

ICS: 91.120.25

***norme belge
enregistrée***

NBN EN 1998-6

1e éd., octobre 2005

Indice de classement: B 03

**Eurocode 8: Calcul des structures pour leur résistance aux séismes -
Partie 6 : Tours, mâts et cheminées**

Eurocode 8: Ontwerp en berekening van aardbevingsbestendige constructies - Deel 6: Torens, masten en schoorstenen

Eurocode 8: Design of structures for earthquake resistance - Part 6: Towers, masts and chimneys

Autorisation de publication: 28 juillet 2005

Remplace NBN ENV 1998-3 (1997).

La présente norme européenne EN 1998-6:2005 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 - NBN Online: www.nbn.be

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

ICS: 91.120.25

Geregistreeerde Belgische norm

NBN EN 1998-6

1e uitg., oktober 2005

Normklasse: B 03

Eurocode 8: Ontwerp en berekening van aardbevingsbestendige constructies - Deel 6: Torens, masten en schoorstenen

Eurocode 8: Calcul des structures pour leur résistance aux séismes - Partie 6 : Tours, mâts et cheminées

Eurocode 8: Design of structures for earthquake resistance - Part 6: Towers, masts and chimneys

Toelating tot publicatie: 28 juli 2005

Vervangt NBN ENV 1998-3 (1997).

Deze Europese norm EN 1998-6:2005 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.

Avant-propos national à la NBN EN 1998-6:2005

1. La norme NBN EN 1998-6:2005 – «Eurocode 8 - Calcul des structures pour leur résistance aux séismes – Partie 6 : Tours, mâts et cheminées» comprend l'Annexe Nationale NBN EN 1998-6 ANB:2011 qui a un caractère normatif en Belgique. Elle remplace à partir de la date de publication au Moniteur Belge de l'homologation de la norme NBN 1998-6 ANB :2011 la norme suivante :

NBN ENV 1998-3:1997 «Eurocode 8 – Conception et dimensionnement des structures pour la résistance aux séismes – Partie 3 : Tours, mâts et cheminées»

2. La version de langue française de l'EN 1998-6 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 1998-6	Terme équivalent en Belgique
poteau client	colonne le maître de l'ouvrage assisté de ses bureaux d'architectes, d'ingénierie et de consultance

3. Note complémentaire de la NBN : à ce jour, il n'y a aucun projet de correctif relatif à cette norme publié par le CEN.

Nationaal voorwoord van NBN EN 1998-6:2005

1. De norm NBN EN 1998-6:2005 «Eurocode 8 – Ontwerp en berekening van aardbevingsbestendige constructies – Deel 6 : Torens, masten en schoorstenen» omvat de Nationale Bijlage NBN EN 1998-6 ANB:2011 met een normatief karakter in België. Hij vervangt vanaf de datum van de publicatie in het Belgisch Staatsbad van de bekrachtiging van de norm NBN EN 1998-6 ANB:2011 de volgende norm:

NBN ENV 1993-3 : 1997 «Eurocode 8 – Ontwerpbepalingen voor aardbevingsbeveiligend ontwerpen van draagsystemen – Deel 3: Torens, masten en schoorstenen »

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

<u>vermelde norm (CEN)</u>	<u>Belgische norm (NBN)</u>	<u>Nederlandstalige titel bij het NBN</u>
EN 13084-2	NBN EN 13084-2:2007	Vrijstaande schoorstenen - Deel 2 : Betonnen schoorstenen
EN 13084-7	NBN EN 13084-7:2006	Vrijstaande schoorstenen - Deel 7: Productspecificaties voor cilindrische stalen constructies voor gebruik in enkelwandige stalen schoorstenen en stalen schoorsteenvoeringen

3. Aanvullende opmerking van het NBN: tot hier toe zijn er nog geen ontwerpen van corrigenda over deze norm bij het CEN gepubliceerd.

Version Française

Eurocode 8: Calcul des structures pour leur résistance aux séismes - Partie 6 : Tours, mâts et cheminées

Eurocode 8: Auslegung von Bauwerken gegen Erdbeben -
Teil 6: Türme, Maste und Schornsteine

Eurocode 8: Design of structures for earthquake resistance
- Part 6: Towers, masts and chimneys

La présente Norme européenne a été adoptée par le CEN le 25 avril 2005.

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 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, a le même statut que les versions officielles.

Les membres du CEN sont les organismes nationaux de normalisation des pays suivants: Allemagne, Autriche, Belgique, Chypre, Danemark, Espagne, Estonie, Finlande, France, Grèce, Hongrie, Irlande, Islande, Italie, Lettonie, Lituanie, Luxembourg, Malte, Norvège, Pays-Bas, Pologne, Portugal, République Tchèque, 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
1 Généralités.....	8
1.1 Domaine d'application.....	8
1.2 Références normatives.....	8
1.2.1 Utilisation	8
1.2.2 Références normatives générales.....	8
1.2.3 Normes de référence supplémentaires relatives aux tours, mâts et cheminées.....	9
1.3 Hypothèses.....	9
1.4 Distinction entre principes et règles d'application	9
1.5 Termes et définitions généraux	10
1.5.1 Termes et définitions.....	10
1.5.2 Autres termes et définitions utilisés dans l'EN 1998-6.....	10
1.6 Symboles.....	10
1.6.1 Généralités.....	10
1.6.2 Autres symboles utilisés dans l'EN 1998-6.....	11
1.7 Unités SI	11
2 Exigences de performance et critères de conformité	12
2.1 Exigences fondamentales	12
2.2 Critères de conformité	12
2.2.1 Fondations	12
2.2.2 État limite ultime.....	12
2.2.3 État limite de limitation des dommages.....	12
3 Action sismique.....	13
3.1 Définition de l'excitation sismique.....	13
3.2 Spectre de réponse élastique	13
3.3 Spectre de réponse de calcul	13
3.4 Représentation temporelle	13
3.5 Mouvements de périodes longues.....	13
3.6 Composantes du mouvement du sol	14
4 Dimensionnement des tours, mâts et cheminées résistant aux séismes.....	15
4.1 Catégories d'importance et coefficients d'importance	15
4.2 Règles de modélisation et hypothèses.....	15
4.2.1 Nombre de degrés de liberté	15
4.2.2 Masses.....	16
4.2.3 Raideur.....	16
4.2.4 Amortissement	17
4.2.5 Interaction sol-structure	17
4.3 Méthodes d'analyse	18
4.3.1 Méthodes applicables.....	18
4.3.2 Méthode par les forces latérales.....	18
4.3.3 Analyse modale avec utilisation d'un spectre de réponse	19
4.4 Combinaisons des effets des composantes de l'action sismique	19
4.5 Combinaisons de l'action sismique avec d'autres actions.....	20
4.6 Déplacements.....	20
4.7 Vérifications de la sécurité	20
4.7.1 État limite ultime.....	20
4.7.2 Condition de résistance des éléments de structure	20
4.7.3 Effets du second ordre	20
4.7.4 Résistance des assemblages.....	21
4.7.5 Stabilité	21

4.7.6	Condition de ductilité et de dissipation d'énergie	21
4.7.7	Fondations.....	22
4.7.8	Haubans et raccords.....	22
4.8	Effets thermiques.....	22
4.9	État limite de limitation des dommages	22
4.10	Coefficient de comportement	23
4.10.1	Généralités.....	23
4.10.2	Valeurs du coefficient correctif k_r	23
5	Règles spécifiques pour les cheminées en béton armé	24
5.1	Domaine d'application.....	24
5.2	Dimensionnement pour un comportement dissipatif	24
5.3	Dispositions constructives des armatures.....	25
5.3.1	Armatures minimales (verticales et horizontales)	25
5.3.2	Armatures minimales autour des ouvertures.....	26
5.4	Règles spéciales pour l'analyse et le dimensionnement.....	26
5.5	État limite de limitation des dommages	27
6	Règles spécifiques aux cheminées métalliques.....	28
6.1	Dimensionnement des cheminées à comportement dissipatif	28
6.2	Matériaux.....	28
6.2.1	Généralités.....	28
6.2.2	Propriétés mécaniques des aciers de construction au carbone.....	29
6.2.3	Propriétés mécaniques des aciers inoxydables.....	29
6.2.4	Assemblages.....	29
6.3	État limite de limitation des dommages	29
6.4	État limite ultime	29
7	Règles spécifiques aux pylônes en acier.....	30
7.1	Domaine d'application.....	30
7.2	Dimensionnement des pylônes à comportement dissipatif.....	30
7.3	Matériaux.....	30
7.4	Dimensionnement des pylônes à ossatures constituées d'une triangulation à barres centrées	30
7.5	Règles spéciales pour le dimensionnement des pylônes de lignes électriques.....	31
7.6	État limite de limitation des dommages	31
7.7	Autres règles de calcul spécifiques.....	33
8	Règles spécifiques aux mâts haubanés.....	34
8.1	Domaine d'application.....	34
8.2	Exigences spécifiques pour l'analyse et le dimensionnement	34
8.3	Matériaux.....	35
8.4	État limite de limitation des dommages	35
Annexe A (informative) Analyse dynamique linéaire tenant compte des composantes de rotation du mouvement du sol.....		36
Annexe B (informative) Amortissement modal dans l'analyse modale de réponse spectrale		39
Annexe C (informative) Interaction sol-structure		41
Annexe D (informative) Nombre de degrés de liberté et de modes de vibration.....		43
Annexe E (informative) Cheminées en maçonnerie.....		44
Annexe F (informative) Pylônes de lignes électriques		46

Avant-propos

Cette Norme européenne EN 1998-6, Eurocode 8 : Calcul des structures pour leur résistance aux séismes: Tours, mâts et cheminées, a été élaborée par le Comité Technique CEN/TC 250 "Eurocodes structuraux", dont le secrétariat est tenu par BSI. Le CEN/TC 250 est responsable de tous les Eurocodes Structuraux.

Le statut de norme nationale doit être accordé à la présente norme européenne, soit par publication d'un texte identique, soit par entérinement, au plus tard en Décembre 2005, et les normes nationales en contradiction doivent être retirées au plus tard en Mars 2010.

Le présent document annule et remplace l'ENV 1998-3:1996.

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, Belgique, Chypre, Danemark, Espagne, Estonie, Finlande, France, Grèce, Hongrie, Irlande, Islande, Italie, Lettonie, Lituanie, Luxembourg, Malte, Norvège, Pays-Bas, Pologne, Portugal, République Tchèque, 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 États Membres et, à terme, les remplaceraient.

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

En 1989, la Commission et les États membres de l'Union européenne (EU) et de l'Association Européenne de Libre Échange (AELE) décidèrent, sur la base d'un accord¹⁾ entre la Commission et le CEN, de transférer au CEN par une série de Mandats, l'élaboration et la publication des Eurocodes, afin de leur conférer par la suite un statut de Normes Européennes (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).

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

EN 1990, *Eurocode : Base de calcul des structures.*

EN 1991, *Eurocode 1 : Actions sur les structures.*

1) 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).

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 : 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 État 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 État à un autre.

Statut et domaine d'application des Eurocodes

Les États 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 des bâtiments et des ouvrages de génie civil aux exigences essentielles de la Directive du Conseil 89/106/CEE, 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 1998-6:2005 (F)

Les Eurocodes, dans la mesure où ils concernent les ouvrages eux-mêmes, ont une relation directe avec les Documents Interprétatifs²⁾ visés à l'Article 12 de la DPC, bien qu'ils soient d'une nature différente de celle des normes harmonisées de produits³⁾. 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 de l'Eurocode (toutes annexes incluses), tel que publié par le CEN ; ce texte peut être précédé d'une page nationale de titre et d'un Avant-propos National, et peut être suivi d'une Annexe Nationale.

L'Annexe Nationale (informative) ne peut contenir que des informations sur les paramètres laissés ouverts au choix national dans l'Eurocode, appelés Paramètres Déterminés au niveau national (PDN), et destinés à être utilisés pour les projets de bâtiments et ouvrages de génie civil devant être construits dans le pays concerné ; il s'agit :

- de valeurs de coefficients partiels et/ou classes lorsque des alternatives sont données dans l'Eurocode ;
- de valeurs à utiliser lorsque seul un symbole est donné dans l'Eurocode ;
- de données propres à un pays (géographiques, climatiques, etc.), par exemple carte des vents ;
- de la procédure à utiliser lorsque des procédures alternatives sont données dans l'Eurocode.

Elle peut également contenir :

- des décisions sur l'usage des annexes informatives, et
- des références à des informations complémentaires non contradictoires destinées à assister l'utilisateur pour l'application de l'Eurocode.

2) Conformément à l'article 3.3 de la DPC, les exigences essentielles (EE) doivent prendre une forme concrète dans des documents interprétatifs (DI) pour assurer les liens nécessaires entre les exigences essentielles et les mandats pour les normes européennes (EN) harmonisées, les ATE et les guides pour ces ATE.

3) Selon l'article 12 de la DPC, les documents interprétatifs doivent :

- a) donner une forme concrète aux exigences essentielles en harmonisant la terminologie et les bases techniques et en indiquant, lorsque c'est nécessaire, des classes ou niveaux pour chaque exigence ;
- b) indiquer des méthodes pour relier ces classes ou niveaux de exigences avec les spécifications techniques, par exemple méthodes de calcul et d'essai, règles techniques pour la conception, etc. ;
- c) servir de référence pour l'établissement de normes harmonisées et de guides pour agréments techniques européens. Les Eurocodes, de facto, jouent un rôle similaire pour l'E.E 1 et une partie de l'E.E 2.

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 ouvrages⁴⁾. 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.

Informations additionnelles spécifiques à l'EN 1998-6

Pour le dimensionnement des structures en zones sismiques, les dispositions de la présente norme doivent être appliquées en complément des dispositions des autres Eurocodes concernés. Les dispositions de la présente norme complètent en particulier celles de l'Eurocode 3, Partie 3-1 "Tours et mâts" et Partie 32 "Cheminées", qui ne traitent pas des exigences particulières au dimensionnement sismique.

Annexe Nationale pour l'EN 1998-6

Des notes indiquent les cas où des choix se révèlent nécessaires au niveau national. C'est pourquoi il y a lieu de doter la Norme Nationale transposant l'EN 1998-6 d'une Annexe Nationale contenant les valeurs de tous les Paramètres Déterminés au niveau National, à utiliser pour le dimensionnement dans le pays concerné. Un choix national se révèle nécessaire dans les paragraphes suivants.

Section de référence	Élément
1.1(2)	Annexes A, B, C, D, E et F informatives.
3.1(1)	Conditions dans lesquelles il convient de tenir compte de la composante de rotation du mouvement du sol.
3.5(2)	Valeur du coefficient b donnant la valeur spectrale de calcul minimale, lorsque des études spécifiques concernant les conditions de site ont été faites, mettant particulièrement l'accent sur les mouvements à longues périodes de l'action sismique.
4.1(5)P	Coefficients d'importance applicables aux mâts, tours et cheminées.
4.3.2.1(2)	Conditions de détail, en complément de celles données en 4.3.2.1(2), pour l'application de la méthode d'analyse par les forces latérales.
4.7.2(1)P	Coefficients partiels pour les matériaux
4.9(4)	Coefficient de réduction n pour les déplacements à l'état limite de limitation des dommages

4) Voir le paragraphe 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.

1 Généralités

1.1 Domaine d'application

(1) Le domaine d'application de l'Eurocode 8 est défini dans l'EN 1998-1:2004, **1.1.1** et le domaine d'application de la présente norme est défini en (2) à (4). Les autres parties de l'Eurocode 8 sont mentionnées dans l'EN 1998-1:2004, **1.1.3**.

(2) L'EN 1998-6 établit des exigences, des critères et des règles pour le dimensionnement de structures hautes et élancées : les tours, incluant les clochers, les tours d'aspiration, les pylônes de radio et de télévision, les mâts, les cheminées (incluant les cheminées industrielles auto-portantes) et les phares. Des dispositions additionnelles spécifiques aux cheminées en béton armé et en acier sont données aux articles **5** et **6**, respectivement. Des dispositions additionnelles spécifiques aux pylônes en acier et aux pylônes haubanés en acier sont données aux articles **7** et **8**, respectivement. La présente norme spécifie également des exigences pour les éléments non structuraux, tels que les antennes, le revêtement des cheminées, et d'autres équipements.

NOTE 1 L'Annexe A informative donne des recommandations et des informations concernant l'analyse dynamique linéaire prenant en compte les composantes de rotation du mouvement du sol.

NOTE 2 L'Annexe B informative donne des recommandations et des informations concernant l'amortissement modal dans l'analyse modale avec réponse spectrale.

NOTE 3 L'Annexe C informative donne des informations concernant l'interaction sol-structure, ainsi que des recommandations visant à prendre en compte cette interaction dans l'analyse dynamique linéaire.

NOTE 4 L'Annexe D informative donne des informations et des recommandations supplémentaires concernant le nombre de degrés de liberté et le nombre de modes de vibration dont l'analyse doit tenir compte.

NOTE 5 L'Annexe E informative donne des informations et des recommandations concernant le dimensionnement sismique des cheminées en maçonnerie.

NOTE 6 L'Annexe F informative donne des informations supplémentaires concernant les performances et le dimensionnement sismiques des pylônes électriques.

(3) Les présentes dispositions ne s'appliquent pas aux aéroréfrigérants et aux structures offshore.

(4) Pour les tours supportant des réservoirs, l'EN 1998-4 s'applique.

1.2 Références normatives

1.2.1 Utilisation

(1)P Cette norme européenne comporte, par référence datée ou non datée, des dispositions d'autres publications. Ces références normatives sont citées aux endroits appropriés dans le texte et les publications sont énumérées ci-après. Pour les références datées, les amendements ou révisions ultérieures de l'une quelconque de ces publications ne s'appliquent à cette norme européenne que s'ils y ont été incorporés par amendement ou révision. Pour les références non datées, la dernière édition de la publication à laquelle il est fait référence s'applique (y compris les amendements).

1.2.2 Références normatives générales

(1) L'EN 1998-1:2004, **1.2.1**, s'applique.