

ÉTUDE DU COMPORTEMENT THERMIQUE DE POUTRES HYBRIDES BOIS-ACIER EN SITUATION D'INCENDIE

Antoine BÉREYZIAT, Maxime AUDEBERT, Sébastien DURIF

INTRODUCTION

Poutres hybrides bois-acier

- Solution esthétique et environnementalement performante
 - Préfabrication - légèreté - filière sèche
 - Performances mécaniques améliorées
- Le bois assure un maintien qui renforce le profilé métallique vis-à-vis des phénomènes d'instabilités (déversement, voilement, flambement...)
- L'acier rigidifie l'ensemble et apporte de la ductilité.



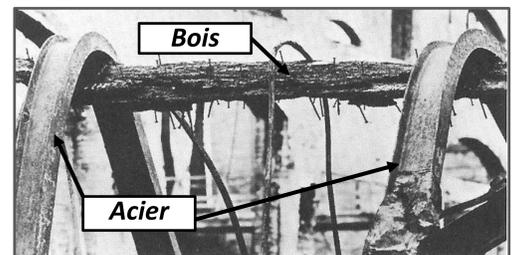
Hôtel de ville de Kunimi (Japon), bâti avec des profilés hybrides bois-acier (JR East Design Corporation)



Renforcement au voilement de l'âme d'un profilé en acier en T par du bois (Jurkiewicz & al. 2017)

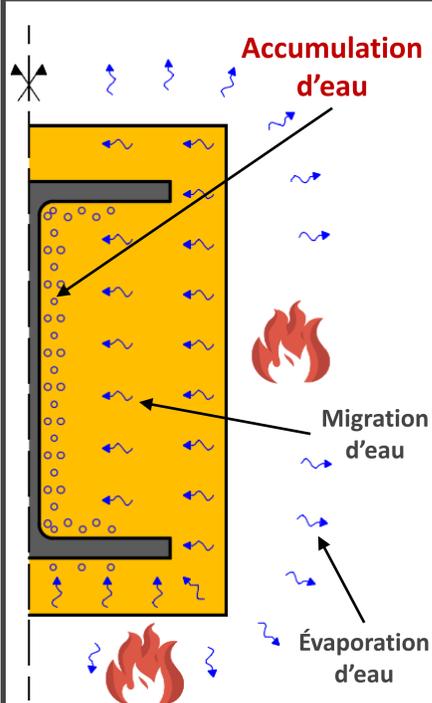
Performances thermiques améliorées en cas d'incendie

- Le bois isole l'acier vis-à-vis du feu
- Le bois contient de l'eau susceptible de réduire l'échauffement de l'acier



Structure bois-acier après un incendie

MODÈLE THERMIQUE ÉLÉMENTS FINIS 2D



Facteurs importants

- Le pouvoir d'isolation du bois
- L'accumulation d'eau contre la surface métallique

Le pouvoir isolant du bois est caractérisé par :

- sa masse volumique $\rho(\theta)$
- sa conductivité thermique $\lambda(\theta)$
- sa capacité thermique massique $c(\theta)$

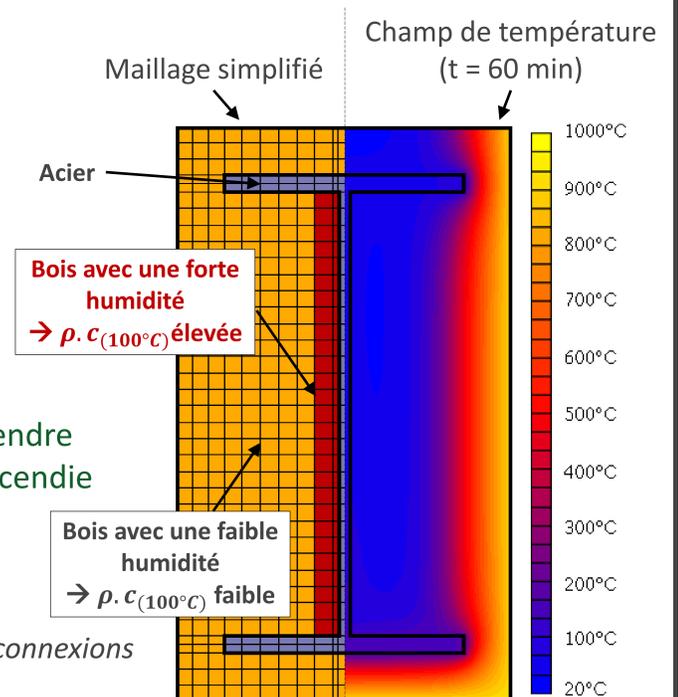
ρ , λ et c dépendent de la température θ

$c(\theta)$ varie en fonction de la localisation dans la section pour rendre compte des transferts hydriques qui interviennent en cas d'incendie

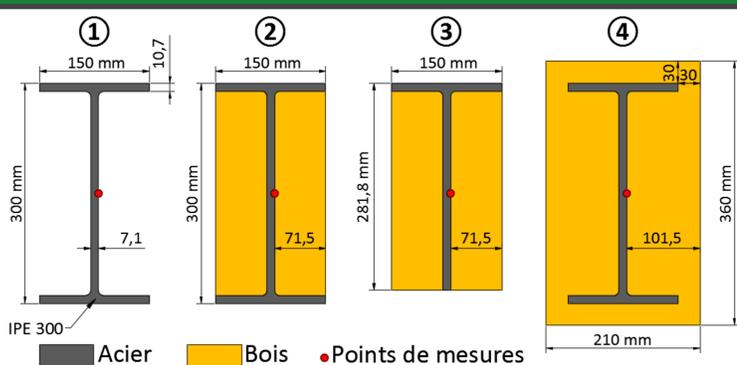
Feu ISO 834 sur 3 bords (bords latéraux et inférieur)

Logiciel utilisé : MSC Marc

Le modèle est basé sur des données expérimentales concernant des connexions acier-bois exposées au feu*



CONFIGURATIONS MODÉLISÉES



CONCLUSION

Le comportement thermique est significativement amélioré lorsque l'acier est associé au bois.

(À $t=60\text{min}$: $\theta_{(1)}=843^\circ\text{C}$ | $\theta_{(4)}=73^\circ\text{C}$ → La configuration (4) permet un gain de 770°C)

Facteur important : la quantité de surface métallique directement exposée au feu.

Présence d'un plateau à 100°C lorsque l'acier est suffisamment protégé (configurations (3) et (4)) :

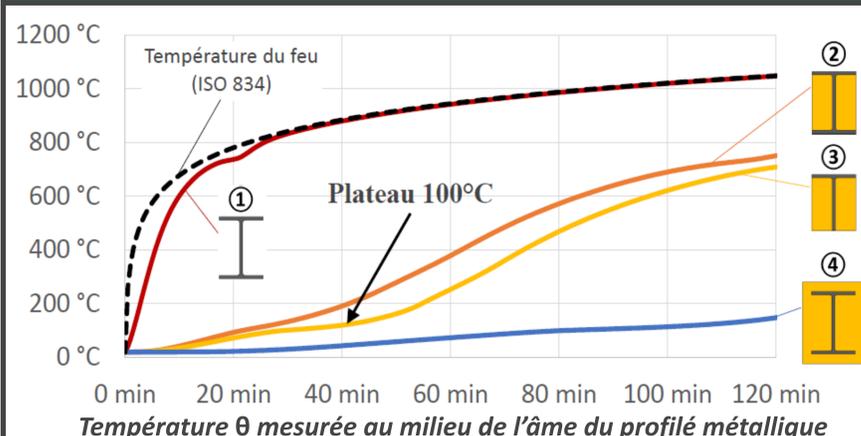
Ce plateau est causé par l'évaporation de l'eau accumulée contre l'acier du fait des transferts hydriques*. La durée de ce plateau dépend de l'épaisseur de bois mise en œuvre. → **Ralentissement de l'échauffement de l'acier**

La configuration complètement encapsulée (4) est rendue beaucoup plus efficace que les autres grâce à une surépaisseur de bois relativement faible (30mm).

Une campagne d'essais est prévue pour valider la simulation numérique et pour développer un modèle thermomécanique :

- Essais mécaniques à froid à l'Institut Pascal (Clermont-Ferrand)
- Essais thermomécaniques au CSTB (Marne-la-Vallée)

RÉSULTATS



* Audebert and al. (2011). Numerical investigations on the thermo-mechanical behavior of steel-to-timber joints exposed to fire. Engineering Structures, 33(12). pp 3257-3268.