



**HAL**  
open science

## Impact des variations climatiques sur la durée de vie des poutres entaillées de sapin blanc (*Abies Alba Mil*) et de Douglas (*Pseudotsuga Menziesii*): étude expérimentale

Martian Ella Asseko, Claude Feldman Pambou Nziengui, Rostand Moutou Pitti, Eric Fournely, Joseph Gril, Gaël Godi

### ► To cite this version:

Martian Ella Asseko, Claude Feldman Pambou Nziengui, Rostand Moutou Pitti, Eric Fournely, Joseph Gril, et al.. Impact des variations climatiques sur la durée de vie des poutres entaillées de sapin blanc (*Abies Alba Mil*) et de Douglas (*Pseudotsuga Menziesii*): étude expérimentale. 7<sup>èmes</sup> Journées GDR Bois, GDR Bois, Nov 2018, Cluny, France. hal-01910542

**HAL Id: hal-01910542**

**<https://hal.science/hal-01910542v1>**

Submitted on 1 Nov 2018

**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.

## **Impact des variations climatiques sur la durée de vie des poutres entaillées de sapin blanc (*Abies Alba Mil*) et de Douglas (*Pseudotsuga Menziesii*) : étude expérimentale**

ASSEKO ELLA Martian<sup>1</sup>, PAMBOU NZIENGUI Claude Feldman<sup>1, 2</sup>, MOUTOU PITTI Rostand<sup>2, 3</sup>, Eric FOURNELY<sup>2</sup>, GRIL Joseph<sup>2</sup>, Gaël GODI<sup>2</sup>.

<sup>1</sup>Ecole Nationale des Eaux et Forêts (ENEF), Libreville, Gabon.

<sup>2</sup>Université Clermont Auvergne (UBP-IP), Clermont-Ferrand, France.

<sup>3</sup>CENAREST, IRT, Libreville, Gabon.

[martianenefgabon@gmail.com](mailto:martianenefgabon@gmail.com)

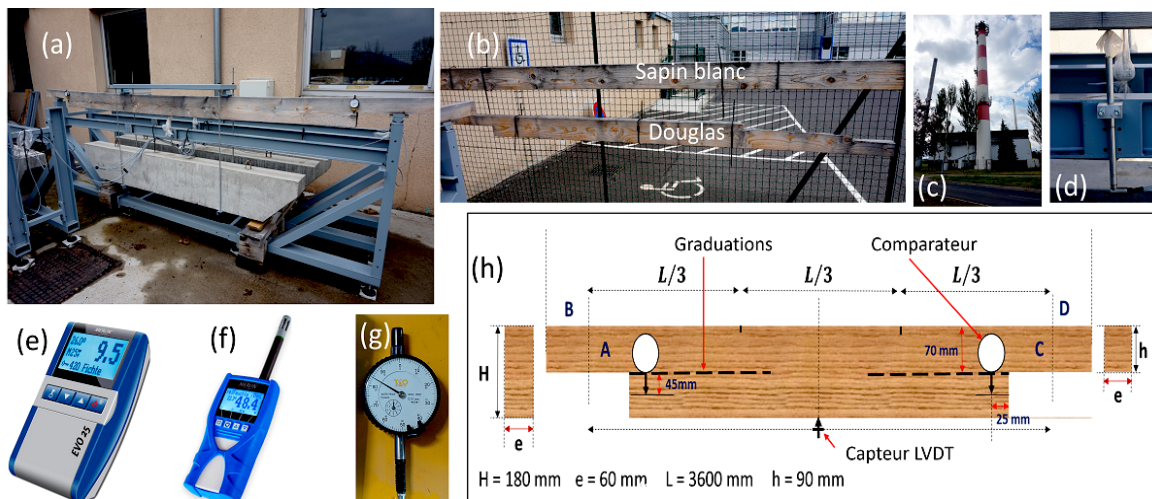
**Mots clefs :** Fissuration ; flexion 4 points ; poutres entaillées ; déflexion ; ambiance extérieur

### **Contexte objectifs**

Dans leur utilisation en structure, les poutres en bois sont soumises, à des sollicitations mécaniques et environnementales qui ont des effets limitant sur leur durée de vie. En effet, la littérature montre que ce couplage amplifie, dans le temps, le vieillissement du bois (Manfoumbi, 2012 ; Saifouni, 2014) et donc de la structure elle-même, en affectant considérablement les propriétés mécaniques du bois utilisé. La majorité des campagnes expérimentales réalisées, pour mettre en évidence l'impact, de ce couplage, sur des poutres de bois, présente des essais de fluage des poutres non entaillées en flexion 4-points (Randriambololona, 2003 ; Merkeb, 2006). Ce travail associe : les processus de fissuration du bois (initiation et propagation des fissures), des variations climatiques et du chargement mécanique. L'objectif étant de mettre en évidence, sur la base des essais de fluage réalisés, le comportement thermo-hygro-mécanique des poutres préalablement entaillées de Sapin et de Douglas jusqu'à leur rupture. Les résultats prennent en compte des données obtenues sur une période de 3 mois sur des poutres chargées en ambiance extérieur, depuis 2 ans (Tran et al.2018).

### **Matériels et méthodes**

Le dispositif expérimental est constitué d'un banc d'essais de fluage de flexion 4 points (Fig. 1a), sur lequel des poutres entaillées de Sapin blanc (*Abies Alba Mil*, S12) et de Douglas (*Pseudotsuga Menziesii*, D6) ont été chargées, de façon permanente, en flexion 4 points avec des blocs en béton (Fig. 1a). Des poutres témoins (Fig. 1b) de douglas (D0) et de sapin (S0), placées dans la même enceinte permettent de suivre, via un humidimètre (Fig. 1e), l'évolution de l'humidité interne dans les poutres. Chaque poutre, testée, est pourvue d'un capteur LVDT (Fig. 1d et 1h), placé à mi travée, servant à suivre l'évolution dans le temps de la flèche. Deux comparateurs étanches (Face A et Face C de la poutre, Fig. 1g et 1h) pour suivre l'évolution des ouvertures des fissures. Un trait gradué, de 1cm d'incrément, reliant les deux fonds d'entaille et placés sur tout le long des poutres, permet de suivre l'évolution dans le temps de la pointe de fissure, apparue (Fig. 1h). Le suivi de l'évolution des paramètres climatiques (Température T, Humidité Relative HR) se fait de deux manières différentes : une prise de données manuelles, grâce à un thermo-hygromètre (Fig. 1f) et une prise de donnée automatique grâce au laboratoire de physique et de météorologie (Lamp) de l'université de Clermont-Ferrand, dont les installations se trouvent 200m du site d'essai (Fig. 1c).



**Fig. 1 :** Dispositif expérimentale : (a) poutre de Douglas en essai de fluage(b) ; poutres témoins (c) dispositif de contrôles des données climatique de Lamp (d) ; capteur LVDT (e) ; humidimètre (f) ; thermo hygromètre (g) ; comparateur (h); Types des poutres testées.

Le Tab.1 présente les moyennes des paramètres climatiques, des données prélevées durant la période d'étude.

**Tab.1 :** Moyennes des paramètres climatiques relevés manuellement et automatiquement.

	Température (°C)		Humidité relative (%)	
	T <sub>manuelle</sub>	T <sub>automatique</sub>	HR <sub>manuelle</sub>	HR <sub>automatique</sub>
Moyenne	19,44±7,47	15,13±5,57	50,14±19,39	57,73±16,3

## Résultats et discussions

Les Fig. 2 et 3, présentent respectivement, les effets des variations de l'humidité interne (HI), relevée sur les poutres témoins (D0 et S0), sur la déflexion des poutres D6 et S12. Les pics de HI importants observés sur les deux figures sont dus à des périodes d'humidification excessive (pluie). Sur ces différentes courbes on observe que la déflexion (F) augmente avec un léger temps de latence (zones encerclées Fig.2 et Fig.3) pendant les phases d'humidification et diminue lors d'une déshumidification. Le léger temps de latence observé sur la déflexion des poutres après une variation hydrique peut s'expliquer par les effets de diffusion consécutifs à la taille relativement importante des poutres. En effet, il faudrait un certain temps pour que les effets des variations hydriques puissent avoir un impact sur la déflexion des poutres.

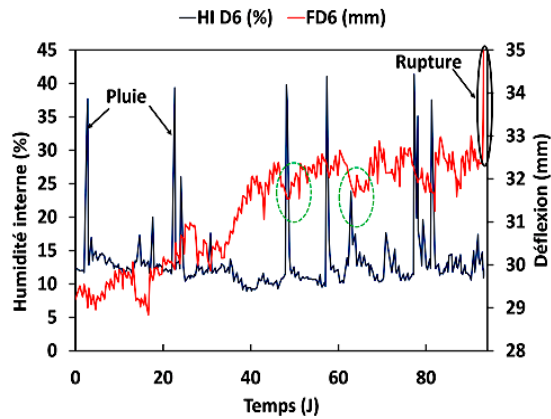


Fig. 2 : impact de l'humidité sur la déflexion poutre de Sapin blanc

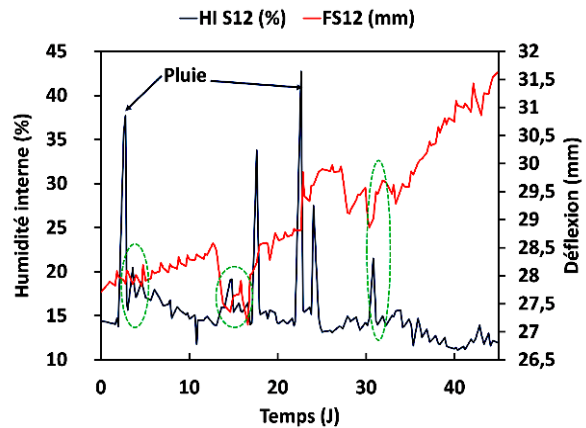
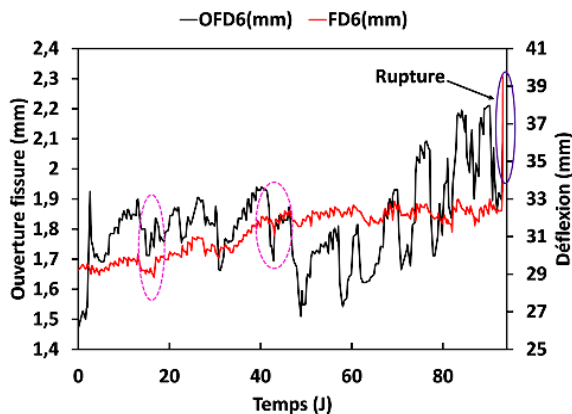


Fig. 3 : Impact de l'humidité sur la déflexion poutre de Douglas

Les Figures 4 et 5 suivantes, présentent le comportement des flèches des poutres D6 et S12 en fonction des ouvertures des fissures et de la propagation des fissures. Les courbes des ouvertures et des longueurs des fissures ont été obtenues en considérant la valeur moyenne des données relevées par les comparateurs et les traits gradués placés sur chaque poutre. On remarque sur la Fig.4 qu'il y'a une forte corrélation entre l'évolution de l'ouverture de la fissure et la flèche comme le montrent les zones encerclées. Sur la Fig.5 on observe que la propagation de la fissure influence fortement l'évolution de la déflexion de la poutre où on remarque en effet qu'à chaque départ de fissure, pendant les phases de séchage et certaines phases d'humidification (zones encerclées) que la déflexion des poutres augmente également, ce qui accroît le risque de rupture. Les départs de fissures observés pendant les phases d'humidification peuvent être attribués aux effets du chargement mécanique.



FFig. 4 : impact de l'ouverture de la fissuration sur la déflexion

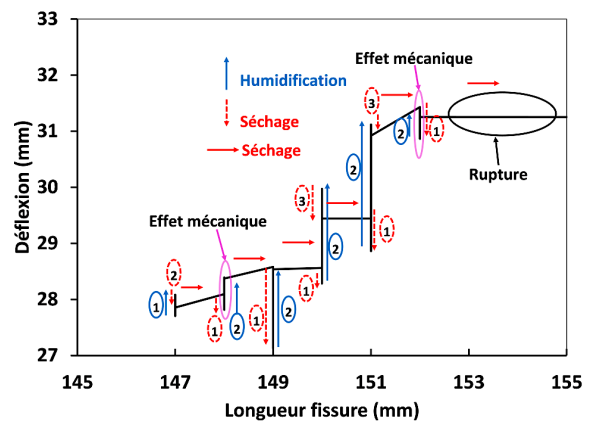


Fig. 5 : impact de la propagation de la fissure sur la déflexion

## Conclusion et perspectives

Le but de ce travail était de mettre en évidence via une étude expérimentale les effets du comportement thermo hydromécanique sur la déflexion des poutres entaillées en ambiance extérieur. Les résultats obtenus pour cette étude, montrent que lors des phases d'humidification, sous chargement mécanique constant, il y'a une augmentation de la déflexion des poutres. Il est apparu aussi que le processus de fissuration accentue également l'évolution de la déflexion, ce qui multiplie les risques de rupture des poutres. À l'avenir, il serait intéressant de proposer

un modèle analytique de ce type d'études capable de prédire le comportement du bois en ambiance non contrôlé. Des meilleurs résultats pourraient également être obtenus si l'on parvient à relever l'humidité interne directement sur les poutres testées.

### **Remerciements**

Les auteurs remercient l'ANR pour le financement du projet ANR JCJC CLIMBOIS N° 13-JS09-0003-01, le pôle de compétitivité ViaMéca pour sa labélisation, le laboratoire de Météorologie Physique de l'OPGC pour la transmission des données climatiques, la Scierie du Forez via l'association Auvergne Promobois pour la fourniture des poutres, et enfin le projet PEPS Ingénierie verte « RUMO » pour le soutien financier.

### **Références**

Manfoumbi Boussougou. N., Sauvat N, Dubois F. (2012). Experimental decoupling of wood elements under variable mechanic and hydro loads. *European Journal of Environmental and Civil Engineering* 16(10):1168-1186

Merkeb., S. (2006). Modélisation des structures en bois en environnement variable. Thèse de doctorat. Université de limoges

Randriambololona. H, (2003), Modélisation du comportement du diffère du bois en environnement variable. Thèse de doctorat. Université de Limoges.

Saïfouni O., Destrebecq JF., Froidevaux J., Navi P. (2016) Experimental study of the mechanosorptive behaviour of softwood in relaxation. *Wood Science and Technology*, 50(4): 789-805

Tran TB., Bastidas-Arteaga E., Aoues Y., Pambou Nziengui CF., Hamdi S.E., Moutou Pitti R., Fournely E., Schoefs F., Chateauneuf A. (2018) Reliability assessment and updating of notched timber components subjected to environmental and mechanical loading. *Engineering Structures* 166: 107–116