

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

Le présent projet de Norme européenne est soumis aux membres du CEN pour enquête. Il a été établi par le Comité Technique CEN/TC 250.

Si ce projet devient une Norme européenne, 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.

Le présent projet de Norme européenne a été établi par le CEN 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-CENELEC, 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, Croatie, Danemark, Espagne, Estonie, Finlande, France, Grèce, Hongrie, Irlande, Islande, Italie, Lettonie, Lituanie, Luxembourg, Malte, Norvège, Pays-Bas, Pologne, Portugal, République de Macédoine du Nord, République de Serbie, République Tchèque, Roumanie, Royaume-Uni, Slovaquie, Slovénie, Suède, Suisse et Turquie.

Les destinataires du présent projet sont invités à présenter, avec leurs observations, notifications des droits de propriété dont ils auraient éventuellement connaissance et à fournir une documentation explicative.

Avertissement : Le présent document n'est pas une Norme européenne. Il est diffusé pour examen et observations. Il est susceptible de modification sans préavis et ne doit pas être cité comme Norme européenne



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

CEN-CENELEC Management Centre: Rue de la Science 23, B-1040 Bruxelles

Sommaire

	Page
Avant-propos européen.....	5
Introduction.....	6
1 Domaine d'application.....	8
1.1 Domaine d'application de l'EN 1998-2.....	8
1.2 Hypothèses.....	9
2 Références normatives.....	9
3 Termes, définitions et symboles.....	9
3.1 Termes et définitions.....	9
3.2 Symboles et abréviations.....	11
3.2.1 Généralités.....	11
3.2.2 Symboles.....	11
3.2.3 Abréviations.....	19
3.3 Unités SI.....	19
4 Bases du calcul.....	19
4.1 Exigences de base.....	19
4.2 Actions sismiques.....	20
4.2.1 Généralités.....	20
4.2.2 Variabilité spatiale de l'action sismique.....	21
4.3 Caractéristiques des ponts résistant aux séismes.....	22
4.3.1 Principes généraux de conception parasismique.....	22
4.3.2 Éléments sismiques principaux et secondaires.....	23
4.3.3 Conditions de résistance et de ductilité – Règles de dimensionnement en capacité.....	23
4.3.4 Liaisons.....	24
4.3.5 Maîtrise des déplacements – Détails des éléments connexes.....	25
4.3.6 Choix de la classe de ductilité – Limites d'action sismique associées au dimensionnement en DC1, DC2 et DC3.....	26
4.3.7 Critères simplifiés.....	27
5 Modélisation et analyse structurale.....	27
5.1 Modélisation.....	27
5.1.1 Généralités.....	27
5.1.2 Effets de torsion autour d'un axe vertical.....	29
5.1.3 Effets de second ordre.....	31
5.2 Méthodes d'analyse.....	32
5.2.1 Généralités.....	32
5.2.2 Approche en force.....	32
5.2.3 Approche en déplacements.....	39
5.3 Méthodes d'analyse tenant compte de la variabilité spatiale du mouvement sismique.....	41
5.3.1 Généralités.....	41
5.3.2 Ponts de grande longueur sur sol uniforme.....	42
5.3.3 Ponts de longueur courte à moyenne sur sol non-uniforme.....	44
5.3.4 Ponts de grande longueur sur sol non-uniforme.....	44
5.4 Combinaison de l'action sismique avec les autres actions.....	45

6	Vérifications des éléments structuraux aux états-limites	46
6.1	Généralités	46
6.2	Exigences relatives aux matériaux.....	46
6.2.1	Généralités	46
6.2.2	Dimensionnement en DC2 et DC3.....	47
6.3	Vérification de l'état limite de dommage significatif (SD).....	47
6.3.1	Généralités	47
6.3.2	Effets du dimensionnement en capacité	47
6.3.3	Éléments en béton.....	49
6.3.4	Éléments en acier et éléments mixtes acier-béton.....	54
6.3.5	Fondations.....	55
6.3.6	Liaisons	56
6.3.7	Culées en béton.....	56
6.3.8	Vérification pour l'approche en déplacements	56
6.4	Vérification aux autres états-limites	57
6.4.1	Vérification de l'état-limite de quasi-effondrement (NC)	57
6.4.2	Vérification de l'état-limite de limitation des dommages (DL)	57
6.4.3	Vérification de l'état-limite d'opérabilité (OP).....	57
7	Dispositions constructives pour un comportement ductile	57
7.1	Généralités	57
7.2	Piles en béton.....	58
7.2.1	Généralités	58
7.2.2	Armatures longitudinales.....	58
7.2.3	Zone critique	58
7.2.4	Confinement	58
7.2.5	Flambement des armatures longitudinales comprimées	62
7.2.6	Autres règles	63
7.2.7	Piles creuses	64
7.2.8	Nœuds adjacents aux zones critiques	64
7.3	Piles en acier	66
7.4	Fondations.....	66
7.4.1	Fondations superficielles	66
7.4.2	Fondations sur pieux.....	66
8	Règles spécifiques pour les ponts équipés de dispositifs anti-sismiques	66
8.1	Généralités	66
8.2	Action sismique, exigences de base et critères de conformité.....	66
8.3	Dispositions générales concernant les dispositifs anti-sismiques.....	67
8.4	Méthodes d'analyse.....	67
8.4.1	Généralités	67
8.4.2	Méthode linéaire équivalente des forces latérales	68
8.4.3	Méthode linéaire équivalente du spectre de réponse.....	69
8.4.4	Analyse dynamique temporelle	69
8.5	Longueur minimale de repos d'appui au droit des liaisons.....	70
9	Règles spécifiques pour les ponts à haubans et extradossés	71
9.1	Généralités	71
9.2	Bases du calcul.....	71
9.3	Modélisation et analyse structurale	71
9.4	Vérifications	72
9.4.1	Généralités	72
9.4.2	Prévention des ruptures fragiles au droit de éléments non ductiles spécifiques.....	73
9.5	Dispositions constructives	73

10	Règles spécifiques pour les ponts intégraux.....	73
10.1	Généralités	73
10.2	Bases du calcul.....	74
10.3	Modélisation et analyse structurale.....	75
10.3.1	Généralités	75
10.3.2	Approche en force.....	75
10.3.3	Approche en déplacements.....	78
10.3.4	Ponts-cadres, buses et portiques	79
10.4	Vérifications.....	79
10.4.1	Vérification de l'état limite de dommage significatif.....	79
10.4.2	Vérification à d'autres états limites	79
	Annexe A (informative) Caractéristiques des ponts résistant aux séismes	80
A.1	Utilisation de la présente annexe	80
A.2	Périmètre et champ d'application	80
A.3	Tablier.....	80
A.4	Ponts biais	81
A.5	Choix des éléments d'appui résistant à l'action sismique.....	81
A.6	Choix de la classe de ductilité.....	82
	Annexe B (Informative) Masse additionnelle d'eau entraînée pour les piles immergées	83
B.1	Utilisation de la présente annexe	83
B.2	Périmètre et champ d'application	83
B.3	Masse effective d'une pile immergée.....	83
	Annexe C (informative) Informations supplémentaires relatives aux ponts en bois	85
C.1	Utilisation de la présente annexe	85
C.2	Périmètre et champ d'application	85
C.3	Bases du calcul.....	88
C.4	Modélisation	89
C.5	Approche en force.....	89
	Annexe D (normative) Approche en déplacements pour les ponts intégraux.....	91
D.1	Utilisation de la présente annexe	91
D.2	Périmètre et champ d'application	91
D.3	Modélisation pour l'analyse non linéaire	91
D.4	Analyse statique non linéaire.....	93
D.5	Analyse dynamique temporelle.....	95
	Bibliographie	97

Avant-propos européen

Le présent document (prEN 1998-2:2023) a été élaboré 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 et s'est vu confier par le CEN la responsabilité des calculs structuraux et géotechniques.

Le présent document est destiné à remplacer l'EN 1998-2:2005.

La première génération des Eurocodes a été publiée entre 2002 et 2007. Le présent document fait partie de la seconde génération des Eurocodes et a été élaboré dans le cadre du mandat M/515 donné au CEN par la Commission européenne et l'Association européenne de libre-échange.

Les Eurocodes ont été rédigés pour être utilisés conjointement avec les normes d'exécution, de matériaux, de produits et d'essais appropriées, et pour identifier les exigences d'exécution, de matériaux, de produits et d'essais sur lesquelles s'appuient les Eurocodes.

Les Eurocodes reconnaissent la responsabilité de chaque État membre et ont préservé le droit de ceux-ci de déterminer, au niveau national, des valeurs relatives aux questions relevant de la réglementation en matière de sécurité par le biais d'Annexes Nationales.

Introduction

0.1 Introduction aux Eurocodes

Les Eurocodes structuraux comprennent les normes suivantes, chacune étant en général constituée d'un certain nombre de parties :

- EN 1990 Eurocode : Bases des calculs structuraux et géotechniques ;
- 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 ;
- de nouvelles parties sont en cours d'élaboration, par exemple un Eurocode pour le calcul du verre structural.

Les Eurocodes sont destinés à être utilisés par les concepteurs, les clients, les fabricants, les constructeurs, les autorités compétentes (dans l'exercice de leurs fonctions conformément aux réglementations nationales ou internationales), les éducateurs, les développeurs de logiciels et les comités chargés de la rédaction des normes relatives aux produits, aux essais et à l'exécution.

NOTE Certains aspects de la conception sont mieux spécifiés par les autorités compétentes ou, lorsqu'ils ne sont pas spécifiés, peuvent être convenus sur une base spécifique au projet entre les parties concernées, telles que les concepteurs et les clients. Les Eurocodes identifient ces aspects en faisant explicitement référence aux autorités compétentes et aux parties concernées.

0.2 Introduction à l'EN 1998 Eurocode 8

L'EN 1998 définit les règles relatives au dimensionnement parasismique des bâtiments et des ouvrages de génie civil neufs, ainsi qu'à l'évaluation et à la rénovation des constructions existantes, y compris les aspects géotechniques, et des structures provisoires.

NOTE La présente norme couvre également la vérification des structures en situation sismique pendant la construction, lorsque cela est nécessaire.

Une attention particulière doit être accordée au fait que, pour le calcul de structures dans des régions sismiques, il convient d'appliquer les dispositions de l'EN 1998 en complément des dispositions pertinentes de l'EN 1990 à l'EN 1997 et de l'EN 1999. Il convient en particulier d'appliquer l'EN 1998 aux structures des classes de conséquences CC1, CC2 et CC3, telles que définies dans le prEN 1990:2021, 4.3. Les structures de la classe de conséquence CC4 ne sont pas entièrement couvertes par les Eurocodes. Il est toutefois permis que les autorités compétentes exigent qu'elles suivent l'EN 1998, ou des parties de celle-ci.

Par nature, une protection parfaite (un risque sismique nul) contre les séismes n'est pas réalisable en pratique, notamment parce que la connaissance de l'aléa lui-même est caractérisée par une forte incertitude. Par conséquent, dans l'Eurocode 8, l'action sismique est représentée sous une forme conventionnelle, proportionnelle en amplitude aux séismes susceptibles de survenir en un lieu donné et représentative de leur contenu fréquentiel. Cette représentation ne permet pas de prédire un mouvement sismique particulier, et un tel mouvement pourrait entraîner des effets plus graves que ceux dus à l'action sismique considérée, infligeant des dommages plus importants que ceux décrits par les états-limites envisagés dans la présente norme.

Non seulement l'action sismique ne peut être prédite, mais, en outre, il convient de reconnaître que les méthodes d'ingénierie ne permettent pas une prédiction parfaite des effets de cette action spécifique, sous laquelle les structures sont supposées se comporter en régime non linéaire. Ces incertitudes sont prises en compte selon le cadre général de l'EN 1990, avec un risque résiduel de sous-estimation de leurs effets.

0.3 Introduction à l'EN 1998-2

L'EN 1998-2 donne des exigences générales en matière de calcul sismique pour les ponts neufs. Sauf spécifications contraires dans la présente partie, les actions sismiques sont telles que définies dans le prEN 1998-1-1:2022, 5. Le domaine d'application de la présente partie de l'EN 1998 est défini en 1.1.

Dans la mesure où l'action sismique est principalement reprise par les piles et où ces dernières sont généralement construites en béton armé, une attention plus grande a été accordée à ces éléments. En outre, les appareils d'appui sont dans de nombreux cas des éléments importants du système sismique d'un pont et sont donc traités en conséquence. Cela vaut également pour les dispositifs de protection parasismique.

L'EN 1998-2 est subdivisée en dix articles et comprend quatre annexes, les Annexes A à C étant informatives et l'Annexe D étant normative.

0.4 Formes verbales utilisées dans les Eurocodes

La forme verbale « doit » exprime une exigence à respecter strictement et à laquelle aucune dérogation n'est autorisée afin d'être conforme aux Eurocodes.

La forme verbale « il convient de » exprime un choix ou des dispositions fortement recommandés. Sous réserve de réglementation nationale et/ou de dispositions contractuelles applicables, des approches différentes pourraient être utilisées sur justification technique.

La forme verbale « il est permis de » exprime un ensemble de dispositions autorisées, conforme aux Eurocodes.

La forme verbale « peut » exprime une éventualité ou une aptitude ; elle est utilisée pour énoncer des faits et clarifier des concepts.