

Eurocode 1 : Actions on structures

Part 1-2 : General actions –

Actions on structures exposed to fire

FR: Eurocode 1 : Actions sur les structures - Partie 1-2 : Actions générales – Actions sur les structures exposées au feu

NL: Eurocode 1 : Belastingen op constructies - Deel 1-2 : Algemene belastingen – Belasting bij brand

Introduction et cadre général

L'Eurocode 1 définit la manière de calculer les charges à prendre en considération lors du calcul d'une structure, sous l'effet de différents types d'actions et pour certaines constructions particulières (ponts, silos,...). La première partie (EN 1991-1) est elle-même divisée en différentes sous-parties, où sont définies les charges à prendre en considération pour différents types d'actions (vent, neige, actions thermiques,...).

Le volume 1991-1-2 définit les actions liées à une exposition au feu. Il doit être utilisé en lien avec les Eurocodes traitant de la résistance au feu de chacun des matériaux : EN 1992 à EN 1996 et EN 1999, parties -1-2 (Calcul du comportement au feu).

Résumé du contenu

Cet Eurocode est composé de quatre sections et de sept annexes :

Section 1 Généralités : *Domaines d'application, terminologie, symboles...*

Section 2 Procédure de calcul au feu : *Description générale de la méthode de calcul et des diverses étapes à suivre pour réaliser le dimensionnement d'une structure exposée au feu.*

Section 3 Actions pour l'analyse structurale (actions thermiques) : *Différents moyens de simuler l'évolution de la température en cas d'incendie : courbes nominales et modèles de feu naturel.*

Section 4 Actions pour l'analyse structurale (actions mécaniques) : *Actions et combinaisons d'action à prendre en compte en cas d'incendie.*

Annexe A (informative) Courbes paramétrées température/temps : *Méthode de calcul de la température des gaz prenant en compte la charge calorifique et les conditions de ventilation.*

Annexe B (informative) Actions thermiques pour les éléments extérieurs – Méthodes de calcul simplifiées : *Cette méthode peut s'appliquer à des éléments structuraux situés à l'extérieur exposés au feu sortant par les ouvertures de la façade.*

Annexe C (informative) Feux localisés : *Méthode prenant en compte les effets locaux de l'incendie sur l'élément structural.*

Annexe D (informative) Modèles de feu avancés : *Elle définit les systèmes d'équations à résoudre pour le calcul suivant le modèle de feu naturel avancé (modèles 1 zone et 2 zones).*

Annexe E (informative) Densités de charge calorifique : *Méthode pour déterminer la densité de charge calorifique de calcul en prenant en compte une série de paramètres (risque d'activation du feu, mesures actives de lutte contre l'incendie, ...).*

Annexe F (informative) Temps équivalent d'exposition au feu : *Cette annexe fournit une approche déterminant le temps équivalent basé sur la densité de charge calorifique et d'autres facteurs.*

Annexe G (informative) Facteurs de forme : *Permet de calculer le facteur de forme des différents éléments de construction.*

ANB

L'annexe B sera corrigée dans un Addendum annexé à l'ANB. D'ici là, elle ne doit pas être utilisée.
Les annexes C, D et G sont normative en Belgique.
Les annexes D et E sont largement complétées par l'ANB.

	Indicatif NBN	Langue	Prix	Nbre pages
Pour l' EN :	NBN EN 1991-1-2:2002	en, fr, nl	58,70 €	64
Pour l' ANB :	NBN EN 1991-1-2-ANB:2008	fr, nl	31,40 €	24



Méthode de dimensionnement au Feu

L'étude du comportement au feu se réalise *compartiment par compartiment* et se déroule en 3 étapes :

1. Choix du feu de calcul (Courbes nominales / Modèle simplifié / Modèle avancé) ;
2. Calcul de l'évolution de la température au sein des éléments structuraux ;
3. Calcul du comportement mécanique de la structure exposée au feu.

Déf : Un *compartiment* est un espace intérieur d'un bâtiment, s'étendant sur un ou plusieurs niveaux et délimité par des éléments séparatifs tels que la propagation du feu au-delà soit empêchée pendant l'exposition au feu considérée. En l'absence d'éléments séparatifs adéquats, le compartiment correspond au bâtiment lui-même.

Pour le calcul d'une structure au feu, la combinaison de charges *Accidentelle* définie est :

$$\sum G_k + 0,2 Q_w + \sum \psi_{2,i} Q_{k,i} + \sum A_j$$

G_k sont les charges permanentes (pas de diminution de charges suite à la combustion)

Q_w est la charge de vent,

$Q_{k,i}$ sont les charges variables (sauf le vent),

A_j sont les actions accidentelles liées à la présence du feu (dilatations empêchées, ...). Il ne faut pas considérer d'autres actions accidentelles.

$\psi_{2,i}$ sont le coefficient d'accompagnement défini dans l'Eurocode 0.

Courbes nominales température/temps

La température des gaz (Θ_g) en cours d'incendie est donnée par une loi empirique sous la forme d'une équation mathématique.

Pour le feu normalisé :

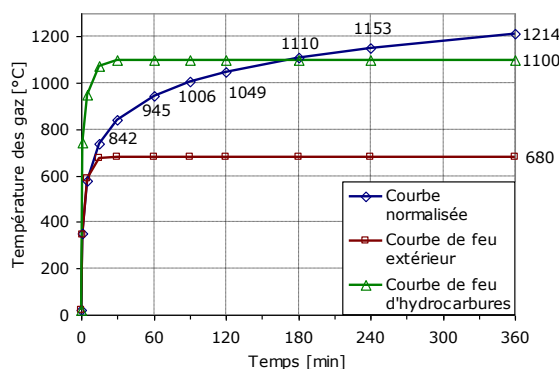
$$\Theta_g = 20 + 345 \log_{10}(8t + 1) \quad t \text{ en [min]}$$

Pour un feu extérieur :

$$\Theta_g = 660 (1 - 0,687 e^{-0,32 t} - 0,313 e^{-3,8 t}) + 20 \quad t \text{ en [min]}$$

Pour un feu d'hydrocarbures :

$$\Theta_g = 1080 (1 - 0,325 e^{-0,167 t} - 0,678 e^{-2,5 t}) + 20 \quad t \text{ en [min]}$$



Ces courbes modélisent un incendie en vue de déterminer **un classement relatif de durée de résistance au feu** pour un élément. Cela ne signifie cependant pas que cet élément résistera durant cette durée à un incendie réel puisque ce dernier ne sera en général pas équivalent à l'incendie modélisé par la courbe choisie. En Belgique, les exigences sur la résistance au feu sont données dans l'arrêté royal du 19 décembre 1997. Ces courbes sont utilisées dans les Eurocodes 2 à 6 et 9 pour déterminer la perte de résistance des éléments après un temps « t ».

Modèles de feu naturel

Les modèles de feu naturel *simplifié* et *avancé* permettent de définir une courbe d'évolution de la température plus précise que les courbes normalisées car ils prennent en compte les spécificités du bâtiment. Lorsque ces modèles sont utilisés, l'analyse thermique des éléments structuraux doit être effectuée pour **toute la durée de l'incendie**, y compris la phase de refroidissement.

Charge calorifique – Annexe E

La densité de charge calorifique de calcul est définie par :

$$q_{f,d} = q_{f,k} \cdot m \cdot \delta_{q,1} \cdot \delta_{q,2} \cdot \prod \delta_{n,i} \quad [MJ / m^2]$$

$m = 0,8$ si les matériaux sont principalement cellulosiques (autrement étude particulière),

$\delta_{q,1}$: pour une probabilité de ruine acceptable de $1,3 \cdot 10^{-6}$ par an, $\delta_{q,1} = 1,1 + 0,4 \log_{10}(A_f / 25)$,

A_f est la surface du plancher du compartiment (délimité par des parois EI30 ou donnant sur l'extérieur),

$\delta_{q,2} = 1$ pour la majorité des bâtiments (> 1 pour les bâtiments abritant des produits inflammables : industries, ...),

$q_{f,k}$ est la densité de charge calorifique caractéristique par unité de surface de plancher [MJ/m^2]. Si $\delta_{q,2} = 1$, $q_{f,k}$ vaut

Logement	Hôpital (chambre)	Hôtel (chambre)	Bibliothèque	Bureau	Ecole (classe)	Centre Commercial	Théâtre / Cinéma	Transport (pers.) Espace Public
948	280	377	1824	511	347	730	365	122

La section E.2 permet de calculer la charge calorifique caractéristique avec plus de précision.

$\prod \delta_{n,i}$ est le produit des coefficients fonctions des mesures actives de lutte contre le feu :

Système d'extinction à eau automatique	Approvisionnements en eau indépendants			Détection automatique du feu et alarme				Alarme automatique transmise aux pompiers			Pompiers sur site	Pompiers hors site
	0	1	2	Par la chaleur	Par la fumée (et chaleur)	Immédiate-ment	Temporisation de max 6 min.	Manuel				
$\delta_{n,1}$	$\delta_{n,2}$			$\delta_{n,3}$	$\delta_{n,4}$	$\delta_{n,3}$	$\delta_{n,4}$	$\delta_{n,5}$			$\delta_{n,6}$	$\delta_{n,7}$
0,61	1	0,95	0,87	0,91	1	1	0,87	0,93	0,97	1	0,78	1

Si l'élément de sécurité n'est pas présent ou non conforme aux normes, le $\delta_{n,i}$ correspondant doit être pris à 1.

Si un ou plusieurs des trois éléments suivants ne sont pas conforme à la réglementation et aux normes en vigueur, il faut chaque fois prendre en compte un facteur multiplicatif δ_n supplémentaire de 1,5 :

(1) voies d'accès libre, (2) équipement de lutte contre le feu, (3) système de désenfumage.