

ICS: 91.120.25

---

*norme belge  
enregistrée*

**NBN EN 1998-4**

2e éd., novembre 2006

**Indice de classement: B 03**

---

**Eurocode 8 - Calcul des structures pour leur résistance aux séismes -  
Partie 4: Silos, réservoirs et canalisations**

Eurocode 8 - Ontwerp en berekening van aardbevingsbestendige constructies - Deel 4: Silo's, opslagtanks en buisleidingen

Eurocode 8 - Design of structures for earthquake resistance - Part 4: Silos, tanks and pipelines

---

**Autorisation de publication: 31 août 2006**

Remplace NBN ENV 1998-4 (1998).

La présente norme européenne EN 1998-4:2006 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.

Une version en néerlandais, ayant le même statut que les versions officielles, est également disponible au NBN.



**Bureau de Normalisation - rue Joseph II 40 - 1000 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

ICS: 91.120.25

# ***Geregistreeerde Belgische norm***

**NBN EN 1998-4**

2e uitg., november 2006

**Normklasse: B 03**

## **Eurocode 8 - Ontwerp en berekening van aardbevingsbestendige constructies - Deel 4: Silo's, opslagtanks en buisleidingen**

Eurocode 8 - Calcul des structures pour leur résistance aux séismes - Partie 4: Silos, réservoirs et canalisations

Eurocode 8 - Design of structures for earthquake resistance - Part 4: Silos, tanks and pipelines

### **Toelating tot publicatie: 31 augustus 2006**

Vervangt NBN ENV 1998-4 (1998).

Deze Europese norm EN 1998-4:2006 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.

Er is bij het NBN ook een Nederlandstalige versie beschikbaar, die dezelfde status heeft als de officiële versies.



**Bureau voor Normalisatie - Jozef II-straat 40 - 1000 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 1998-4:2006

1. La norme NBN EN 1998-4:2006 «Eurocode 8 - Calcul des structures pour leur résistance aux séismes – Partie 4 : Silos, réservoirs et canalisations» comprend l'Annexe Nationale NBN EN 1998-4-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 1998-4-ANB :2011 la norme suivante :

NBN ENV 1998-4:1998 «Eurocode 8 - Conception et dimensionnement des structures pour la résistance aux séismes – Partie 4 : Silos, réservoirs et canalisations»

2. La version de langue française de l'EN 1998-4 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 1998-4	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 1998-4

1. De norm NBN EN 1998-4:2006 «Eurocode 8 – Ontwerp en berekening van aardbevingsbestendige constructies – Deel 4: Silo's, opslagtanks en buisleidingen» omvat de Nationale Bijlage NBN EN 1998-4-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 1998-4-ANB:2011 de volgende norm:

NBN ENV 1998-4:1998 «Eurocode 8 – Ontwerpbepalingen voor aardbevingsbeveiligend ontwerpen van draagsystemen – Deel 4 : Silo's, tanks en pijpleidingen»

2. 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 4: Silos, réservoirs et canalisations

Eurocode 8 - Auslegung von Bauwerken gegen Erdbeben -  
Teil 4: Silos, Tankbauwerke und Rohrleitungen

Eurocode 8 - Design of structures for earthquake  
resistance - Part 4: Silos, tanks and pipelines

La présente Norme européenne a été adoptée par le CEN le 15 mai 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 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, 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**

<b>AVANT-PROPOS</b> .....	<b>4</b>
<b>1 GENERALITES</b> .....	<b>9</b>
1.1 DOMAINE D'APPLICATION .....	9
1.2 REFERENCES NORMATIVES .....	10
1.2.1 <i>Références normatives générales</i> .....	10
1.3 HYPOTHESES.....	11
1.4 DISTINCTION ENTRE PRINCIPES ET REGLES D'APPLICATION .....	11
1.5 TERMES ET DEFINITIONS .....	11
1.5.1 <i>Généralités</i> .....	11
1.5.2 <i>Termes communs à tous les Eurocodes</i> .....	11
1.5.3 <i>Autres termes utilisés dans l'EN 1998</i> .....	11
1.5.4 <i>Autres termes utilisés dans l'EN 1998-4</i> .....	11
1.6 SYMBOLES .....	12
1.7 UNITES S.I. ....	13
<b>2 PRINCIPES GENERAUX ET REGLES D'APPLICATION</b> .....	<b>14</b>
2.1 EXIGENCES DE SURETE .....	14
2.1.1 <i>Généralités</i> .....	14
2.1.2 <i>Etat limite ultime</i> .....	14
2.1.3 <i>Etat de limitation des dommages</i> .....	15
2.1.4 <i>Différenciation de la fiabilité</i> .....	16
2.1.5 <i>Fiabilité des systèmes par rapport à celle des éléments</i> .....	17
2.1.6 <i>Conception et dimensionnement</i> .....	17
2.2 ACTION SISMIQUE .....	18
2.3 ANALYSE .....	18
2.3.1 <i>Méthodes d'analyse</i> .....	18
2.3.2 <i>Interaction avec le sol</i> .....	20
2.3.3 <i>Amortissement</i> .....	20
2.3.3.1 <i>Amortissement de la structure</i> .....	20
2.3.3.2 <i>Amortissement du contenu</i> .....	20
2.3.3.3 <i>Amortissement des fondations</i> .....	21
2.3.3.4 <i>Amortissement pondéré</i> .....	21
2.4 COEFFICIENTS DE COMPORTEMENT .....	21
2.5 VERIFICATIONS DE SECURITE .....	22
2.5.1 <i>Généralités</i> .....	22
2.5.2 <i>Combinaisons des actions sismiques avec d'autres actions</i> .....	22
<b>3 PRINCIPES SPECIFIQUES ET REGLES D'APPLICATION POUR LES SILOS</b> .....	<b>22</b>
3.1 INTRODUCTION .....	22
3.2 COMBINAISON DES COMPOSANTES DU MOUVEMENT DU SOL .....	23
3.3 CALCUL DES SILOS .....	23
3.4 COEFFICIENTS DE COMPORTEMENT .....	26
3.5 VERIFICATIONS .....	27
3.5.1 <i>Etat de limitation des dommages</i> .....	27
3.5.2 <i>Etat limite ultime</i> .....	27
3.5.2.1 <i>Stabilité d'ensemble</i> .....	27
3.5.2.2 <i>Coque</i> .....	28
3.5.2.3 <i>Ancrages</i> .....	28
3.5.2.4 <i>Fondations</i> .....	28
<b>4 PRINCIPES SPECIFIQUES ET REGLES D'APPLICATION POUR LES RESERVOIRS</b> .....	<b>29</b>
4.1 CRITERES DE CONFORMITE .....	29
4.1.1 <i>Généralités</i> .....	29
4.1.2 <i>Etat de limitation des dommages</i> .....	29
4.1.3 <i>Etat limite ultime</i> .....	29
4.2 COMBINAISON DES COMPOSANTES DU MOUVEMENT DU SOL .....	30

4.3	METHODES D'ANALYSE.....	30
4.3.1	<i>Généralités</i> .....	30
4.3.2	<i>Effets hydrodynamiques</i> .....	30
4.4	COEFFICIENTS DE COMPORTEMENT.....	31
4.5	VERIFICATIONS.....	32
4.5.1	<i>Etat de limitation des dommages</i> .....	32
4.5.1.1	<i>Généralités</i> .....	32
4.5.1.2	<i>Coque</i> .....	32
4.5.1.3	<i>Canalisations</i> .....	32
4.5.2	<i>Etat limite ultime</i> .....	33
4.5.2.1	<i>Stabilité</i> .....	33
4.5.2.2	<i>Coque</i> .....	33
4.5.2.3	<i>Canalisations</i> .....	33
4.5.2.4	<i>Ancrages</i> .....	34
4.5.2.5	<i>Fondations</i> .....	34
4.6	MESURES COMPLEMENTAIRES.....	34
4.6.1	<i>Endiguement</i> .....	34
4.6.2	<i>Ballotement</i> .....	34
4.6.3	<i>Interaction des canalisations</i> .....	34
<b>5</b>	<b>PRINCIPES SPECIFIQUES ET REGLES D'APPLICATION POUR LES CANALISATIONS AERIENNES.....</b>	<b>35</b>
5.1	GENERALITES.....	35
5.2	EXIGENCES DE SECURITE.....	35
5.2.1	<i>Etat de limitation des dommages</i> .....	35
5.2.2	<i>Etat limite ultime</i> .....	36
5.3	ACTION SISMIQUE.....	36
5.3.1	<i>Généralités</i> .....	36
5.3.2	<i>Action sismique pour les mouvements d'inertie</i> .....	36
5.3.3	<i>Mouvement différentiel</i> .....	37
5.4	METHODES D'ANALYSE.....	37
5.4.1	<i>Modélisation</i> .....	37
5.4.2	<i>Calcul</i> .....	37
5.5	COEFFICIENTS DE COMPORTEMENT.....	38
5.6	VERIFICATIONS.....	38
<b>6</b>	<b>PRINCIPES SPECIFIQUES ET REGLES D'APPLICATION POUR LES CANALISATIONS ENTERREES.....</b>	<b>39</b>
6.1	GENERALITES.....	39
6.2	EXIGENCES DE SECURITE.....	39
6.2.1	<i>Etat de limitation des dommages</i> .....	39
6.2.2	<i>Etat limite ultime</i> .....	39
6.3	ACTION SISMIQUE.....	40
6.3.1	<i>Généralités</i> .....	40
6.3.2	<i>Action sismique pour les mouvements inertiels</i> .....	40
6.3.3	<i>Modélisation des ondes sismiques</i> .....	40
6.3.4	<i>Mouvements permanents du sol</i> .....	41
6.4	METHODE DE CALCUL (PASSAGE DES ONDES).....	41
6.5	VERIFICATIONS.....	41
6.5.1	<i>Généralités</i> .....	41
6.5.2	<i>Canalisations enterrées dans des sols stables</i> .....	41
6.5.3	<i>Canalisations enterrées soumises à des mouvements différentiels du sol (canalisations soudées en acier)</i> 42	41
6.6	MESURES DE CALCUL POUR LA TRAVERSEE DES FAILLES.....	42
	<b>METHODES DE CALCUL SISMIQUE POUR LES RESERVOIRS.....</b>	<b>44</b>
	<b>ANNEXE B (INFORMATIVE).....</b>	<b>87</b>
	<b>CANALISATIONS ENTERREES.....</b>	<b>87</b>

EN 1998-4:2006 (FR)

## AVANT-PROPOS

Cette Norme européenne EN 1998-4, Eurocode 8: Calcul des structures pour leur résistance aux séismes : Silos, réservoirs et canalisations, a été élaborée par le Comité technique CEN/TC 250 « Eurocodes structuraux », dont le secrétariat est tenu par BSI. Le CEN/TC 250 est en charge de tous les Eurocodes structuraux.

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

Le présent document annule et remplace l'ENV 1998-4:1997.

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, Luxembourg, Lettonie, Lituanie, Malte, Norvège, Pays-Bas, Pologne, Portugal, République Tchèque, Royaume-Uni, Slovaquie, Slovénie, Suède et Suisse.

### Fondement 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 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'Association Européenne de Libre Echange (AELE) décidèrent, sur la base d'un accord<sup>1</sup> 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).

---

<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 bâtiment 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: Base 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: 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 alliages d'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 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 1998-4:2006 (FR)

Les Eurocodes, dans la mesure où ils concernent les ouvrages eux-mêmes, ont une relation directe avec les Documents Interprétatifs<sup>2</sup> visés à l'Article 12 de la DPC, bien qu'ils soient d'une nature différente de celle des normes harmonisées de produits<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 par un Avant-propos National, et peut être suivi d'une Annexe Nationale (informative).

L'Annexe Nationale 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 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,

---

<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>Selon 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 (ATE).

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

- de données propres à un pays (géographiques, climatiques, etc.), *par exemple* : carte de neige,
- de la procédure à utiliser lorsque des procédures alternatives sont données dans l'Eurocode.

Elle peut également contenir :

- des décisions sur l'application des annexes informatives,
- des références à des informations complémentaires non contradictoires pour aider l'utilisateur à appliquer 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.

### **Informations additionnelles spécifiques à l'EN 1998-4**

Le domaine d'application de l'EN 1998 est défini au paragraphe **1.1.1** de l'EN 1998-1:2004. Le domaine d'application de la présente partie de l'EN 1998 est défini en **1.1**. Les autres parties de l'Eurocode 8 sont énumérées au **1.1.3** de l'EN 1998-1:2004.

L'EN 1998-4:2006 est destinée à être utilisée par :

- les clients (par exemple pour la formulation de leurs exigences spécifiques concernant les niveaux de fiabilité et la durabilité) ;
- les concepteurs et les constructeurs ;
- les autorités compétentes.

Pour le calcul des structures dans des régions sismiques, les dispositions de la Norme européenne doivent être appliquées en complément aux dispositions d'autres parties pertinentes de l'Eurocode 8 et à celles d'autres Eurocodes appropriés. En particulier, les dispositions de la présente Norme européenne complètent celles des EN 1991-4, EN 1992-3, EN 1993-4-1, EN 1993-4-2 et EN 1993-4-3, qui ne couvrent pas les exigences spéciales relatives au calcul sismique.

---

<sup>4</sup> 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.

EN 1998-4:2006 (FR)

**Annexe Nationale pour l'EN 1998-4**

La présente norme propose des alternatives concernant des procédures, des valeurs et des recommandations de classes, avec des Notes indiquant où des choix nationaux peuvent être faits. C'est pourquoi il convient de doter la norme nationale mettant en application l'EN 1998-4 d'une Annexe Nationale contenant tous les Paramètres Déterminés au niveau National à utiliser pour le calcul de bâtiments et d'ouvrages de génie civil à construire dans le pays concerné.

Un choix national est autorisé dans l'EN 1998-4:2006 aux paragraphes suivants :

<b>Référence</b>	<b>Elément</b>
1.1(4)	Exigences supplémentaires pour les installations impliquant des risques majeurs pour la population ou pour l'environnement
2.1.2(4)P	Période de retour de référence $T_{NCR}$ de l'action sismique pour l'état limite ultime(ou, de manière équivalente, probabilité de référence de dépassement en 50 ans, $P_{NCR}$ ).
2.1.3(5)P	Période de retour de référence $T_{DLR}$ de l'action sismique pour l'état de limitation des dommages (ou, de manière équivalente, probabilité de référence de dépassement en 10 ans, $P_{DLR}$ ).
2.1.4(8)	Coefficients d'importance pour les silos, les réservoirs et les canalisations
2.2(3)	Coefficient de réduction $\nu$ des effets de l'action sismique appropriée à l'état de limitation de dommages
2.3.3.3(2)P	Valeur maximale de l'amortissement radiatif pour les analyses d'interaction sol-structure, $\xi_{max}$
2.5.2(3)P	Valeurs de $\varphi$ pour les silos, les réservoirs et les canalisations
3.1(2)P	pois spécifique de grains solides dans les silos, $\gamma$ , en situation de calcul sismique
4.5.1.3(3)	Facteur d'amplification des forces transmises par la canalisation à la zone de fixation sur la paroi du réservoir, pour que le dimensionnement de la région reste élastique dans l'état de limitation des dommages.
4.5.2.3(2)P	Le coefficient de sur-résistance théorique de la canalisation lorsqu'il s'agit de vérifier que la connexion de la canalisation au réservoir ne cédera pas avant la canalisation à l'état limite ultime.

## 1 GENERALITES

### 1.1 Domaine d'application

(1) Le domaine d'application de l'Eurocode 8 est défini au **1.1.1** de l'EN 1998-1:2004, celui de la présente norme est défini dans ce paragraphe. D'autres parties de l'Eurocode 8 sont indiquées au **1.1.3** de l'EN 1998-1:2004.

(2) La présente norme spécifie les principes et les règles d'application pour le calcul sismique sous l'aspect structurel d'installations comprenant des systèmes de canalisations aériennes et enterrées, des réservoirs de stockage de types et destinations différents, aussi bien que des ouvrages indépendants, comme par exemple des châteaux d'eau isolés ayant une destination particulière, ou des groupes de silos contenant des matériaux granulaires, etc.

(3) La présente norme comprend les critères et les règles supplémentaires prescrites pour le calcul sismique de ces structures, sans restrictions concernant leur dimension, leur type ou autres caractéristiques fonctionnelles. Néanmoins, pour certains types de réservoirs ou de silos, elle fournit également des méthodes détaillées d'évaluation ainsi que des règles de vérification.

(4) La présente norme ne peut être exhaustive pour le cas d'installations impliquant des risques majeurs pour la population ou pour l'environnement, qui nécessitent des exigences supplémentaires dont la responsabilité incombe aux autorités compétentes. La présente norme est également incomplète pour le cas des ouvrages dont les éléments de structure ne sont pas courants, et qui, pour assurer la protection sismique, impliquent des études et des mesures particulières. Dans ces deux cas, la présente norme fournit des principes généraux mais pas de règles d'application détaillées.

NOTE L'annexe nationale peut spécifier les exigences supplémentaires pour les installations impliquant des risques majeurs pour la population ou pour l'environnement.

(5) Bien que les canalisations de diamètre important soient incluses dans le domaine d'application de la présente norme, les critères de calcul correspondants ne s'appliquent pas à des installations, en apparence similaires, telles que les tunnels et les cavités souterraines de grandes dimensions.

(6) La nature des réseaux qui caractérise souvent les installations faisant l'objet de la présente norme exige des concepts, des modèles et des méthodes qui diffèrent sensiblement de ceux utilisés couramment pour des structures plus courantes. Par ailleurs, la réponse et la stabilité des silos et réservoirs soumis à des actions sismiques sévères peuvent impliquer des phénomènes d'interaction entre sol, structure et matériau emmagasiné (liquide ou granuleux) plutôt complexes qui ne peuvent être réduits facilement à des procédés de calcul simplifiés. De la même façon, le calcul d'un système de canalisations qui doit traverser des zones de sols de faibles caractéristiques ou des zones instables peut s'avérer également difficile. Pour les raisons exposées ci-dessus, l'organisation de la présente norme est, dans une certaine mesure, différente de celle des autres parties de l'EN 1998. La présente norme se limite en général à des principes de base et à des approches méthodologiques.

## EN 1998-4:2006 (FR)

NOTE Des procédés détaillés d'analyse qui vont au-delà des principes de base et des approches méthodologiques sont traités dans les annexes A et B pour certaines situations typiques.

(7) Dans la formulation et la mise en application des exigences générales, une distinction a été faite entre les structures indépendantes et les systèmes redondants, par le biais des coefficients d'importance et/ou de la définition de critères de vérification spécifiques.

(8) Si une protection sismique des canalisations aériennes est assurée au moyen de dispositifs d'isolation sismique entre la canalisation et ses appuis, l'EN 1998-2:2005 s'applique, le cas échéant. Pour le calcul des réservoirs, des silos, des installations individuelles ou des éléments des systèmes de canalisation pourvus d'une isolation sismique, les dispositions appropriées de l'EN 1998-1:2004 s'appliquent.

## 1.2 Références normatives

(1)P La présente 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 les révisions ultérieurs 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 éventuels).

### 1.2.1 Références normatives générales

EN 1990: 2002 *Eurocode – Bases de calcul des structures.*

EN 1991-4: 2006 *Eurocode 1 – Actions sur les structures – Partie 4 : Silos et réservoirs.*

EN 1992-1-1: 2004 *Eurocode 2 – Calcul des structures en béton – Partie 1-1 : Généralités – Règles générales et règles pour les bâtiments.*

EN 1992-3: 2006 *Eurocode 2 – Calcul des structures en béton – Partie 3 : Structures contenant des liquides*

EN 1993-1-1: 2004 *Eurocode 3 – Calcul des structures en acier – Partie 1-1 : Généralités – Règles générales.*

EN 1993-1-5: 2006 *Eurocode 3 – Calcul des structures en acier – Partie 1-5 : Plaques planes chargées dans leur plan.*

EN 1993-1-6: 2006 *Eurocode 3 – Calcul des structures en acier – Partie 1-6 : Coques.*

EN 1993-1-7: 2006 *Eurocode 3 – Calcul des structures en acier – Partie 1-7 : Plaques planes chargées transversalement à leur plan.*

EN 1993-4-1: 2006 *Eurocode 3 – Calcul des structures en acier – Partie 4-1 : Silos.*

EN 1993-4-2: 2006 *Eurocode 3 – Calcul des structures en acier – Partie 4-2 : Réservoirs.*