



Simulation numérique des structures hybrides acier-bois en cas d'incendie

Doctorant: Manh Hung NGUYEN

Directeur de thèse : Abdelhamid BOUCHAIR

Co-encadrants: Sébastien DURIF, Salah-Eddine OULDBOUKHITINE



Introduction

❖ L'acier est couramment utilisé dans le domaine de la construction car il offre de nombreux avantages liés à la rapidité de construction et à son bon rapport performance poids. Cependant, en cas d'incendie, l'acier perd rapidement ses propriétés mécaniques au-delà d'une température de l'ordre de 550 °C [1] (Fig. 1).

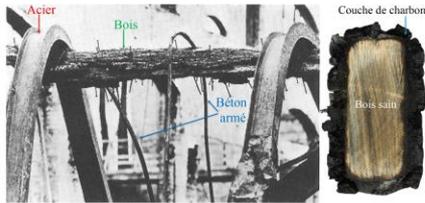


Fig. 1: Scène d'incendie (Softwood Export Council) et section transversale du bois

Ce travail de recherche a pour but d'évaluer le comportement thermique des structures métalliques ou hybrides acier-bois. Un modèle thermique a été proposé pour simuler le transfert de chaleur dans le bois et l'acier par un programme d'éléments finis en deux dimensions (2D) sur le logiciel Abaqus [2].

Méthodes

❖ Le four d'essai électrique est conçu selon la norme européenne EN 1363-1 [3] pour réaliser des essais à haute température sur les poutres en acier seul (Fig. 2) et hybride bois acier pendant une heure à la condition de feu normalisé ISO-834 [4]. Le temps d'exposition au feu normalisé a été appliqué à $t = 120$ minutes pour les simulations 2D.

❖ L'évolution de la température de l'acier non protégé dans la figure 2 permet de comparer la théorie à l'essai, avec en théorie une température d'acier uniforme dans la section (courbe verte pointillée). Ce qui semble être le cas expérimentalement. Par contre on constate qu'avec la protection apportée par le bois, on peut observer un fort gradient thermique de la poutre acier malgré sa forte conductivité thermique (Fig.3).

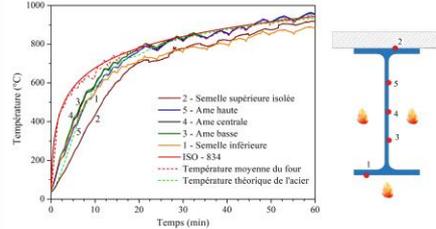


Fig. 2: Evolution de la température sur l'IPE-200 non protégée en fonction de temps

❖ La validation est basée sur la comparaison entre les valeurs calculées et les valeurs de température mesurées, la vitesse de carbonisation du bois (Fig.4).

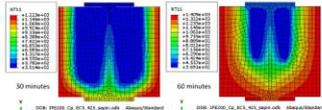


Fig. 3: Distribution de la température dans la section transversale

Résultats

❖ La figure 4 montre une comparaison de la température de la poutre IPE 200 entre les simulations numériques et les résultats expérimentaux. Les températures calculées sur le profil métallique le plus proche des températures mesurées sont obtenues avec la température maximale du four.

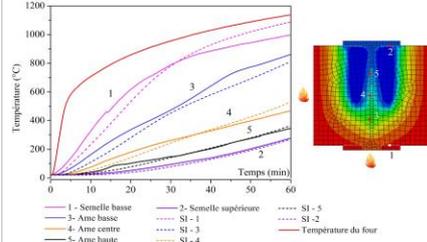


Fig. 4: Comparaison des températures simulées (SI) aux températures mesurées sur l'acier pendant 60 minutes

❖ Les résultats de la comparaison entre le modèle et l'expérience ci-dessus confirment que le modèle a été validé sur la base d'essais pour les configurations étudiées. Ce modèle peut ensuite servir de base pour comparer chacune de ces configurations à une seule poutre en acier en les soumettant aux mêmes conditions de feu (courbe de feu ISO pendant 2 heures) et au même profil IPE 240 comme illustré à la Figure 5.

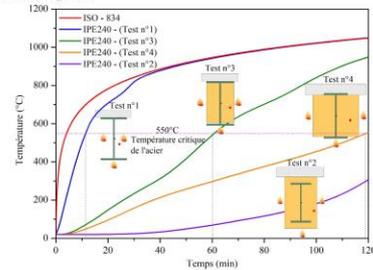


Fig. 5: Comparaison de la température sur l'âme des poutres (Simulation Abaqus)

Conclusions

- ❖ Les expériences de cette étude ont montré que la montée en température sur l'acier en fonction de temps a été ralentie beaucoup grâce à la protection en bois par rapport au test de l'acier non protégé.
- ❖ Grâce aux résultats obtenus, qui permettent de déterminer l'épaisseur du bois nécessaire pour protéger les poutres en acier à différents intervalles de 30, 60 ou 90 minutes en cas d'incendie. L'objectif est la conception d'une poutre hybride bois-acier économique et structurelle performante.
- ❖ La simulation numérique est assez complexe à cause de l'incertitude du comportement du bois à haute température: vitesse de carbonisation, conductivité thermique, chaleur massique, vaporisation de l'eau contenue dans le bois, résistances de contact (liaisons bois-acier).

Bibliographie

- [1] EN 1993-1-2: 2005, Eurocode 3: Design of Steel Structures - Part 1-2: General rules - Structural Fire Design, 2011, vol. 1, pp. 2005.
- [2] Dassault systemes; Abaqus CAE User's Guide, Abaqus User's Guid, p. 1138, 2013.
- [3] NF-EN-1363-1: Essais de résistance au feu - Partie 1: exigences générales, AFNOR Normalisation, 2013.
- [4] ISO-834: ISO - 834 - 1: Fire resistance tests-elements of building construction, 1999.
- [5] EN 1995-1-2:2004, Eurocode 5: Design of Timber Structures-Part 1-2: General-Structural Fire Design, CEN, 2004.

Poster : B21



Incendie à Marseille, 2016