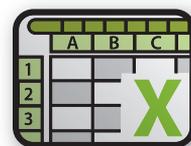


Structures en béton soumises à incendie



D'après l'Eurocode 2

> Calcul de la résistance au feu
des structures en béton



Feuilles de calcul
à télécharger

Guide Eurocode

D'après la norme NF EN 1992-1-2: 2005
(Eurocode 2, partie 1-2)



STRUCTURES EN BÉTON SOUMISES À INCENDIE

Calcul de la résistance au feu des structures en béton

Directeur de collection : Ménad CHENAF (CSTB)

Auteurs : Ménad CHENAF (CSTB)
Céline FLORENCE (CSTB)
Philippe FROMY (CSTB)

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[®] 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^{er} 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^{er} 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.	PRÉSENTATION DU GUIDE D'APPLICATION.....	3
1.1	Objet	3
1.2	Domaine d'application	3
2.	L'EXPOSITION AU FEU NORMALISÉE.....	5
2.1	Définitions	5
2.2	La courbe nominale température/temps	5
2.3	Critères à respecter	6
3.	DOMAINE D'APPLICATION DE L'EN 1992-1-2	9
4.	DÉTERMINATION DES SOLLICITATIONS	11
5.	DISTRIBUTION DE TEMPÉRATURE.....	13
5.1	Chaleur spécifique	13
5.2	Conductivité thermique.....	14
5.3	Masse volumique	15
6.	VALEURS DE CALCUL DES PROPRIÉTÉS DES MATÉRIAUX.....	17
6.1	Généralités	17
6.2	Valeurs de calcul des propriétés des matériaux en situation d'incendie	17
6.3	Réduction de la résistance du béton	18
6.4	Réduction de la résistance des aciers	21
7.	CAPACITÉ RÉSISTANTE EN FLEXION D'UNE SECTION B.A.....	25
8.	VÉRIFICATION D'UN ÉLÉMENT.....	27
8.1	Éclatement	27
8.2	Méthode de l'isotherme à 500 °C.....	27
8.3	Méthode par zone	37
8.4	Méthode de la courbure	47
9.	RÉFÉRENCES & BIBLIOGRAPHIE.....	61
10.	ANNEXES	65
10.1	Guide d'utilisation du classeur EXCEL « Détermination du coefficient de réduction et de la température »	65
10.2	Guide d'utilisation du classeur EXCEL « Détermination du coefficient de fluage ».....	72
10.3	Guide d'utilisation du classeur EXCEL « Recherche de l'isotherme 500 °C ».....	75
10.4	Guide d'utilisation du classeur EXCEL « Calcul au feu des poteaux selon méthode de la courbure ».....	83
10.5	Modification du niveau de sécurité du classeur EXCEL	92

1. PRÉSENTATION DU GUIDE D'APPLICATION

1.1 Objet

Le présent Guide concerne la détermination de l'action du feu sur les structures en béton. Il s'inscrit dans le programme d'accompagnement de la Directive Produits de Construction (DPC) et a pour objectif de faciliter l'application de la norme **NF EN 1992-1-2** [①] d'octobre 2005 (« Eurocode 2 : Calcul des structures en béton – Partie 1-2 : règles générales – Calcul du comportement au feu ») et de son Annexe Nationale [②] d'octobre 2007.

Cet ouvrage s'est fixé comme principal objectif de permettre à l'utilisateur la détermination des capacités résistantes à chaud de certains éléments de structure en béton, selon diverses approches proposées par la norme citée ci-dessus. Pour cela, il détaille le calcul des coefficients nécessaires au calcul et indique la manière de les prendre en compte dans les calculs.

Ce guide se compose :

- d'une partie explicative reprenant les prescriptions de la norme pour ce qui concerne les divers cas de figures relevant du domaine d'application (voir paragraphe 1.2 ci-dessous) ;
- d'exemples d'application permettant d'illustrer l'application des prescriptions de la norme ;
- d'une série de classeurs de calcul Excel® (téléchargement gratuit sur <http://e-cahiers.cstb.fr>) programmés pour traiter automatiquement certains aspects (isotherme, courbure, etc.).

Sur un plan pratique, la principale difficulté vient des nombreux coefficients dont il faut tenir compte dans les calculs, ce qui rend ces derniers quelque peu complexes à mener. L'objet de ce guide est notamment de faciliter la démarche calculatoire en en décrivant les principes, en montrant des exemples pratiques d'application de cette démarche, et en fournissant des outils permettant de s'affranchir de certains calculs.

1.2 Domaine d'application

Ce guide présente des méthodes pour le calcul des structures en béton à l'aide de trois méthodes issues de l'annexe B de l'**EN 1992-1-2**. Dans un premier temps, les outils communs nécessaires à la mise en application des méthodes sont présentés. Celles-ci seront ensuite exposées une par une avec des exemples d'application.

Conformément aux prescriptions de l'**EN 1992-1-2**, ces méthodes sont applicables pour une analyse par élément ou de parties de structure (cf. figure 1.1). Seules les analyses par éléments seront exposées.

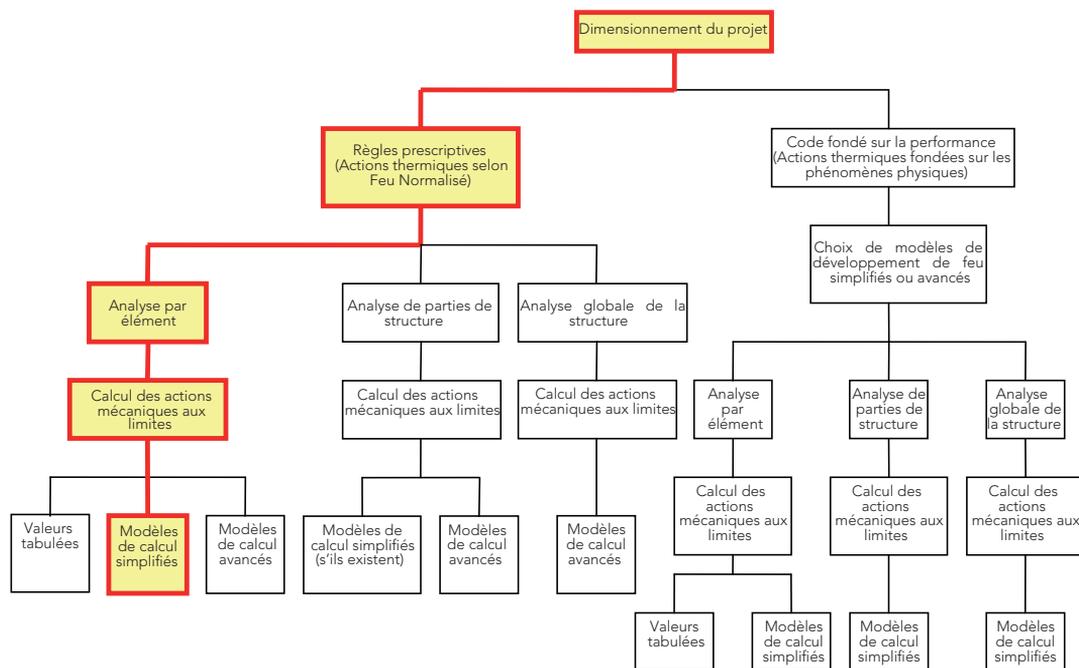


Figure 1.1 : Méthodes de calcul alternatives.

Les méthodes développées dans le présent guide sont :

- la méthode de l'isotherme à 500 °C, utilisable essentiellement pour les poutres fléchies ;
- la méthode par zones, applicables aux murs et aux dalles ;
- la méthode de la courbure, réservée aux pièces comprimées et fléchies (poteaux).

Les classeurs Excel accompagnant le présent guide sont au nombre de quatre, et permettent :

- la détermination du coefficient de fluage à chaud ;
- la détermination de l'isotherme à 500 °C pour une section rectangulaire ;
- le calcul au feu des poteaux exposés sur leurs quatre faces, selon la méthode de la courbure ;
- le calcul des coefficients d'affaiblissement de diverses sections, en fonction de la température.