

*Cet article est le premier d'une série de 7 consacrés à la résistance de calcul au feu :*

- 1. Résistance de calcul à température élevée des éléments métalliques - Introduction*
- 2. Résistance de calcul à température élevée des éléments métalliques – Éléments tendus ou axialement comprimés sans risque d'instabilité*
- 3. Résistance de calcul à température élevée des éléments métalliques – Poutres simplement fléchies de classe 1, 2 ou 3 sans déversement*
- 4. Résistance de calcul à température élevée des éléments métalliques – Poutres simplement fléchies de classe 1,2, 3 sujettes au déversement*
- 5. Résistance de calcul à température élevée des éléments métalliques – Éléments comprimés axialement de classe 1, 2 et 3 sujets au flambement*
- 6. Résistance de calcul à température élevée des éléments métalliques – Éléments comprimés et fléchis de classe 1, 2 ou 3*
- 7. Résistance de calcul à température élevée des éléments métalliques - Assemblages*

## Introduction

**Attention** : ce texte n'aborde pas les éléments de classe 4.

En matière de règles de calcul, la partie feu de l'Eurocode 3 (NF EN 1993-1-2) [1] et son annexe nationale [2], dédiés aux éléments de structure métallique, propose différents types d'analyse pour l'évaluation de la résistance au feu. On peut distinguer :

- **L'analyse par élément**, dans laquelle chacun des éléments constitutifs de la structure (poteau, poutre, solive, etc.) est vérifié en le considérant totalement séparé des autres éléments, la liaison avec les autres éléments étant remplacée par des conditions aux limites appropriées ;
- **L'analyse d'une partie de la structure**, dans laquelle une partie de la structure est directement prise en compte dans les calculs, en introduisant des conditions aux limites appropriées pour représenter sa liaison avec le reste de la structure ;
- **L'analyse globale de la structure**, dans laquelle la totalité de la structure est considérée dans le calcul.

L'analyse par élément est facile à utiliser, en particulier avec les méthodes de calcul simplifiées et par conséquent très largement utilisée sous condition de l'incendie normalisé pour justifier les structures vis-à-vis des exigences descriptives imposées en termes de résistance au feu.

Selon la partie feu de l'Eurocode 3, la fonction porteuse d'un élément de structure en acier peut être jugée satisfaite après un temps d'exposition au feu  $t$  donné, si la condition suivante est vérifiée :

$$E_{f,i,d} \leq R_{f,i,d,t}$$

Où

$E_{fi,d}$  est l'effet des actions de calcul en situation d'incendie, déterminée conformément à l'EN 1991-1-2, comme indiquée dans la fiche Métalétech correspondante.

$R_{fi,d,t}$  est la résistance de calcul de l'élément pour la situation d'incendie au temps  $t$ .

Dans la pratique, l'EN 1993-1-2 fournit différentes formules permettant de déterminer la résistance de calcul en situation d'incendie selon le type d'élément considéré. Pour un tirant, les charges se présentent sous la forme d'un effort de traction. La résistance de calcul correspond donc à la résistance à la traction. Pour une poutre sollicitée en flexion simple, les charges se présentent sous forme d'effort tranchant et de moment fléchissant. La résistance de calcul correspond donc à la résistance à l'effort tranchant ou au moment résistant. Pour un poteau, les charges se présentent sous forme d'un effort normal et éventuellement de moments fléchissant. La résistance de calcul correspond donc à la résistance à la compression (sans ou avec flambement) ou à l'interaction flexion – compression.

Afin de faciliter leur utilisation, il est apparu utile d'établir une série de plusieurs fiches indiquant les différentes formules de l'EN 1993-1-2 à utiliser pour déterminer la résistance de calcul selon le type d'élément considéré. Sont traités :

- Les éléments tendus ou comprimés sans instabilité
- Les poutres sous flexion simple de classe 1, 2, ou 3 sans risque d'instabilité globale
- Les poutres sous flexion simple de classe 1, 2, ou 3 avec risque d'instabilité globale
- Les éléments comprimés de classe 1, 2, ou 3 avec risque d'instabilité globale
- Les éléments comprimés et fléchis de classe 1, 2, ou 3
- Les assemblages boulonnés ou soudés

De manière générale, la résistance de calcul en situation d'incendie  $R_{fi,d,t}$  au temps  $t$  d'un élément doit être déterminé en fonction du champ de température atteint dans la section transversale, de façon à prendre en compte les propriétés mécaniques de l'acier aux températures élevées. Concernant le champ de température sur la section transversale, signalons que deux cas peuvent se présenter :

- Premier cas : la résistance de calcul de l'élément est déterminée en prenant en compte le gradient de température sur la section transversale. Dans ce cas, en l'absence d'approche simplifiée indiquée dans l'EN 1993-1-2, un calcul de l'échauffement de l'élément doit être réalisé avec un modèle de calcul avancé, par éléments finis par exemple, après avoir discrétisé avec un maillage approprié la section transversale de l'élément étudié.
- Deuxième cas : la résistance de calcul de l'élément est déterminée en supposant que la température de la section est uniforme. Cette température représente soit la température maximale calculée comme indiquée au premier cas, soit la température calculée selon la méthode simplifiée indiquée par l'EN 1993-1-2.

Rappelons également que lorsque l'analyse s'effectue sur un élément individuel soumis aux conditions de l'incendie normalisé, les effets indirects du feu dus à la présence d'éléments de structure contigus (compression additionnelle, déplacement, etc.) sont habituellement négligés. Seuls les effets des gradients thermiques dans les sections droites doivent être

pris en compte. Ces effets sont généralement déjà intégrés dans les méthodes de calculs simplifiées, par exemple en réduisant de manière adéquate la résistance de l'élément.

## Références

[1] NF EN 1993-1-2 - Eurocode 3 - Calcul des structures en acier – Partie 1-2: Règles générales – Calcul du comportement au feu, avril 2005.

[2] NF EN 1993-1-2/NA - Eurocode 3 "Calcul des structures en acier" – Partie 1-2: Règles générales – Calcul du comportement au feu, annexe nationale à la NF EN 1993-1-2, octobre 2007.