

# Action du feu sur les structures en acier



D'après l'Eurocode 3

> Calcul des structures en acier  
en situation d'incendie



Feuilles de calcul  
à télécharger

# Guide Eurocode

D'après la norme NF EN1993-1-2: 2005  
(Eurocode 3, partie 1-2)



## ACTION DU FEU SUR LES STRUCTURES EN ACIER

**Calcul des structures en acier  
en situation d'incendie**

Directeur de collection : Ménad CHENAF (CSTB)

Auteur : Nicolas AYME (CTICM)

## Avertissement

Le présent guide ne se substitue en aucun cas aux textes de références qu'ils soient réglementaires, normatifs ou codificatifs.

Le CSTB décline toute responsabilité quant aux conséquences directes ou indirectes de toute nature qui pourraient résulter de toute interprétation erronée du contenu du présent guide.

## Feuilles de calcul



Vous pouvez télécharger gratuitement les feuilles de calcul développées sous Excel<sup>®</sup> 2003 sur le site : <http://e-cahiers.cstb.fr/>  
Rubrique téléchargement, puis Eurocodes

Toute reproduction ou représentation intégrale ou partielle, par quelque procédé que ce soit, des pages publiées dans le présent ouvrage, faite sans l'autorisation de l'éditeur ou du Centre Français d'Exploitation du droit de copie (3, rue Hautefeuille, 75006 Paris), est illicite et constitue une contrefaçon. Seules sont autorisées, d'une part, les reproductions strictement réservées à l'usage du copiste et non destinées à une utilisation collective et, d'autre part, les analyses et courtes citations justifiées par le caractère scientifique ou d'information de l'œuvre dans laquelle elles sont incorporées (Loi du 1<sup>er</sup> juillet 1992 – art. L 122-4 et L 122-5 et Code Pénal art. 425).

## **AVANT-PROPOS**

Les autorités publiques ont confié au CSTB l'organisation et la gestion d'un programme d'accompagnement de la mise en œuvre de la directive « produits de construction » (Directive 89/106 du 21 décembre 1988). Ce programme d'accompagnement, appelé « Plan Europe » comporte plusieurs volets, tous concourant à l'intégration des textes techniques européens du domaine de la construction dans les usages français.

Le Plan Europe a été dirigé et organisé par le CSTB, en partenariat avec les acteurs du bâtiment, partenariat formalisé par une convention en date du 1<sup>er</sup> juin 2004. Les partenaires concernés sont :

- le ministère de l'Équipement, des Transports, de l'Aménagement du Territoire, du Tourisme et de la Mer ;
- le Secrétariat d'État au Logement ;
- la Fédération Française du Bâtiment (FFB) ;
- la Confédération de l'Artisanat et des Petites Entreprises du Bâtiment (CAPEB) ;
- l'Union Sociale pour l'Habitat (USH) ;
- la Fédération Française des Promoteurs Constructeurs de France (FPC France) ;
- la Confédération des Organismes indépendants tierce partie de Prévention, de Contrôle et d'Inspection (COPREC) ;
- l'Union Nationale des Syndicats Français d'Architectes (UNSFA) ;
- la Fédération professionnelle de l'ingénierie (SYNTEC-Ingénierie) ;
- la Chambre de l'Ingénierie et du Conseil de France (CICF) ;
- l'Association Française de Normalisation (AFNOR) ;
- le Centre Scientifique et Technique du Bâtiment (CSTB).

L'un des volets du Plan Europe est dédié spécifiquement aux Eurocodes. Il vise à procurer aux acteurs de la construction, pour les ouvrages courants, des outils leur permettant d'appliquer les principes et méthodes de dimensionnement proposées dans ces normes. Sont abordés à ce titre tous les matériaux habituels de structure : acier, béton, bois et maçonnerie vis-à-vis des actions normales, climatiques (vent, neige) ou accidentelles (feu, séisme).

Ce guide attire l'attention de l'utilisateur sur le domaine d'application couvert, forcément restreint par rapport à celui de l'Eurocode en question. Le choix délibéré a été de traiter les cas les plus couramment rencontrés. Cette restriction s'accompagnant d'une simplification de traitement.

Enfin, il est indispensable de souligner que les méthodes proposées dans ce guide sont destinées à réaliser des calculs de structure, et que leur utilisation suppose la connaissance des principes généraux de résistance des matériaux et de la mécanique des structures. Cette connaissance est indispensable pour effectuer les choix judicieux qui incombent au calculateur et apprécier la pertinence des résultats obtenus dans le contexte particulier de l'ouvrage qu'il dimensionne.

## SOMMAIRE

1.	OBJET .....	3
2.	DOMAINE D'APPLICATION .....	5
3.	RECOMMANDATIONS GÉNÉRALES .....	7
4.	LOGIGRAMME GÉNÉRAL .....	9
5.	NOTICE D'UTILISATION DES FEUILLES DE CALCUL EXCEL® .....	11
5.1	Présentation générale.....	11
5.2	Calculs mécaniques .....	12
5.3	Calculs d'échauffement .....	29
6.	EXEMPLES D'APPLICATION DES FEUILLES DE CALCUL À DES CAS RÉELS DE BÂTIMENTS COURANTS .....	43
6.1	Exemple 1 : Vérification de la stabilité au feu ½ heure d'un tirant en acier inoxydable.....	43
6.2	Exemple 2 : Vérification de la stabilité au feu 1 heure d'un poteau d'un bâtiment de type R+2 .....	45
6.3	Exemple 3 : Vérification de la résistance au déversement en situation d'incendie d'une poutre protégée de classe 1 .....	53
6.4	Exemple 4 : Vérification de la stabilité au feu ½ heure d'un poteau de portique de classe 1 comprimé et fléchi .....	55
6.5	Exemple 5 : Vérification de la stabilité au feu ¼ heure d'un poteau de portique de type PRS de classe 4 comprimé et fléchi.....	59
6.6	Exemple 6 : Détermination de la résistance de calcul d'assemblages en situation d'incendie .....	64
7.	DOCUMENTS DE RÉFÉRENCE .....	69
8.	SYMBOLES .....	71

## 1. OBJET

Ce guide d'application porte sur l'action du feu sur les structures en acier. Il s'inscrit dans le programme d'accompagnement de la Directive Produit de Construction (DPC) et a pour objectif de faciliter l'application de la **NF EN 1993-1-2** de novembre 2005 (Eurocode 3 – Calcul des structures en acier – Partie 1-2 : Règles générales – Calcul du comportement au feu) et de son Annexe Nationale (AN) d'octobre 2007.

Le guide se compose :

- **des feuilles de calcul Excel®** (téléchargement gratuit sur <http://e-cahiers.cstb.fr>) programmées pour appliquer directement les modèles de calcul simplifiés de l'**EN 1993-1-2 + AN** (calculs mécaniques et calculs d'échauffement – paragraphe 4.2 de l'**EN 1993-1-2**) ;
- **d'une notice d'utilisation** (chapitre 5), qui explique comment utiliser les feuilles de calcul Excel® (paragraphe 5) ;
- **d'exemples d'application des feuilles de calcul** (chapitre 6) à quelques cas réels d'élément en acier de bâtiments courants (paragraphe 6).

Les feuilles de calcul Excel® couvrent les principaux modèles de calcul simplifiés de l'**EN 1993-1-2 + AN** et permettent donc de vérifier le comportement au feu d'éléments isolés (analyse par élément). Elles traitent :

- **pour le comportement mécanique :**
  - du calcul de la résistance à température élevée des éléments en acier au carbone de classes 1, 2, 3 et 4 : éléments tendus, comprimés, fléchis, comprimés et fléchis (**EN 1993-1-2 §4.2.3** et Annexe Nationale) ;
  - du calcul de la résistance à température élevée des éléments en acier inoxydable de classes 1, 2 et 3 : éléments tendus, comprimés, fléchis, comprimés et fléchis (**EN 1993-1-2 §4.2.3** et Annexe C) ;
  - du calcul de la température critique (**EN 1993-1-2 §4.2.4**) ;
  - du calcul des assemblages en situation incendie : boulons soumis au cisaillement, boulons tendus et soudures d'angle (**EN 1993-1-2 Annexe D**) ;