Franke B., Franke S., Mueller A., Vogel M., Scharmacher F., Tannert T. (2013) Long term monitoring of timber bridges - Assessment and results, *Advanced Materials Research*, vol. 778, pp. 749–756.

Koch J, Simon A, Arndt RW (2016) Monitoring of moisture content of protected timber bridges. In: *Proceedings of WCTE 2016 (World Conference on Timber Engineering)*, Vienna, Austria.

LCPC (2008) Recommandations pour l'inspection détaillée des ouvrages en bois, Guide technique du LCPC (Laboratoire Central des Ponts et Chaussée), 71 pages

Li H, Perrin M, Eyma F, Jacob X, Gibiat V (2017) Moisture content monitoring in glulam structures by embedded sensors via electrical methods. *Wood Science and Technology*.

SETRA (2006) Les ponts en bois : Comment assurer leur durabilité, Guide technique du SETRA (Service d'études technique des routes et autoroutes), 123 pages