

***norme belge  
enregistrée***

**NBN EN 1999-1-2**

2e éd., août 2007

**Indice de classement: B 51**

---

**Eurocode 9 - Calcul des structures en aluminium - Partie 1-2 : Calcul du comportement au feu (+ AC:2009)**

Eurocode 9 - Ontwerp en berekening van aluminiumconstructies - Deel 1-2 : Ontwerp en berekening van constructies bij brand (+ AC:2009)

Eurocode 9 - Design of aluminium structures - Part 1-2 : Structural fire design (+ AC:2009)

---

**Autorisation de publication: 30 mai 2007**

Remplace NBN ENV 1999-1-2 (1998).

La présente norme européenne EN 1999-1-2:2007 a le statut d'une norme belge.

La présente norme européenne existe en trois versions officielles (allemand, anglais, français).

Cette norme ne peut être utilisée en Belgique qu'en combinaison avec son annexe nationale (ANB) qui fixe principalement la valeur des paramètres à déterminer au niveau national.



**Bureau de Normalisation - Rue de Birmingham 131 - 1070 Bruxelles - Belgique**

Tél: +32 2 738 01 12 - Fax: +32 2 733 42 64 - E-mail: [info@nbn.be](mailto:info@nbn.be) - NBN Online: [www.nbn.be](http://www.nbn.be)

Banque 000-3255621-10 IBAN BE41 0003 2556 2110 BIC BPOTBEB1 TVA BE0880857592

# *Geregistreeerde Belgische norm*

**NBN EN 1999-1-2**

2e uitg., augustus 2007

**Normklasse: B 51**

---

## **Eurocode 9 - Ontwerp en berekening van aluminiumconstructies - Deel 1-2 : Ontwerp en berekening van constructies bij brand (+ AC:2009)**

Eurocode 9 - Calcul des structures en aluminium - Partie 1-2 : Calcul du comportement au feu (+ AC:2009)

Eurocode 9 - Design of aluminium structures - Part 1-2 : Structural fire design (+ AC:2009)

---

### **Toelating tot publicatie: 30 mei 2007**

Vervangt NBN ENV 1999-1-2 (1998).

Deze Europese norm EN 1999-1-2:2007 heeft de status van een Belgische norm.

Deze Europese norm bestaat in drie officiële versies (Duits, Engels, Frans).

Deze norm mag in België slechts samen met zijn nationale bijlage (ANB) worden toegepast. Deze laatste legt hoofdzakelijk de waarden van de parameters vast die op nationaal vlak worden bepaald.



**Bureau voor Normalisatie - Birminghamstraat 131 - 1070 Brussel - België**

Tel: +32 2 738 01 12 - Fax: +32 2 733 42 64 - E-mail: [info@nbn.be](mailto:info@nbn.be) - NBN Online: [www.nbn.be](http://www.nbn.be)

Bank 000-3255621-10 IBAN BE41 0003 2556 2110 BIC BPOTBEB1 BTW BE0880857592

# AVANT-PROPOS NATIONAL À LA NBN EN 1999-1-2:2007

1. La norme NBN EN 1999-1-2:2007 «Eurocode 9 : Calcul des structures en aluminium – Partie 1-2 : Calcul du comportement au feu» comprend l'annexe nationale NBN EN 1999-1-2 ANB:2011 qui a un caractère normatif en Belgique. Elle remplace à partir de la date de publication de l'homologation de la norme au Moniteur Belge la norme suivante :

NBN ENV 1999-1-2:1998      Eurocode 9 : Conception et dimensionnement des structures en aluminium – Partie 1-2 : Règles générales - Calcul du comportement au feu

Le corrigendum EN 1999-1-2:2007/AC:2009, tel que publié par le CEN, est joint à cette norme.

2. La version de langue française de l'EN 1999-1-2 a été rédigée en France par l'AFNOR. En conséquence, on y rencontre certaines expressions d'usage moins courant en Belgique.

Une liste de termes équivalents est donnée ci-après :

Terme de l'EN 1999-1-2	Terme équivalent en Belgique
client	le maître de l'ouvrage assisté de ses bureaux d'architectes, d'ingénierie et de consultance
poteau	colonne

3. Un corrigendum (EN 1999-1-2:2007/AC:2009) est établi au CEN et doit être utilisé avec la NBN EN 1999-1-2 et son ANB.

# NATIONAAL VOORWOORD VAN NBN EN 1999-1-2:2007

1. De norm NBN EN 1999-1-2:2007 «Eurocode 9 : Ontwerp en berekening van aluminiumconstructies – Deel 1-2: Ontwerp en berekening van constructies bij brand» omvat de nationale bijlage NBN EN 1999-1-2 ANB:2011 met een normatief karakter in België. Hij vervangt vanaf de datum van de publicatie van zijn bekrachtiging in het Belgische Staatsblad de volgende norm:

NBN ENV 1999 1-2:1998      Eurocode 9: Ontwerp en berekening van aluminium-constructies – Deel 1-2: Algemene regels – Brandbeveiligend Ontwerp

2. De Nederlandstalige versie van EN 1999-1-2 is tot stand gekomen op basis van een voorkeurterminologie die in samenwerking tussen het NBN en het NEN is opgesteld. Daarbij werd voor elk begrip een unieke woordkeuze gemaakt. Dit heeft voor gevolg dat in de norm uitdrukkingen voorkomen die in één van de twee landen minder gebruikelijk zijn. Hierna volgt een lijst met synoniemen:

Oorspronkelijke term (Engels)	Verplichte term (Nederlands)	Synoniem (B); (N)
accidental situation	buitengewone situatie	bijzondere situatie (N); buitengewone toestand (B)

- 2bis. De Europese normen (EN) waarnaar de tekst van deze norm met hun Engelse titel verwijst, dragen in België de volgende Nederlandstalige titels :

Vermelde norm met Engelse titel	Nederlandstalige titel (NBN)
EN 485-2 Aluminium and aluminium alloys. Sheet, strip and plate. Part 2: Mechanical properties	EN 485-2 Aluminium en aluminiumlegeringen - Plaat en band - Deel 2: Mechanische eigenschappen
EN 755-2 Aluminium and aluminium alloys. Extruded rod/bar, tube and profiles. Part 2: Mechanical properties	EN 755-2 Aluminium en aluminiumlegeringen - Geëxtrudeerde staven, buizen en profielen - Deel 2: Mechanische eigenschappen
EN 1990 Basis of structural design	EN 1990 Grondslagen van het constructief ontwerp
EN 1991-1-2 Basis of design and actions on structures Part 1-2: Actions on structures exposed to fire	EN 1991-1-2 Belastingen op constructies - Deel 1-2: Algemene belastingen - Belasting bij brand
EN 1999-1-1 Design of aluminium structures: Part 1-1: General structural rules	EN 1999-1-1 Ontwerp en berekening van aluminiumconstructies - Deel 1-1: Algemene regels
EN 1090-3 Execution of steel structures and aluminium structures – Part 3: Technical requirements for aluminium structures	EN 1090-3 Uitvoering van staalconstructies en aluminiumconstructies - Deel 3: Technische eisen voor aluminiumconstructies

<p>EN 13501-2 Fire classification of construction products and building elements. Part 2 Classification using data from fire resistance tests</p>	<p>EN 13501-2 Brandclassificatie van bouwproducten en bouwdelen - Deel 2: Classificatie op grond van resultaten van brandwerendheidsproeven, behalve voor ventilatiesystemen</p>
<p>ENV 13381-1 Fire tests on elements of building construction: Part 1: Test method for determining the contribution to the fire resistance of structural members: By horizontal protective membranes</p>	<p>ENV 13381-1 Proeven ter bepaling van de bijdrage tot de vuurweerstand van dragende bouwdelen - Deel 1: Horizontale vuurwerende bekledingen</p>
<p>ENV 13381-2 Fire tests on elements of building construction. Part 2: Test method for determining the contribution to the fire resistance of structural members: By vertical protective membranes.</p>	<p>ENV 13381-2 Proeven ter bepaling van de bijdrage tot de vuurweerstand van dragende bouwdelen - Deel 2: Verticale vuurwerende bekledingen</p>
<p>ENV 13381-4 Fire tests on elements of building construction. Part 4: Test method for determining the contribution to the fire resistance of structural members: By applied protection to steel structural elements.</p>	<p>ENV 13381-4 Proeven ter bepaling van de bijdrage tot de vuurweerstand van dragende bouwdelen - Deel 4: Vuurwering aangebracht op stalen bouwdelen</p>

3. Een corrigendum (EN 1999-1-2:2007/AC:2009) werd opgesteld door CEN en dient samen met NBN EN 1999-1-2 en zijn ANB gebruikt te worden.



Version Française

## Eurocode 9 - Calcul des structures en aluminium - Partie 1-2: Calcul du comportement au feu

Eurocode 9 - Bemessung und Konstruktion von  
Aluminiumtragwerken - Teil 1-2: Tragwerksbemessung für  
den Brandfall

Eurocode 9 - Design of aluminium structures - Part 1-2:  
Structural fire design

La présente Norme européenne a été adoptée par le CEN le 18 septembre 2006.

Les membres du CEN sont tenus de se soumettre au Règlement Intérieur du CEN/CENELEC, qui définit les conditions dans lesquelles doit être attribué, sans modification, le statut de norme nationale à la Norme européenne. Les listes mises à jour et les références bibliographiques relatives à ces normes nationales peuvent être obtenues auprès du Centre de Gestion du CEN ou auprès des membres du CEN.

La présente Norme européenne existe en trois versions officielles (allemand, anglais, français). Une version dans une autre langue faite par traduction sous la responsabilité d'un membre du CEN dans sa langue nationale et notifiée au Centre de Gestion du CEN, a le même statut que les versions officielles.

Les membres du CEN sont les organismes nationaux de normalisation des pays suivants: Allemagne, Autriche, Belgique, Bulgarie, Chypre, Danemark, Espagne, Estonie, Finlande, France, Grèce, Hongrie, Irlande, Islande, Italie, Lettonie, Lituanie, Luxembourg, Malte, Norvège, Pays-Bas, Pologne, Portugal, République Tchèque, Roumanie, Royaume-Uni, Slovaquie, Slovénie, Suède et Suisse.



COMITÉ EUROPÉEN DE NORMALISATION  
EUROPÄISCHES KOMITEE FÜR NORMUNG  
EUROPEAN COMMITTEE FOR STANDARDIZATION

Centre de Gestion: rue de Stassart, 36 B-1050 Bruxelles

## Sommaire

Page

Avant-propos.....	4
<b>1 Généralités.....</b>	<b>10</b>
1.1 Domaine d'application.....	10
1.1.1 Domaine d'application de l'EN 1999.....	10
1.1.2 Domaine d'application de l'EN 1999-1-2.....	10
1.2 Références normatives.....	11
1.3 Hypothèses.....	12
1.4 Distinction entre les principes et les règles d'application.....	12
1.5 Termes et définitions.....	12
1.5.1 Termes spéciaux relatifs au calcul en général.....	12
1.5.2 Termes relatifs aux actions thermiques.....	12
1.5.3 Termes relatifs au matériau et aux produits.....	12
1.5.5 Termes relatifs à l'analyse du comportement mécanique.....	13
1.6 Symboles.....	14
<b>2 Base de calcul.....</b>	<b>15</b>
2.1 Exigences.....	15
2.1.1 Exigences de base.....	15
2.1.2 Exposition au feu nominale.....	16
2.1.3 Exposition au feu paramétrique.....	16
2.2 Actions.....	16
2.3 Valeurs de calcul des propriétés des matériaux.....	16
2.4 Méthodes de vérification.....	17
2.4.1 Généralités.....	17
2.4.2 Analyse par éléments.....	17
2.4.3 Analyse d'une partie de la structure.....	19
2.4.4 Analyse globale de la structure.....	20
<b>3 Propriétés des matériaux.....</b>	<b>20</b>
3.1 Généralités.....	20
3.2 Propriétés mécaniques des alliages d'aluminium.....	20
3.2.1 Propriétés de résistance et de déformation.....	20
3.2.2 Masse unitaire.....	23
3.3 Propriétés thermiques.....	23
3.3.1 Alliages d'aluminium.....	23
3.3.2 Matériaux de protection contre le feu.....	26
<b>4 Calcul du comportement au feu.....</b>	<b>26</b>
4.1 Généralités.....	26
4.2 Modèles de calcul simplifiés.....	27
4.2.1 Généralités.....	27
4.2.2 Résistance.....	27
4.2.3 Echauffement de l'aluminium.....	31
4.3 Modèles de calcul complexe.....	37
4.3.1 Généralités.....	37
4.3.2 Réponse thermique.....	37
4.3.3 Réponse mécanique.....	37
4.3.4 Validation des modèles de calcul complexe.....	38
<b>Annexe A (informative) Propriétés des alliages d'aluminium ne figurant pas dans l'EN 1999-1-1.....</b>	<b>39</b>
<b>Annexe B (informative) Transfert thermique aux éléments de structure extérieurs en aluminium.....</b>	<b>40</b>
<b>B.1 Généralités.....</b>	<b>40</b>
<b>B.1.1 Bases.....</b>	<b>40</b>



<b>B.1.2</b>	<b>Conventions pour les dimensions .....</b>	<b>40</b>
<b>B.1.3</b>	<b>Equilibre thermique.....</b>	<b>40</b>
<b>B.1.4</b>	<b>Facteurs de forme globaux .....</b>	<b>42</b>
<b>B.2</b>	<b>Poteau hors des flammes .....</b>	<b>43</b>
<b>B.2.1</b>	<b>Transfert thermique par rayonnement .....</b>	<b>43</b>
<b>B.2.2</b>	<b>Emissivité des flammes .....</b>	<b>44</b>
<b>B.2.3</b>	<b>Température de flamme .....</b>	<b>48</b>
<b>B.2.4</b>	<b>Absorptivité des flammes.....</b>	<b>49</b>
<b>B.3</b>	<b>Poutre hors des flammes.....</b>	<b>49</b>
<b>B.3.1</b>	<b>Transfert thermique par rayonnement .....</b>	<b>49</b>
<b>B.3.2</b>	<b>Emissivité des flammes.....</b>	<b>51</b>
<b>B.3.3</b>	<b>Température de flamme .....</b>	<b>52</b>
<b>B.3.4</b>	<b>Absorptivité des flammes.....</b>	<b>52</b>
<b>B.4</b>	<b>Poteau dans les flammes.....</b>	<b>52</b>
<b>B.5</b>	<b>Poutre totalement ou partiellement dans les flammes.....</b>	<b>55</b>
<b>B.5.1</b>	<b>Transfert thermique par rayonnement .....</b>	<b>55</b>
<b>B.5.2</b>	<b>Emissivité de la flamme.....</b>	<b>58</b>
<b>B.5.3</b>	<b>Absorptivité de la flamme .....</b>	<b>59</b>
	<b>Bibliographie.....</b>	<b>60</b>

## Avant-propos

Le présent document (EN 1999-1-2:2007) a été élaboré par le Comité Technique CEN/TC 250 "Eurocodes structuraux", dont le secrétariat est tenu par BSI.

Cette Norme européenne devra recevoir le statut de norme nationale, soit par publication d'un texte identique, soit par entérinement, au plus tard en août 2007, et toutes les normes nationales en contradiction devront être retirées au plus tard en mars 2010.

Le présent document remplace l'/le/la ENV 1999-1-2:1998.

Le CEN/TC250 est en charge de tous les Eurocodes structuraux.

Selon le Règlement Intérieur du CEN/CENELEC, les instituts de normalisation nationaux des pays suivants sont tenus de mettre cette Norme européenne en application : Allemagne, Autriche, Bulgarie, Belgique, Chypre, Danemark, Espagne, Estonie, Finlande, France, Grèce, Hongrie, Irlande, Islande, Italie, Lettonie, Lituanie, Luxembourg, Malte, Norvège, Pays-Bas, Pologne, Portugal, République tchèque, Roumanie, Royaume-Uni, Slovaquie, Slovénie, Suède et Suisse.

### Historique du programme des Eurocodes

En 1975, la Commission des Communautés Européennes arrêta un programme d'action dans le domaine de la construction, sur la base de l'Article 95 du Traité. L'objectif de ce programme était la levée des obstacles aux échanges commerciaux et l'harmonisation des spécifications techniques.

Dans le cadre de ce programme d'action, la Commission prit l'initiative d'établir un ensemble de règles techniques harmonisées pour le calcul des ouvrages de construction. Ces règles, dans un premier stade, serviraient d'alternative aux règles nationales en vigueur dans les Etats Membres et, à terme, les remplaceraient.

Pendant quinze ans, la Commission, avec l'aide d'un Comité directeur comportant des représentants des Etats Membres, pilota le développement du programme des Eurocodes, ce qui conduisit au cours des années 1980 à la première génération de codes européens.

En 1989, la Commission et les Etats membres de l'Union européenne EU et de l'AELE décidèrent, sur la base d'un accord<sup>1</sup> entre la Commission et le CEN, de transférer à ce dernier, par une série de Mandats, la préparation et la publication des Eurocodes, afin de leur donner par la suite le statut de Norme européenne (EN). Ceci établit de facto un lien entre les Eurocodes et les dispositions de toutes les Directives du Conseil et/ou Décisions de la Commission concernant les normes européennes (par exemple, la Directive du Conseil 89/106/CEE sur les Produits de Construction - DPC - et les Directives du Conseil 93/37/CEE, 92/50/CEE et 89/440/CEE sur les marchés publics de travaux et services, ainsi que les Directives équivalentes de l'AELE destinées à la mise en place du marché intérieur).

---

<sup>1</sup> Accord entre la Commission des Communautés Européennes et le Comité européen de Normalisation (CEN) concernant le travail sur les EUROCODES pour le calcul des ouvrages de bâtiments et de génie civil (BC/CEN/03/89).

Le programme des Eurocodes Structuraux comprend les normes suivantes, chacune étant en général constituée d'un certain nombre de Parties :

EN 1990	Eurocode 0:	Bases de calcul des structures
EN 1991	Eurocode 1:	Actions sur les structures
EN 1992	Eurocode 2:	Calcul des structures en béton
EN 1993	Eurocode 3:	Calcul des structures en acier
EN 1994	Eurocode 4:	Calcul des structures mixtes acier-béton
EN 1995	Eurocode 5:	Conception et calcul des structures en bois
EN 1996	Eurocode 6:	Calcul des structures en maçonnerie
EN 1997	Eurocode 7:	Calcul géotechnique
EN 1998	Eurocode 8:	Calcul des structures pour leur résistance aux séismes
EN 1999	Eurocode 9:	Calcul des structures en aluminium

Les normes Eurocodes reconnaissent la responsabilité des autorités de réglementation dans chaque Etat Membre et ont préservé le droit de celles-ci de déterminer, au niveau national, des valeurs relatives aux questions réglementaires de sécurité, là où ces valeurs continuent à différer d'un Etat à un autre.

#### **Statut et domaine d'application des Eurocodes**

Les Etats Membres de l'UE et de l'AELE reconnaissent que les Eurocodes servent de documents de référence pour les usages suivants :

- comme moyen de prouver la conformité de bâtiments et d'ouvrages de génie civil aux exigences essentielles de la Directive 89/106/CEE du Conseil, en particulier à l'Exigence Essentielle N°1 – Stabilité et Résistance mécanique – et à l'Exigence Essentielle N°2 – Sécurité en cas d'incendie
- comme base de spécification des contrats pour les travaux de construction et les services techniques associés
- comme cadre d'établissement de spécifications techniques harmonisées pour les produits de construction (EN et ATE)

## EN 1999-1-2:2007 (F)

Les Eurocodes, dans la mesure où ils concernent les ouvrages de construction eux-mêmes, ont un lien direct avec les Documents Interprétatifs<sup>2</sup> auxquels il est fait référence dans l'Article 12 de la DPC, bien qu'ils soient de nature différente de celle des normes de produits harmonisées<sup>3</sup>. En conséquence, les aspects techniques résultant des travaux effectués pour les Eurocodes nécessitent d'être pris en considération de façon adéquate par les Comités techniques du CEN et/ou les groupes de travail de l'EOTA travaillant sur les normes de produits en vue de parvenir à une complète compatibilité de ces spécifications techniques avec les Eurocodes.

Les normes Eurocodes donnent des règles de calcul structural communes en vue d'une utilisation quotidienne pour le calcul de structures entières et de composants, de nature tant traditionnelle qu'innovante. Les formes de construction ou les conceptions inhabituelles ne sont pas spécifiquement couvertes, et il appartiendra en ces cas au concepteur de se procurer des bases spécialisées supplémentaires.

### Normes nationales transposant les Eurocodes

Les normes nationales transposant les Eurocodes comprendront la totalité du texte des Eurocodes (toutes annexes incluses), tel que publié par le CEN ; ce texte peut être précédé d'une page nationale de titres et d'un Avant-Propos National, et peut être suivi d'une Annexe Nationale (informative).

L'Annexe Nationale (informative) peut uniquement contenir seulement des informations sur les paramètres laissés en attente dans l'Eurocode pour choix national, sous la désignation de Paramètres déterminés au niveau national, à utiliser pour les projets de bâtiments et ouvrages de génie civil à construire dans le pays concerné ; il s'agit :

- de valeurs applicables aux coefficients partiels et/ou classes là où des alternatives figurent dans l'Eurocode ;
- de valeurs à utiliser lorsque seul un symbole est donné dans l'Eurocode ;
- de données géographiques et climatiques propres à l'Etat Membre, par exemple carte des vents ;
- de la procédure à utiliser lorsque des procédures alternatives sont données dans l'Eurocode ;
- des références à des informations complémentaires non contradictoires destinées à assister l'utilisateur pour l'application de l'Eurocode.

### Liens entre les Eurocodes et les spécifications techniques harmonisées (EN et ATE) pour les produits

Une cohérence est nécessaire entre les spécifications techniques harmonisées pour les produits de construction et les règles techniques pour les ouvrages<sup>4</sup>. En outre, il convient que toutes les informations accompagnant le Marquage CE des produits de construction faisant référence aux Eurocodes mentionnent clairement quels Paramètres Déterminés au niveau National (PDN) ont été pris en compte.

<sup>2</sup> Selon l'Article 3.3 de la DPC, les exigences essentielles (EE) doivent recevoir une forme concrète dans des Documents interprétatifs pour assurer les liens nécessaires entre les exigences essentielles et les mandats pour normes européennes (EN) harmonisées et guides pour les agréments techniques européens (ATE), et ces agréments eux-mêmes.

<sup>3</sup> Conformément à l'Article 12 de la DPC, les documents interprétatifs doivent :

- a) donner une forme concrète aux exigences essentielles (EE) en harmonisant la terminologie et les bases techniques, et en indiquant des classes ou niveaux pour chaque exigence si nécessaire ;
- b) indiquer des méthodes de corrélation de ces classes ou niveaux d'exigence avec les spécifications techniques, par exemple des méthodes de calcul et d'essais, des règles techniques pour le calcul de projets, etc. ;
- c) servir de référence pour l'établissement de normes et directives harmonisées pour des agréments techniques européens.

Les Eurocodes, de facto, jouent un rôle similaire pour l'EE 1 et une partie de l'EE 2.

<sup>4</sup> Voir l'Article 3.3 et l'Article 12 de la DPC, ainsi que les paragraphes 4.2, 4.3.1, 4.3.2 et 5.2 du DI 1.