DES PRODUITS BOIS SANS COLLE POUR LA CONSTRUCTION DE DEMAIN : PRÉSENTATION DES TRAVAUX EN COURS DU PROJET AFTB

VAN-DIEM THI – UNIVERSITÉ DE LORRAINE

JOURNÉES RÉGIONALES DE LA CONSTRUCTION BOIS
Nouvelle-Aquitaine 2018

JOURNÉES RÉGIONALES DE LA CONSTRUCTION BOIS
Nouvelle-Aquitaine 2018

Contexte / Objectif

Interreg North-West Europe
Adhesive Free Timber Buildings
European Regional Development Fund

→ Contexte environemental marqué par les besoins de réduction des GES

→ Besoin grandissant d'éco-conception / éco-construction

→ Réduction des matériaux d'origine fossile et allégement de structures

→ Croissance rapide de l'utilisation du bois lamellé-collé (BLC) et du CLT (5M m3 dans l'EU en 2014)

=> Utilisation de colles toxiques : 1 m3 de BLC = 5kg PRF et 1kg MUF

→ Future réglementation européenne du bâtiment sur l'ACV

Objectif :

→ Dévelopement de produits d'ingénierie bois sans colle (100% recyclables)

→ Performances équivalentes aux systèmes traditionels (collés):

- Résistance mécanique
- Confort vibratoire
- Sécurité incendie
- ACV (analyse de cycle de vie)

Avec le soutien de :
Région Nouvelle-Aquitaine · Préfet de la Région Nouvelle-Aquitaine · EDF Entreprises · FBR France Bois Régions · France Bois Forêt Interprofession Nationale · CODIFAB · VIA

Les Journées Régionales de la Construction Bois Nouvelle-Aquitaine reçoivent le soutien de partenaires professionnels :
pro clima · aphélie · Cosylva · Owatrol Pro · Rullier Bois · SMABTP

Contexte / Objectif

→ Les retombées

Réduire les GES

Créer de la valeur ajoutée

Réduire les déchets

Améliorer la qualité de l'air

JOURNÉES RÉGIONALES DE LA CONSTRUCTION BOIS
Nouvelle-Aquitaine 2018

Le projet AFTB

Interreg North-West Europe
Adhesive Free Timber Buildings
European Regional Development Fund

Projet Européen Interreg – Coût total €4,8 M
Financement ERDF : €2,88 M

→ Six partenaires de l'Europe du Nord-Ouest

THEMATIC PRIORITY:

RESOURCE & MATERIALS EFFICIENCY

LEAD PARTNER

UNIVERSITY OF LIVERPOOL

PROJECT PARTNERS

NUI Galway
OÉ Gaillimh

TECHNISCHE UNIVERSITÄT DRESDEN

OFFICE ÉCONOMIQUE WALLON du BOIS

UNIVERSITÉ DE LORRAINE

LUXEMBOURG INSTITUTE OF SCIENCE AND TECHNOLOGY LIST

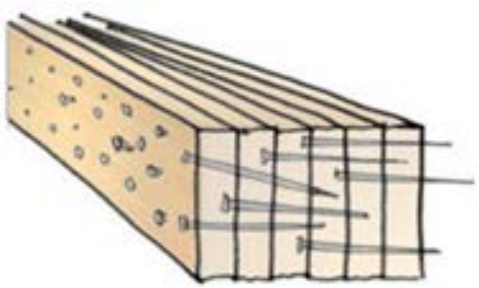
Avec le soutien de :

Les Journées Régionales de la Construction Bois Nouvelle-Aquitaine reçoivent le soutien de partenaires professionnels :

Etat de l'art

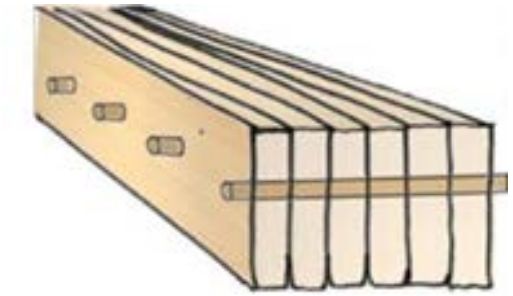
→ L'idée est très ancienne : utilisation des tourillons en bois feuillu dans les constructions anciennes

→ Concept des produits sans colle "Brettstapel"



Assemblage de lamelles par clous

1970 ⟶ 1999



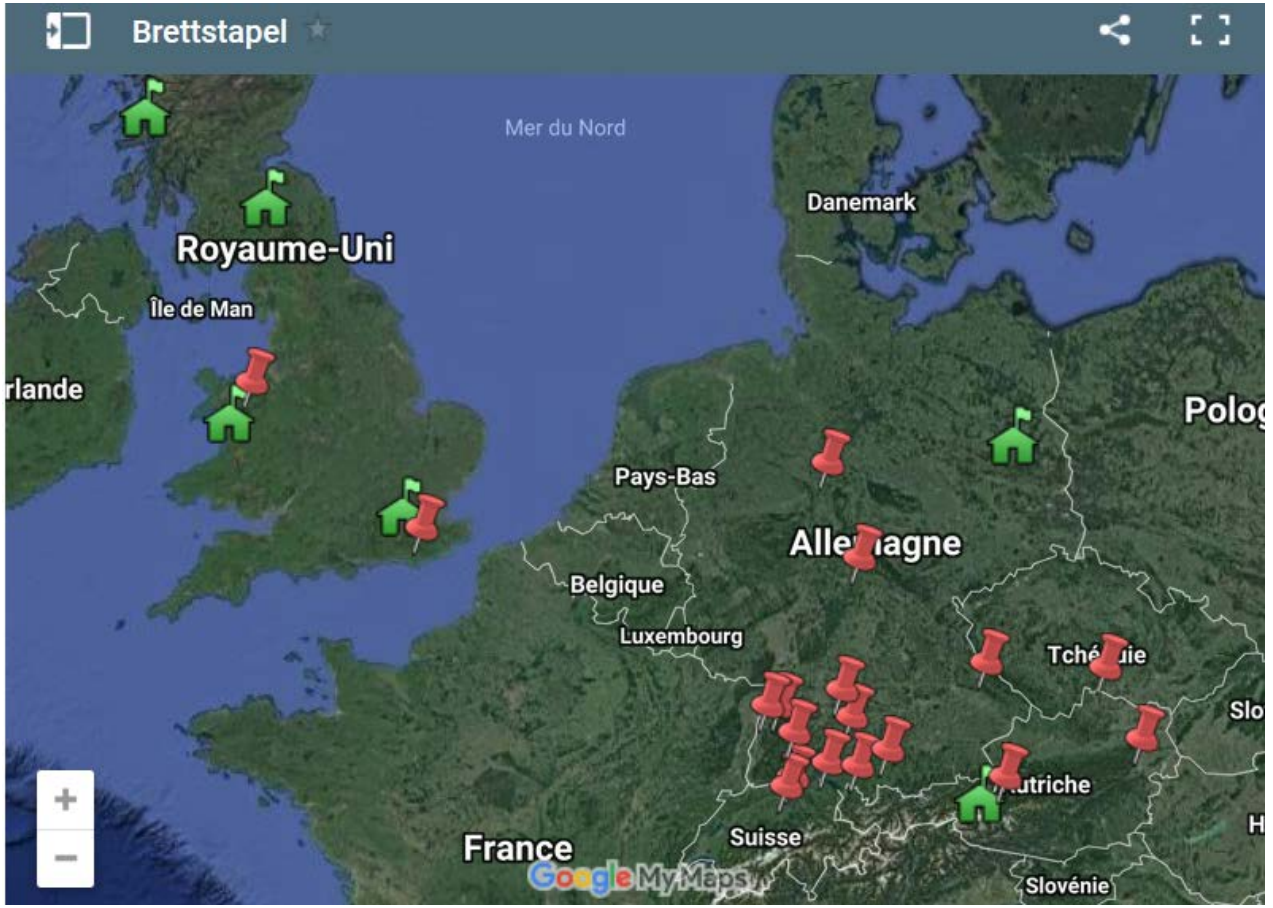
Assemblage de lamelles par tourillons en bois durs

1999 ⟶ à présent

=> Problème : perte de rigidité et fluage à long terme

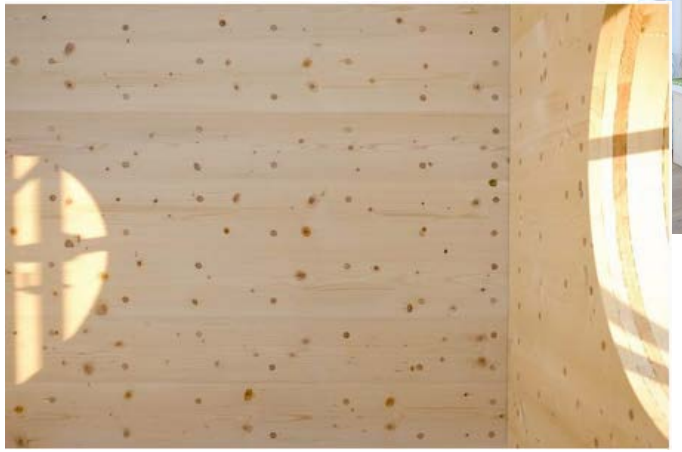
Etat de l'art

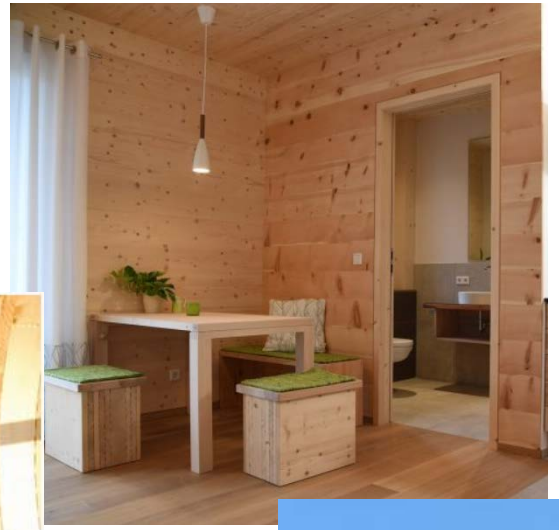
→ Plusieurs fabricants en Europe

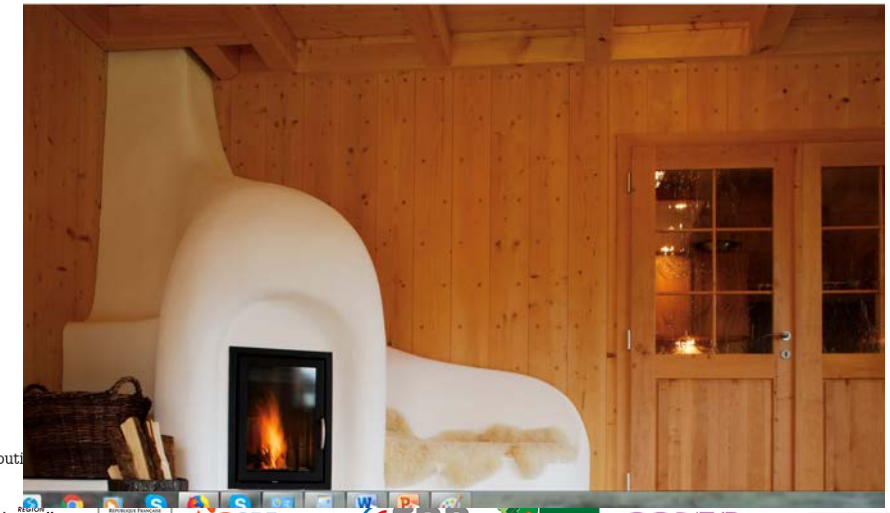


Etat de l'art

→ Plusieurs réalisations (maisons individuelles)

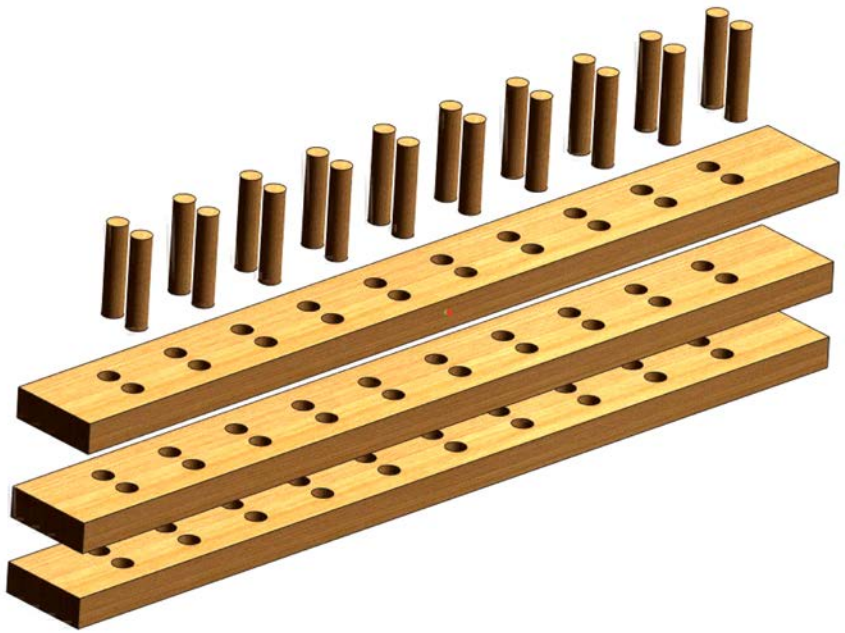






Les produits sans colle

- Poutre 1, dimensions : 70 mm x 67,5 mm x 1450 mm
- Poutre 2, dimensions : 115 mm x 157,5 mm x 3150 mm
- Poteau, dimensions : 180 mm x 180 mm x 3600 mm

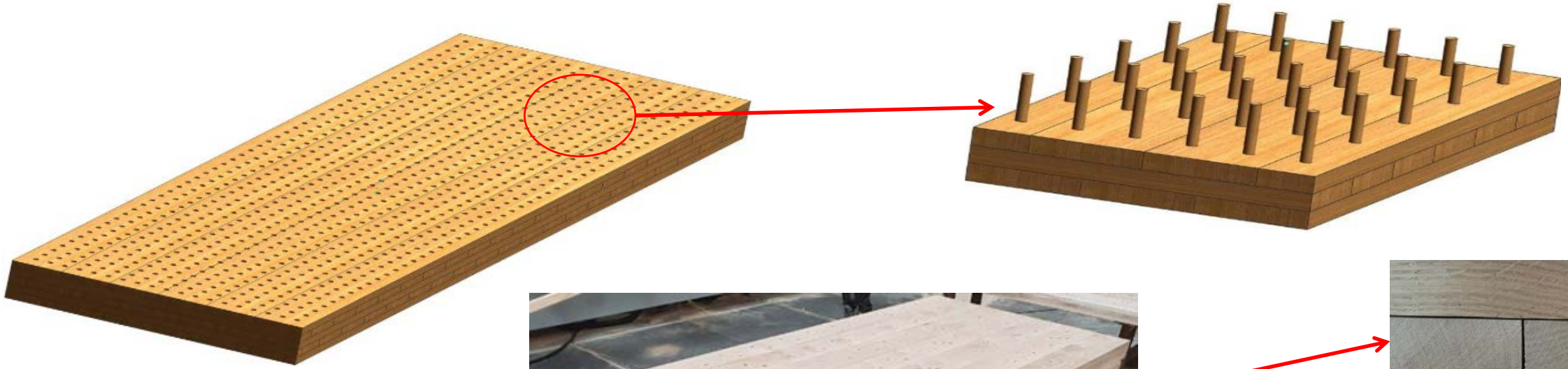


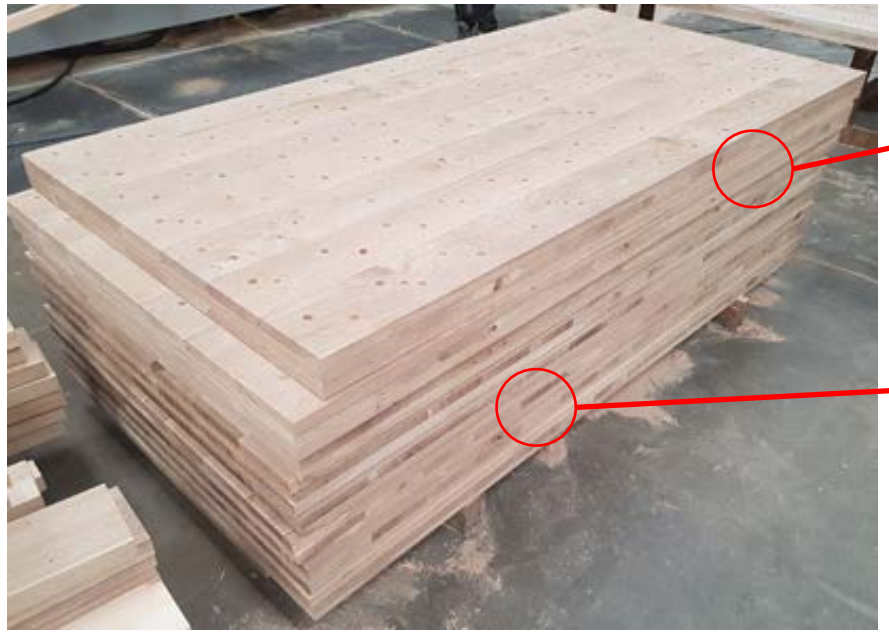
Assemblage des poutres

Poutres en bois-lamellé sans colle

Les produits sans colle

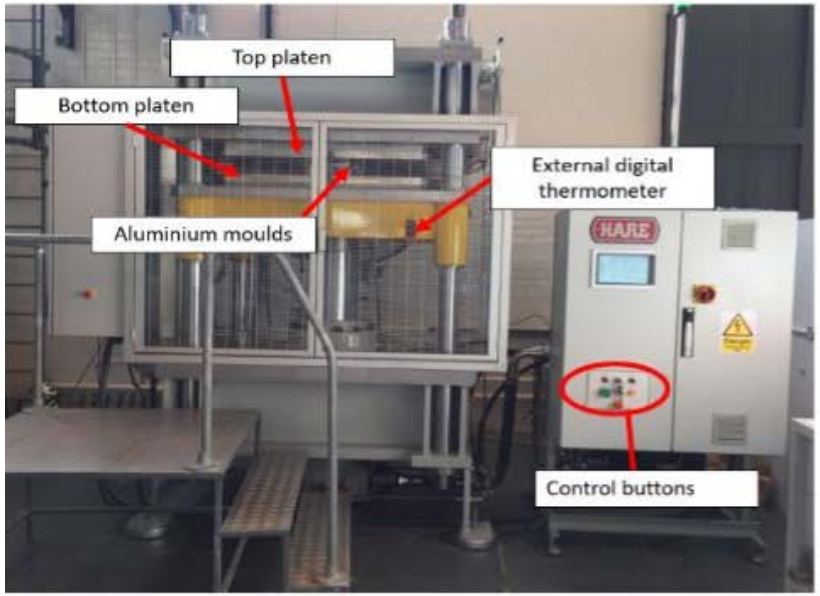
- Panneaux CLT sans colle, dimensions : 1050 mm x 75 mm x 2100 mm



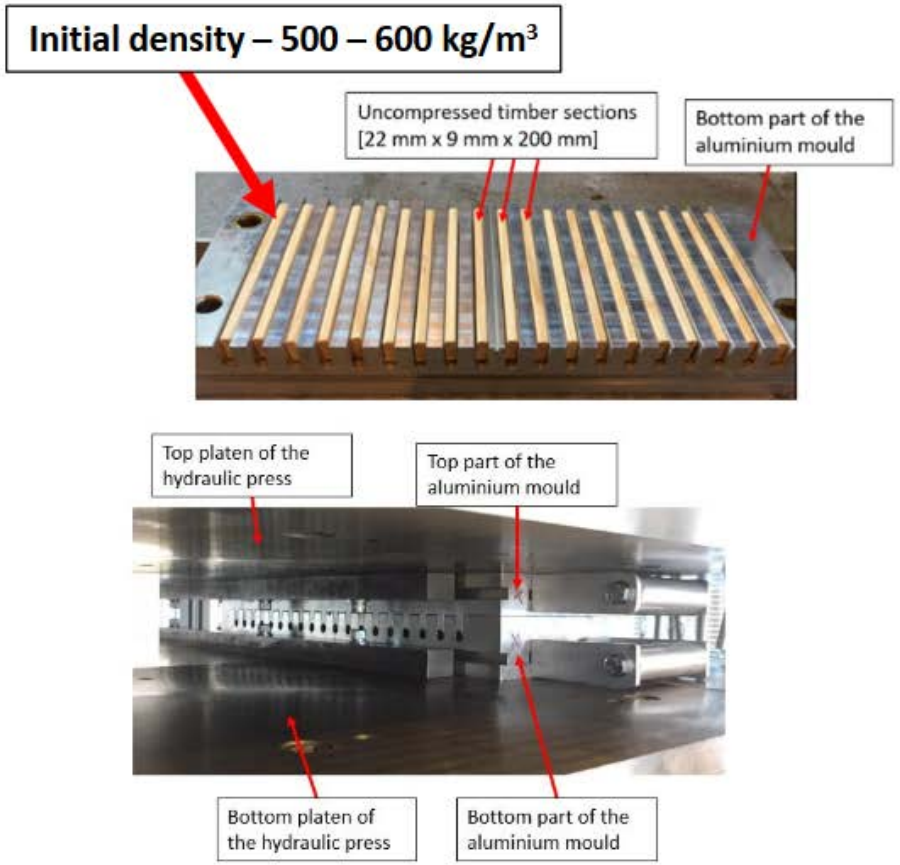


Production des goujons densifiés

- A Liverpool



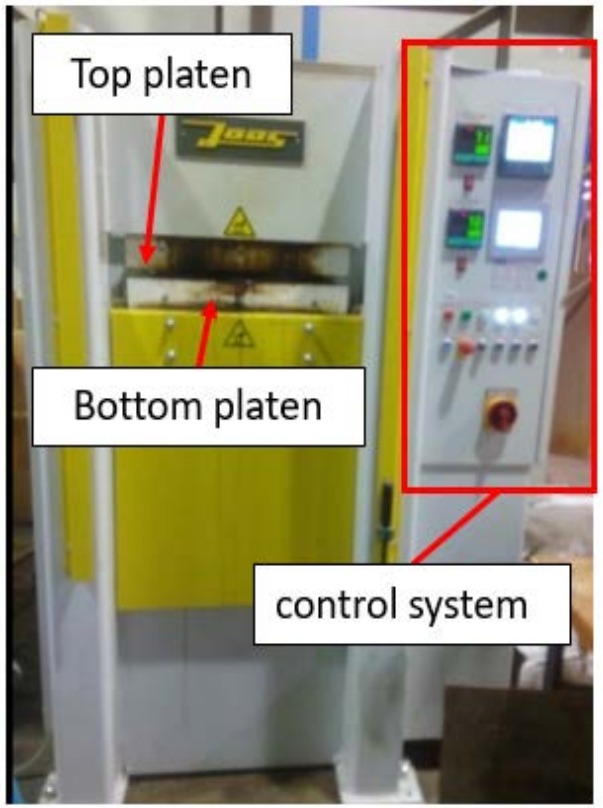
200-tonne, 400°C Hydraulic Press



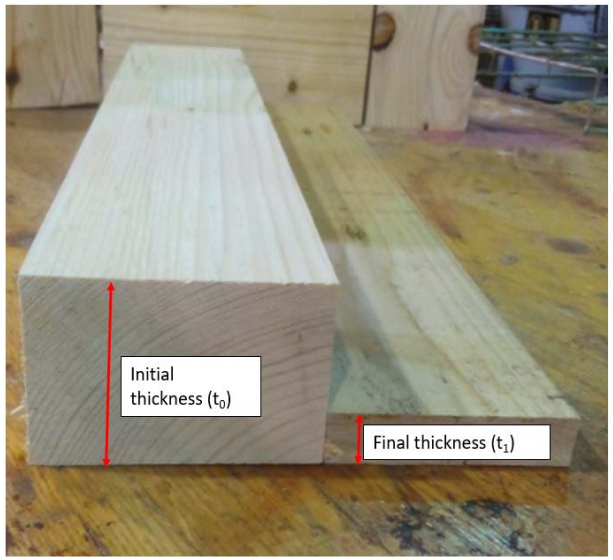
Production des goujons densifiés

Production des goujons densifiés

- En Lorraine (LERMAB)



Presse hydraulique 150 tonnes
à plateaux chauffants



$$CR\ (\%) = \frac{t_1 - t_0}{t_0} \text{x} 100$$

Les goujons en bois densifié (épicéa)

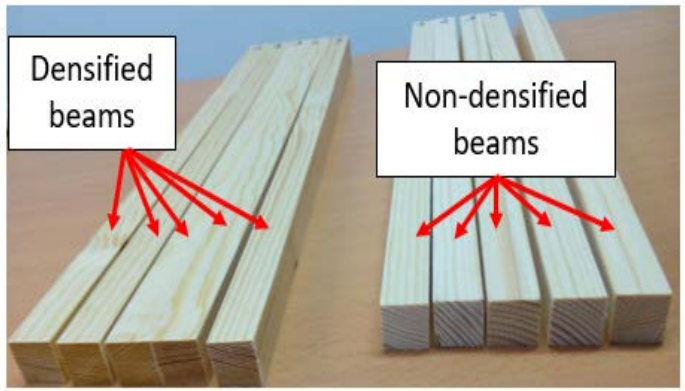
Avec le soutien de :
Les Journées Régionales de la Construction Bois Nouvelle-Aquitaine reçoivent le soutien de partenaires professionnels :

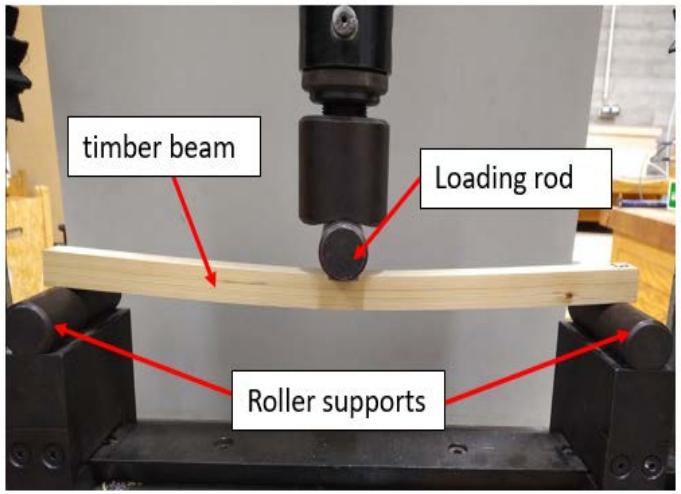
Caractérisation du bois densifié

Essais sur goujons

Test setup for three-point bending tests

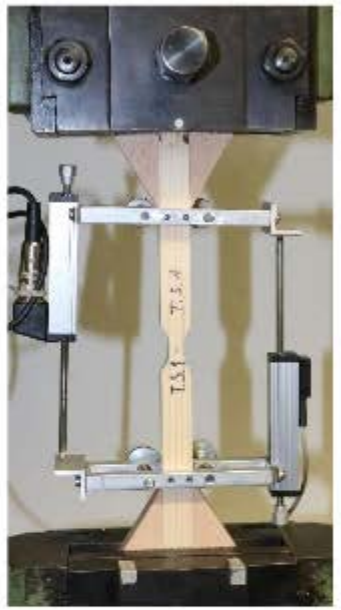
Essais sur poutres à section carrée





Caractérisation du bois densifié

→ D'autres tests de caractérisation sont en cours à l'Université technique de Dresden

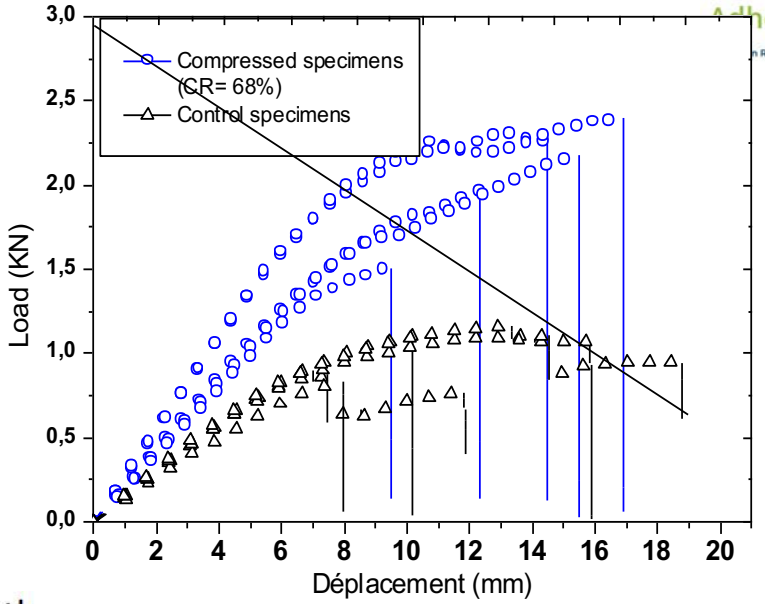


- Analyse du retour élastique après densification

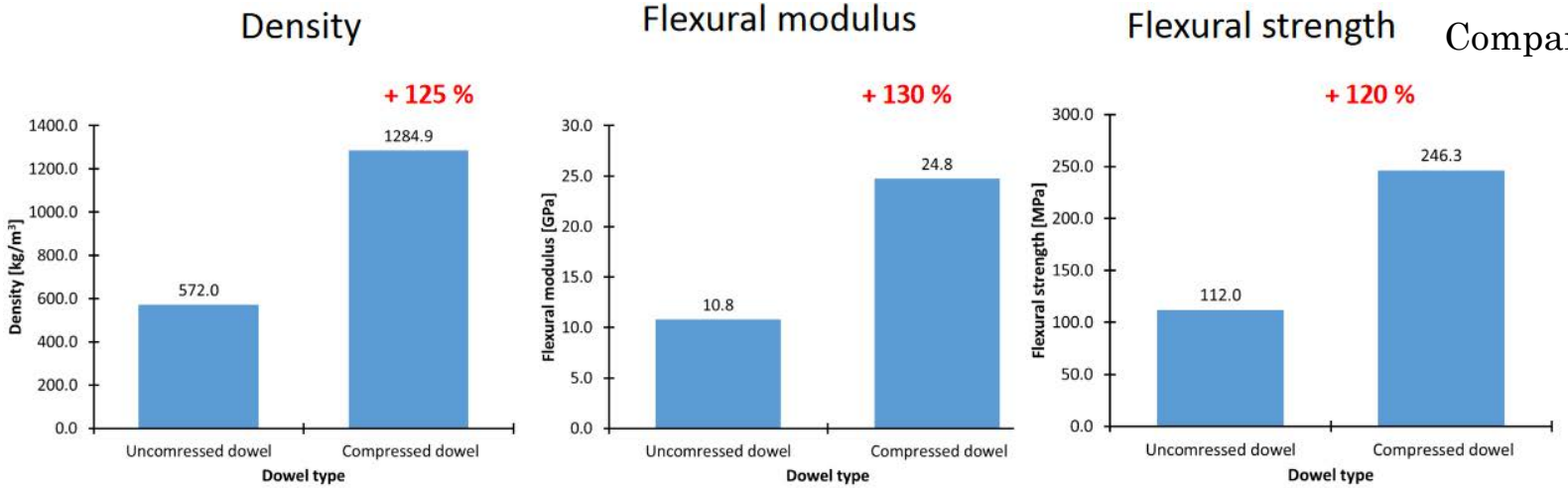
Caractérisation du bois densifié

$$MoE = \frac{1}{4b}\left(\frac{L}{h}\right)^3 \frac{F_2 - F_1}{w_2 - w_1}$$ (Module d'élasticité global)

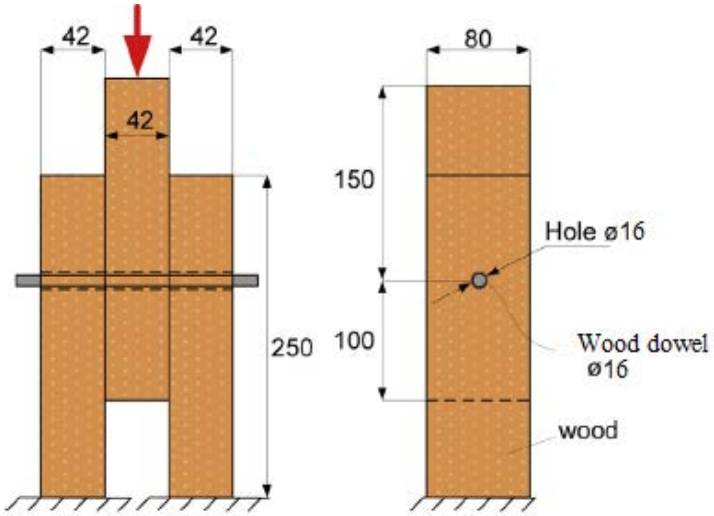
$$MoR = \frac{3}{2}\frac{F_{max}\,L}{bh^2}$$ (Module de rupture)



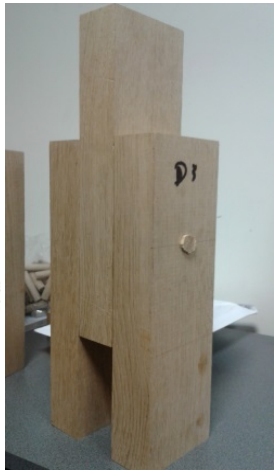
Comparaison bois densifié et non densifié

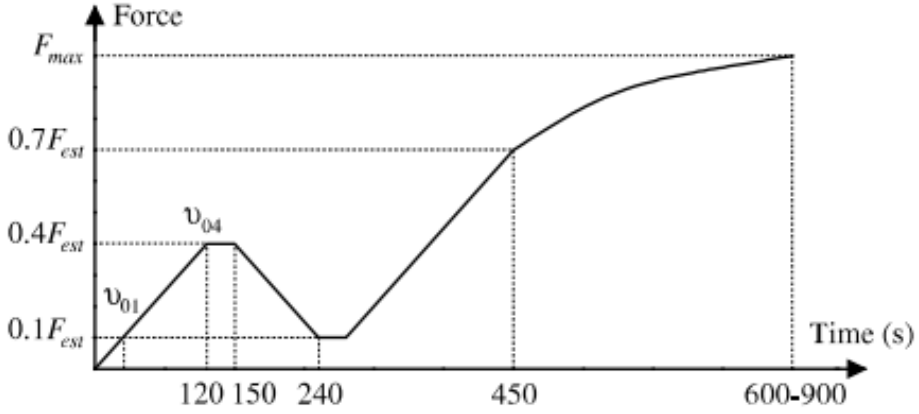


Tests de cisaillement sur assemblages

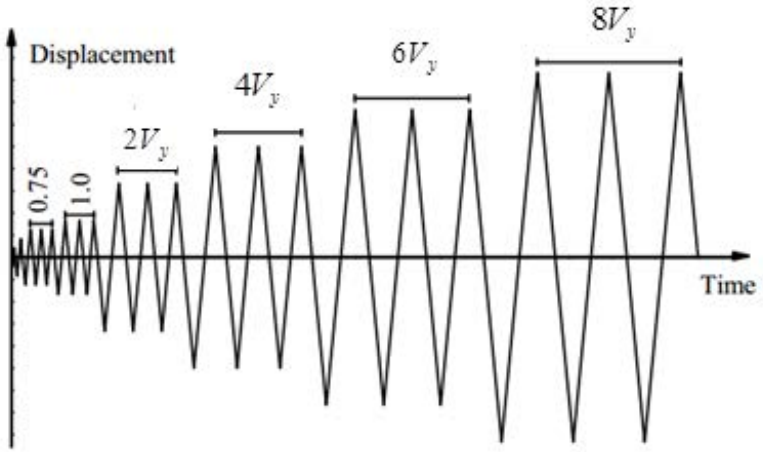


Géomértie des assemblages





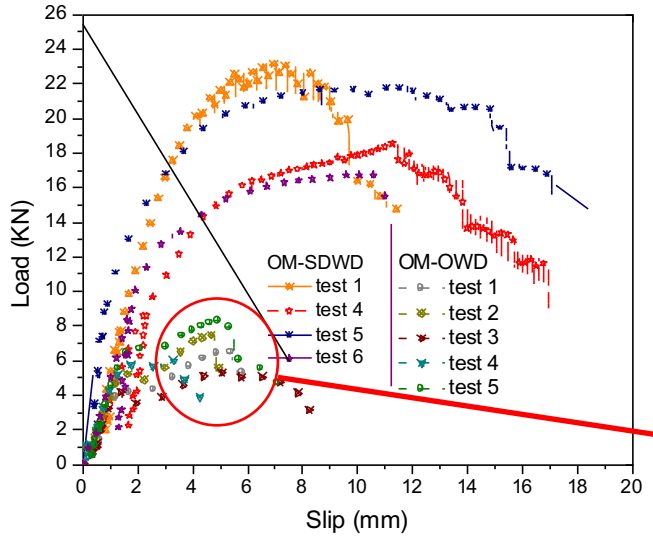
Charge monotone (EN 26891)



Charge cyclique (EN 12512)

Tests de cisaillement sur assemblages

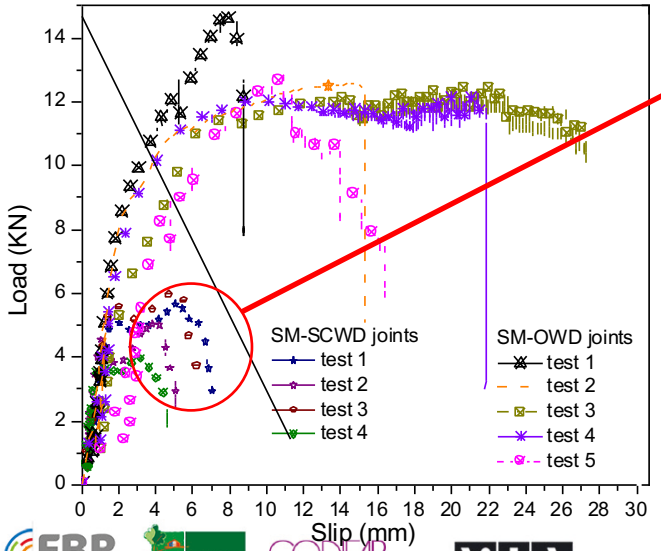
- Chêne assemblé par goujons densifiés



N°	F_{max} (kN)	K_{ser} (kN/mm)	D_u
1	23.27	7.95	4.55
2	18.57	4.10	4.69
3	21.96	10.49	8.46
4	16.77	5.68	5.21
Mean	**20.14**	**7.05**	**5.72**
CoV	14%	39%	13.5%

Goujons en chêne non densifié pour comparaison

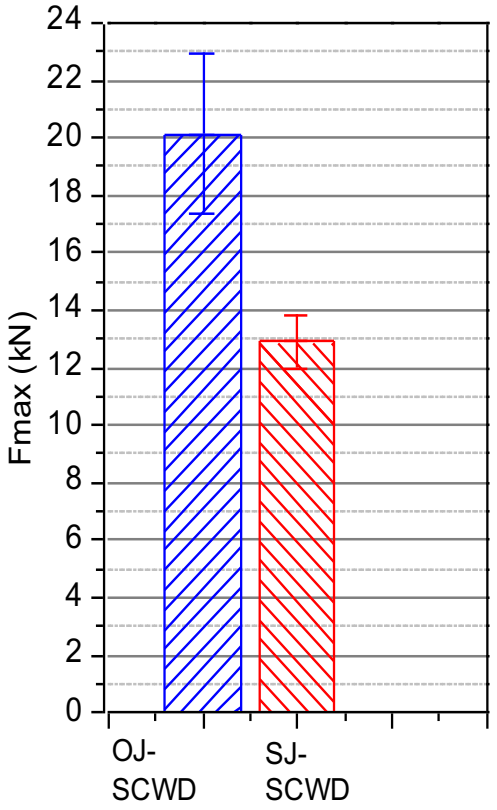
- Sapin assemblé par goujons densifiés

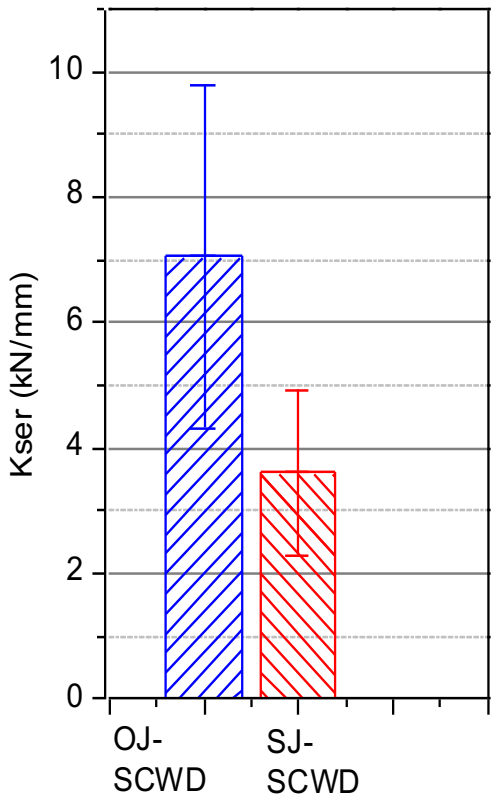


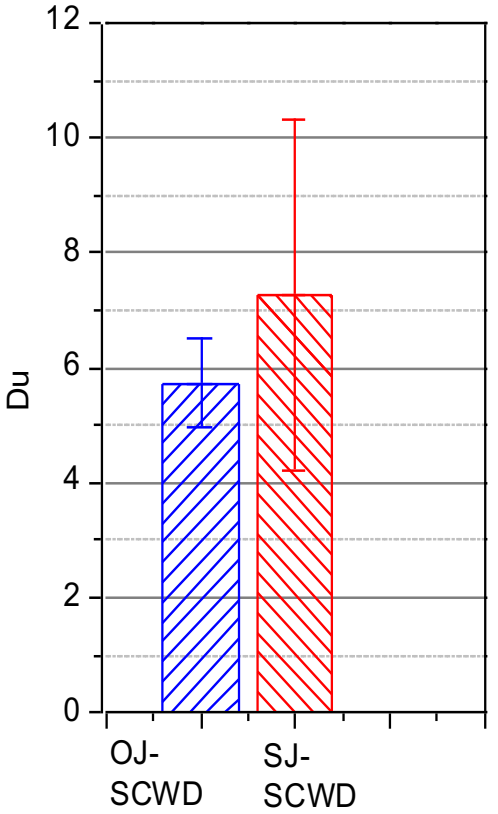
N°	F_{max} (kN)	K_{ser} (kN/mm)	D_u
1	14.65	5.52	5.00
2	12.58	4.50	7.95
3	12.46	3.00	10.02
4	12.29	3.16	9.98
5	12.87	2.10	3.21
Mean	**12.97**	**3.65**	**7.27**
CoV	7.4%	37%	42%

Avec le soutien de :
Les Journées Régionales de la Construction Bois Nouvelle-Aquitaine reçoivent le soutien de partenaires professionnels :

Tests de cisaillement sur assemblages







Assemblages équivalents avec une broche métallique

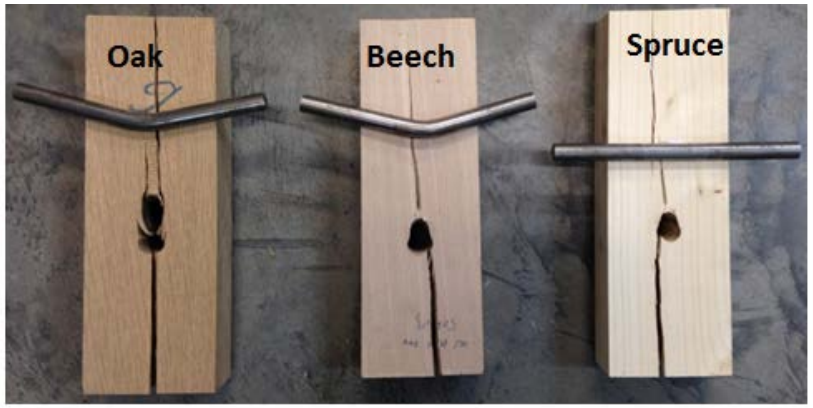
Fmax
25 kN |14 kN

Kser
15 kN/mm | 12 kN/mm

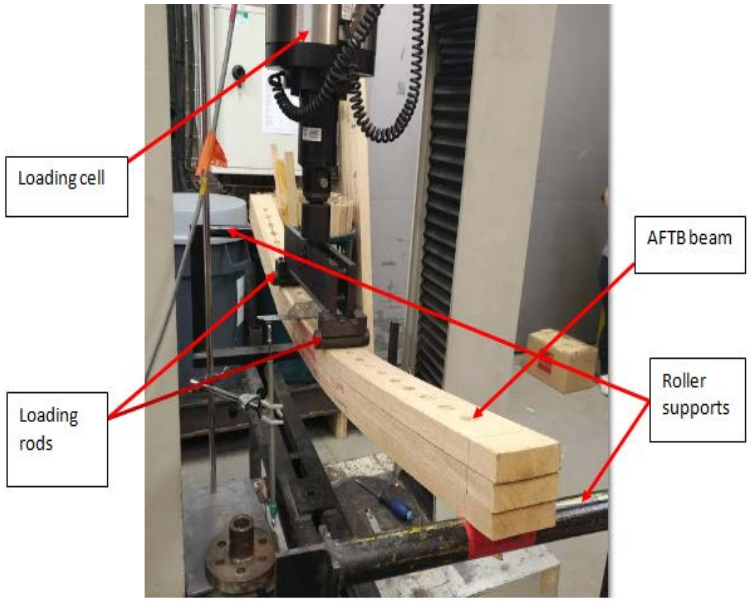
Du
9 | 12

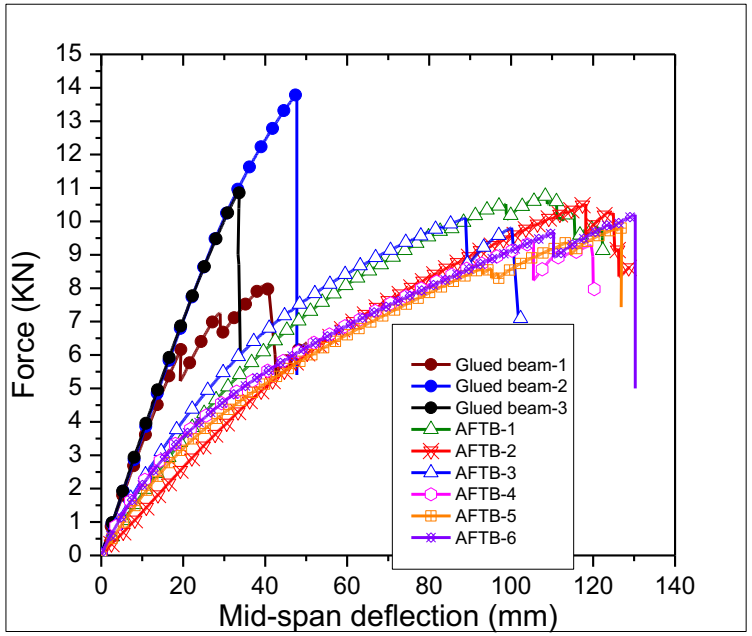
Tests de cisaillement sur assemblages

Modes de rupture observés



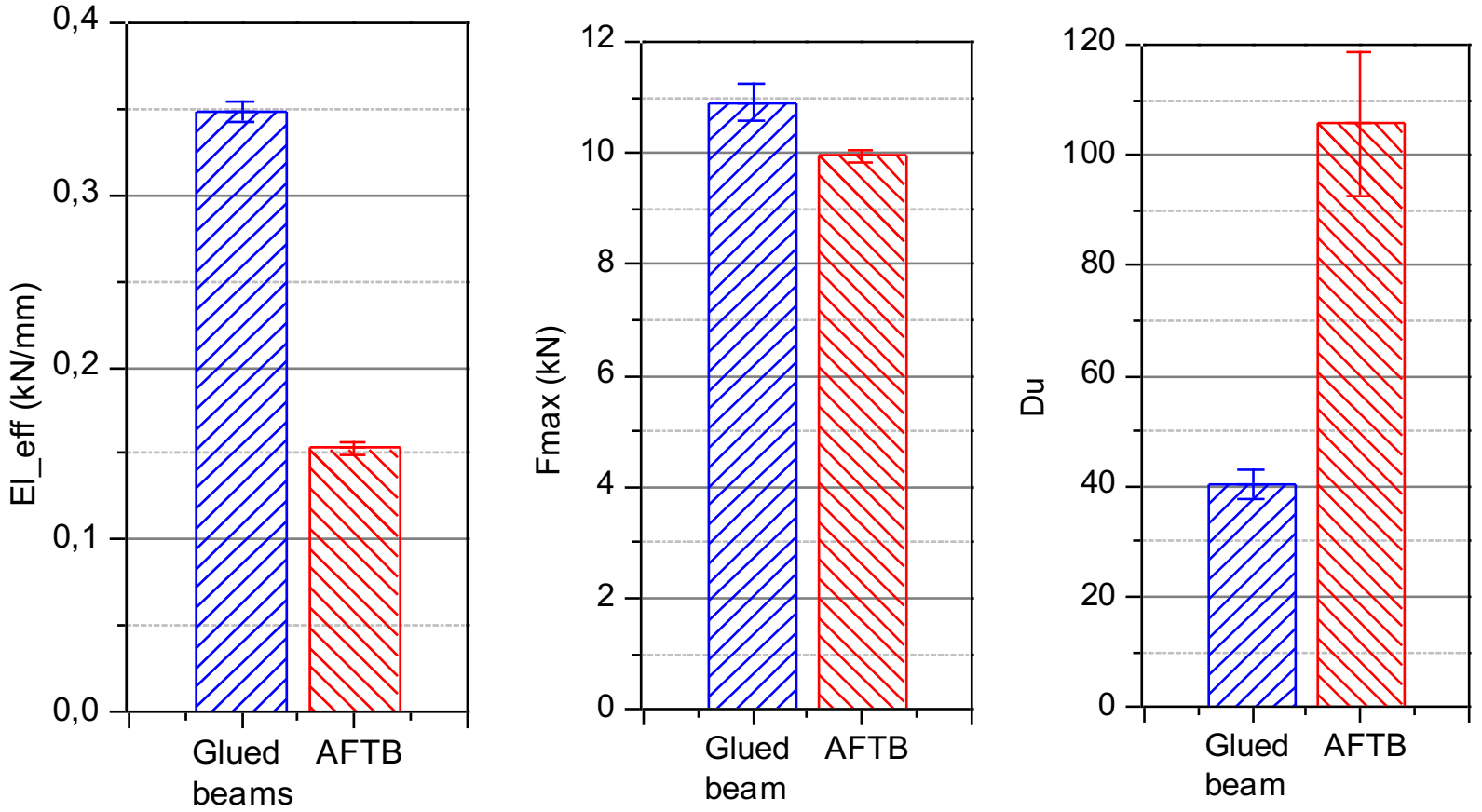
Flexion 4-points sur poutre avec goujons





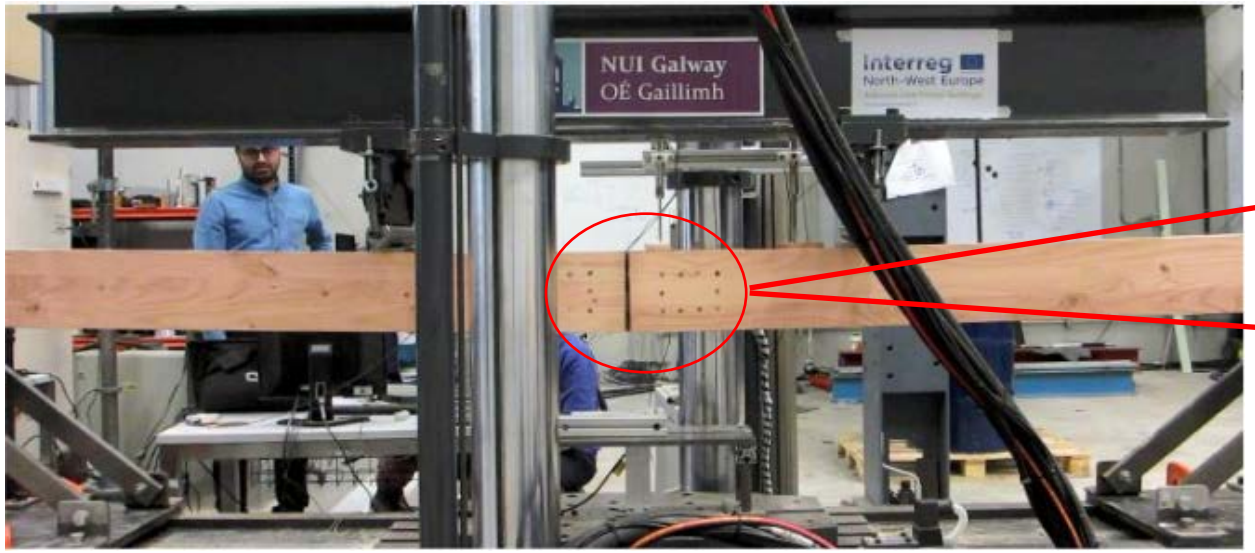
Les modes de rupture (traction + cisaillement des goujons)

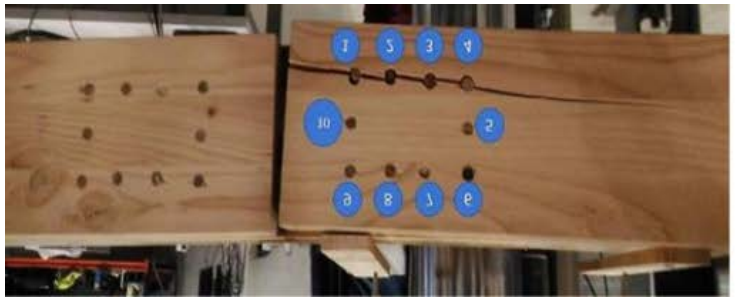
Flexion 4-points sur poutre avec goujons

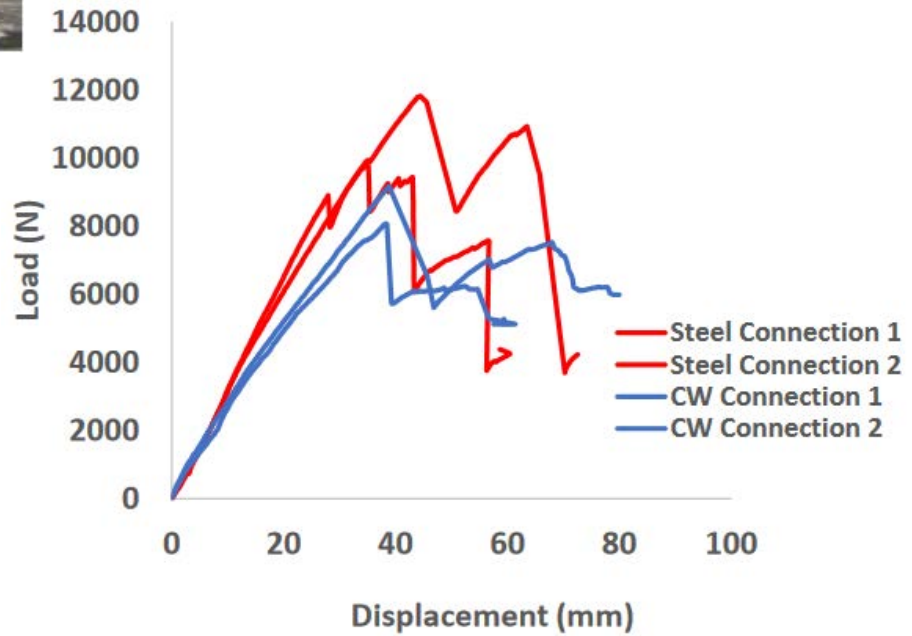


Comparaison des performances mécaniques

Flexion 4-points : assemblage de poutres







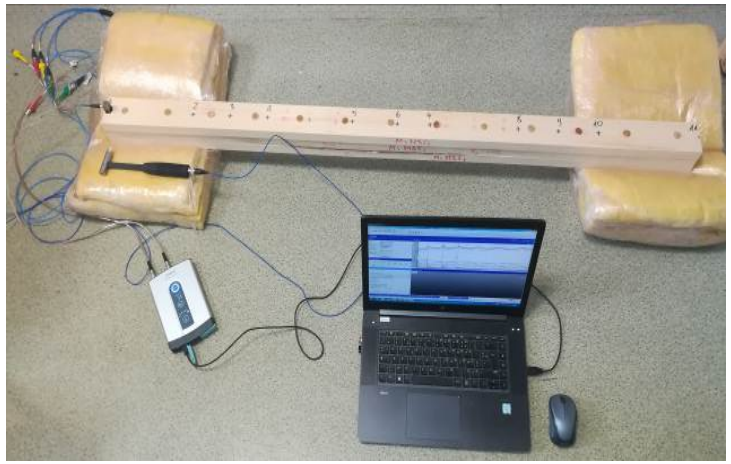
Rupture du bois en traction transversale dans les deux cas

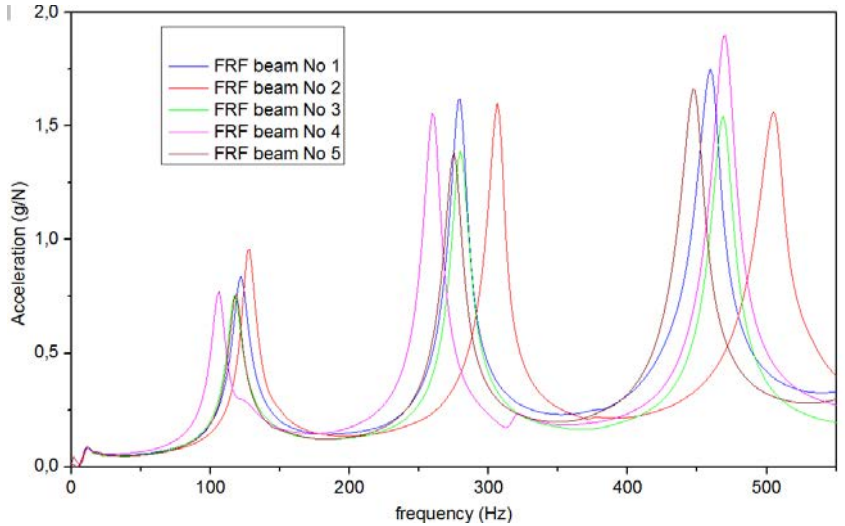
Avec le soutien de :
Région Nouvelle-Aquitaine
Préfet de la Région Nouvelle-Aquitaine
EDF Entreprises
FBR France Bois Régions
France Bois Forêt Interprofession Nationale
CODIFAB
VIA

Les Journées Régionales de la Construction Bois Nouvelle-Aquitaine reçoivent le soutien de partenaires professionnels :
pro clima
aphélie
COSYLVA
OWATROL PRO
RULLIER BOIS
SMABTP

Confort vibratoire

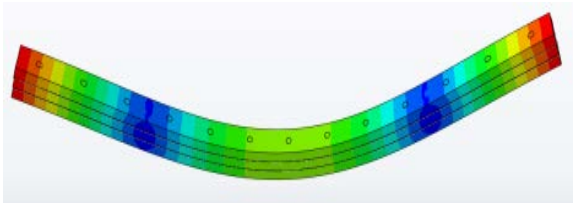
Vibration de poutres → Exigences de l'Eurocode 5

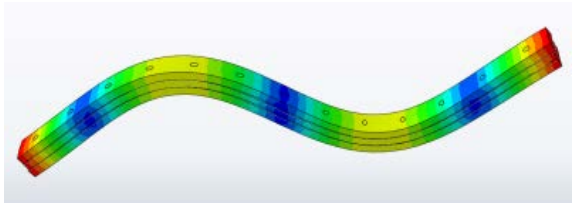


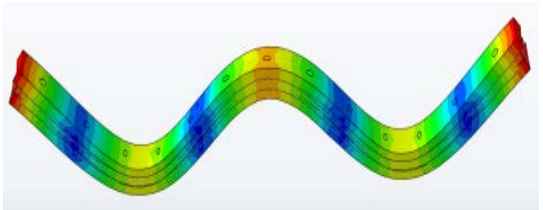


	Adhesive free beam	Glued beam
f_1	137.7 Hz	146,0 Hz
f_2	363.3 Hz	332,5 Hz
f_3	677.0 Hz	588,3 Hz

FRF of three-layer beams assembled with 27 compressed dowels

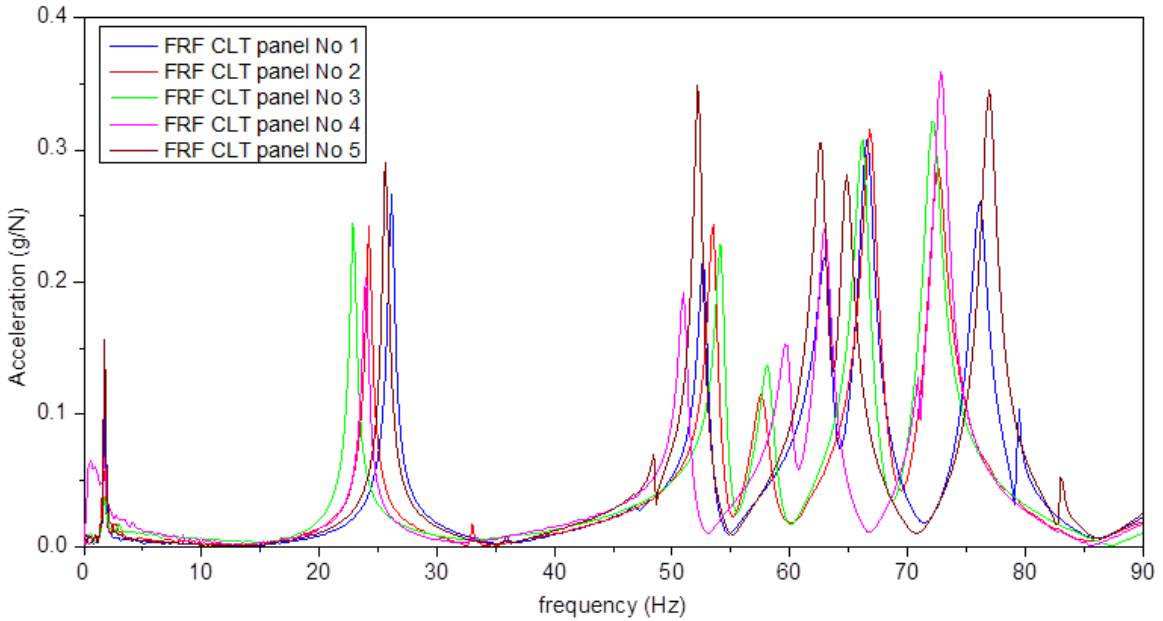






Confort vibratoire

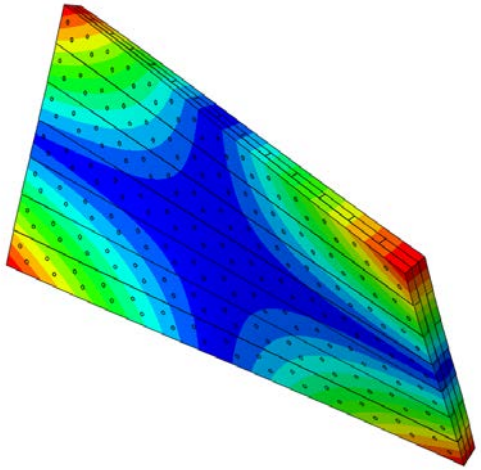
Vibration de panneaux CLT



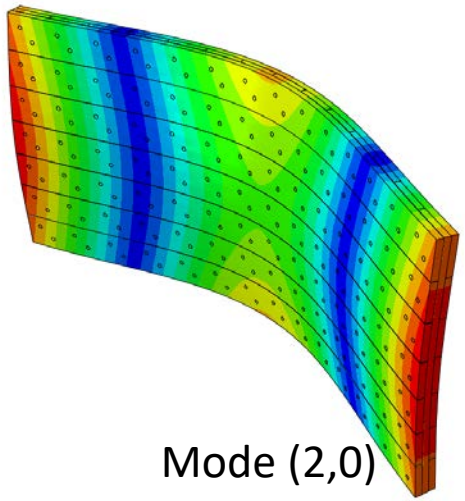
Fonctions de transfert des panneaux CLT sans colle

Confort vibratoire

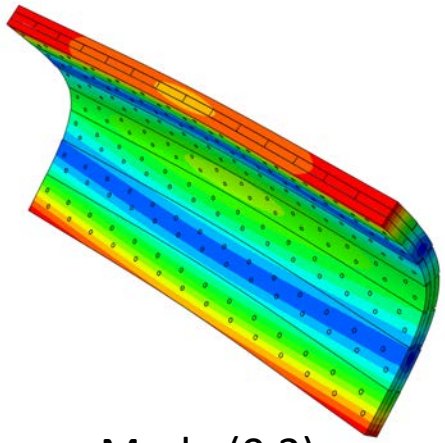
Conception par simulation numérique



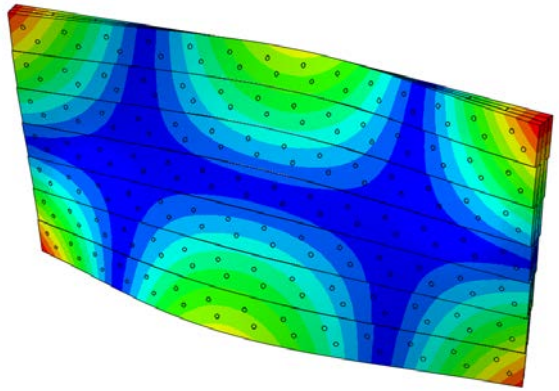
Mode (1,1)



Mode (2,0)



Mode (0,2)



Mode (2,1)

Sécurité incendie

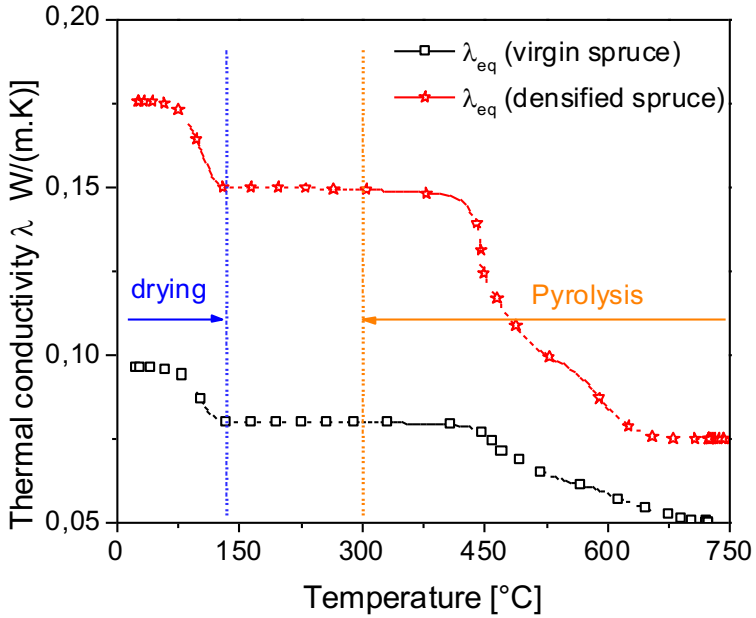
→ Des travaux sont en cours pour évaluer les performances des assemblages par goujons en bois densifié exposés au feu, par comparison aux assemblages métalliques

→ Analyse de la cinétique (pyrolyse) du bois densifié :

- Perte de masse
- Vitesse de combustion
- etc.,

Sécurité incendie

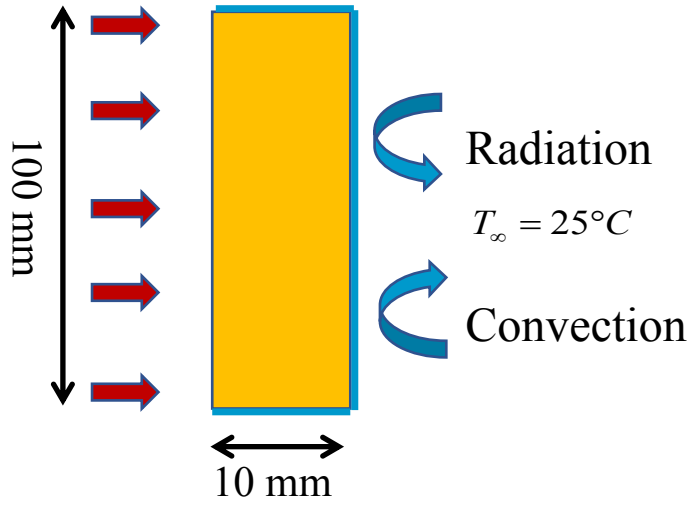
→ Résultats préliminaires de simulation numérique

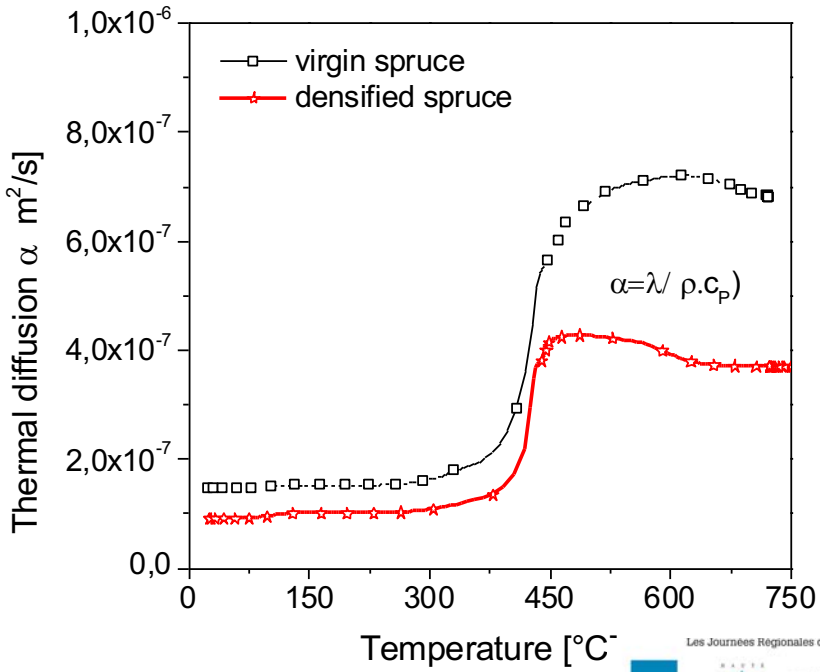


=> La conduction thermique est double

=> La diffusion thermique est faible

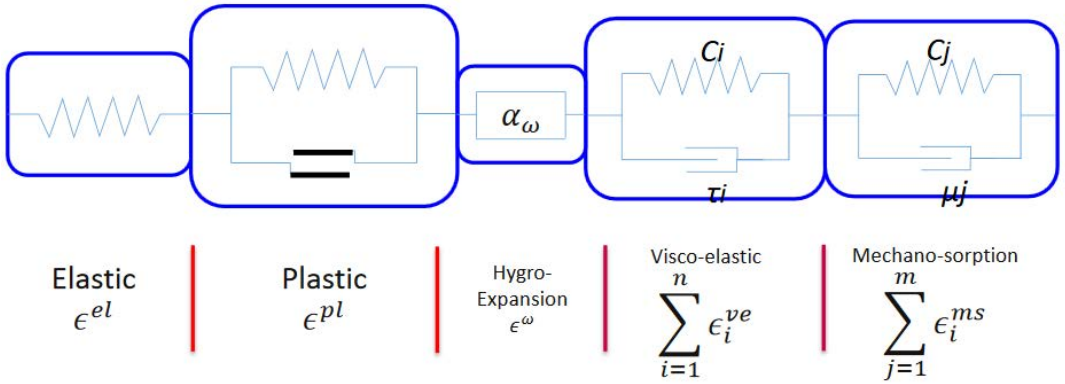
Flux de chaleur: 30°C/min jusqu'à 800°C

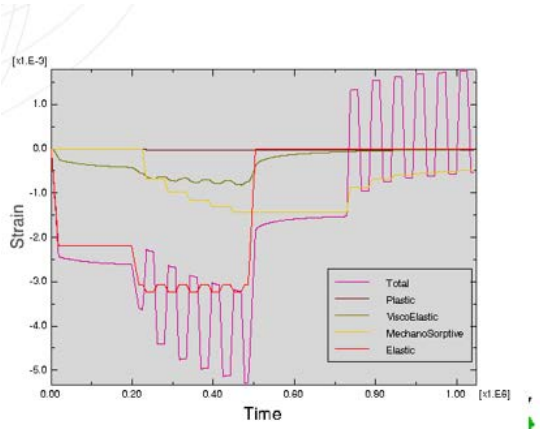


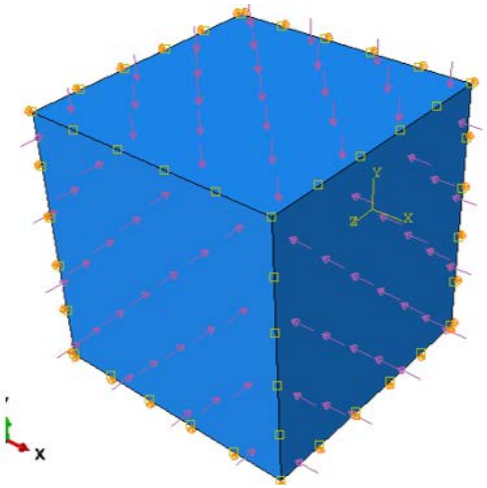


Comportement à long terme (fluage)

→ Des modèles de simulation numérique dédiés au comportement différé sont en cours de développement à l'Institut des Sciences et Technologie de Luxembourg

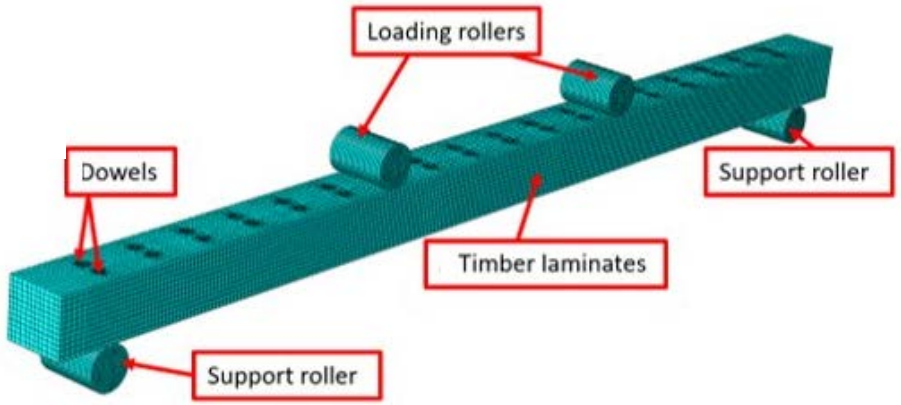






$$\epsilon = \epsilon^{el} + \epsilon^{pl} + \epsilon^{\omega} + \sum_{i=1}^{n} \epsilon_i^{ve} + \sum_{j=1}^{m} \epsilon_j^{ms}$$

$$\psi = \frac{1}{2} \varepsilon^{el} : C_0 : \varepsilon^{el} + \sum_{i=1}^{n} \varepsilon_i^{ve} : C_i : \epsilon_i^{ve} + \sum_{j=1}^{m} \varepsilon_j^{ms} : C_j : \epsilon_j^{ms} + \frac{1}{2} \sum_{l=1}^{r} q_l \, \alpha_l$$



Merci pour votre attention

Interreg
EUROPEAN UNION
North-West Europe
Adhesive Free Timber Buildings
European Regional Development Fund