
PROPOSITION DE SUJET DE THESE CSTB 2025

Propriétés mécaniques résiduelles d'éléments en bois soumis à des situations accidentelles d'incendie : Expérimentation et Modélisation

Date de début de thèse envisagée : Au plus tard le 1^{er} Octobre 2025

Possibilité de réaliser un stage de fin d'études / Master 2 avant la thèse.

Pour tout renseignement supplémentaire et faire acte de candidature : Envoyer à loic.payet@cstb.fr et sabine.care@univ-eiffel.fr un CV, une lettre de motivation, les notes de M1 et M2 (ou équivalent) et si possible un avis motivé des responsables de formation et de stage.

La sélection se fera en 2 étapes : notification des CV retenus avec un 1^{er} échange en présentiel ou visioconférence, puis entretien sur le site du CSTB pour les candidat(e)s retenu(e)s après la première étape.

Informations

Financement : acquis, CDD de 3 ans CSTB (Centre Scientifique et Technique du Bâtiment)

Lieu : Au CSTB (60%) et au Laboratoire Navier (40%) – Champs sur Marne

Adresses : CSTB, 84 avenue Jean Jaurès - Champs-sur-Marne. 77447 Marne-la-Vallée Cedex 2
<https://www.cstb.fr/groupe/implantations/marne-la-vallee>

Laboratoire Navier, Ecole Nationale des Ponts et Chaussées / Univ. Gustave Eiffel / CNRS),
6 et 8 avenue Blaise Pascal – Cité Descartes — F-77455 Marne-la-Vallée Cedex 2
<https://navier-lab.fr/>

Etablissement d'inscription : Ecole Nationale des Ponts et Chaussées – Ecole doctorale IPP

Encadrements : Au CSTB : Loïc PAYET (loic.payet@cstb.fr)

A Navier : Sabine CARE (sabine.care@univ-eiffel.fr) et Gilles Forêt (gilles.foret@enpc.fr)

Contexte de la thèse et Problématique

L'utilisation du bois dans la construction présente des atouts en termes d'enjeux environnementaux. Leur prise en compte a permis depuis quelques années de reconsidérer le bois comme un matériau avantageux dans la construction et de mettre en avant des systèmes constructifs innovants comme avec le lamellé collé ou le CLT. Son utilisation présente cependant des verrous car il est hygroscopique, ce qui nécessite de bien évaluer ses propriétés mécaniques en conditions d'usage ou dans le cas de situations accidentelles d'incendie. Par ailleurs, les méthodes de dimensionnement respectant la norme en vigueur (Eurocode 5) sont parfois trop sécuritaires faute de connaissances et ne permettent pas au bois de se positionner sur le marché à sa juste valeur.

En particulier, dans le cas des incendies de structures en bois, les sections non carbonisées peuvent être soumises à des températures élevées, jusqu'à 200°C-250°C, qui conduisent à des altérations des polymères constitutifs du bois mais aussi à des modifications de sa teneur en eau. Une meilleure connaissance des effets de l'humidité et de la température sur le comportement mécanique permettra donc de lever les verrous scientifiques actuels et ainsi de contribuer à favoriser l'utilisation du bois dans la construction.

Les travaux antérieurs réalisés au CSTB avec le laboratoire Navier ont permis de préciser les baisses de résistance d'échantillons en bois soumis à des températures allant de 60°C à 250°C et de montrer le rôle prépondérant de la teneur en eau dans les évaluations des propriétés mécaniques [1]. En particulier, dans le cas d'essais de compression et de conditions homogènes de température et de teneur en eau, la courbe

de réduction des propriétés mécaniques résiduelles donnée par l'Eurocode 5, en fonction de la température, a été précisée en tenant compte de la teneur en eau et permettant ainsi d'envisager une réévaluation des normes de dimensionnement. Cependant, en conditions réelles d'incendie, les sections non carbonisées présentent des gradients hydriques et thermiques. Les travaux réalisés [1] montrent qu'ils ont un effet sur les propriétés mécaniques, mais laissent présager une marge d'optimisation dans le dimensionnement des structures bois vis-à-vis du risque d'incendie. Les baisses des propriétés mécaniques dans ces conditions inhomogènes, ne peuvent pas être directement reliés à la courbe de réduction des propriétés mécaniques données par l'Eurocode 5. Il est donc nécessaire de poursuivre les travaux pour envisager une révision des normes de dimensionnement.

Objectifs et Résultats attendus

L'objectif principal de cette thèse sera donc de mieux préciser comment les gradients hydriques et thermiques impactent les propriétés mécaniques d'éléments structuraux en bois en situation d'incendie mais aussi en situation post-incendie. Les axes proposés pour répondre à ces questions sont :

1. Compléter les essais obtenus dans les travaux antérieurs [1] en particulier pour d'autres types de sollicitations mécaniques (traction, flexion) et d'autres essences. Des essais à l'échelle du matériau ainsi que sur des éléments de structure pourront être réalisés. La réalisation des essais mécaniques nécessitera d'adapter les protocoles mis en place dans les travaux [1,2], voire de définir de nouveaux protocoles ; l'objectif étant aussi de proposer à l'ingénieur des essais de caractérisation qui pourraient faire l'objet de normes.
2. Modéliser par simulation numérique le comportement thermo-hydro-mécanique (eg. par éléments finis [2]) pour prédire la tenue mécanique d'une structure en bois soumise à un incendie pour proposer in fine à l'ingénieur des outils pour réaliser un dimensionnement optimisé.

La thèse sera réalisée au *CSTB (Direction Sécurité, Structures, Feu)*, qui contribue au partage des connaissances pour les professionnels, en lien avec les exigences de performance, l'évolution des réglementations et la progression des innovations, et en partenariat avec le *Laboratoire Navier (Equipe Matériaux et Structures architecturés)* qui a développé une expertise sur la construction bois au travers de la mise en place d'essais adaptés et de développements de modèles numériques. Cette thèse fait suite à plusieurs collaborations antérieures entre les 2 structures sur des sujets connexes [1, 2].

Le planning prévisionnel du travail de thèse envisagé sur les 3 ans est le suivant : (i) étude bibliographique (3-4 mois) (ii) Expérimentations et modélisations (24 mois de manière alternée et coordonnée), (iii) rédaction du mémoire de thèse (6-7 mois minimum) et (iv) préparation de la soutenance (1 mois minimum).

Profil du doctorant

Le (la) candidat(e) doit avoir une solide formation dans le domaine de la mécanique des matériaux et/ou structures. Il/elle doit être titulaire d'un Master 2 ou d'un diplôme d'ingénieur. Des compétences ou notions dans le domaine des sciences du bois peuvent être un atout (mais non nécessaires).

Le (la) candidat(e) doit avoir un goût prononcé pour l'expérimentation et des compétences en modélisation et en calcul numérique. Il/elle doit montrer des aptitudes au travail en équipe, et à communiquer en français et en anglais à l'écrit et à l'oral auprès des communautés académiques ou d'ingénieurs.

Valorisation et Insertion professionnelle

Valorisation : Articles dans des revues scientifiques, Conférences internationales, mais aussi Exposés au niveau des acteurs de la construction bois, notamment les groupes de normalisation.

Insertion professionnelle : Débouchés dans des organismes de recherche académique, en R&D dans la filière bois en France et à l'international dans un contexte favorable pour cette filière, Bureaux d'études.

Bibliographie

[1] Hussein Daher (PhD 2025). Comportement thermo-hygro-mécanique du bois soumis à des sollicitations accidentelles d'incendie. École des Ponts ParisTech. Français. <https://theses.fr/s344615>.

[2] Nihal Ghanem (PhD 2022). Optimisation du dimensionnement des structures en bois en fonction de l'humidité. École des Ponts ParisTech. Français. (NNT : 2022ENPC0014). (tel-03968106).