

ILNAS

Institut luxembourgeois de la normalisation
de l'accréditation, de la sécurité et qualité
des produits et services

ILNAS-EN 1998-2:2005

Eurocode 8 - Calcul des structures pour leur résistance aux séismes - Partie 2: Ponts

Eurocode 8 - Design of structures for
earthquake resistance - Part 2: Bridges

Eurocode 8 - Auslegung von Bauwerken
gegen Erdbeben - Teil 2: Brücken

11/2005



Avant-propos national

Cette Norme Européenne EN 1998-2:2005 a été adoptée comme Norme Luxembourgeoise ILNAS-EN 1998-2:2005.

Toute personne intéressée, membre d'une organisation basée au Luxembourg, peut participer gratuitement à l'élaboration de normes luxembourgeoises (ILNAS), européennes (CEN, CENELEC) et internationales (ISO, IEC) :

- Influencer et participer à la conception de normes
- Anticiper les développements futurs
- Participer aux réunions des comités techniques

<https://portail-qualite.public.lu/fr/normes-normalisation/participer-normalisation.html>

CETTE PUBLICATION EST PROTÉGÉE PAR LE DROIT D'AUTEUR

Aucun contenu de la présente publication ne peut être reproduit ou utilisé sous quelque forme ou par quelque procédé que ce soit - électronique, mécanique, photocopie ou par d'autres moyens sans autorisation préalable !

Version Française

Eurocode 8 - Calcul des structures pour leur résistance aux séismes - Partie 2: Ponts

Eurocode 8 - Auslegung von Bauwerken gegen Erdbeben -
Teil 2: Brücken

Eurocode 8 - Design of structures for earthquake
resistance - Part 2: Bridges

La présente Norme européenne a été adoptée par le CEN le 7 juillet 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

Avant-propos.....	5
1 INTRODUCTION	11
1.1 Domaine d'application.....	11
1.1.1 Domaine d'application de l'EN 1998-2	11
1.1.2 Compléments de l'EN 1998.....	12
1.2 Références normatives	12
1.2.1 Utilisation.....	12
1.2.2 Références normatives générales	12
1.2.3 Codes et normes de référence	12
1.2.4 Normes générales et autres normes de référence supplémentaires relatives aux ponts	12
1.3 Hypothèses.....	13
1.4 Distinction entre principes et règles d'application	13
1.5 Définitions	13
1.5.1 Généralités	13
1.5.2 Termes communs à tous les Eurocodes.....	13
1.5.3 Autres termes utilisés dans l'EN 1998-2.....	13
1.6 Symboles	14
1.6.1 Généralités	14
1.6.2 Autres symboles utilisés dans les articles 2 et 3 de l'EN 1998-2.....	14
1.6.3 Autres symboles utilisés dans l'article 4 de l'EN 1998-2	15
1.6.4 Autres symboles utilisés dans l'article 5 de l'EN 1998-2	16
1.6.5 Autres symboles utilisés dans l'article 6 de l'EN 1998-2	17
1.6.6 Autres symboles utilisés dans l'article 7 et les annexes J, JJ et K de l'EN 1998-2	19
2 EXIGENCES FONDAMENTALES ET CRITERES DE CONFORMITE.....	22
2.1 Action sismique de calcul.....	22
2.2 Exigences de base.....	23
2.2.1 Généralités	23
2.2.2 Non-effondrement (état limite ultime).....	23
2.2.3 Minimisation des dommages (état limite de service).....	24
2.3 Critères de conformité	24
2.3.1 Généralités	24
2.3.2 Comportement sismique visé.....	25
2.3.3 Vérifications de résistance	27
2.3.4 Dimensionnement en capacité	27
2.3.5 Disposition pour la ductilité	27
2.3.6 Assemblages - Maîtrise des déplacements - Dispositions constructives	30
2.3.7 Critères simplifiés.....	34
2.4 Principes généraux de conception parasismique.....	34
3 ACTION SISMIQUE.....	36
3.1 Définition de l'action sismique	36
3.1.1 Généralités	36
3.1.2 Application des composantes du mouvement.....	36
3.2 Quantification des composantes	36
3.2.1 Généralités	36
3.2.2 Spectre de réponse élastique du site	36
3.2.3 Représentation temporelle	37
3.2.4 Spectre de dimensionnement du site pour l'analyse linéaire	38
3.3 Variabilité spatiale de l'action sismique.....	38
4 ANALYSE.....	42
4.1 Modélisation	42

4.1.1	Degrés de liberté dynamiques	42
4.1.2	Masses.....	42
4.1.3	Amortissement de la structure et rigidité des éléments	43
4.1.4	Modélisation du sol.....	43
4.1.5	Effets de torsion	44
4.1.6	Coefficients de comportement pour l'analyse linéaire.....	45
4.1.7	Composante verticale de l'action sismique.....	47
4.1.8	Comportement sismique régulier et irrégulier des ponts ductiles	48
4.1.9	Analyse non linéaire des ponts irréguliers.....	48
4.2	Méthodes d'analyse.....	49
4.2.1	Analyse dynamique linéaire - Méthode spectrale	49
4.2.2	Méthode du mode fondamental	50
4.2.3	Méthodes linéaires alternatives	54
4.2.4	Analyse temporelle dynamique non linéaire	54
4.2.5	Analyse non linéaire statique (analyse en poussée progressive)	56
5	VERIFICATION DE LA RESISTANCE	57
5.1	Généralités	57
5.2	Matériaux et résistance de calcul	57
5.2.1	Matériaux.....	57
5.2.2	Résistance de calcul	57
5.3	Dimensionnement en capacité.....	57
5.4	Effets du second ordre	59
5.5	Combinaison de l'action sismique avec d'autres actions.....	60
5.6	Vérification de la résistance des sections en béton.....	61
5.6.1	Résistance de calcul	61
5.6.2	Structures à comportement à ductilité limitée	61
5.6.3	Structures à comportement ductile.....	61
5.7	Vérification de la résistance des éléments en acier et des éléments mixtes.....	70
5.7.1	Piles en acier.....	70
5.7.2	Tablier en acier ou mixte	71
5.8	Fondations	71
5.8.1	Généralités	71
5.8.2	Effets des actions de calcul	71
5.8.3	Vérification de la résistance	71
6	DISPOSITIONS CONSTRUCTIVES	72
6.1	Généralités	72
6.2	Piles en béton	72
6.2.1	Confinement.....	72
6.2.2	Flambement des armatures longitudinales comprimées.....	76
6.2.3	Autres règles.....	77
6.2.4	Piles creuses.....	78
6.3	Piles en acier.....	78
6.4	Fondations	78
6.4.1	Fondations superficielles	78
6.4.2	Fondations sur pieux	78
6.5	Structures à ductilité limitée	79
6.5.1	Vérification de la ductilité des sections critiques.....	79
6.5.2	Prévention de toute rupture fragile des composants non ductiles spécifiques.....	79
6.6	Appareils d'appui et attelages sismiques.....	80
6.6.1	Exigences générales.....	80
6.6.2	Appareils d'appui.....	81
6.6.3	Attelages sismiques, dispositifs anti-soulèvement, dispositifs de transmission des chocs	81
6.6.4	Repos d'appui minimal	83
6.7	Culées en béton et murs de soutènement.....	84
6.7.1	Exigences générales.....	84
6.7.2	Culées connectées de manière flexible au tablier	85
6.7.3	Culées connectées de manière rigide au tablier.....	85
6.7.4	Ponts-cadres avec couverture de grandes dimensions.....	86

6.7.5	Murs de soutènement.....	87
7	PONTS AVEC ISOLATION SISMIQUE	88
7.1	Généralités	88
7.2	Définitions	88
7.3	Exigences de base et critères de conformité	89
7.4	Action sismique	90
7.4.1	Spectres de calcul	90
7.4.2	Représentation temporelle	90
7.5	Méthodes d'analyse et modélisation	90
7.5.1	Généralités	90
7.5.2	Propriétés de calcul du système d'isolation.....	91
7.5.3	Conditions d'application des méthodes d'analyse	97
7.5.4	Analyse spectrale par le mode fondamental	97
7.5.5	Analyse spectrale multimodale.....	101
7.5.6	Analyse temporelle.....	102
7.5.7	Composante verticale de l'action sismique.....	102
7.6	Vérifications	102
7.6.1	Situation sismique de calcul	102
7.6.2	Système d'isolation	102
7.6.3	Infrastructures et superstructure.....	104
7.7	Exigences spéciales relatives au système d'isolation	105
7.7.1	Capacité de rappel latéral	105
7.7.2	Maintien latéral au niveau de l'interface d'isolation.....	107
7.7.3	Inspection et maintenance.....	108
	Annexe A (informative) PROBABILITES RELATIVES A L'ACTION SISMIQUE DE REFERENCE. RECOMMANDATIONS CONCERNANT LE CHOIX DE L'ACTION SISMIQUE DE CALCUL EN PHASE DE CONSTRUCTION	109
	Annexe B (informative) RELATION ENTRE LES COEFFICIENTS DE DUCTILITE EN DEPLACEMENT ET DE DUCTILITE EN COURBURE DES ROTULES PLASTIQUES DANS LES PILES EN BETON.....	111
	Annexe C (informative) ESTIMATION DE LA RIGIDITE EFFECTIVE DES ELEMENTS DUCTILES EN BETON ARME.....	112
	Annexe D (informative) VARIABILITE SPATIALE DU MOUVEMENT SISMIQUE : MODELE ET METHODES D'ANALYSE.....	114
	Annexe E (informative) PROPRIETES PROBABLES DES MATERIAUX ET CAPACITES DE DEFORMATION DES ROTULES PLASTIQUES POUR LES ANALYSES NON-LINEAIRES	121
	ANNEXE F (INFORMATIVE) MASSE ADDITIONNELLE D'EAU ENTRAINEE POUR DES PILES IMMERGEES.....	127
	Annexe G (normative) CALCUL DES EFFETS DU DIMENSIONNEMENT EN CAPACITE	129
	Annexe H (informative) ANALYSE STATIQUE NON LINEAIRE (EN POUSSEE PROGRESSIVE)	131
	Annexe J (normative) VARIATION DES PROPRIETES DE CALCUL DES DISPOSITIFS D'ISOLATION SISMIQUE	134
	Annexe JJ (informative) FACTEURS λ POUR LES TYPES D'ISOLATEURS COURANTS	137
	Annexe K (informative) ESSAIS POUR LA VALIDATION DES PROPRIETES DE CALCUL DES ISOLATEURS SISMIQUES.....	140

Avant-propos

La présente norme européenne EN 1998-2, Eurocode 8 : Calcul des structures pour leur résistance aux séismes Partie 2 – Ponts, 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 le Mars 2006, et les normes nationales en contradiction doivent être retirées au plus tard le Mars 2010.

Le présent document annule et remplace l'ENV 1998-2:1994.

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 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
---------	------------	-------------------------------

¹ Accord entre la Commission des Communautés européennes et le Comité européen de normalisation (CEN) concernant le travail sur les EUROCODES pour le dimensionnement des ouvrages de bâtiment et de génie civil (BC/CEN/03/89)

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 ouvrages 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 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).

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 de calcul 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 peut uniquement contenir 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 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.

²Conformément 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.

³Conformément 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 ex. 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'E.E 1 et une partie de l'E.E 2.