

# Sécurité incendie des ouvrages en structures métalliques

par **Joël KRUPPA**

Département Incendie et Essais

Centre technique industriel de la construction métallique CTICM

## Références bibliographiques

### Textes normatifs

- [1] Eurocode 1, partie 2.2. – *Actions en cas d'incendie*. ENV 1991 - 2.2 + DAN, indice de classement AFNOR PrP 06-102 (1997).
- [2] Eurocode 3, partie 1.2. – *Comportement au feu des structures en acier*. ENV 1993 - 1.2 + DAN, indice de classement AFNOR PrP 22-312 (1997).
- [3] Eurocode 4, partie 1.2. – *Comportement au feu des structures mixtes (acier + béton)*. ENV 1994 - 1.2 + DAN, indice de classement AFNOR PrP 22-392 (1997).
- [4] Eurocode 1, partie 1.2. – *Actions en cas d'incendie*. EN 1991 - 1.2 (2002).
- [5] Eurocode 3, partie 1.2. – *Comportement au feu des structures en acier*. prEN 1993 - 1.2 (2003).
- [6] Eurocode 4, partie 1.2. – *Comportement au feu des structures mixtes (acier + béton)*. prEN 1994 - 1.2 + DAN, indice de classement AFNOR PrP 22-392 (2003).
- [7] Comité européen de normalisation CEN. – NF EN 13501-1 *Classement au feu des produits et éléments de construction - Partie 1 : classement à partir des données d'essais de réaction au feu*, nov. 2002.
- [8] Comité européen de normalisation CEN. – PR NF EN 13501-2 *Classification des produits et éléments de construction. Partie 2 : classement à partir des données d'essais de résistance au feu (à l'exclusion des produits utilisés dans les systèmes de ventilation)*. (*Projet de norme européenne EN 13501-2*), juin 1999.
- [9] DTU Feu-Acier. – *Méthode de prévision par le calcul du comportement au feu des structures en acier*. Revue Construction Métallique n° 3 (1982).
- [10] DTU Feu-Poteaux mixtes. – *Méthode de prévision par le calcul du comportement au feu des poteaux mixtes (acier + béton)*. Règles FPM 88. Revue Construction Métallique n° 3 (1988).
- [11] Comité européen de normalisation. – NF EN 1990 *Eurocodes structuraux - Bases de calcul des structures*, mars 2003.
- [12] Comité européen de normalisation. – NF EN 1363-1 *Essais de résistance au feu - Partie 1 : exigences générales*, juin 2000.

### Textes réglementaires

- [18] Ministre de l'Intérieur. – *Réaction au feu - Classification des matériaux de construction et d'aménagement*. Arrêté du 21 novembre 2002 (J.O. du 31 décembre 2002).
- [19] Ministère de l'Intérieur. – *Résistance au feu des produits, éléments de construction et d'ouvrages*. Arrêté du 3 août 1999.
- [20] Ministère de l'Intérieur. – *Établissements recevant du public - Règlement de sécurité contre les risques d'incendie et de panique*. Arrêté du 25 juin 1980 et suivants.
- [21] Ministère de la Construction et du Logement. – *Protection contre l'incendie des bâtiments d'habitation*. Arrêté du 31 janvier 1986.
- [22] Ministère de l'Intérieur. – *Immeubles de grande hauteur*. Code de la Construction et de l'Habitation. Arrêté du 18 octobre 1977.

- [13] Comité européen de normalisation. – XP ENV 13381-4 *Méthodes d'essai pour déterminer la contribution à la résistance au feu des éléments de construction. Partie 4 : protection appliquée aux éléments en acier*, déc. 2002.
- [14] Comité européen de normalisation. – *Méthode d'essai pour déterminer la contribution à la résistance d'éléments de construction - membranes de protection horizontales*. CEN/TC 127 - prENV 13381-1 (1999).
- [15] Comité européen de normalisation. – XP ENV 13381-2 *Méthodes d'essai pour déterminer la contribution à la résistance au feu des éléments de construction. Partie 2 : membranes de protection verticales*, déc. 2002.
- [16] Comité européen de normalisation. – XP ENV 13381-5 *Méthodes d'essai pour déterminer la contribution à la résistance au feu des éléments de construction. Partie 5 : protection appliquée aux dalles mixtes béton/tôle d'acier profilé*, déc. 2002.
- [17] Comité européen de normalisation. – XP ENV 13381-6 *Méthodes d'essai pour déterminer la contribution à la résistance au feu des éléments de construction. Partie 6 : protection appliquée aux poteaux métalliques creux remplis de béton*, déc. 2002.
- [23] Ministère de l'Environnement. – *Établissements industriels et commerciaux*. Loi du 19 juillet 1976.
- [24] Ministère de l'Environnement. – *Entrepôts*. Arrêté du 5 août 2002 - J.O. du 1<sup>er</sup> janvier 2003.
- [25] Ministère de l'Environnement. – *Parcs de stationnement couverts*. Instruction du 3 mars 1975.
- [26] Ministère du Travail. – *Sécurité et santé sur les lieux de travail*. Décret n° 92-332 du 31 mars 1992.
- [27] Commission des Communautés européennes. – *Directive Produits de construction*. Directive du Conseil 89/106/CEE - 21 décembre 1988.
- [28] Commission des Communautés européennes. – *Document interprétatif n° 2 de la directive Produits de construction*. Exigence essentielle « Sécurité en cas d'incendie » CEE (1993).
- [29] Commission européenne. – *Décision en matière de classement en réaction au feu*.
- [30] Commission européenne. – *Décision européenne en matière de résistance au feu*.
- [31] Ministère de l'Intérieur. – *Agrement des laboratoires d'essais sur le comportement au feu des matériaux*. Arrêté du 5 février 1959, révisé le 24 avril 1972.

### Articles de revues et ouvrages

- [32] JOYEUX (D.), KRUPPA (J.) et ZHAO (B.). – *Application de l'ingénierie de la sécurité incendie à un parc à voitures en superstructure*. Revue Construction Métallique n° 1 (2001).
- [33] ARNAULT (P.), EHM (H.) et KRUPPA (J.). – *Essais d'incendies naturels*. Revue Construction Métallique n° 3 (1974).
- [34] KRUPPA (J.). – *Comportement des constructions métalliques lors d'incendies simulés*. Annales ITBTP – n° 443, mars-avr. 1986.
- [35] LAMBOLEY (G.) et KRUPPA (J.). – *Contribution à l'étude des incendies dans les bâtiments de grand volume réalisés en construction métallique*. CTICM, sept. 1983.
- [36] OTUA. – Catalogue de profilés (ouvrage).
- [37] LAW (M.) et O'BRIEN (T.). – *Fire and steel construction - Fire safety of bare external structural steel*. Constrado, mai 1981 (ouvrage).

- [38] LEBORGNE (H.) et THOMAS (L.). – *Techniques de protection rapportées des structures en acier*. Revue Construction Métallique n° 3 (1999).
- [39] BARTHÉLÉMY (B.) et KRUPPA (J.). – *Résistance au feu des structures - acier - béton - bois*. Eyrrolles (1978) (ouvrage).
- [40] RENAUD (C.) et JOYEUX (D.). – *Stabilité au feu d'éléments de structure métallique tendus ou en flexion simple sans protection*. Revue Construction Métallique n° 1 (2002).
- [41] KRUPPA (J.). – *Le comportement réel des structures en acier en cas d'incendie*. Les entretiens de la technologie - 3<sup>e</sup> édition, Paris, 15-16 mars 1994.
- [42] ZHAO (B.). – *Vérification de la résistance au feu des éléments mixtes selon la norme XP EN 1994-1.3*. Revue Construction Métallique n° 3 (1999).
- [43] MATHIEU (J.). – *Calcul d'une poutre mixte acier-béton partiellement enrobée compte tenu d'une exigence de résistance R90 au feu ISO*. Revue Construction Métallique n° 1 (1999).
- [44] KRUPPA (J.), MARCK (A.) et ZHAO (B.). – *Procédure d'extrapolation des performances de résistance au feu d'éléments séparatifs à ossature en acier*. Revue Construction Métallique n° 4 (2000).
- [45] KANEKO (H.). – *Étude par la méthode des éléments finis du comportement mécanique d'éléments plaques en acier soumis à l'incendie*. Revue Construction Métallique n° 1 (1990).
- [46] FOUQUET (G.), DHIMA (D.), KRUPPA (J.) et ZHAO (B.). – *LENAS - Logiciel de simulation des structures métalliques soumis à l'incendie*. Revue Construction Métallique - n° 3 (1999).
- [47] WICKSTRÖM (U.) et STERNER (E.). – *TASEF, Temperature Analysis of Structures Exposed to Fire*. Fire Technology - SP report, Suède (1990) (ouvrage).
- [48] FOUQUET (G.), ZHAO (B.) et KRUPPA (J.). – *SISMEF. Logiciel de simulation du comportement mécanique des structures métalliques et mixtes (acier - béton) soumises à un échauffement*. Document CTICM – n° INC-95/170-GF/IM, mai 1998.
- [49] ZHAO (B.). – *Plancher de grande portée sans étai*. Doc CTICM 3.008.10, févr. 1997.
- [50] ALIBERT (J.M.) et ZHAO (B.). – *Proposition d'une méthode de calcul simplifiée de la résistance au feu de poutres mixtes continues*. Revue Construction Métallique n° 3 (2001).
- [51] ZHAO (B.). – *Exemple de calcul de la résistance au feu de poutres mixtes continues, non enrobées*. Revue Construction Métallique n° 3 (2002).
- [52] JOYEUX (D.). – *Détermination de la température des structures métalliques en situation d'incendie selon l'eurocode 3*. Revue Construction Métallique n° 3 (1999).
- [53] JOYEUX (D.) et ZHAO (B.). – *Combinaisons d'actions mécaniques en situation d'incendie dans le cadre de l'eurocode 1*. Revue Construction métallique n° 2 (1998).
- [54] DHIMA (D.), KRUPPA (J.) et LEBORGNE (H.). – *Effect of thermal gradient on the fire resistance of a 3 dimensional steel truss*. Proceedings "International Conference on Fire Research and Engineering", p. 551-556, Orlando, USA, 10-15 sept. 1995.
- [55] DHIMA (D.), FOUQUET (G.), JOYEUX (D.), KRUPPA (J.) et ZHAO (B.). – *Experimental and numerical assessment of the behaviour of external heavy steel columns under natural fire*. 2<sup>nd</sup> World Conference on Steel in Construction, 11-13/05/1998 (J. Construct. Steel Res. vol. 46, n°s 1-3, p. 300-301, paper number 173) San Sebastian, Espagne (1998).
- [56] DHIMA (D.), JOYEUX (D.), KRUPPA (J.) et ZHAO (B.). – *L'ingénierie incendie dans la conception du terminal de Roissy CDG2F*. Revue Construction Métallique n° 3 (1998).
- [57] ZHAO (B.) et KRUPPA (J.). – *Évaluation de la résistance au feu des poutres mixtes non enrobées sur deux appuis simples*. Revue Construction Métallique n° 3 (2000).
- [58] ZHAO (B.). – *Évaluation de la résistance au feu des éléments structuraux en acier inoxydable*. Revue Construction Métallique n° 4 (2002).
- [59] DHIMA (D.) et ZHAO (B.). – *Vérification de la tenue à l'incendie d'éléments tendus et comprimés conformément à l'EC3 - partie 1.2 et à son DAN*. Revue Construction Métallique n° 4 (1998).
- [60] JOYEUX (D.), KRUPPA (J.) et ZHAO (B.). – *Application de l'ingénierie de la sécurité incendie à un parc à voitures en superstructures*. Revue Construction Métallique n° 1 (2001).
- [61] KRUPPA (J.), LEBORGNE (H.), MONCHO (J.), TABET (G.) et ZHAO (B.). – *Résistance au feu d'une poutre acier de grande dimension, protégée par dalles béton*. Revue Construction Métallique n° 3 (1994).
- [62] JOYEUX (D.) et LECOQ-JAMMES (O.). – *Stabilité au feu de structures métalliques extérieures : principes et application aux poteaux éloignés d'une façade*. Revue Construction Métallique n° 3 (2001).
- [63] RENAUD (C.), ALIBERT (J.M.), ZHAO (B.) et GRIMAUT (J.P.). – *Stabilité au feu de poteaux mixtes acier-béton avec profilés creux en acier à haute limite d'élasticité*. Revue Construction Métallique n° 3 (2000).

## Eurocodes

En ce qui concerne les parties « feu » des Eurocodes, il y a lieu de considérer 2 groupes :

— **le premier concerne les actions**. Les actions en cas d'incendie sont définies dans la partie 2.2 de l'Eurocode 1 (ENV 1991-2.2) [1] qui sera prochainement remplacé par l'EN 1991-1.2 [4] ;

— **le second traite de la réponse des structures en fonction de matériaux utilisés**. Ainsi l'Eurocode 3 partie 1.2 (ENV 1993-1.2 [2]), prochainement

remplacé par l'EN 1993-1.2 [5]) concerne le comportement au feu des structures en acier et l'Eurocode 4 partie 1.2 (ENV 1994-1.2 [3], prochainement remplacé par l'EN 1994-1.2 [6]) le comportement au feu des structures mixtes dans lesquelles l'acier et le béton interviennent conjointement.

L'utilisation de certains modèles de calcul présentés dans ces parties d'Eurocodes et faisant appel à des techniques d'ingénierie incendie, est soumise à des conditions imposées par les autorités publiques.

## Normalisation

Les normes ci-dessous sont citées dans le texte.

### International Organization for Standardization ISO

<http://www.iso.ch>

- |                      |  |
|----------------------|--|
| ISO 834-1:1999 09-99 | Essai de résistance au feu – Éléments de construction – Partie 1 : exigences générales.  |
| ISO 834-4:2000 08-00 | Essais de résistance au feu – Éléments de construction – Partie 4 : exigences spécifiques relatives aux éléments porteurs verticaux de séparation.   |
| ISO 834-5:2000 08-00 | Essais de résistance au feu – Éléments de construction – Partie 5 : exigences spécifiques relatives aux éléments porteurs horizontaux de séparation. |
| ISO 834-6:2000 07-00 | Essais de résistance au feu – Éléments de construction – Partie 6 : exigences spécifiques relatives aux poutres.                                     |

ISO 834-7:2000 08-00

Essais de résistance au feu – Éléments de construction – Partie 7 : exigences spécifiques relatives aux poteaux.

### Association française de Normalisation AFNOR

<http://www.afnor.fr>

XP P22-311/A2 09-02

XP P22-311-1/A1 11-99

Construction métallique – Eurocode 3 : calcul des structures en acier et Document d'Application Nationale – Partie 1.1 : règles générales et règles pour les bâtiments. Publications contenant cette norme : Eurocodes.

Construction métallique – Eurocode 3 : calcul des structures en acier et Document d'Application Nationale – Partie 1.1 : règles générales et règles pour les bâtiments – Chapitre 1 : introduction. Publications contenant cette norme : Eurocodes.