

ICS: 91.080.40

***norme belge
enregistrée***

NBN EN 1994-1-1

1e éd., février 2005

Indice de classement: B 51

**Eurocode 4: Calcul des structures mixtes acier-béton - Partie 1-1:
Règles générales et règles pour les bâtiments (+ AC:2009)**

Eurocode 4: Ontwerp en berekening van staal-betonconstructies - Deel 1-1: Algemene regels en regels voor gebouwen (+ AC:2009)

Eurocode 4: Design of composite steel and concrete structures - Part 1-1: General rules and rules for buildings (+ AC:2009)

Autorisation de publication: 26 janvier 2005

Remplace NBN ENV 1994-1-1 (2002).

La présente norme européenne NBN EN 1994-1-1:2005 a le statut d'une norme belge.

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

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

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

Geregistreeerde Belgische norm

NBN EN 1994-1-1

1e uitg., februari 2005

Normklasse: B 51

Eurocode 4: Ontwerp en berekening van staal-betonconstructies - Deel 1-1: Algemene regels en regels voor gebouwen (+ AC:2009)

Eurocode 4: Calcul des structures mixtes acier-béton - Partie 1-1: Règles générales et règles pour les bâtiments (+ AC:2009)

Eurocode 4: Design of composite steel and concrete structures - Part 1-1: General rules and rules for buildings (+ AC:2009)

Toelating tot publicatie: 26 januari 2005

Vervangt NBN ENV 1994-1-1 (2002).

Deze Europese norm NBN EN 1994-1-1:2005 heeft de status van een Belgische norm.

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

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

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

Avant-propos national à la NBN EN 1994-1-1:2005

1. La norme NBN EN 1994-1-1:2005 "Eurocode 4 – Calcul des structures mixtes acier-béton - Partie 1-1 : Règles générales et règles pour les bâtiments (+AC:2009)" comprend l'annexe nationale NBN EN 1994-1-1 ANB:2010 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 EN 1994-1-1 ANB:2010 la norme suivante :

NBN ENV 1994-1-1:2002 "Eurocode 4 – Conception et dimensionnement des structures mixtes acier-béton - Partie 1-1 : Règles générales et règles pour les bâtiments y compris le document d'application Belge (version homologuée + DAN) ".

Le corrigendum EN 1994-1-1:2004/AC:2009, tel que publié par le CEN, est joint à cette norme.

2. La version en langue française de l'EN 1994-1-1:2004 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 1994-1-1	Terme équivalent en Belgique
Client	Le maître de l'ouvrage assisté de ses bureaux d'architectes, d'ingénierie et de consultance
Poteau	Colonne
Attache	Assemblage

Nationaal voorwoord van NBN EN 1994-1-1:2005

1. De norm NBN EN 1994-1-1:2005 «Eurocode 4 – Ontwerp en berekening van staal-betonconstructies - Deel 1-1: Algemene regels en regels voor gebouwen (+AC:2009)» omvat de nationale bijlage NBN EN 1994-1-1 ANB:2010 met een normatief karakter in België. Hij vervangt vanaf de datum van de publicatie in het Belgische Staatsblad van de bekrachtiging van de norm NBN EN 1994-1-1 ANB:2010 de volgende norm :

NBN ENV 1994-1-1:2002 "Eurocode 4 : Ontwerp van gemengde staal-beton draagsystemen - Deel 1-1 : Algemene regels en regels voor gebouwen samen met Belgische toepassingsrichtlijn (gehomologeerde versie + NAD)"

Het corrigendum EN 1994-1-1:2004/AC:2009, zoals door CEN gepubliceerd, is na deze norm toegevoegd.

2. De Nederlandstalige versie van EN 1994-1-1 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 als 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)
civil engineering	civiele techniek	burgerlijke bouwkunde (B)
civil engineering work	civieltechnisch werk (kunstwerk)	werk van burgerlijke bouwkunde (B)
concentrated load	geconcentreerde belasting	puntlast (N)
construction work	bouwwerk	werk (B)
design resistance	rekenwaarde van de weerstand	weerstandbiedende snedekracht (B)
diameter	diameter	middellijn
haunch	kniestuk (EC3), voute (EC4)	verzwaring
internal force	snedekracht	inwendige kracht
internal moment	snedemoment	inwendig moment
moment resistance	momentweerstand	moment met betrekking tot de capaciteit (N)
permanent action	blijvende belasting	permanente belasting (N)
principle	beginsel	principe (N)

relevant	van toepassing	voorkomend (N)
resistance	weerstand	capaciteit, sterkte (N)
resistance moment	momentweerstand	moment met betrekking tot de capaciteit (N)
second moment of area	traagheidsmoment – kwadratisch oppervlaktemoment	traagheidsmoment (B)
separation	separatie	loskomen (N)
serviceability limit state	bruikbaarheidsgrenstoestand	gebruiksgrenstoestand (B)
situation	situatie	toestand (B)
spacing (between the centres)	hart-op-hartafstand Bij verbindingen: steek(maat)	steekmaat, tussenafstand
verification	toetsing	verificatie, controle (N)

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	Nederlandstalige titel (NBN)
EN 1090-2 Execution of steel structures and aluminium structures – Technical rules for the execution of steel structures	EN 1090-2 Uitvoering van stalen dragers - Deel 2: Aanvullende regels voor koudgevormde dunwandige bouwdelen en platen
EN 1990:2002 Eurocode: Basis of structural design	NBN EN 1990:2002 Eurocode - Grondslagen van het constructief ontwerp
EN 1992-1-1 Eurocode 2: Design of concrete structures: General rules and rules for buildings	NBN EN 1992-1-1 Eurocode 2: Ontwerp en berekening van betonconstructies – Deel 1-1: Algemene regels en regels voor gebouwen
EN 1993-1-1 Eurocode 3: Design of steel structures: General rules and rules for buildings	NBN EN 1993-1-1 Eurocode 3: Ontwerp en berekening van staalconstructies – Deel 1-1: Algemene regels en regels voor gebouwen
EN 1993-1-3 Design of steel structures: Cold-formed thin gauge members and sheeting	NBN EN 1993-1-3 Eurocode 3: Ontwerp en berekening van staalconstructies – Deel 1-3: Algemene regels - Aanvullende regels voor koudgevormde dunwandige profielen en platen

EN 1993-1-5 Eurocode 3: Design of steel structures: Plated structural elements	NBN EN 1993-1-5 Eurocode 3: Ontwerp en berekening van staalconstructies – Deel 1-5: Constructieve plaatvelden
EN 1993-1-8 Eurocode 3: Design of steel structures: Design of joints	NBN EN 1993-1-8 Eurocode 3: Ontwerp en berekening van staalconstructies – Deel 1-8: Ontwerp en berekening van verbindingen
EN 1993-1-9 Eurocode 3: Design of steel structures: Fatigue strength of steel structures	NBN EN 1993-1-9 Eurocode 3: Ontwerp en berekening van staalconstructies – Deel 1-9: Vermoeiing
EN 10025-1:2002 Hot-rolled products of structural steels: General delivery conditions	NBN EN 10025-1:2005 Warmgewalste producten van constructiestaal - Deel 1: Algemene technische leveringsvoorwaarden
EN 10025-2:2002 Hot-rolled products of structural steels: Technical delivery conditions for non-alloy structural steels	NBN EN 10025-2:2005 Warmgewalste producten van constructiestaal - Deel 2: Technische leveringsvoorwaarden voor ongelegeerd constructiestaal
EN 10025-3:2002 Hot-rolled products of structural steels: Technical delivery conditions for normalized/normalized rolled weldable fine grain structural steels	NBN EN 10025-3:2005 Warmgewalste producten van constructiestaal - Deel 3: Technische leveringsvoorwaarden voor normaalgegloeid /normaliserend gewalst lasbaar fijnkorrelig constructiestaal
EN 10025-4:2002 Hot-rolled products of structural steels: Technical delivery conditions for thermomechanical rolled weldable fine grain structural steels	NBN EN 10025-4:2005 Warmgewalste producten van constructiestaal - Deel 4: Technische leveringsvoorwaarden voor lasbaar fijnkorrelig constructiestaal verkregen door thermomechanisch walsen
EN 10025-5:2002 Hot-rolled products of structural steels: Technical delivery conditions for structural steels with improved atmospheric corrosion resistance	NBN EN 10025-5:2004 Warmgewalste producten van constructiestaal - Deel 5: Technische leveringsvoorwaarden voor weerbestendig constructiestaal
EN 10025-6:2002 Hot-rolled products of structural steels: Technical delivery conditions for flat products of high yield strength structural steels in the quenched and tempered condition	NBN EN 10025-6:2004 Warmgewalste producten van constructiestaal - Deel 6: Technische leveringsvoorwaarden voor platte producten met hoge vloeigrens in veredelde toestand

<p>EN 10149-2:1995 Hot-rolled flat products made of high yield strength steels for cold-forming: Delivery conditions for thermomechanically rolled steels</p>	<p>NBN EN 10149-2:1996 Warmgewalste platte produkten gemaakt van staalsoorten met een hoge vloeigrens voor koudvormen – Deel 2: Leveringsvoorwaarden voor thermomechanisch gewalste staalsoorten</p>
<p>EN 10149-3:1995 Hot-rolled flat products made of high yield strength steels for cold-forming: Delivery conditions for normalised or normalised rolled steels</p>	<p>NBN EN 10149-3:1996 Warmgewalste platte produkten gemaakt van staalsoorten met een hoge vloeigrens voor koudvormen – Deel 3: Leveringsvoorwaarden voor normaalgegleide of normaliserend gewalste staalsoorten</p>

Version Française

Eurocode 4: Calcul des structures mixtes acier-béton - Partie 1-1: Règles générales et règles pour les bâtiments

Eurocode 4: Bemessung und Konstruktion von Verbundtragwerken aus Stahl und Beton - Teil 1-1: Allgemeine Bemessungsregeln und Anwendungsregeln für den Hochbau

Eurocode 4: Design of composite steel and concrete structures - Part 1-1: General rules and rules for buildings

La présente Norme européenne a été adoptée par le CEN le 27 mai 2004.

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, Luxembourg, Lettonie, Lituanie, 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

1	Section 1 Généralités	11
1.1	Domaine d'application	11
1.1.1	Domaine d'application de l'Eurocode 4	11
1.1.2	Domaine d'application de la Partie 1.1 de l'Eurocode 4	11
1.2	Références normatives	12
1.2.1	Normes de référence générales	12
1.2.2	Autres normes de référence	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 et définitions supplémentaires utilisés dans la présente Norme	13
1.6	Symboles	14
	Section 2 Bases de calcul	24
2.1	Exigences	24
2.2	Principes du calcul aux états limites	24
2.3	Variables de base	24
2.3.1	Actions et influences de l'environnement	24
2.3.2	Propriétés des matériaux et des produits	24
2.3.3	Classification des actions	24
2.4	Vérification par la méthode des coefficients partiels	25
2.4.1	Valeurs de calcul	25
2.4.1.1	Valeurs de calcul des actions	25
2.4.1.2	Valeur de calcul des propriétés de matériaux ou de produits	25
2.4.1.3	Valeurs de calcul des données géométriques	26
2.4.1.4	Résistances de calcul	26
2.4.2	Combinaisons d'actions	26
2.4.3	Vérification de l'équilibre statique (EQU)	26
	Section 3 Matériaux	26
3.1	Béton	26
3.2	Acier d'armature	26
3.3	Acier de construction	26
3.4	Dispositifs d'assemblage	27
3.4.1	Généralités	27
3.4.2	Goujons à tête	27
3.5	Plaques nervurées en acier pour dalles mixtes de bâtiment	27
	Section 4 Durabilité	27
4.1	Généralités	27
4.2	Plaques nervurées en acier pour dalles mixtes de bâtiment	27
	Section 5 Analyse structurale	27
5.1	Modélisation structurale pour l'analyse	27
5.1.1	Modélisation structurale et hypothèses de base	27
5.1.2	Modélisation des assemblages	28
5.1.3	Interaction sol-structure	28
5.2	Stabilité structurale	28
5.2.1	Effets de la déformation géométrique de la structure	28
5.2.2	Méthodes d'analyse pour les bâtiments	29
5.3	Imperfections	29
5.3.1	Bases	29
5.3.2	Imperfections dans les bâtiments	30
5.3.2.1	Généralités	30
5.3.2.2	Imperfections globales	30
5.3.2.3	Imperfections des barres	30
5.4	Calcul des effets des actions	30

5.4.1	Méthodes d'analyse globale	30
5.4.1.1	Généralités	30
5.4.1.2	Largeur efficace des semelles pour le traînage de cisaillement	31
5.4.2	Analyse élastique linéaire	32
5.4.2.1	Généralités	32
5.4.2.2	Fluage et retrait	32
5.4.2.3	Effets de la fissuration du béton	34
5.4.2.4	Etapes et phasage de construction	34
5.4.2.5	Effets de la température	34
5.4.2.6	Précontrainte par déformations imposées contrôlées	34
5.4.3	Analyse globale non linéaire	35
5.4.4	Analyse linéaire élastique avec redistribution limitée, pour les bâtiments	35
5.4.5	Analyse globale rigide-plastique pour les bâtiments	36
5.5	Classification des sections	37
5.5.1	Généralités	37
5.5.2	Classification des sections mixtes sans enrobage de béton	38
5.5.3	Classification des sections mixtes avec enrobage de béton pour les bâtiments	38
Section 6	Etats limites ultimes	39
6.1	Poutres	39
6.1.1	Poutres pour les bâtiments	39
6.1.2	Largeur efficace pour la vérification des sections	41
6.2	Résistances des sections de poutres	41
6.2.1	Résistance à la flexion	41
6.2.1.1	Généralités	41
6.2.1.2	Moment résistant plastique $M_{pl,Rd}$ d'une section mixte.....	41
6.2.1.3	Moment résistant plastique des sections avec connexion partielle dans les bâtiments.....	43
6.2.1.4	Résistance non linéaire à la flexion	44
6.2.1.5	Résistance élastique à la flexion.....	46
6.2.2	Résistance à l'effort tranchant	46
6.2.2.1	Domaine d'application.....	46
6.2.2.2	Résistance plastique à l'effort tranchant	46
6.2.2.3	Résistance au voilement par cisaillement.....	46
6.2.2.4	Flexion et effort tranchant.....	46
6.3	Résistance des sections de poutres de bâtiment avec enrobage partiel.....	47
6.3.1	Domaine d'application	47
6.3.2	Résistance à la flexion	48
6.3.3	Résistance à l'effort tranchant.....	48
6.3.4	Flexion et effort tranchant	49
6.4	Déversement des poutres mixtes	49
6.4.1	Généralités	49
6.4.2	Vérification au déversement des poutres mixtes continues de bâtiment comportant des sections transversales de Classes 1, 2 et 3	50
6.4.3	Vérification simplifiée sans calcul direct pour les bâtiments.....	52
6.5	Forces transversales exercées sur les âmes	53
6.5.1	Généralités	53
6.5.2	Voilement des âmes induit par les semelles	53
6.6	Connexion	53
6.6.1	Généralités	53
6.6.1.1	Bases de calcul	53
6.6.1.2	Limites d'utilisation de la connexion partielle dans les poutres de bâtiment.....	54
6.6.1.3	Espacement des connecteurs dans les poutres de bâtiment.....	55
6.6.2	Cisaillement longitudinal dans les poutres de bâtiment.....	55
6.6.2.1	Poutres pour lesquelles un calcul non linéaire ou un calcul élastique est utilisé pour la résistance d'une ou de plusieurs sections	55
6.6.2.2	Poutres pour lesquelles le calcul plastique est utilisé pour la résistance des sections	56
6.6.3	Goujons à tête utilisés dans les dalles pleines et les enrobages de béton	56
6.6.3.1	Résistance de calcul.....	56
6.6.3.2	Influence de la traction sur la résistance au cisaillement	57

EN 1994-1-1:2004 (F)

6.6.4	Résistance de calcul des goujons à tête utilisés avec des plaques nervurées en acier dans les bâtiments	57
6.6.4.1	Plaques avec nervures parallèles aux poutres porteuses.....	57
6.6.4.2	Plaques avec nervures disposées perpendiculairement aux poutres porteuses	58
6.6.4.3	Chargement biaxial des connecteurs	59
6.6.5	Dispositions constructives de la connexion et influence de l'exécution	59
6.6.5.1	Résistance à la séparation	59
6.6.5.2	Bétonnage et épaisseur d'enrobage pour les bâtiments	59
6.6.5.3	Armature locale de la dalle.....	60
6.6.5.4	Renformis autres que ceux formés par les plaques nervurées en acier	60
6.6.5.5	Espacement des connecteurs	60
6.6.5.6	Dimensions de la semelle en acier.....	61
6.6.5.7	Goujons à tête	61
6.6.5.8	Goujons à tête utilisés avec des plaques nervurées en acier dans les bâtiments	61
6.6.6	Cisaillement longitudinal dans les dalles en béton	62
6.6.6.1	Généralités.....	62
6.6.6.2	Résistance de calcul au cisaillement longitudinal	62
6.6.6.3	Armature transversale minimale	63
6.6.6.4	Cisaillement longitudinal et armature transversale des poutres de bâtiment.....	63
6.7	Poteaux mixtes et éléments mixtes comprimés.....	64
6.7.1	Généralités	64
6.7.2	Méthode générale de calcul.....	66
6.7.3	Méthode simplifiée de calcul	67
6.7.3.1	Généralités et domaine d'application	67
6.7.3.2	Résistance des sections	67
6.7.3.3	Rigidité en flexion efficace, rapport de contribution de l'acier et élancement réduit.....	69
6.7.3.4	Méthodes d'analyse et imperfections des éléments	70
6.7.3.5	Résistance des éléments soumis à une compression axiale.....	72
6.7.3.6	Résistance des éléments en compression et flexion uniaxiale combinée	73
6.7.3.7	Compression et flexion biaxiale combinées	74
6.7.4	Connexion et introduction des charges.....	75
6.7.4.1	Généralités.....	75
6.7.4.2	Introduction des charges	75
6.7.4.3	Cisaillement longitudinal hors des zones d'introduction des charges.....	78
6.7.5	Dispositions constructives.....	79
6.7.5.1	Enrobage des profilés en acier et des armatures.....	79
6.7.5.2	Armature longitudinale et transversale	79
6.8	Fatigue	80
6.8.1	Généralités	80
6.8.2	Coefficients partiels pour l'évaluation de la fatigue dans les bâtiments.....	80
6.8.3	Résistance à la fatigue	80
6.8.4	Sollicitations et chargements pour la fatigue.....	81
6.8.5	Contraintes	81
6.8.5.1	Généralités.....	81
6.8.5.2	Béton	82
6.8.5.3	Acier de construction	82
6.8.5.4	Armature	82
6.8.5.5	Connexion.....	83
6.8.6	Etendues de contrainte.....	83
6.8.6.1	Acier de construction et armature.....	83
6.8.6.2	Connexion.....	84
6.8.7	Evaluation de la fatigue basée sur les étendues de contrainte nominale	84
6.8.7.1	Acier de construction, armature et béton.....	84
6.8.7.2	Connexion.....	84
Section 7	Etats limites de service	85
7.1	Généralités	85
7.2	Contraintes	85
7.2.1	Généralités	85
7.2.2	Limitation des contraintes pour les bâtiments.....	86

7.3	Déformations dans les bâtiments	86
7.3.1	Flèches	86
7.3.2	Vibrations	87
7.4	Fissuration du béton	88
7.4.1	Généralités	88
7.4.2	Armature minimale	88
7.4.3	Contrôle de la fissuration due aux actions directes	90
Section 8 Assemblages mixtes dans les ossatures de bâtiment		91
8.1	Domaine d'application	91
8.2	Analyse, modélisation et classification	92
8.2.1	Généralités	92
8.2.2	Analyse globale élastique	92
8.2.3	Classification des assemblages	92
8.3	Méthodes de calcul	93
8.3.1	Bases et domaine d'application	93
8.3.2	Résistance	93
8.3.3	Rigidité en rotation	93
8.3.4	Capacité de rotation	93
8.4	Résistance des composants	94
8.4.1	Domaine d'application	94
8.4.2	Composants fondamentaux d'assemblage	94
8.4.2.1	Armature longitudinale en acier soumise à la traction	94
8.4.2.2	Plaque de contact en acier soumise à la compression	94
8.4.3	Âme de poteau soumise à une compression transversale	95
8.4.4	Composants renforcés	95
8.4.4.1	Panneau d'âme de poteau soumis à un cisaillement	95
8.4.4.2	Âme de poteau soumise à la compression transversale	95
Section 9 Dalles mixtes avec plaques nervurées en acier dans les bâtiments		96
9.1	Généralités	96
9.1.1	Domaine d'application	96
9.1.2	Définitions	97
9.1.2.1	Types de connexion	97
9.1.2.2	Connexion totale et connexion partielle	97
9.2	Dispositions constructives	98
9.2.1	Épaisseur de dalle et armatures	98
9.2.2	Granulats	98
9.2.3	Exigences concernant les appuis	98
9.3	Actions et effets des actions	99
9.3.1	Situations de calcul	99
9.3.2	Actions pour les plaques nervurées en acier utilisées comme coffrage	99
9.3.3	Actions pour les dalles mixtes	99
9.4	Analyse pour les sollicitations	100
9.4.1	Plaques nervurées en acier utilisées comme coffrage	100
9.4.2	Analyse des dalles mixtes	100
9.4.3	Largeur participante de dalle pour les charges concentrées ponctuelles et linéiques	100
9.5	Vérification aux états limites ultimes des plaques nervurées en acier utilisées comme coffrage	102
9.6	Vérification aux états limites de service des plaques nervurées en acier utilisées comme coffrage	102
9.7	Vérification aux états limites ultimes des dalles mixtes	102
9.7.1	Critère de calcul	102
9.7.2	Flexion	102
9.7.3	Cisaillement longitudinal pour les dalles sans ancrage d'extrémité	104
9.7.4	Cisaillement longitudinal pour les dalles avec ancrage d'extrémité	106
9.7.5	Effort tranchant	106
9.7.6	Poinçonnement	106
9.8	Vérification des dalles mixtes aux états limites de service	107
9.8.1	Contrôle de la fissuration du béton	107

EN 1994-1-1:2004 (F)

9.8.2	Flèches.....	107
Annexe A (informative) Rigidité des composants d'assemblage dans les bâtiments		
A.1	Domaine d'application	109
A.2	Coefficients de rigidité	109
A.2.1	Composants fondamentaux d'assemblage.....	109
A.2.1.1	Armature longitudinale en acier soumise à la traction	109
A.2.1.2	Plaque de contact en acier soumise à la compression	110
A.2.2	Autres composants des assemblages mixtes.....	111
A.2.2.1	Panneau d'âme de poteau soumis à un cisaillement	111
A.2.2.2	Âme de poteau soumise à une compression transversale	111
A.2.3	Composants renforcés.....	111
A.2.3.1	Panneau d'âme de poteau soumis à un cisaillement	111
A.2.3.2	Âme de poteau soumise à une compression transversale	112
A.3	Déformation de la connexion	112
Annexe B (informative) Essais normalisés		
B.1	Généralités	114
B.2	Essais sur connecteurs	114
B.2.1	Généralités	114
B.2.2	Dispositifs d'essais	114
B.2.3	Préparation des éprouvettes	115
B.2.4	Procédure d'essai	116
B.2.5	Interprétation des résultats d'essais	116
B.3	Essais de dalles mixtes de plancher	117
B.3.1	Généralités	117
B.3.2	Dispositif d'essai	117
B.3.3	Préparation des corps d'épreuve.....	118
B.3.4	Procédure de mise en charge.....	119
B.3.5	Détermination des valeurs de calcul pour m et k	120
B.3.6	Détermination des valeurs de calcul pour τ_{ud}	120
Annexe C (informative) Retrait du béton pour les structures mixtes de bâtiments		
Bibliographie		123

Avant-propos

Le présent document EN 1994-1-1:2004 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 **juin 2005 (DOP)**, et toutes les normes nationales en contradiction devront être retirées au plus tard en **mars 2010 (DOW)**.

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, Danemark, Espagne, Finlande, France, Grèce, Irlande, Islande, Italie, Luxembourg, Malte, Norvège, Pays-Bas, Portugal, République Tchèque, Royaume-Uni, Suède et Suisse.

Ce document remplace l'ENV 1994-1-1.

Origine du programme des Eurocodes

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

Dans le cadre de ce programme d'actions, la Commission prit l'initiative d'établir un ensemble de règles techniques harmonisées pour le dimensionnement des ouvrages ; ces règles, en un premier stade, serviraient d'alternative aux règles nationales en vigueur dans les Etats Membres et, finalement, 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 80 à la première génération de codes européens.

En 1989, la Commission et les Etats Membres de l'Union Européenne et de l'AELE décidèrent, sur la base d'un accord ¹⁾ entre la Commission et le CEN, de transférer au CEN, par une série de Mandats, la préparation et la publication des Eurocodes, afin de leur donner 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 traitant de normes européennes (par exemple la Directive du Conseil 89/106/CEE sur les produits de la construction – DPC – et les Directives du Conseil 93/37/CEE, 92/50/CEE et 89/440/CEE sur les ouvrages et services publics 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

EN 1992, Eurocode 2 : Calcul des structures en béton

EN 1993, Eurocode 3 : Calcul des structures en acier

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

EN 1994-1-1:2004 (F)

- EN 1994, Eurocode 4 : Calcul des structures mixtes et 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 réglementaires dans chaque Etat Membre et ont sauvegardé 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 l'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 les ouvrages eux-mêmes sont concernés par eux, ont une relation directe avec les Documents Interprétatifs ²⁾ visés à l'article 12 de la DPC, quoiqu'ils soient d'une nature différente de celle des normes harmonisées de produits ³⁾. 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 fournissent des règles de conception structurale communes d'usage quotidien pour le calcul des structures entières et des produits composants de nature traditionnelle ou 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

²⁾ Selon l'article 3.3 de la DPC, les exigences essentielles (E.E.) doivent recevoir une forme concrète dans des Documents Interprétatifs (DI) pour assurer les liens nécessaires entre les exigences essentielles et les mandats pour normes européennes harmonisées et guides pour les agréments techniques européens (ATE, et ces agréments eux-mêmes.

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 d'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 jouent de fait un rôle similaire pour l'E.E.1 et une partie de l'E.E.2.

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.

L'Annexe Nationale peut seulement 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 dans le pays concerné ; il s'agit :

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

Il peut également contenir :

- des décisions sur l'usage 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

La cohérence est nécessaire entre les spécifications techniques harmonisées pour les produits de construction et les règles techniques pour les ouvrages ⁴⁾. En outre, dans toute information accompagnant la Marque CE des produits de construction et se référant aux Eurocodes, il convient de faire apparaître clairement quels Paramètres Déterminés au niveau National ont été pris en compte.

Informations additionnelles spécifiques à l'EN 1994-1-1

L'EN 1994-1-1 décrit les Principes et exigences de sécurité, aptitude au service et durabilité des structures mixtes acier-béton, ainsi que des dispositions spécifiques pour les bâtiments. Elle est basée sur le concept d'état limite utilisé conjointement avec une méthode par coefficients partiels.

L'EN 1994-1-1 est destinée à être utilisée pour le calcul de structures nouvelles, par application directe, conjointement avec d'autres Parties de l'EN 1994, les Eurocodes EN 1990 à 1993 et les Eurocodes EN 1997 et 1998.

La norme EN 1994-1-1 sert également de document de référence à d'autres TC du CEN pour des questions structurales.

La norme EN 1994-1-1 est destinée à être utilisée par :

- les comités élaborant d'autres normes de calcul des structures et des normes associées de produits, d'essais et d'exécution ;
- les clients (par ex. pour la formulation de leurs exigences spécifiques concernant les niveaux de fiabilité et la durabilité) ;
- les concepteurs et les constructeurs ;
- les autorités concernées.

4) 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.

EN 1994-1-1:2004 (F)

Les valeurs numériques données pour les facteurs partiels et autres paramètres de fiabilité sont recommandées comme valeurs de base donnant un niveau de fiabilité acceptable. Elles ont été choisies en admettant qu'un niveau approprié d'exécution et de gestion de la qualité s'applique. Lorsque l'EN 1994-1-1 est utilisée comme document de base par d'autres TC du CEN il est nécessaire que les mêmes valeurs soient prises.

Annexe Nationale pour l'EN 1994-1-1

La présente norme donne des procédures, valeurs et recommandations alternatives pour des classes avec des notes indiquant les cas où des choix nationaux peuvent devoir être opérés. Par conséquent, il convient que la Norme Nationale mettant en œuvre l'EN 1994-1-1 comporte une Annexe Nationale comprenant tous les Paramètres Déterminés au niveau National à utiliser pour le dimensionnement des bâtiments et des ouvrages de génie civil devant être construits dans le pays concerné.

Le choix national est autorisé dans l'EN 1994-1-1 dans les articles suivants :

- 2.4.1.1(1)
- 2.4.1.2(5)
- 2.4.1.2(6)
- 2.4.1.2(7)
- 3.1(4)
- 3.5(2)
- 6.4.3(1)(h)
- 6.6.3.1(1)
- 6.6.3.1(3)
- 6.6.4.1(3)
- 6.8.2(1)
- 6.8.2(2)
- 9.1.1(2)
- 9.6(2)
- 9.7.3(4)
- 9.7.3(8)
- 9.7.3(9)
- B.2.5(1)
- B.3.6(5)