ICS: 91.100.30 ; 93.040

norme belge enregistrée

NBN EN 15050

1e éd., septembre 2007

Indice de classement: B 21

Produits préfabriqués en béton - Eléments de ponts

Geprefabriceerde betonproducten - Brugelementen

Precast concrete products - Bridge elements

Autorisation de publication: 12 septembre 2007

La présente norme européenne EN 15050:2007 a le statut d'une norme belge.

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

standards for .be

Bureau de Normalisation - Avenue de la Brabançonne 29 - 1000 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 BPOT BEB1 TVA: BE 0880.857.592

© NBN 2007

Prix: groupe 23

ICS: 91.100.30 ; 93.040

Geregistreerde Belgische norm

NBN EN 15050

1e uitg., september 2007

Normklasse: B 21

Geprefabriceerde betonproducten - Brugelementen

Produits préfabriqués en béton - Eléments de ponts

Precast concrete products - Bridge elements

Toelating tot publicatie: 12 september 2007

Deze Europese norm EN 15050:2007 heeft de status van een Belgische norm.

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

Bureau voor Normalisatie Brabançonnelaan 29 B-1000 Brussel België
Tel: +32 2 738 01 12 - Fax: +32 2 733 42 64 - E-mail: info@nbn.be - NBN Online: www.nbn.be
Bank 000-3255621-10 IBAN BE41 0003 2556 2110 BIC BPOT BEB1 BTW: BE 0880.857.592

© NBN 2007

Prijsgroep: 23

NORME EUROPÉENNE

EUROPÄISCHE NORM

EUROPEAN STANDARD

EN 15050

Mai 2007

ICS 91.100.30; 93.040

Version Française

Produits préfabriqués en béton - Eléments de ponts

Betonfertigteile - Fertigteile für Brücken

Precast concrete products - Bridge elements

La présente Norme européenne a été adoptée par le CEN le 28 février 2007.

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 du CEN 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 du CEN, 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, 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

© 2007 CEN Tous droits d'exploitation sous quelque forme et de quelque manière que ce soit réservés dans le monde entier aux membres nationaux du CEN.

Réf. n° EN 15050:2007 F

Sommaire

Page

La numérotation des articles suit strictement celle de l'EN 13369 : Règles communes pour les produits préfabriqués en béton, au moins pour les trois premiers chiffres. Si un article de l'EN 13369 n'est pas pertinent ou est inclus dans une référence plus générale de la présente norme, son numéro est omis et cela peut provoquer une discontinuité dans la numérotation

Avant-propos 4

Introduction 6

1 Domaine d'application 7

2 Références normatives 7

3 Termes et définitions 8

4 Prescriptions 9
4.1 Matériaux 9
4.2 Production 9
4.2.1 Général 9
4.3 Prescriptions relatives aux produits finis 10
4.3.1 Géométrie 10
4.3.2 Aspect de surface 12
4.3.3 Résistance mécanique 12
4.3.4 Résistance et réaction au feu 13
4.3.5 Propriétés acoustiques 13
4.3.6 Propriétés thermiques 13
4.3.7 Durabilité 14
4.3.8 Autres prescriptions 14

5 Méthodes d'essai 14
5.1 Essais sur le béton 14
5.2 Mesurage des dimensions et des caractéristiques de surface 14
5.2.1 Généralités 14
5.2.2 Poutres 14
5.2.3 Autres éléments 15
5.3 Poids des éléments 15

6 Évaluation de la conformité 15

7 Marquage et étiquetage 15

8 Documentation technique 15

Annexe A (informative) **Typologie** 16
A.1 Domaine d'application 16
A.2 Tabliers dont les principaux éléments structurels sont des poutres préfabriquées 16
A.3 Dalles pleines 21
A.4 Tabliers à voussoirs 22
A.5 Arches ou voûtes préfabriquées 22

Annexe B (informative) **Tabliers composés de poutres et de dalles** 23
B.1 Domaine d'application 23
B.2 Dimensions dans la zone d'appui 23
B.3 Transfert de la force de précontrainte 23
B.4 Ancrage de l'armature principale sur les appuis 23
B.5 Modification des conditions de bridage après l'application des charges 26
B.6 Abouts biais 26
B.7 Disposition du tablier 26

Annexe C (informative) **Utilisation de prédalles dans les ponts** 28
C.1 Généralités 28
C.2 Armatures de liaison 28
C.3 Liaison avec les poutres 28
C.4 Assemblage entre prédalles adjacentes 29

Annexe D (informative) **Continuité des tabliers de ponts** 31
D.1 Domaine d'application 31
D.2 Continuité des tabliers de ponts 31
D.3 Moments fléchissants négatifs sur appuis 31
D.4 Moments fléchissants positifs sur appuis (à long terme) 31

Annexe E (informative) **Poutres enrobées** 37
E.1 Généralités 37
E.2 Poutres enrobées avec dalle rapportée mince 37
E.3 Poutres enrobées avec dalle rapportée épaisse 37

Annexe F (informative) **Poutres préfabriquées sans dalle rapportée** 39
F.1 Domaine d'application 39
F.2 Précontrainte transversale par post-tension 39
F.3 Joints armés 39

Annexe G (informative) **Tabliers à voussoirs préfabriqués** 41
G.1 Généralités 41
G.1.1 Description 41
G.1.2 Joints 41
G.1.3 Clés 41
G.1.4 Post-tension 42
G.2 Calcul 42
G.2.1 Phase d'assemblage 42
G.2.2 Situation finale 43
G.2.3 Vérification des joints 43
G.2.4 Flexion transversale locale 43
G.2.5 Régions de discontinuité 44
G.3 Fabrication 44
G.4 Pose 44
G.4.1 Positionnement des voussoirs 44
G.4.2 Étanchéité entre les voussoirs 44
G.4.3 Post-tension 44
G.4.4 Voussoir de clavage 45

Annexe H (informative) **Conditions d'environnement pour les éléments de ponts** 47

Annexe J (normative) **Contrôle des produits finis** 48

Annexe Y (informative) **Choix d'une méthode de marquage CE** 49
Y.1 Général 49
Y.2 Méthode 1 49
Y.3 Méthode 2 49
Y.4 Méthode 3 49

Annexe ZA (informative) **Articles de la présente Norme européenne concernant les dispositions de la Directive CE Produits de construction** 50
ZA.1 Domaine d'application et caractéristiques applicables 50
ZA.2 Procédure d'attestation de conformité des éléments de ponts préfabriqués en béton 51
ZA.2.1 Système d'attestation de conformité 51
ZA.2.2 Certificat CE et déclaration de conformité 53
ZA.3 Marquage CE et étiquetage 53
ZA.3.1 Généralités 53
ZA.3.2 Déclaration des données géométriques et des propriétés des matériaux 55
ZA.3.3 Déclaration des propriétés du produit 56
ZA.3.4 Déclaration de conformité avec un dossier de conception défini 59

Bibliographie 61

Avant-propos

Le présent document (EN 15050:2007) a été élaboré par le Comité Technique CEN/TC 229 « Produits préfabriqués en béton », dont le secrétariat est tenu par AFNOR et a été examinée et approuvée par un groupe joint, nommé par le groupe de liaison CEN/TC 229 — TC 250, en particulier concernant sa compatibilité avec 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 novembre 2007, et toutes les normes nationales en contradiction devront être retirées au plus tard en février 2009.

Le présent document a été élaboré dans le cadre d'un mandat donné au CEN par la Commission Européenne et l'Association Européenne de Libre Echange et vient à l'appui des exigences essentielles de la (de) Directive(s) CE.

Pour la relation avec la (les) Directive(s) CE, voir l'Annexe ZA informative, qui fait partie intégrante du présent document.

La présente norme fait partie d'une série de normes de produits destinées aux produits préfabriqués en béton.

Pour les aspects généraux, il est fait référence à l'EN 13369 *Règles communes pour les produits préfabriqués en béton*, de laquelle sont également tirées les exigences applicables de l'EN 206-1 *Béton — Partie 1: Spécification, performances, production et conformité*.

Les références à l'EN 13369 par les normes de produits du CEN/TC 229 sont destinées à les rendre homogènes et à éviter les répétitions d'exigences similaires.

Les Eurocodes servent de référence commune en termes de conception.

La mise en œuvre de certains produits structurels préfabriqués en béton est régie par l'ENV 13670-1, *Exécution des ouvrages en béton — Partie 1 : Tronc commun*, qui a pour le moment le statut d'une Prénorme européenne. Dans tous les pays, elle peut être accompagnée de variantes d'application nationale et elle ne doit pas être considérée comme une Norme européenne.

Le programme de normes destinées aux produits structurels préfabriqués en béton comprend les normes suivantes, composées dans certains cas de plusieurs parties :

EN 1168, *Produits préfabriqués en béton — Dalles alvéolées*

EN 12794, *Produits préfabriqués en béton — Pieux de fondation.*

EN 12843, *Produits préfabriqués en béton — Mâts et poteaux*

EN 13224, *Produits préfabriqués en béton — Éléments de plancher nervurés*

EN 13225, *Produits préfabriqués en béton — Éléments de structure linéaires*

EN 13693, *Produits préfabriqués en béton — Éléments spéciaux de toiture*

EN 13978, *Produits préfabriqués en béton — Garages préfabriqués en béton.*

EN 14843, *Produits préfabriqués en béton — Escaliers*

EN 14844, *Produits préfabriqués en béton — Cadres enterrés*

EN 14991, *Produits préfabriqués en béton — Éléments de fondation*

EN 14992, *Produits préfabriqués en béton — Éléments de mur*

EN 15050, *Produits préfabriqués en béton — Éléments de ponts*

prEN 15037, *Produits préfabriqués en béton — Systèmes de planchers à poutrelles et entrevous*

prEN 15258, *Produits préfabriqués en béton — Murs de soutènement*

La présente norme définit, dans l'Annexe ZA, les méthodes d'apposition du marquage CE sur des produits dimensionnés en utilisant les Eurocodes EN applicables (EN 1992-1-1 et EN 1992-1-2). Lorsque les ouvrages visés ne remplissent pas les conditions d'applicabilité des Eurocodes EN et que des dispositions de dimensionnement autres que celles des Eurocodes EN sont utilisées en matière de résistance mécanique et/ou de résistance au feu, les conditions d'apposition du marquage CE sur le produit sont celles décrites en ZA.3.4.

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, Bulgarie, 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.

Introduction

L'évaluation de la conformité décrite dans la présente Norme européenne fait référence aux éléments de pont préfabriqués en béton, finis, mis sur le marché et couvre toutes les opérations de fabrication effectuées à l'usine.

Pour les règles de calcul et la résistance au feu, il est fait référence à l'EN 1992-1-1 et à l'EN 1992-1-2. Des règles complémentaires sont fournies si nécessaire.

Dans les paragraphes 4.3.3 et 4.3.4, la présente Norme européenne fournit des dispositions spécifiques issues de l'application des règles de l'EN 1992-1-1, de l'EN 1998-1, de l'EN 1992-1-2 et de l'EN 1992-2 élaborées de manière spécifique pour le produit concerné. L'utilisation de ces dispositions est compatible avec le calcul d'ouvrages réalisé conformément à l'EN 1992-1-1, à l'EN 1992-1-2 et à l'EN 1992-2.

1 Domaine d'application

La présente Norme européenne s'applique aux éléments structurels préfabriqués en béton fabriqués en usine utilisés dans la construction des ponts, par exemple éléments de tablier, culées, éléments pour piles et arches préfabriquées.

Les éléments en béton de masse volumique normale, armés ou précontraints, sont considérés ; ils peuvent être utilisés pour des ponts routiers, des ponts-rails et des passerelles.

Les éléments de tablier comprennent à la fois les éléments simples qui composent le tablier (poutres, dalles, éléments nervurés ou cellulaires) et des éléments constitués d'un tronçon de tablier complet.

Les éléments pour les culées sont des éléments préfabriqués capables de reprendre les actions verticales et horizontales appliquées par le tablier et la poussée des terres due au matériau de remblai.

Les éléments de pile peuvent être un tronçon de pile ou, pour les faibles hauteurs, une pile complète.

L'Annexe A illustre quelques exemples d'éléments traités.

Les aspects de durabilité sont également considérés.

La présente Norme européenne fait référence à des éléments préfabriqués produits en usine ou à proximité du chantier de construction, dans un lieu protégé des conditions météorologiques défavorables. On admet que, si les éléments ne sont pas fabriqués en usine, les conditions de fabrication garantissent le même niveau de contrôle de la qualité qu'en usine. On admet que le site de production est protégé de la pluie, du soleil et du vent.

Certains éléments sont également traités dans d'autres Normes européennes (par exemple poutres, dalles). La présente Norme européenne traite des aspects spécifiques relatifs à l'utilisation de ces éléments dans la construction de ponts.

Les pieux de fondation, les parapets, les dispositifs de retenue frontaux, les garde-corps et les cadres fermés sont hors du domaine d'application de la présente Norme européenne.

2 Références normatives

Les documents énumérés ci-après sont indispensables pour l'application du présent document. Pour les références datées, seule l'édition citée s'applique. Pour les références non datées, la dernière édition du document auquel il est fait référence (y compris les éventuels amendements) s'applique.

EN 206-1, *Béton — Partie 1 : Spécification, performances, production et conformité.*

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

EN 1992-1-2: *Eurocode 2: Calcul des structures en béton — Partie 1-2 : Règles générales — Calcul du comportement au feu.*

EN 1992-2:2005, *Eurocode 2: Calcul des structures en béton — Partie 2 : Ponts en béton — Calcul et dispositions constructives.*

EN 13369:2004, *Règles communes pour les produits préfabriqués en béton.*

3 Termes et définitions

Pour les besoins du présent document, les termes et définitions donnés dans l'EN 1992-1-1:2004 et l'EN 13369:2004, ainsi que les termes et définitions suivants, s'appliquent.

3.1
pont
ouvrage d'art destiné principalement à permettre le passage de charges au-dessus d'un obstacle naturel ou d'une voie de communication

NOTE Ceci inclut tous types de ponts, en particulier les ponts routiers, les passerelles, les ponts-rails, etc.

3.2
culée
appui d'extrémité d'un pont

NOTE Il convient de faire la distinction entre les culées rigides et les culées flexibles, le cas échéant.

3.3
pile
appui intermédiaire d'un pont, situé sous le tablier

3.4
appareil d'appui
dispositif structurel situé entre le tablier et une culée ou une pile du pont et transmettant les charges du tablier à la culée ou à la pile

3.5
précontrainte
effet permanent dû aux efforts et/ou aux déformations contrôlés imposés à une structure

NOTE Plusieurs types de précontrainte doivent être distingués le cas échéant (précontrainte par prétension, précontrainte par post-tension - au moyen d'armatures, précontrainte par déformation imposée aux appuis, par exemple).

3.6
gabarit (pour hauteur libre)
hauteur libre disponible pour le trafic

3.7
pont à tablier continu
pont dont la surface du tablier est continue entre travées intermédiaires adjacentes, avec ou sans continuité structurelle

3.8
prédalle
plaque en béton armé ou précontraint utilisée comme coffrage perdu pour le béton coulé en place, avec lequel, une fois durci, elle collabore généralement structurellement pour former une dalle composite

3.9
pont-cadre (cadre ouvert ou portique)
pont sans joints de dilatation, ni entre travées intermédiaires adjacentes, ni entre travées de rive et culées

3.10
diaphragme (entretoise)
raidisseur transversal du tablier (coulé en place ou préfabriqué)

3.11
chevêtre
poutre d'appui transversale sur un appui intermédiaire ou un appui d'extrémité du tablier

3.12
moment fléchissant positif
moment fléchissant provoquant une traction dans les fibres inférieures (moment positif)

3.13
moment fléchissant négatif
moment fléchissant provoquant une traction dans les fibres supérieures (moment négatif)

3.14
biais
angle entre la ligne d'appui et une droite perpendiculaire à l'axe longitudinal du pont

4 Prescriptions

4.1 Matériaux

Le paragraphe 4.1 de l'EN 13369 s'applique.

Pour les armatures à empreintes et les fils crantés, on se réfèrera à l'EN 10080.

Lorsque l'axe des armatures de précontraintes est dévié, les déviateurs ne doivent pas entamer l'acier ni entraîner des vides importants dans l'élément en béton. La résistance de l'armature de précontrainte déviée ne doit pas être inférieure à 95 % de celle de l'armature droite.

4.2 Production

4.2.1 Général

La fabrication d'éléments préfabriqués pour les ponts doit satisfaire aux exigences du paragraphe 4.2 de l'EN 13369:2004 et du paragraphe complémentaire suivant. Pour les éléments de pont, des valeurs différentes de celles données au 4.2.1.3 de l'EN 13369:2004 peuvent être données, selon ce qui est exigé en fonction de leur destination, comme indiqué dans le dossier de conception.

4.2.3.2 Application de la précontrainte

4.2.3.2.1 Généralités

Si le transfert de la force de précontrainte ancrée par adhérence (précontrainte par prétension) n'est pas progressive, la rentrée des armatures, qui correspond au raccourcissement de celles-ci après le transfert, doit être vérifiée conformément à l'Annexe J.

Les valeurs mesurées doivent être conformes aux valeurs limites indiquées dans le paragraphe 4.2.3.2.4 de l'EN 13369.

La rentrée mesurée ne doit pas être utilisée pour déterminer la longueur de transmission.

La vérification ne s'applique pas aux torons gainés.

4.2.3.3 Protection des extrémités des torons gainés

Lorsque les extrémités des torons gainés sont protégées, il convient d'utiliser un matériau souple de sorte que la protection ne soit pas détruite par la partie de toron gainé qui ne raccourcit pas avec la poutre lorsque celle-ci poursuit son fluage. Il convient d'utiliser cette protection souple (bourrelet de mousse, par exemple) y compris lorsque le toron traverse une entretoise.

4.3 Prescriptions relatives aux produits finis

4.3.1 Géométrie

4.3.1.1 Tolérances de fabrication

Les écarts autorisés donnés en 4.3.1.1 de l'EN 13369:2004 doivent être pris en considération pour les dimensions géométriques.

Pour les poutres pleines et les poutres-caissons, les indications complémentaires du Tableau 1 s'appliquent.

Les écarts autorisés indiqués dans le Tableau 1 sont les valeurs limites de la différence entre les valeurs réelles (mesurées comme décrit à l'Article 5) et les valeurs théoriques indiquées dans les plans d'exécution ; quelle que soit la dimension, l'écart minimum autorisé ne doit pas être inférieur à 5 mm.

Tableau 1 — Écart autorisé (voir Figure 1)

Grandeur	**Écart autorisé** (mm)
Défaut d'équerrage vertical (v1, voir Figure 1b)	± 0,015 h
Défaut d'équerrage horizontal (v2, voir Figure 1 c)	± 0,02 b ou ± 0,02 a (suivant le cas)
Défaut d'aplomb (g, voir Figure 1 d))	± 0,015 h
Ecart latéral (par rapport à l'axe théorique)	± L/500
Contre-flèche ou flèche (par rapport à la valeur déclarée, évaluée en tenant compte de l'âge et de l'historique du chargement de l'élément)	± 50 % de la valeur déclarée ou L/800 (la plus grande des deux valeurs)

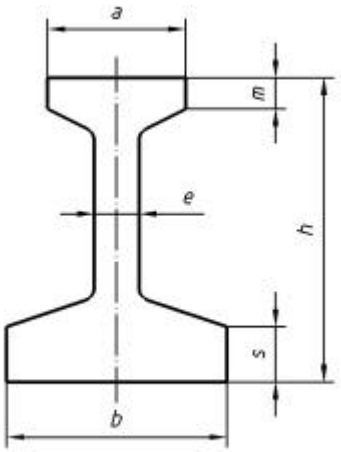


Figure 1a

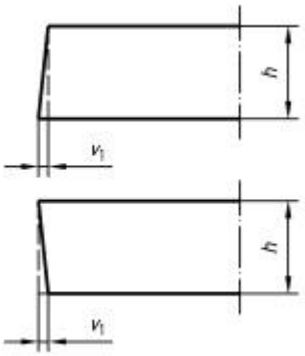


Figure 1 b

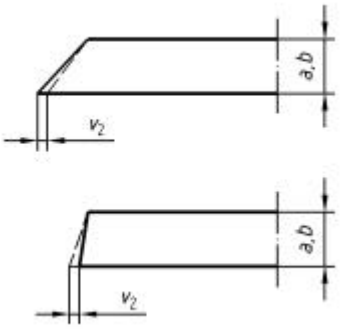


Figure 1c

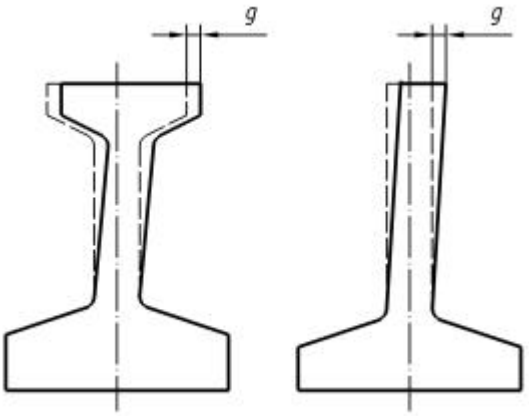


Figure 1d

Figure 1 — Dimensions de base et écarts

4.3.1.2 Ecarts autorisés des inserts et des trous

Les écarts autorisés sur la position des inserts et des trous (et des détails mineurs ne faisant pas intervenir le comportement structurel) doivent être précisés dans les dessins du fabricant.

Sauf spécifications contraires, l'écart autorisé pour un insert ou un trou isolés est de ± 30 mm. Pour la position relative des trous ou des inserts au sein d'un groupe, l'écart autorisé est égal à ± 5 mm.

4.3.1.3 Dimensions minimales

Les dimensions minimales des éléments structurels sont définies par les calculs de structure, par les valeurs d'enrobage requises par l'EN 1992-1-1, l'EN 1992-2 et par la présente Norme européenne.

NOTE Des dimensions supérieures peuvent être indiquées par le client ou par les réglementations nationales concernant le climat et l'environnement.

4.3.2 Aspect de surface

L'aspect extérieur de chaque élément préfabriqué doit être contrôlé lors du démoulage afin de détecter des défauts visibles, tels que les vides, les défauts de surface, les fissures, etc., en référence au J.4 de l'EN 13369:2004.

Les défauts de moindre importance peuvent être traités après le transfert de la force de précontrainte, de préférence à l'aide d'un mortier sans retrait ou par la précontrainte, après un nettoyage de la surface de la zone défectueuse.

Les fissures perpendiculaires ou quasi perpendiculaires à la direction de précontrainte, détectées avant le transfert et ne dépassant pas 0,2 mm de largeur, ne doivent pas être prises en compte.

Il convient de combler les défauts d'une profondeur supérieure à 8 mm (5 mm pour les surfaces extérieures des poutres de rive ou les surfaces supérieures des membrures inférieures) avec un mortier approprié dont la résistance ne soit pas inférieure à celle du béton de l'élément préfabriqué. Toutefois, la présence de défauts d'une profondeur supérieure à 15 mm peut être le symptôme d'un serrage insuffisant du béton. Dans ce cas et si le client l'autorise, la réparation ne peut être effectuée qu'après avoir procédé à une appréciation technique du problème et de sa gravité.

L'aspect des éléments est considéré comme admissible s'ils ne présentent pas de nids de graviers, d'arêtes brisées ou un trop grand nombre de vides de surface ; il convient d'évaluer les fissures au cas par cas.

Les méthodes d'inspection de l'aspect de surface ainsi que les modes opératoires de réparation seront clairement définis dans le cadre du système d'assurance qualité et comprendront toutes les exigences particulières des spécifications (ou du client).

Pour une description approfondie d'un système de contrôle de la production en usine dans le cadre du système d'assurance qualité, voir l'Article 6 de l'EN 13369:2004.

4.3.3 Résistance mécanique

4.3.3.1 Généralité

Le paragraphe 4.3.3 de l'EN 13369:2004 doit s'appliquer, complété des paragraphes suivants.

4.3.3.2 Ferraillage minimal d'effort tranchant

Seuls les éléments satisfaisant aux prescriptions relatives aux sections minimales d'armature d'effort tranchant pour les âmes et les membrures conformément au paragraphe 9.2.2 de l'EN 1992-2:2005 doivent être utilisés dans les tabliers de ponts, à l'exception des dalles pleines et des poutres enrobées avec ou sans dalle rapportée coulée en place, des conceptions spécifiques admises pour une application particulière et un client donné, ou encore dans le cas d'un coefficient dynamique réduit (passerelles ou ponts réservés aux VL).

4.3.3.3 Joints structurels transmettant l'effort de cisaillement longitudinal

Pour définir les caractéristiques des éléments, les joints structurels transmettant l'effort de cisaillement longitudinal entre le béton préfabriqué et le béton coulé en place doivent satisfaire au paragraphe 6.2.5 de l'EN 1992-1-1:2004 et aux prescriptions supplémentaires suivantes.

Les interfaces du type « très lisses » conformément au paragraphe 6.5.2 (2) de l'EN 1992-1-1:2004 ne doivent pas être prises en compte pour la transmission du cisaillement.

Pour les joints entre des surfaces de béton coulées en deux étapes, la classification de surface est appliquée à la surface sur laquelle est coulé le béton lors de la seconde étape.

La valeur de calcul de la contrainte de cisaillement est calculée conformément au paragraphe 6.2.5 de l'EN 1992-1-1:2004 et au paragraphe 6.2.5 de l'EN 1992-2:2005, où :

— les aires des surfaces de contact dont la largeur est inférieure à 20 mm ou à la dimension du plus gros granulat ou pour lesquelles la hauteur minimale de la dalle rapportée est inférieure à 30 mm ne doivent pas être prises en considération ;

— sous des chargements répétés, pour la vérification à la fatigue, le paragraphe 6.2.5 (105) de l'EN 1992-2:2005 s'applique.

Dans les éléments où le retrait différentiel est important, il convient de tenir compte des contraintes de cisaillement induites par celui-ci. Les bords libres sans armature ou avec de faibles quantités d'armature méritent une attention toute particulière.

Lorsque le béton coulé en place est totalement entouré par l'élément préfabriqué, par exemple comme à la Figure A.1f, et que la contrainte à l'interface est inférieure à ($0{,}5\ c\ f_{ctd}$), il n'est pas requis de ferraillage minimal au travers de l'interface. Un ferraillage minimal pour l'effort tranchant et le cisaillement des membrures doit être prévu dans les éléments préfabriqués.

4.3.4 Résistance et réaction au feu

Lorsque la vérification de la résistance au feu est requise ou est appropriée en raison de situations spéciales, les méthodes décrites dans le paragraphe 4.3.4 de l'EN 13369:2004 s'appliquent.

4.3.5 Propriétés acoustiques

Généralement sans objet pour les éléments de ponts préfabriqués.

Le cas échéant, le paragraphe 4.3.5 de l'EN 13369:2004 s'applique.

4.3.6 Propriétés thermiques

Généralement sans objet pour les éléments de ponts préfabriqués.

Le cas échéant, le paragraphe 4.3.6 de l'EN 13369:2004 s'applique.

4.3.7 Durabilité

Le paragraphe 4.3.7 de l'EN 13369:2004 s'applique.

Des indications quant aux conditions d'environnement sont données à l'Annexe H.

L'enrobage minimal doit être majoré d'une marge (Δc) pour tolérances ; pour les éléments préfabriqués, on peut admettre $5 \leq Dc \leq 10$ mm, selon la qualité d'exécution et le contrôle de la qualité.

4.3.8 Autres prescriptions

Le paragraphe 4.3.8 de l'EN 13369:2004 s'applique.

Si les éléments préfabriqués sont stockés avant la mise en tension et l'injection, une attention particulière doit être apportée afin d'éviter la corrosion des câbles et la pénétration d'eau à l'intérieur des gaines.

5 Méthodes d'essai

5.1 Essais sur le béton

Les essais sur le béton seront réalisés suivant les modes opératoires indiqués dans l'EN 13369. Pour les sujets non couverts par l'EN 13369, l'EN 206-1 s'applique.

5.2 Mesurage des dimensions et des caractéristiques de surface

5.2.1 Généralités

Lorsque le mesurage des dimensions est requis, il sera réalisé selon le mode opératoire indiqué dans l'EN 13369.

Il convient que le fabricant procède à des mesurages à une date de référence après le coulage et que cette date soit enregistrée.

Les mesurages doivent être effectués par des personnes qualifiées ; au cours des mesurages, les éléments seront disposés de préférence de la même manière que dans l'ouvrage : en cas d'impossibilité, les effets de la disposition d'appui doivent être pris en compte.

5.2.2 Poutres

Voir Figure 1.

Longueur (L)	Sauf indication contraire, mesurer la longueur à mi-hauteur de la poutre, sur chacune de ses joues. Les deux mesures doivent respecter l'écart autorisé.
Hauteur (h)	La hauteur mesurée en une section quelconque doit respecter l'écart autorisé.
Largeur (a, b, e)	Les valeurs mesurées en une section transversale quelconque doivent respecter l'écart autorisé.
Epaisseur des membrures (m, s)	Les valeurs mesurées en une section transversale quelconque doivent respecter l'écart autorisé.

Défaut d'équerrage vertical	Mesurer v_1, conformément à la Figure 1b, aux deux extrémités de la poutre et des deux côtés de celle-ci. Chaque mesure individuelle doit respecter l'écart autorisé.
Défaut d'équerrage horizontal	Mesurer v_2, conformément à la Figure 1c, aux deux extrémités de la poutre. Chaque mesure individuelle doit respecter l'écart autorisé.
Défaut d'aplomb	Placer la poutre sur des appuis horizontaux. Le défaut d'aplomb mesuré en une section transversale quelconque doit respecter l'écart autorisé (g, voir Figure 1d).
Écart latéral	Placer la poutre sur des appuis horizontaux. Considérer, au sommet et à la base de la poutre, les droites joignant les axes d'appui et mesurer l'écart maximal des lignes correspondants sur l'élément préfabriqué (il est clair que pour les poutres courbes par conception, les écarts seront donnés par rapport à l'axe théorique). Les deux mesures doivent respecter l'écart autorisé. L'élément doit être protégé de l'action directe du soleil afin d'éviter une courbure due à l'échauffement
Contre-flèche ou flèche	Placer la poutre sur des appuis horizontaux. Mesurer la distance maximale entre l'intrados de la poutre et une ligne droite reliant les axes d'appui (il est clair que si l'intrados de la poutre est courbe par conception, la distance sera déterminée à partir de la position théorique de l'intrados de la poutre).

Pour les dimensions non mentionnées et pour les caractéristiques de surface, l'Annexe J de l'EN 13369:2004s'applique.

5.2.3 Autres éléments

Pour les éléments autres que les poutres, l'Annexe J de l'EN 13369:2004 s'applique.

5.3 Poids des éléments

Le paragraphe 5.3 de l'EN 13369:2004 s'applique.

6 Évaluation de la conformité

L'Article 6 et les plans de contrôle de l'Annexe D de l'EN 13369:2004 s'appliquent. Dans le Tableau D.4 « Contrôle des produits finis », l'objet 2 « Contrôle final » doit au moins comprendre les contrôles de l'Annexe J de la présente Norme européenne.

7 Marquage et étiquetage

L'Article 7 de l'EN 13369:2004 s'applique.

8 Documentation technique

Pour un pont réalisé à partir d'éléments préfabriqués, la documentation technique comprendra la documentation de l'Annexe M de l'EN 13369:2004.

Annexe A
(informative)

Typologie

A.1 Domaine d’application

Quelques exemples d'éléments relevant de la présente Norme européenne sont présentés dans cette annexe, qui n'en est pas pour autant exhaustive.

D’autres types d’éléments préfabriqués peuvent être utilisés pour la construction de ponts.

A.2 Tabliers dont les principaux éléments structurels sont des poutres préfabriquées

Certains types de poutres préfabriquées utilisées dans les ponts sont illustrés à la Figure A.1 :

— poutres rectangulaires (Figure A.1a) ;

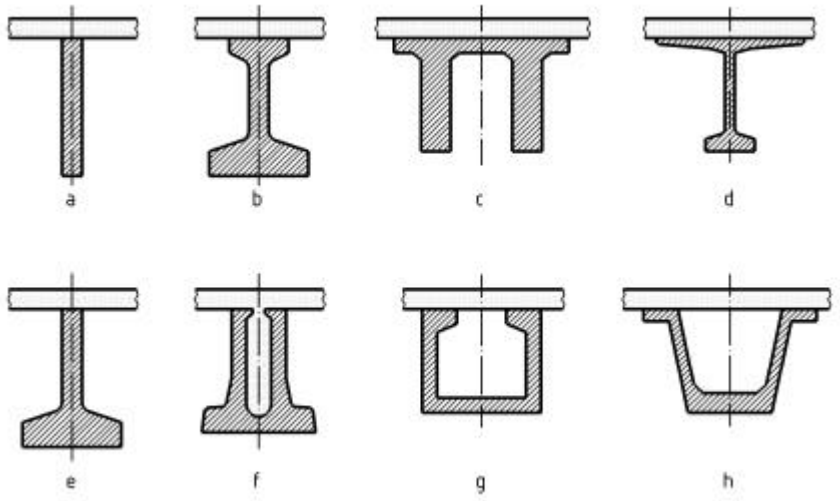
— poutres en I (Figure A.1b) ;

— poutres en double T (Figure A.1c) ;

— poutres en T avec (Figure A.1d) ou sans talon ;

— poutres en T renversé (Figure A.1e et f) ;

— poutres en U, poutres en V (Figure A.1g et h).



Légende

Coulé en place

Élément préfabriqué

Figure A.1 — Quelques exemples de poutres préfabriquées (avec le béton coulé en place associé)

Voici les sous-types de tabliers qui en résultent :

a) poutres préfabriquées complétées par une dalle en béton coulée en place (Figure A.2) ;

b) une ou plusieurs poutres en U complétées par une dalle en béton coulée en place (Figure A.3) ;

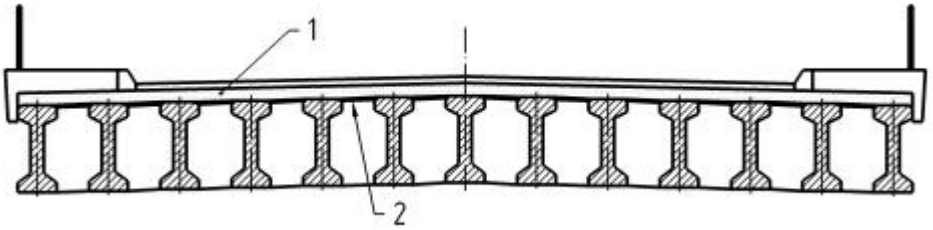
c) poutres en tronçons complétées par une dalle en béton coulée en place (Figure A.4) ;

d) poutres en T préfabriquées complétées par une dalle en béton coulée en place (Figure A.5) ;

e) poutres préfabriquées enrobées (Figure A.6) ;

f) éléments en caisson préfabriqués sans dalle rapportée (Figure A.7).

Dans les types a) à c), des prédalles minces sont fréquemment utilisées comme coffrage perdu pour le coulage en place de la dalle (voir B.6).



Légende

Coulé en place

Élément préfabriqué

1 Dalle coulée en place

2 Dalle préfabriquée (ou coffrage)

Figure A.2 — Poutres préfabriquées avec dalle coulée en place

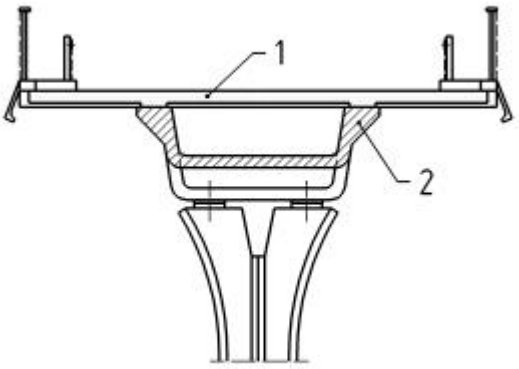


Figure A.3a

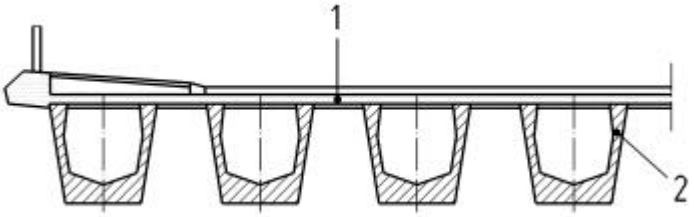


Figure A.3b

Légende

1 Dalle coulée en place

2 Poutre préfabriquée

Figure A.3 — Poutres à caissons simples (A.3 a) ou multiples (A.3 b)

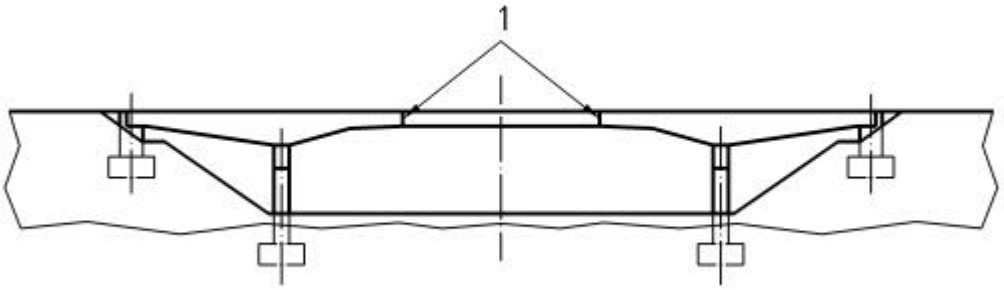


Figure A.4a

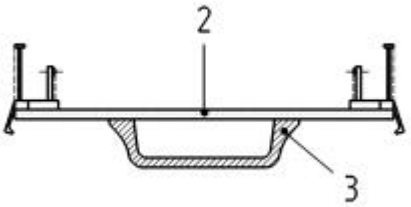


Figure A.4b

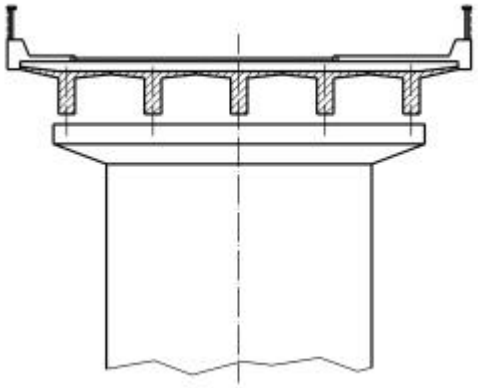
Légende

Coulé en place

Élément préfabriqué

1 Assemblages
2 Dalle coulée en place
3 Poutre préfabriquée

Figure A.4 — Poutres en tronçons, dalle coulée en place



Légende

Coulé en place

Élément préfabriqué

Figure A.5 — Poutres préfabriquées, dalle coulée en place

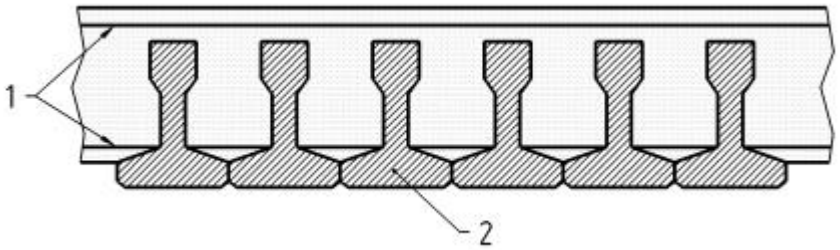


Figure A.6a

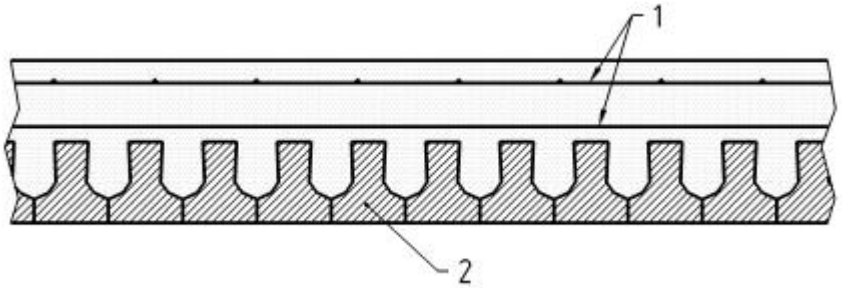


Figure A.6b

Légende

1 Armature transversale

2 Éléments préfabriqués

Figure A.6 — Poutres préfabriquées enrobées

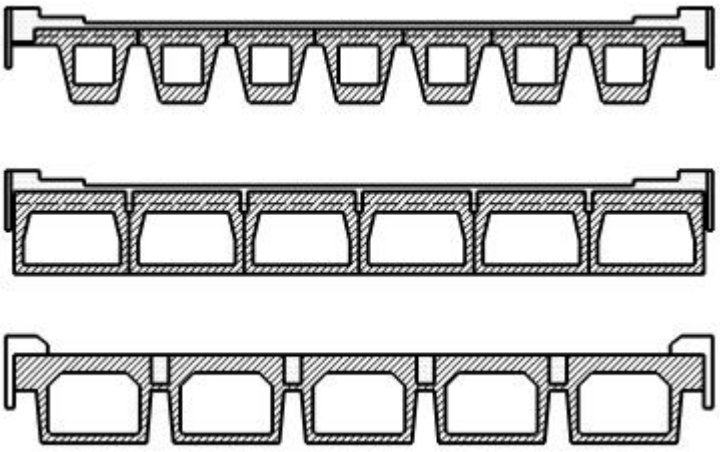
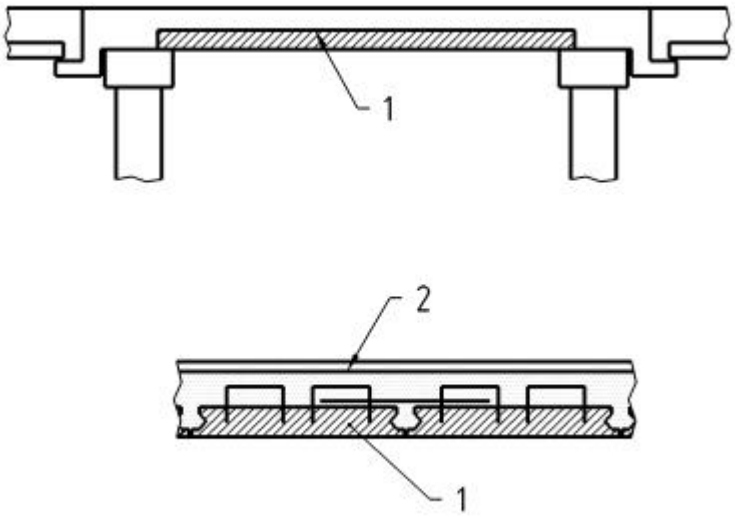


Figure A.7 — Éléments en caissons préfabriqués sans dalle coulée en place

A.3 Dalles pleines

Tabliers composés de dalles préfabriquées sur toute la portée, avec des clés de cisaillement longitudinales, complétées par une dalle coulée en place (Figure A.8) ou dalles préfabriquées précontraintes transversalement par post-tension. Les dalles pleines sont généralement utilisées pour les faibles portées.



Vue latérale

Section transversale

Légende

Coulé en place

Élément préfabriqué

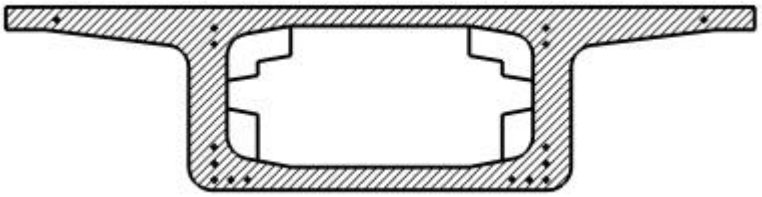
1 Dalle préfabriquée

2 Dalle rapportée coulée en place

Figure A.8 — Dalles pleines

A.4 Tabliers à voussoirs

Tabliers composés de plusieurs voussoirs préfabriqués de faible longueur, dont la largeur est généralement égale à la largeur totale du tablier, assemblés entre eux par des joints transversaux perpendiculaires à la portée (Figure A.9).



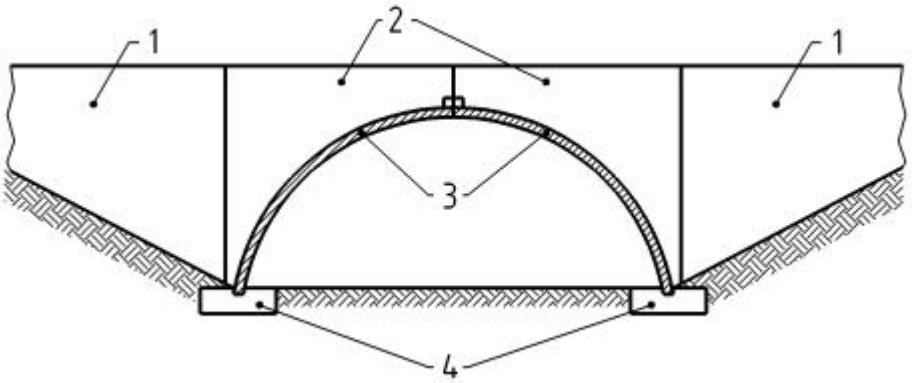
Légende

Coulé en place

Élément préfabriqué

Figure A.9 — Voussoir préfabriqué

A.5 Arches ou voûtes préfabriquées



Légende

Coulé en place

Élément préfabriqué

1 Mur en aile
2 Tympan préfabriqué
3 Éléments de l'arche préfabriquée en béton
4 Semelle filante en béton coulée en place

Figure A.10 — Exemple d'arche préfabriquée en béton

Annexe B
(informative)

Tabliers composés de poutres et de dalles

B.1 Domaine d'application

La présente annexe traite des tabliers comportant des poutres préfabriquées comme principaux éléments résistants, à savoir les types décrits en A.1 a), b), c) et d).

B.2 Dimensions dans la zone d'appui

Les dimensions minimales suggérées pour la zone d'appui de poutres préfabriquées sont indiquées à la Figure B.1 (appuis sur toute la hauteur) et à la Figure B.2 (demi-joints).

Ces dimensions doivent être utilisées comme spécifications de conception et non comme tolérances de réception.

Les écarts par rapport aux valeurs ci-dessus requièrent des dispositions constructives spéciales afin d'assurer la sécurité vis-à-vis de l'éclatement local du béton.

Les demi-joints (Figure B.2) peuvent entraîner des problèmes de durabilité et de maintenance du fait des difficultés d'inspection et de remplacement des appareils d'appui ; il convient de les éviter dans la mesure du possible.

Dans le cas de poutres devant être mises en œuvre avec une pente supérieure à 3 %, il convient de prévoir une réservation à l'intrados de la poutre afin d'assurer une surface d'appui horizontale. Il convient de respecter l'enrobage minimal, y compris dans la zone de la réservation.

B.3 Transfert de la force de précontrainte

Il convient d'appliquer les paragraphes 8.10.2. et 8.10.3 de l'EN 1992-1-1:2004 ainsi que le paragraphe 8.10 de l'EN 1992-2:2005.

Lorsque les armatures de précontrainte sont placées à l'extérieur du plan vertical des âmes, il convient d'effectuer un contrôle du transfert horizontal. Ceci est particulièrement important pour des éléments très larges tels que les poutres à caissons et les poutres en U.

B.4 Ancrage de l'armature principale sur les appuis

A l'about des poutres, il convient de prévoir une longueur d'appui suffisante afin d'assurer que l'effort horizontal dû au mécanisme de cisaillement est repris par la membrure tendue.

Lorsque le transfert de la force de précontrainte se fait par adhérence (poutres précontraintes par pré-tension), la partie de la précontrainte réellement ancrée peut être évaluée conformément aux paragraphes 8.10.2.2 et 8.10.2.3 de l'EN 1992-1-1:2004.Il convient de vérifier au cas par cas l'efficacité de l'armature de précontrainte placée à une distance du bord de l'âme supérieure à l'épaisseur de la membrure inférieure.

Si la force fournie par la précontrainte est insuffisante, il convient d'ajouter des armatures passives ancrées de façon adéquate.

Dimensions en millimètres

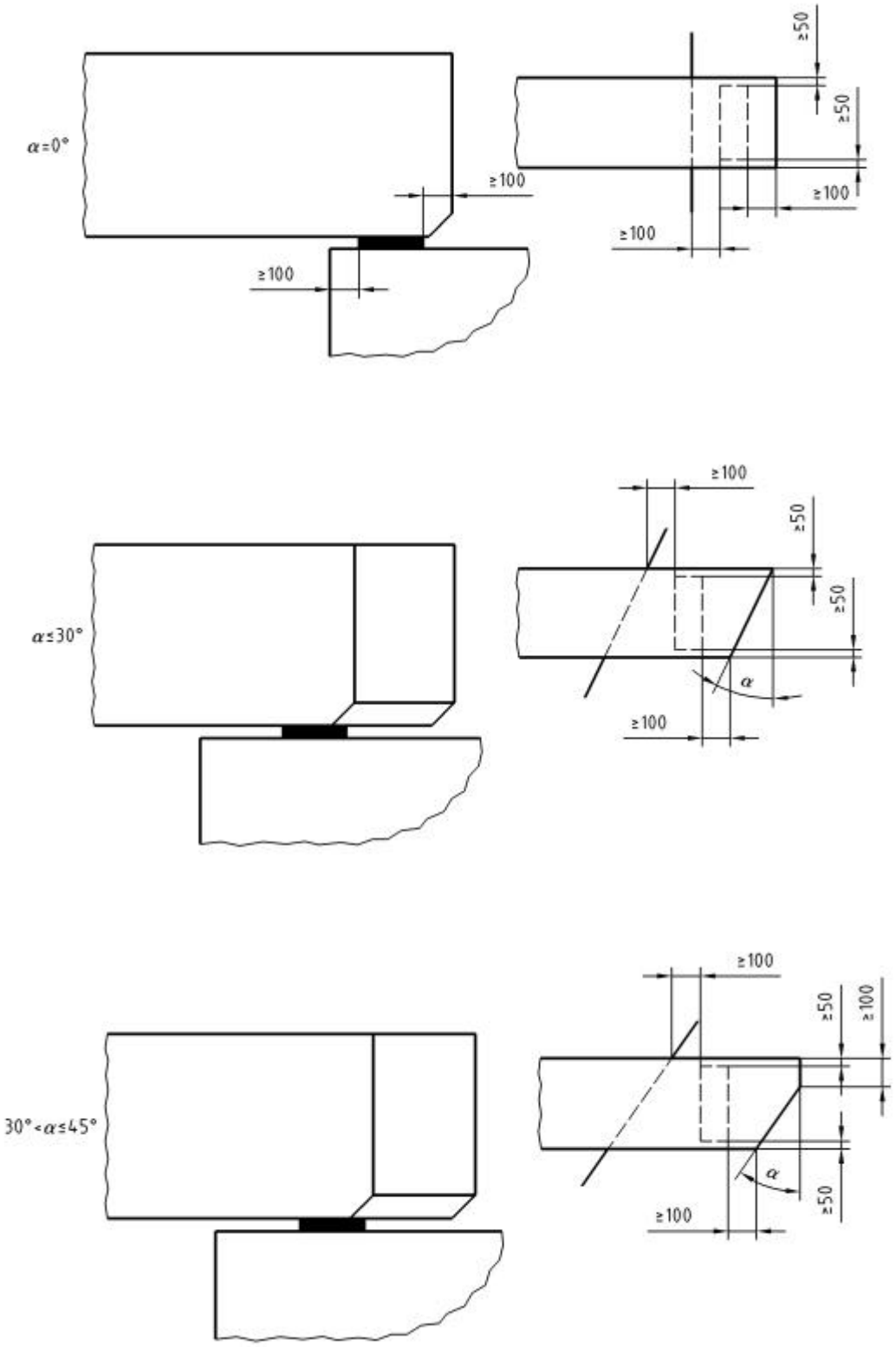
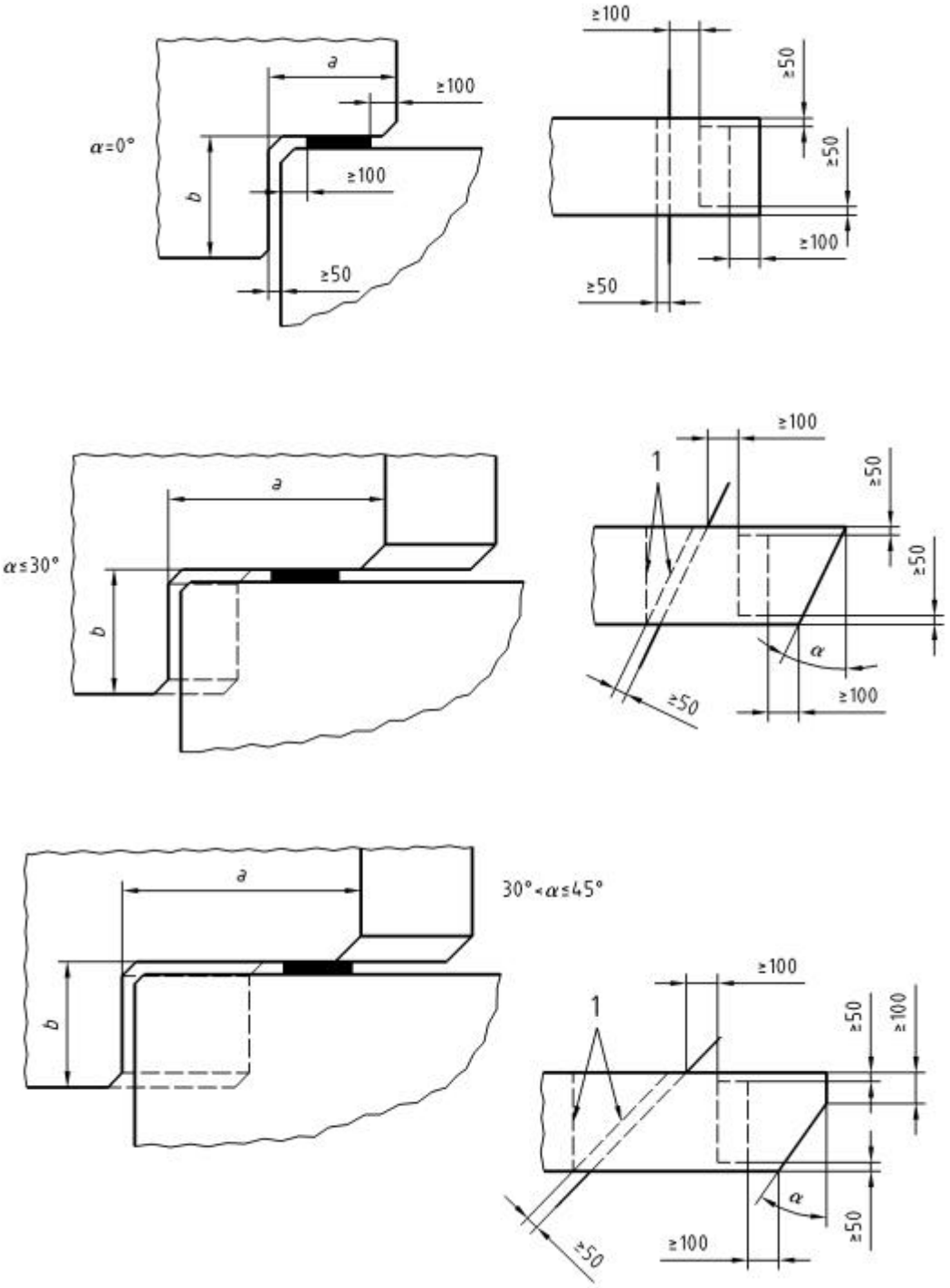


Figure B.1 — Dimensions dans la zone d'appui

Dimensions en millimètres



Légende

1 Forme possible de la poutre

Figure B.2 — Dimensions dans la zone d'appui en cas de demi-joints

B.5 Modification des conditions de bridage après l'application des charges

Une modification des conditions de bridage, par l'introduction de bridages supplémentaires après l'application de certaines charges permanentes ou de la précontrainte, peut provoquer une variation significative des contraintes initiales et limiter la réaction due au fluage à long terme. Il convient de les évaluer à l'aide de modèles théoriques appropriés ou par des calculs « pas à pas ».

Un cas type est celui du pont à deux travées ou plus, constitué de poutres préfabriquées précontraintes rendues continues en noyant les abouts des poutres dans un chevêtre ou une entretoise sur appui coulés en place.

B.6 Abouts biais

Les biais aux abouts des poutres préfabriquées peuvent créer des problèmes dans l'angle aigu, où la formation de fissures peut provoquer un éclatement lorsque la poutre se cambre lors du transfert de la force de précontrainte. Bien que cet effet ne soit pas structurellement significatif, il est indésirable et le meilleur moyen de l'éviter est de couper ce coin à angle droit (Figure B.3).

S'il existe une entretoise coulée en place, il n'est généralement pas nécessaire de donner aux extrémités des poutres le même biais que celui du pont ; il suffit de couler l'entretoise et la dalle du tablier avec le biais approprié. Pour des petits biais (jusqu'à 20°), les extrémités des poutres peuvent être à 90°. Pour des biais plus importants, il est généralement nécessaire de donner un biais aux extrémités des poutres afin de limiter l'augmentation de l'épaisseur de l'entretoise : toutefois, des moules avec deux ou trois angles différents peuvent suffire pour couvrir toutes les valeurs de biais dans la pratique.

Pour les poutres à abouts biais, il convient normalement de disposer le ferraillage transversal perpendiculairement à l'axe de la poutre. Il convient que seule les armatures de la zone d'about de la poutre soit biaisées.

Dans le cas d'un biais significatif (supérieur à 20°) et d'une précontrainte transversale, il convient de strier les surfaces de contact.

B.7 Disposition du tablier

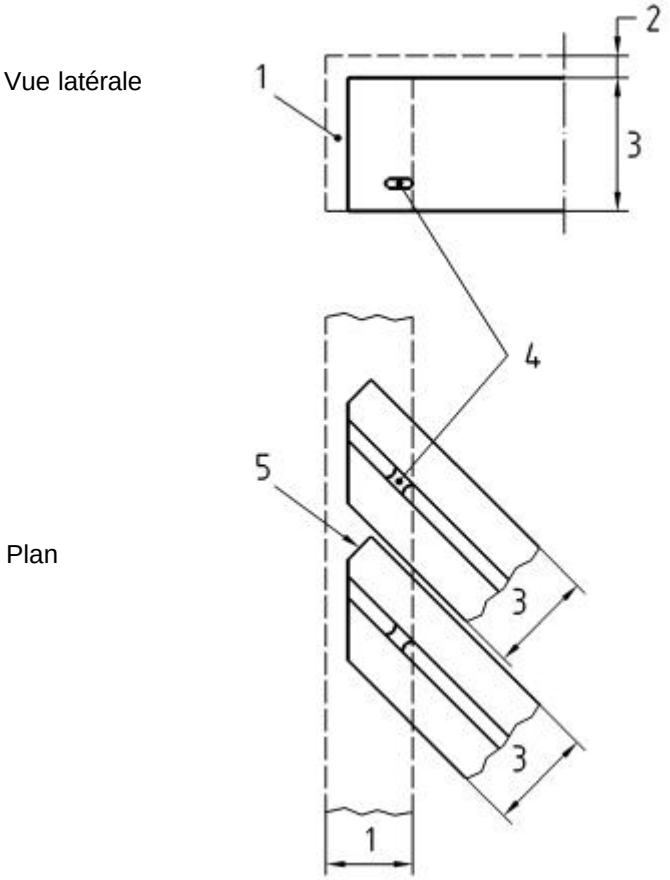
Les contre-flèches et les différences de contre-flèches entre les poutres doivent être prises en compte à la fois dans le calcul de l'épaisseur du tablier et dans la construction.

Si une collision d'un véhicule contre le côté ou l'intrados du tablier doit être prise en compte, les mesures suivantes peuvent se révéler utiles :

— disposer les poutres de telle sorte que les joints entre les intrados des poutres puissent être remplis de mortier ;

— prévoir plusieurs entretoises dans la structure du tablier pour reprendre les efforts horizontaux ;

— prévoir des bridages latéraux des poutres sur les appuis.



Légende

1 Entretoise
2 Dalle du tablier
3 Poutre
4 Trous ou réservations dans l'âme à l'extrémité de la poutre, pour l'armature de l'entretoise
5 About de la poutre coupé localement à 90°

Figure B.3 — Angle aigu coupé localement à 90°

Annexe C
(informative)

Utilisation de prédalles dans les ponts

C.1 Généralités

La présente annexe traite de l'utilisation de prédalles en béton comme éléments de tabliers de ponts conçus conformément à l'EN 1992-2, dont la structure principale peut être constituée de poutres en béton armé ou précontraint ou de poutres en acier.

Les prédalles peuvent :

— être utilisées comme un coffrage ordinaire ou comme éléments collaborant structurellement avec le béton coulé en place pour les dalles composites portant dans une seule ou dans deux directions ;

— être mises en œuvre avec ou sans appuis provisoires intermédiaires.

Il convient que l'épaisseur en tout point des prédalles utilisées dans les ponts ne soit pas inférieure à 60 mm.

Il convient que la surface supérieure des prédalles utilisées dans les ponts soit toujours rugueuse ou striée.

C.2 Armatures de liaison

Il convient de déterminer par le calcul les armatures de liaison entre la prédalle et le béton coulé en place, en prévoyant une section minimale égale à 3,00 cm^2/m^2 à la surface supérieure de la prédalle afin d'assurer la liaison entre prédalle et dalle rapportée coulée en place.

Il convient que la distance maximale entre les axes des poutrelles à treillis métallique ou des armatures de liaison soit inférieure à 3 fois l'épaisseur totale de la dalle ou 600 mm si cette valeur est inférieure. Il est nécessaire de disposer les poutrelles à treillis métallique en fonction des armatures transversales des poutres afin d'éviter toute interférence.

NOTE Ce paragraphe ne s'applique pas aux prédalles utilisées simplement comme coffrage perdu.

C.3 Liaison avec les poutres

Il convient d'éviter la continuité de la partie en béton des prédalles au-dessus des poutres du tablier (voir Figure C.1).

Il convient que la largeur de la prédalle soit compatible avec la contre-flèche des poutres principales afin d'assurer un appui plan et de niveau.

En cas de pente transversale, il convient de prévoir des éléments ou plaques d'appui souples de façon à éviter de charger l'arête et de perdre du mortier liquide (voir Figure C.4) ; il convient également d'assurer le bridage des prédalles pour éviter la perte d'appui due à leur glissement.

Lors de la vérification du cisaillement longitudinal entre les poutres, la dalle composite, il convient de considérer la largeur nette du joint, w_j, (c'est-à-dire sans tenir compte de la longueur d'appui de la prédalle sur la poutre, voir Figure C.3).

Si, au stade de la mise en œuvre, la longueur d'appui effective est inférieure à 40 mm, il convient de prévoir un appui temporaire près de l'extrémité de la prédalle.

Lorsque les extrémités des armatures de précontrainte des prédalles ne sont pas noyées dans le béton coulé en place, il convient de les protéger.

C.4 Assemblage entre prédalles adjacentes

Dans le cas où les prédalles collaborent avec les poutres pour la résistance longitudinale du pont, il convient d'assurer la continuité mécanique du ferraillage de la prédalle à travers le joint, comme illustré par exemple à la Figure C.2. Il convient d'assurer, au droit du joint, un enrobage adéquat contre la corrosion pour les armatures transversales inférieures placées sur les prédalles.

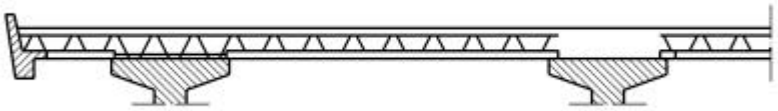


Figure C.1a — Coupe transversale

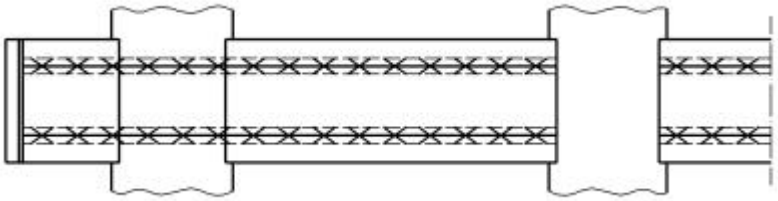


Figure C.1b — Plan

Figure C.1 — Disposition des prédalles sur les poutres

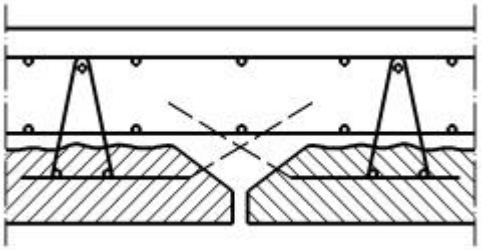
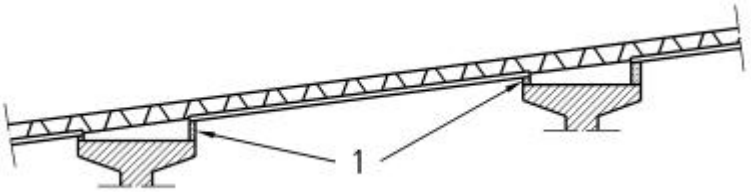


Figure C.2 — Exemple de joint entre prédalles collaborant avec les poutres

Dimensions en millimètres

Figure C.3 — Largeur nette du joint, w_j



Légende

1 Mortier

Figure C.4 — Prédalles posées avec une pente

Annexe D
(informative)

Continuité des tabliers de ponts

D.1 Domaine d'application

La présente annexe traite des méthodes d'élimination des joints entre travées (tabliers continus) et entre tablier et culées (ponts-cadres ou portiques).

D.2 Continuité des tabliers de ponts

Plusieurs méthodes sont utilisées pour éliminer les joints dans les tabliers continus comprenant des poutres de pont précontraintes en béton. Certains types sont illustrés dans les Figures D.1 à D.6 ; d'autres types sont aussi possibles.

Les types 1 et 2 assurent une continuité totale des poutres. En outre, l'utilisation d'appareils d'appuis onéreux peut être réduite ou éliminée.

Le type 3 assure une continuité totale des poutres avec la pile.

Les types 4, 5 et 6 n'assurent que la continuité de la dalle et la poutre est calculée comme étant simplement appuyées.

(Ces derniers types n'assurent qu'une continuité partielle, étant donné que seule la dalle du tablier est continue).

D.3 Moments fléchissants négatifs sur appuis

Si la continuité sur appuis est obtenue au moyen d'armatures passives, il convient, pour les moments négatifs, de considérer que la totalité de la surface d'appui est constituée de béton armé. Il convient de calculer les moments négatifs dus aux charges appliquées après que la continuité a été obtenue et finalement induits par les effets de la redistribution due au fluage, sur la base de la rigidité fissurée.

D.4 Moments fléchissants positifs sur appuis (à long terme)

En raison des déformations gênées différées entre travées contiguës même en l'absence de charge variable, un moment fléchissant apparaîtra dans l'assemblage, positif si la précontrainte l'emporte sur les charges permanentes, négatif dans le cas contraire. L'évaluation du moment fléchissant différé peut être effectuée au moyen de méthodes fiables d'analyse du fluage.

Pour éviter la rupture fragile au droit des appuis, voir 6.1 de l'EN 1992-2:2005.

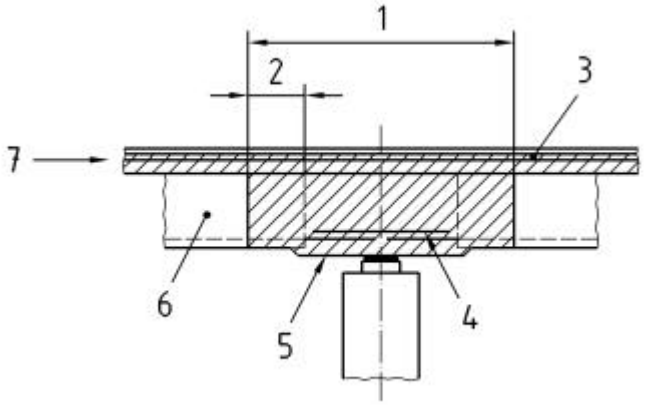
Toutefois, en raison des incertitudes, au stade du calcul, relatives aux propriétés de déformation du béton et au calendrier précis des phases de construction, les effets réels du fluage et du retrait dans la structure pourraient différer considérablement des calculs. En cas de moment fléchissant positif, il est admissible, aux ELS, de négliger les effets de la redistribution due au fluage et au retrait en prévoyant une quantité adéquate d'armatures de continuité inférieures sur les appuis intermédiaires afin de contrôler la fissuration conformément au 7.3.2 de l'EN 1992-2:2005.

Pour les tabliers biais, cette méthode simplifiée s'applique dans les limites suivantes :

a) biais ≤ 20°, tous rapports dimensionnels ;

b) 20° < biais ≤ 40°, avec des rapports dimensionnels supérieurs à 1.

Le rapport dimensionnel est défini comme le rapport entre la portée biaise et la largeur du tablier.



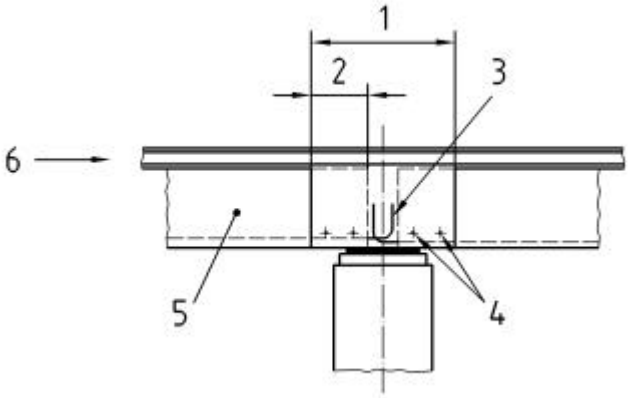
Légende

1 Chevêtre coulé en place
2 Encastrement de la poutre
3 Armature de continuité supérieure
4 Armature de continuité inférieure
5 L'intrados du chevêtre peut être au même niveau que celui de la poutre
6 Poutre de pont préfabriquée
7 Dalle coulée en place avec armature de continuité

Caractéristiques types :

1. Les poutres sont mises en oeuvre sur des appuis temporaires, généralement sur des fondations des piles.
2. Les appareils d'appui permanents sont alignés sur une seule ligne.
3. Des armatures de continuité sont prévues dans la dalle ainsi qu'au sommet et à la base des poutres du pont.
4. Le recouvrement des armatures n'est normalement pas difficile.
5. Il convient d'assurer de manière adéquate la liaison des poutres au chevêtre.

Figure D.1 — Détail de continuité de type 1 – Chevêtre incorporé (entretoise de continuité) large, coulé en place



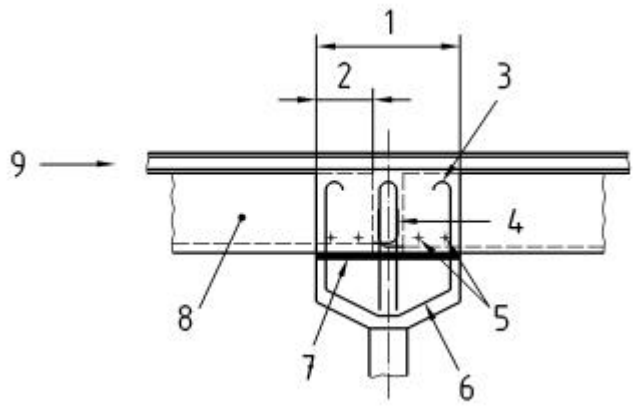
Légende

1 Chevêtre coulé en place
2 Encastrement de la poutre
3 Armature de continuité inférieure
4 Armatures transversales traversant les âmes
5 Poutre de pont préfabriquée
6 Dalle coulée en place avec armature de continuité

Caractéristiques types :

1. Les appuis temporaires ne sont pas requis.
2. Les appareils d'appui permanents peuvent être alignés sur une ou deux lignes.
3. Des armatures de continuité sont prévues dans la dalle et à la base des poutres du pont.
4. Le recouvrement des armatures inférieures et la maîtrise de la fissuration sont difficiles.

Figure D.2 — Détail de continuité de type 2 – Chevêtre incorporé (entretoise de continuité) étroit, coulé en place



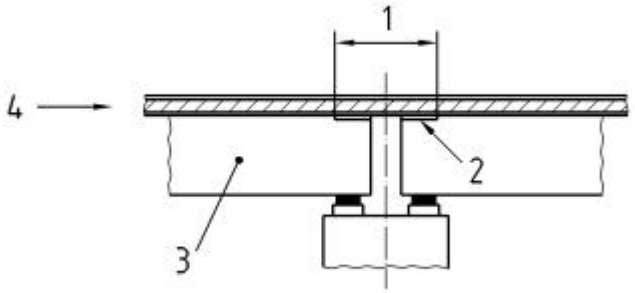
Légende

1 chevêtre coulé en place
2 Encastrement de la poutre
3 Armature dépassant du chevêtre coulé en phase 1
4 Armature de continuité inférieure
5 Armatures transversales traversant les âmes
6 Chevêtre coulé en place, phase 1
7 Lit de mortier de résistance adéquate
8 Poutre de pont préfabriquée
9 Dalle coulée en place avec armature de continuité

Caractéristiques types :

1. Pendant la mise en œuvre, les poutres sont appuyées sur le chevêtre coulé lors de la phase 1.
2. Le chevêtre est monolithique avec la pile.
3. L'intrados du chevêtre est normalement inférieur à celui de la poutre.
4. Le ferraillage est similaire aux types 1 et 2 en fonction de la section transversale du chevêtre coulé en phase 1.

Figure D.3 — Détail de continuité de type 3 – Chevêtre incorporé coulé en deux phases



Légende

1 Dalle désolidarisée des poutres (ou « dallette de continuité »)

2 Produit de remplissage compressible entre dalle et poutre

3 Poutre de pont préfabriquée

4 Dalle coulée en place avec armature de continuité

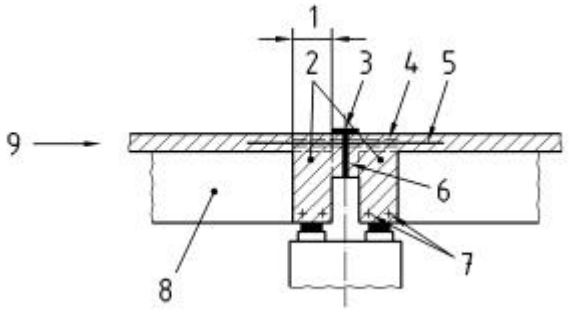
Caractéristiques types :

1. Des appareils d'appui et des entretoises distincts sont prévus pour chaque travée.

2. La dalle du tablier (ou « hourdis ») est séparée des poutres d'appui sur une courte distance pour assurer la flexibilité en rotation.

3. Il n'y a pas d'armature de continuité entre les extrémités des poutres et il n'y a pas de continuité de moment entre les travées.

Figure D.4 — Détail de continuité de type 4 – Dallettes de continuité



Légende

1 Encastrement de la poutre

2 Entretoises sur appui coulées en place

3 Joint de chaussée

4 Fourreau de désolidarisation

5 Armature d'attelage en acier inoxydable (voir 1 ci-dessous)

6 Produit de remplissage compressible pour joints

7 Armatures transversales traversant les âmes des poutres

8 Poutre de pont préfabriquée

9 Dalle coulée en place

Caractéristiques types :

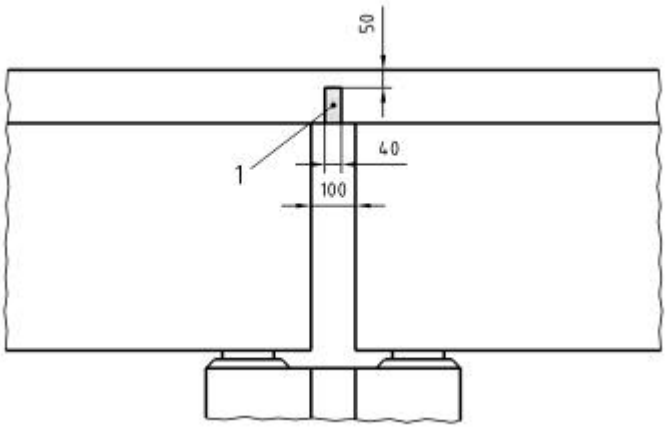
1. L'armature d'attelage à mi-épaisseur de la dalle est désolidarisée sur une courte distance de part et d'autre du joint pour permettre la rotation du tablier. Il n'y a pas de continuité de moment entre les travées. Il convient que l'élément de désolidarisation fasse barrière à l'humidité et soit continu sur toute sa longueur et au travers du joint de chaussée.

2. Entre travées, les dalles sont séparées par un produit de remplissage compressible pour joints, mais l'étanchéité du tablier et la couche de roulement sont continues et des membranes d'étanchéité spéciales sont disposées au-dessus du joint pour assurer une double protection.

3. Des appareils d'appui et des entretoises sur appui sont prévus pour chaque travée.

Figure D.5 — Détail de continuité de type 5 – Dalles de tablier attelées

Dimensions en millimètres



Légende

1 Matériau compressible

Figure D.6 — Détail de continuité de type 6

Annexe E
(informative)

Poutres enrobées

E.1 Généralités

La présente annexe traite des tabliers composés d'éléments préfabriqués placés de façon contiguë et remplis de béton coulé en place. Deux types de base sont considérés :

— poutres enrobées avec dalle rapportée mince (Figure A.6a) ;

— poutres enrobées avec dalle rapportée épaisse (Figure A.6b).

E.2 Poutres enrobées avec dalle rapportée mince

Les poutres préfabriquées (principalement des poutres en T renversé) sont remplies de béton coulé en place (voir Figure A.6a).

L'analyse est généralement effectuée en considérant le tablier comme une dalle pleine monolithique. L'épaisseur de la dalle dans la direction transversale est souvent inférieure à l'épaisseur dans la direction longitudinale ; toutefois, l'hypothèse, pour l'analyse, d'une épaisseur égale dans les deux directions (dalle isotrope) conduit généralement à des erreurs négligeables.

Des armatures transversales inférieures traversant les âmes des poutres sont requises, de même que des armatures transversales supérieures et une résistance au cisaillement à l'interface des poutres avec le béton coulé en place.

Il convient que le béton coulé en place recouvre le sommet des poutres de manière à pouvoir y loger correctement les armatures supérieures, sauf dans le cas où des armatures transversales et/ou longitudinales sont incorporées dans l'élément préfabriqué.

Si elles ne sont pas requises par la vérification à l'ELU, les armatures de couture peuvent être omises sous réserve que la surface supérieure des poutres préfabriquées soit rugueuse et que les côtés des âmes soient striés avec des trous d'au moins 3 mm de profondeur ou avec des cannelures transversales.

Afin d'éviter les fissures entre poutres préfabriquées, il convient que l'espacement entre les armatures transversales inférieures satisfassent les prescriptions du 9.3.1.1 de l'EN 1992-1-1:2004.Si le paragraphe ci-dessus n'est pas satisfait, le tablier ne peut être considéré comme une dalle pleine et il convient de le calculer comme un tablier composé de poutres placées de façon contiguë, assemblées par des entretoises au droit des armatures transversales inférieures.

Lorsque les éléments préfabriqués sont de la même longueur que le tablier fini, un chevêtre incorporé peut être réalisé en augmentant le diamètre des armatures transversales inférieures et supérieures.

E.3 Poutres enrobées avec dalle rapportée épaisse

Ce type de structure utilise des petites poutres, placées de façon contiguë, sur lesquelles est coulée en place une dalle en béton de forte épaisseur (Figure A.6b). Son application est limitée aux faibles portées, jusqu'à 8 m environ.

Pour ce type de structure, il n'est pas requis d'armatures transversales inférieures au travers des poutres sous réserve que :

a) l'épaisseur totale du tablier soit au moins égale au double de la hauteur des poutres préfabriquées ;

b) la section transversale de l'âme soit à queue d'aronde et que la surface soit rugueuse ou striée (voir 6.2.5 de l'EN 1992-1-1:2004) ;

c) les armatures transversales inférieures soient placées directement sur les poutres ;

d) l'analyse et le calcul soient effectués en tenant compte d'une hauteur différente dans les directions longitudinale et transversale.

Les étriers dans les éléments préfabriqués peuvent être omis ; si des armatures d'effort tranchant sont requises par la vérification à l'ELU, elles peuvent être placées dans le béton coulé en place entre les poutres, sous réserve qu'elles atteignent le niveau de la membrure tendue.

Les situations provisoires pendant le coulage en place doivent faire l'objet d'une vérification et si nécessaire, il convient de prévoir un étaiement des poutres préfabriquées.

Annexe F
(informative)

Poutres préfabriquées sans dalle rapportée

F.1 Domaine d'application

La présente annexe traite des tabliers comportant des poutres préfabriquées placées de façon contiguë, sans dalle coulée en place. On utilise normalement des poutres à caissons (voir par exemple la Figure A.7).

Les poutres préfabriquées sans dalle rapportée peuvent être utilisées dans un tablier de pont par :

a) une précontrainte transversale par post-tension :

— avec joints coulés en place ;

— avec joints conjugués ;

b) des armatures passives dépassant des joues des poutres, avec joints coulés en place.

F.2 Précontrainte transversale par post-tension

Lorsque la liaison transversale est obtenue par la précontrainte, il convient que la distance entre les unités de précontrainte ne soit pas supérieure à la largeur d'une poutre. Il convient d'appliquer la précontrainte perpendiculairement au joint entre poutres.

Des armatures passives additionnelles, traversant le joint, ne sont pas requises.

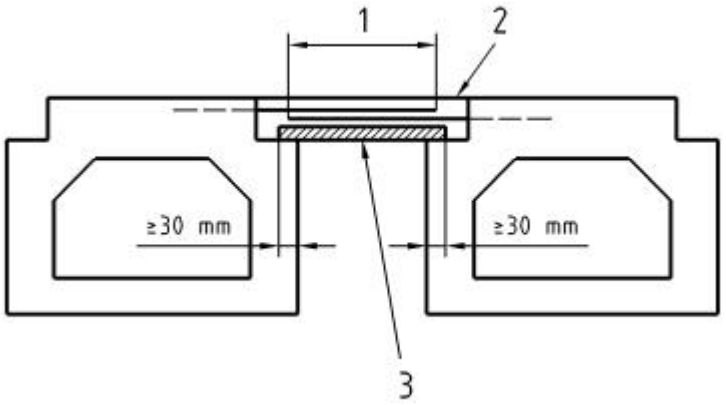
F.3 Joints armés

Lorsque la liaison transversale est obtenue par des armatures passives, il convient que la longueur d'appui du coffrage perdu soit au moins égale à 30 mm de chaque côté (voir Figure F.1) et que les joues des poutres soient rugueuses ou que leur surface soit structurée pour transmettre les efforts tranchants.

L'analyse peut être effectuée en considérant le tablier comme une série de poutres à caissons en torsion assemblées par des articulations longitudinales, ou comme une dalle orthotrope.

Une attention particulière doit être portée à la protection de l'acier de post-tension dans les joints, en particulier pour le système de poutres à caissons à joints conjugués.

Les joints de construction au-dessus de la structure du tablier doivent être rendus étanches.



Légende

1 Longueur de recouvrement
2 Béton coulé en place
3 Coffrage perdu

Figure F.1 — Joints armés

Annexe G
(informative)

Tabliers à voussoirs préfabriqués

G.1 Généralités

G.1.1 Description

Un tablier à voussoirs préfabriqués est une structure composée de plusieurs éléments préfabriqués ayant une longueur du même ordre de grandeur que la hauteur du tablier, assemblés par des joints perpendiculaires à la direction de la portée. Les performances des joints entre éléments influencent la manière de travailler de la structure, une discontinuité existant dans l'armature passive.

G.1.2 Joints

Les joints entre éléments peuvent être réalisés de deux manières :

— joints au mortier : un joint au mortier est réalisé avec une largeur de plusieurs centimètres ;

— joints collés : joints pour lesquels, avant fermeture, on applique sur les faces une couche de résine époxyde ou autre résine synthétique.

Certains facteurs conditionnent l'utilisation de chaque type de joint :

a) dans le cas de joints au mortier, la post-tension ne peut pas être appliquée tant que le mortier n'a pas atteint une résistance suffisante ;

b) les joints collés nécessitent que les surfaces de béton adjacentes concordent. Ceci est généralement obtenu en utilisant comme moule la surface du voussoir adjacent (méthode des joints conjugués).

G.1.3 Clés

Le joint entre voussoirs doit être capable de transmettre les efforts parallèles à son plan : efforts tranchants et de torsion.

Afin d'augmenter la capacité de transmission des charges, des clés de cisaillement peuvent être prévues.

Les clés sont généralement multiples et de dimensions réduites.

Les dimensions normales des clés (voir Figure G.1) dans le cas de clés multiples sont les suivantes :

— $h > 30$ mm ;

— $h > 1{,}5$ fois la dimension du plus gros granulat ;

— $d = 2$ h ;

— $45° < a < 65°$.

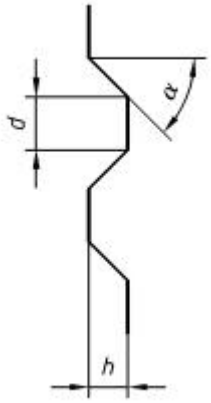


Figure G.1 — Clé

G.1.4 Post-tension

Les ponts constitués de voussoirs préfabriqués peuvent utiliser une précontrainte (par post-tension) intérieure ou extérieure.

Dans de nombreux cas, il est nécessaire d'appliquer une précontrainte temporaire, afin de maintenir les éléments en position ou afin de fournir la pression nécessaire dans le cas de joints collés.

G.2 Calcul

G.2.1 Phase d'assemblage

Pendant l'assemblage, les actions suivantes doivent être prises en compte :

a) les efforts engendrés par le poids propre théorique, pour la vérification de l'état limite d'équilibre statique ;

b) les efforts engendrés par les équipements d'assemblage (cintres, poutres de lancement, équipages mobiles, etc.), ainsi que le poids propre des autres voussoirs pendant leur déplacement. Les phases d'assemblage et les actions engendrées pendant le déplacement des équipements feront l'objet d'une vérification ;

c) les effets du vent pour les situations temporaires et les effets induits par les méthodes d'assemblage ;

d) l'effet de variations thermiques éventuelles pendant l'étape d'assemblage.

Lors de l'évaluation de la force de post-tension par précontrainte interne, il convient de majorer le coefficient de perte (le multiplier par un facteur de l'ordre de 2,0) en raison des déviations angulaires involontaires.

Lors de la vérification à l'ELU pendant la mise en œuvre, il convient de considérer les armatures de précontrainte par post-tension dans les gaines non injectées comme non adhérentes.

Voir également le paragraphe 1.1.3 de l'EN 1992-2:2005.

G.2.2 Situation finale

Dans la situation finale, il convient de considérer la redistribution des effets des actions dus aux modifications du système structurel après l'application du poids propre et de la précontrainte.

Il convient de prendre en compte l'effet du retrait.

G.2.3 Vérification des joints

G.2.3.1 Vérification à l'ELS

Pour les joints collés et les joints au mortier, il convient d'adopter les limites de contraintes à l'ELS suivantes :

— compression minimale quelles que soient les hypothèses : pas de traction ;

— compression de joint maximale :

combinaison caractéristique (rare) : 0,6 f_{ckj} ;

combinaison quasi-permanente : 0,45 f_{ckj} ;

f_{ckj} étant la résistance du béton ou du mortier à l'instant considéré.

G.2.3.2 Vérification à l'ELU

La résistance ultime aux efforts tranchants dans les joints collés sans clés est la suivante :

$$t_{Rd} = 0{,}6\, s_{nd}$$

s_{nd} étant la contrainte normale agissant en même temps que la force tangentielle.

La surface effective pour la résistance à l'effort tranchant est celle des âmes majorée de la partie de la dalle comprise à l'intérieur d'un angle de 45° à partir des âmes.

Dans les joints avec clés, l'équation 6.25 de l'EN 1992-1-1:2004 et de l'EN 1992-2 s'applique.

Lorsqu'une ouverture partielle des joints a lieu dans une section à caisson, une modification de la résistance à la torsion se produit avec une augmentation importante des contraintes tangentielles, voir 6.3.2 (106) de l'EN 1992-2:2005.

G.2.4 Flexion transversale locale

Pour déterminer la largeur de calcul pour la flexion transversale provoquée par une charge concentrée, il est nécessaire de tenir compte de sa position par rapport aux joints, de l'état des contraintes dans les joints et de l'effet des clés de cisaillement.

Dans le cas où le joint est ouvert sous l'effet des efforts de calcul, il convient de ne pas considérer la transmission des efforts à travers celui-ci.

Dans le cas de joints avec clés de cisaillement dans des dalles comprimées longitudinalement, la largeur de calcul peut être déterminée comme pour une structure monolithique.

G.2.5 Régions de discontinuité

Les régions de discontinuité sont les parties de la structure où, du fait de leur géométrie ou parce qu'elles sont soumises à d'importantes charges concentrées, l'hypothèse de sections planes ne s'applique pas. Dans les ponts construits en voussoirs préfabriqués, les entretoises, les ancrages de post-tension et les déviateurs dans le cas de la précontrainte extérieure constituent des exemples de régions de discontinuité.

Il convient de fonder l'analyse sur des modèles appropriés, tels que les modèles bielle-tirant. Afin de limiter l'ouverture de fissure, il convient que le modèle bielle-tirant suive, d'aussi près que possible, la distribution élastique des contraintes principales. On se réfèrera à l'Annexe OO de l'EN 1992-2:2005 ; pour les situations non couvertes, il convient d'effectuer une analyse élastique aux éléments finis avant de définir le modèle bielle-tirant. Il convient d'effectuer le calcul conformément au paragraphe 6.5 de l'EN 1992-1-1:2004.

G.3 Fabrication

Le système des moules de fabrication doit être conçu pour permettre les ajustements nécessaires de la position du moule afin d'assurer l'alignement du tablier. Il convient de procéder à un contrôle topographique continu de la position du moule et du voussoir préfabriqué.

Lorsque des armatures de précontrainte intérieures traversent les joints, il convient de prévoir un système pour assurer l'étanchéité des gaines à travers le joint une fois le voussoir assemblé. Une méthode efficace est décrite par la Figure G.2.

G.4 Pose

G.4.1 Positionnement des voussoirs

Il convient de réaliser l'assemblage avec une installation permettant le positionnement correct de chaque voussoir en autorisant les rotations et les translations. Ceci sera effectué avec un contrôle topographique de la position de chaque voussoir.

G.4.2 Étanchéité entre les voussoirs

Si de la résine est utilisée pour assembler les voussoirs, il convient qu'elle présente une période réelle d'utilisation afin d'assurer sa plasticité pendant le positionnement et la mise en précontrainte temporaire de chaque élément. D'autre part, il convient qu'elle ait un temps de polymérisation suffisamment court pour atteindre la résistance requise avant la mise en précontrainte finale.

Ces caractéristiques dépendant de la température, différents types de résine seront utilisés selon qu'ils sont appliqués par temps froid ou par temps chaud.

Il convient de ne pas appliquer la résine sur des surfaces de béton mouillées, sauf si elle a été spécialement formulée pour cette éventualité.

G.4.3 Post-tension

En raison de l'incertitude accrue due aux pertes par frottement, il est très important de relever et d'enregistrer l'allongement et la rentrée des armatures de précontrainte aux ancrages.

Il convient d'accorder une attention particulière aux armatures de précontrainte de faible longueur, pour lesquelles la mesure de l'allongement est moins fiable.

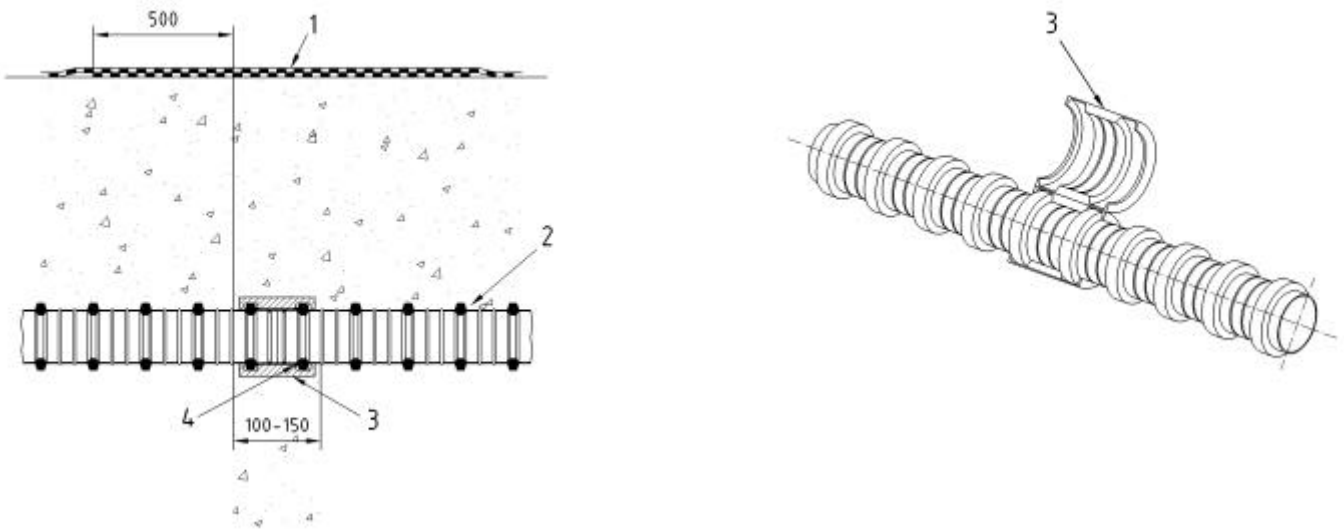
Si les armatures de précontrainte sont lubrifiées afin de faciliter leur mouvement et de réduire le coefficient de frottement, il convient d'assurer la lubrification par des huiles solubles dans l'eau. Avant le remplissage, il convient d'éliminer tout résidu de lubrification éventuel par injection d'eau ou d'air sous pression.

Il convient de vérifier l'étanchéité à l'eau des gaines par injection d'eau sous pression. Si l'étanchéité n'est pas vérifiée, il convient de prendre des mesures appropriées et de ne pas remplir les gaines tant que l'étanchéité parfaite n'a pas été confirmée.

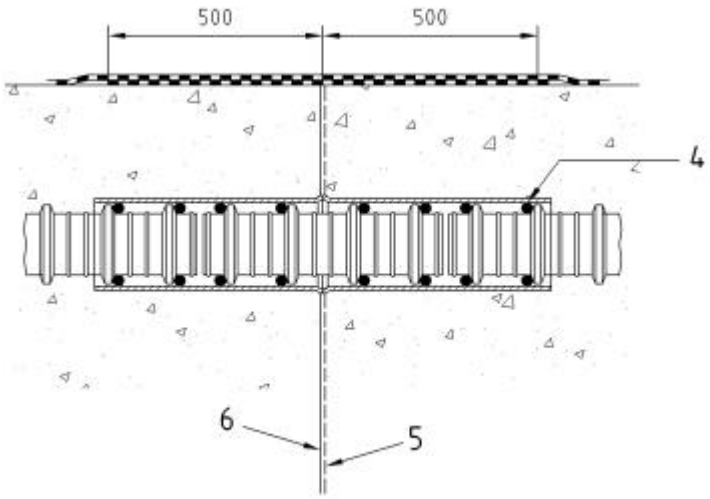
G.4.4 Voussoir de clavage

Au cours du coulage en place de l'élément de clavage, il convient de placer des dispositifs de solidarisation aux bords des consoles de manière à éviter la fissuration due aux mouvements de gradient thermique pendant le durcissement de l'élément. Dès que le béton a atteint la résistance spécifiée, il convient d'appliquer la précontrainte de continuité.

Dimensions en millimètres



a) Joint en béton



b) Joints conjugués

Légende

1 Double membrane d'étanchéité badigeonnée, recouvrant les joints
2 Gaine en polyéthylène haute densité (PEHD) ou en polypropylène
3 Raccord breveté avec joints en caoutchouc incorporés
4 Joint en caoutchouc
5 Résine époxyde
6 Joint conjugué

Figure G.2 — Méthode d'étanchéification des gaines

Annexe H
(informative)

Conditions d'environnement pour les éléments de ponts

En ce qui concerne les conditions d'environnement dans lesquelles les éléments de ponts sont utilisées, il convient de retenir les conditions d'environnement suivantes, selon l'EN 13369:2004, Annexe A :

Conditions d'environnement selon EN 13369:2004, Annexe A	Description
C	— surface intérieure (poutre-caisson ou pile-caisson) ou surface extérieure protégée ou non exposée aux sels de déverglaçage*, à l'eau de mer ou à un environnement chimique ; — surface des culées préfabriquées en contact avec un sol non agressif ; — intrados et joues des poutres de ponts ;
E	— surface extérieure non protégée contre les sels de déverglaçage ; — éléments situés dans un environnement marin ; — joues des poutres de ponts exposés ;
G	— surface extérieure non protégée contre les sels de déverglaçage dans des conditions sévères.
* Voir EN 1992-2:2005, 4.2 (106).	

Il convient d'adopter des valeurs d'enrobage conformes à l'EN 1992-1-1, à l'EN 1992-2 et à l'EN 13369:2004, Annexe A.

Pour une durée d'utilisation de projet de 100 ans, le paragraphe 4.4.1.2 (5) de l'EN 1992-1-1:2004 s'applique.

Annexe J
(normative)

Contrôle des produits finis

Objet	Méthode	Objectif	Fréquence
Dimensions : — longueur ; — hauteur ; — largeur ; — largeur de semelles ou membrures ; — défaut d'équerrage vertical ; — défaut d'équerrage horizontal ; — position des trous ou inserts.	Voir 5.2	Conformité aux plans et aux écarts autorisés spécifiés	Une fois tous les 5 jours de fabrication, sur un élément prélevé au hasard, chaque fois d'un type différent
Contre-flèche ou flèche Écart latéral	Voir 5.2	Conformité aux plans et aux écarts autorisés spécifiés	Une fois tous les 5 jours de fabrication, sur un élément prélevé au hasard, chaque fois d'un type différent
Rentrée des armatures de précontrainte	Vérification/mesurage approprié	Conformité à 4.2.2	Uniquement sur les éléments pour lesquels cette vérification est requise, tous les 10 éléments ou au moins un élément par structure
Aspect de surface	Contrôle visuel. En case de doute, vérifier conformément au paragraphe J.4 de l'EN 13369	Conformité aux écarts autorisés spécifiés	Chaque élément
Résistance à la compression effective dans la phase de précontrainte	Voir 5.1	Conformité au procédé de fabrication prévu	Chaque banc de précontrainte avant précontrainte
Force de précontrainte	Mesurage de la force ou de l'allongement	Force correcte, conforme au dossier de conception	Une fois tous les 5 jours de fabrication

Les dimensions critiques d'éléments de ponts particuliers nécessiteront une augmentation de la fréquence des vérifications.

Annexe Y
(informative)

Choix d'une méthode de marquage CE

Y.1 Général

Il convient que le fabricant choisisse d'appliquer, pour le marquage CE, une des méthodes décrites en ZA.3, sur la base des conditions ci-après.

Y.2 Méthode 1

La déclaration des données géométriques et des propriétés des matériaux comme spécifié en ZA.3.2 peut être appliquée dans les cas suivants :

— produits disponibles en stock et produits sur catalogue.

Y.3 Méthode 2

Il convient d'appliquer la déclaration des propriétés du produit déterminées selon la présente norme et les Eurocodes EN, comme spécifié en ZA.3.3, dans le cas suivant :

— produit préfabriqué dont les propriétés sont déclarées par le fabricant.

Y.4 Méthode 3

La déclaration de conformité avec une spécification donnée comme spécifié en ZA.3.4 peut être appliquée dans les cas suivants :

— tous les cas autres que Y.2 et Y.3.

Annexe ZA
(informative)

Articles de la présente Norme européenne concernant les dispositions de la Directive CE Produits de construction

ZA.1 Domaine d'application et caractéristiques applicables

La présente Norme européenne a été élaborée dans le cadre du mandat M/100[1)] « Produits préfabriqués en béton » donné au CEN par la Commission Européenne et l'Association Européenne de Libre Échange.

Les articles de la présente Norme européenne énoncés dans la présente annexe satisfont aux exigences du mandat donné dans le cadre de la Directive européenne Produits de Construction (89/106/CEE).

La conformité avec ces articles confère une présomption d'aptitude au service des éléments de ponts préfabriqués en béton visés par la présente annexe pour les applications prévues indiquées ci-après ; il doit être fait référence aux informations accompagnant le marquage CE.

AVERTISSEMENT — D'autres exigences et d'autres Directives CE ne portant pas sur l'aptitude au service pour les applications prévues peuvent être applicables aux éléments de ponts préfabriqués en béton relevant du domaine d'application de la présente norme.

NOTE 1 Outre les articles spécifiques relatifs à des substances dangereuses contenus dans la présente norme, d'autres exigences peuvent être applicables aux produits relevant du domaine d'application de cette dernière (par exemple, transpositions de législations européennes ou de dispositions législatives, réglementaires et administratives nationales). Afin de satisfaire aux dispositions de la Directive européenne Produits de Construction, ces exigences doivent également être satisfaites, à condition qu'elles s'appliquent.

NOTE 2 Une base de données informative des dispositions européennes et nationales relatives aux substances dangereuses est disponible sur le site Web de la Construction EUROPA (accessible par le lien http://europa.eu.int/comm/enterprise/construction/internal/dangsub/dangmain.htm).

La présente annexe fixe les conditions du marquage CE des éléments de ponts préfabriqués en béton (tels que fûts, poutres et éléments d'ossature) réalisés en béton de masse volumique normale, armé ou précontraint, destinés aux applications indiquées dans le Tableau ZA.1, et mentionne les articles applicables y afférant. La présente annexe a le même domaine d'application que l'Article 1 de la présente norme, comme défini par le Tableau ZA.1.

L'exigence relative à une caractéristique particulière n'est pas applicable dans les États Membres où il n'existe pas d'exigences réglementaires portant sur cette caractéristique pour l'application prévue du produit. Dans ce cas, les fabricants de produits mis sur le marché dans ces États Membres ne sont pas tenus de déterminer ou de déclarer les performances de leurs produits pour cette caractéristique et la mention « performance non déterminée » (PND) peut figurer dans les informations accompagnant le marquage CE (voir en ZA.3). La mention PND ne peut cependant pas être utilisée si la caractéristique est soumise à un niveau seuil.

1) Comme modifié.

Tableau ZA.1 — Articles applicables aux éléments de ponts préfabriqués

Caractéristiques essentielles		Articles des exigences dans la présente norme	Niveaux et/ou classe(s)	Notes et unités
Résistance à la compression (du béton)		4.2 Production	Aucun	N/mm^2
Résistance ultime à la traction et limite d'élasticité en traction (de l'acier)		4.1 Matériaux	Aucun	N/mm^2
Résistance mécanique (par le calcul)	Méthode 1	Information indiquée en ZA.3.2	Aucun	Géométrie et matériaux
	Méthode 2	4.3.3 Résistance mécanique	Aucun	KNm, kN, kN/m
	Méthode 3	Dossier de conception	Aucun	
Résistance au feu	Méthode 1	Information indiquée en ZA.3.2	R	Géométrie et matériaux
	Méthode 2	4.3.4 Résistance au feu	R	min
	Méthode 3	Dossier de conception	R	
Durabilité vis-à-vis de la corrosion		4.3.7 Durabilité	Aucun	Conditions d'environnement
Durabilité vis-à-vis de l'action de gel-dégel		4.3.7 Durabilité	Aucun	Conditions d'environnement
Dispositions constructives		4.3.1 Géométrie ou 8 Documentation technique	Aucun	mm
Méthode 1 = déclaration des données géométriques et des propriétés du matériau (voir en ZA.3.2). Méthode 2 = déclaration de la valeur des propriétés du produit (voir en ZA.3.3). Méthode 3 = déclaration de conformité avec le dossier de conception défini (voir en ZA.3.4). Choix de l'une de ces méthodes en accord avec la méthode de marquage CE (ZA.3.2, ZA.3.1/ZA.3.2 ou ZA.3.4).				

ZA.2 Procédure d'attestation de conformité des éléments de ponts préfabriqués en béton

ZA.2.1 Système d'attestation de conformité

Le système d'attestation de conformité des éléments de ponts préfabriqués en béton, pour les caractéristiques essentielles indiquées dans le Tableau ZA.1, conformément à la décision 1999/94/CE de la Commission du 25 janvier 1999 donnée dans l'Annexe III du Mandat M/100 « Produits préfabriqués en béton », est décrit dans le Tableau ZA.2, pour les applications prévues :

Tableau ZA.2 — Système d'attestation de conformité

Produit(s)	Application(s) prévue(s)	Niveau(x) ou classe(s)	Système(s) d'attestation de conformité
Éléments de ponts préfabriqués en béton	Structurelle	-	2+
Système 2+ : voir Annexe III.2.(ii) de la Directive 89/106 Produits de construction, première possibilité, comprenant la certification du contrôle de la production en usine par un organisme notifié sur la base de l'inspection initiale de l'usine et du contrôle de la production en usine ainsi que de la surveillance permanente, de l'évaluation et de l'approbation du contrôle de la production en usine.			

L'attestation de conformité des éléments de ponts préfabriqués en béton, en ce qui concerne les caractéristiques essentielles indiquées dans le Tableau ZA.1, doit être basée sur la procédure d'évaluation de la conformité indiquée dans le Tableau ZA.3, provenant de l'application des articles de la présente norme ou d'autres Normes européennes indiquées ici.

Tableau ZA.3 — Attribution des tâches d'évaluation de la conformité pour les éléments de ponts préfabriqués en béton selon le système 2+

Tâches			Contenu des tâches	Articles d'évaluation de la conformité applicables
Tâches incombant au fabricant		Essai initial de type	Toutes les caractéristiques du Tableau ZA.1	6.2.2 de l'EN 13369;2004 et Article 6 de la présente Norme européenne
		Contrôle de la production en usine	Paramètres relatifs à toutes les caractéristiques du Tableau ZA.1	6.3 de l'EN 13369:2004 et Article 6 de la présente Norme européenne
		Essais ultérieurs d'échantillons prélevés à l'usine	Toutes les caractéristiques du Tableau ZA.1	6.2.3 de l'EN 13369:2004 et Article 6 de la présente Norme européenne
Tâches incombant à l'organisme notifié	Certification du contrôle de la production en usine sur les bases suivantes :	Inspection initiale de l'usine et du contrôle de la production en usine	— résistance à la compression (du béton) ; — résistance ultime à la traction et limite d'élasticité en traction ; — dispositions constructives ; — durabilité ; — résistance au feu R.	6.1.3.2 a) et 6.3 de l'EN 13369:2004 et Article 6 de la présente Norme européenne
		Surveillance permanente, évaluation et approbation du contrôle de la production en usine	— résistance à la compression (du béton) ; — résistance ultime à la traction et limite d'élasticité en traction ; — dispositions constructives ; — durabilité ; — résistance au feu R.	6.1.3.2 b) et 6.3 de l'EN 13369:2004 et Article 6 de la présente Norme européenne

ZA.2.2 Certificat CE et déclaration de conformité

Lorsque la conformité avec les conditions de cette annexe est atteinte, et après délivrance par l'organisme notifié du certificat ci-dessous mentionné, le fabricant ou son mandataire établi dans l'EEE (Espace Économique Européen) doit produire et conserver une déclaration de conformité, qui donne au fabricant le droit d'apposer le marquage CE. Cette déclaration doit indiquer :

— le nom et l'adresse du fabricant, ou de son représentant autorisé établi dans l'EEE, et le lieu de production ;

NOTE 1 Le fabricant peut aussi être la personne responsable de la mise sur le marché dans l'EEE s'il assume la responsabilité du marquage CE.

— la description du produit (type, identification, application, etc.), et une copie des informations accompagnant le marquage CE ;

NOTE 2 Lorsque certaines informations requises pour la déclaration figurent déjà dans l'information accompagnant le marquage CE, il n'est pas nécessaire de les répéter.

— les dispositions auxquelles répond le produit (par exemple, l'Annexe ZA de la présente Norme européenne) ;

— les conditions particulières d'utilisation du produit (par exemple, les dispositions quant à l'utilisation sous certaines conditions, etc.) ;

— le numéro du certificat d'accompagnement relatif au contrôle de la production en usine ;

— le nom et la qualité de la personne habilitée à signer la déclaration pour le compte du fabricant ou de son représentant autorisé.

La déclaration doit être accompagnée d'un certificat de contrôle de la production en usine, délivré par l'organisme notifié, qui doit indiquer, outre les informations ci-dessus, les points suivants :

— le nom et l'adresse de l'organisme notifié ;

— le numéro du certificat de contrôle de la production en usine ;

— les conditions et la durée de validité du certificat, le cas échéant ;

— le nom et la qualité de la personne habilitée à signer le certificat.

Le certificat et la déclaration de conformité mentionnés ci-dessus doivent être présentés dans la ou les langues officielles de l'État Membre dans lequel le produit est destiné à être utilisé.

ZA.3 Marquage CE et étiquetage

ZA.3.1 Généralités

Le fabricant ou son représentant autorisé établi dans l'EEE est responsable de l'apposition du marquage CE. Le symbole du marquage CE doit satisfaire aux exigences de la Directive 93/68/CE et doit être apposé sur le produit (ou, en cas d'impossibilité, il peut être placé sur l'étiquette jointe à celui-ci, sur l'emballage ou sur les documents commerciaux d'accompagnement, par exemple un bon de livraison)..

Les informations suivantes doivent accompagner le symbole du marquage CE :

— le numéro d'identification de l'organisme de certification ;

— le nom ou la marque d'identification et l'adresse enregistrée du fabricant ;

— les deux derniers chiffres de l'année d'apposition du marquage ;

— le numéro du certificat CE de contrôle de la production en usine ;

— la référence à la présente Norme européenne ;

— la description du produit : nom générique et application prévue ;

— des informations sur les caractéristiques essentielles pertinentes figurant dans le Tableau ZA.1 et énumérées en ZA.3.2, ZA.3.3 ou ZA.3.4 selon le cas ;

— la mention « performance non déterminée » pour certaines caractéristiques, le cas échéant.

La mention « performance non déterminée » (PND) ne peut pas être utilisée si la caractéristique est soumise à un niveau seuil. Par ailleurs, la mention PND peut être utilisée à condition que la caractéristique, pour une application prévue déterminée, ne soit pas soumise à des exigences réglementaires dans l'État Membre de destination.

Les paragraphes suivants décrivent les conditions pour l'application du marquage CE. La Figure ZA.1 illustre l'étiquette simplifiée à apposer sur le produit, avec les informations minimales devant y figurer, et renvoie au document d'accompagnement contenant les autres informations exigées. En ce qui concerne l'information relative aux caractéristiques essentielles, certaines d'entre elles peuvent être données par une référence non équivoque :

— à l'information technique (catalogue du produit) (ZA.3.2) ;

— à la documentation technique (ZA.3.3) ;

— au dossier de conception (ZA.3.4).

Les informations minimales à faire figurer directement sur l'étiquette apposée ou dans le document d'accompagnement sont indiquées dans les Figures ZA.2, ZA.3 et ZA.4.

ZA.3.1.1 Étiquette simplifiée

Dans le cas d'une étiquette simplifiée, les informations suivantes doivent être ajoutées au symbole du marquage CE :

— le nom ou la marque d'identification et l'adresse enregistrée du fabricant ;

— le numéro d'identification de l'élément (pour assurer la traçabilité) ;

— les deux derniers chiffres de l'année d'apposition du marquage ;

— le numéro du certificat CE de contrôle de la production en usine ;

— la référence à la présente Norme européenne.

Le même numéro d'identification doit indiquer, dans les documents d'accompagnement, les informations relatives à l'élément.

La Figure ZA.1 donne un modèle d'étiquette simplifiée de marquage CE, comprenant l'information minimum. Les autres informations définies en ZA.3.1 non indiquées par l'étiquette simplifiée, doivent être fournies avec les documents d'accompagnement.

CE	Marquage CE de conformité constitué par le symbole CE donné dans la Directive 93/68/CEE
Société X SA, BP 21, F-01000	Nom ou marque d'identification et adresse enregistrée du fabricant
45PJ76	Numéro d'identification de l'élément
07	Deux derniers chiffres de l'année d'apposition du marquage
0123-CPD-0456	Numéro du certificat de contrôle de la production en usine
EN 15050	Numéro de la présente Norme européenne

Figure ZA.1 — Exemple d'étiquette simplifiée

NOTE Pour les petits éléments ou pour des raisons liées à l'impression sur le produit, la taille peut être réduite en supprimant la référence à la Norme européenne et/ou au certificat de contrôle de la production en usine.

ZA.3.2 Déclaration des données géométriques et des propriétés des matériaux

(Méthode 1 de détermination des propriétés relatives aux exigences essentielles « résistance mécanique et stabilité » et « résistance au feu ».)

La Figure ZA.2 indique, pour un type d'éléments de pont, le modèle de marquage CE et les informations nécessaires pour déterminer, selon la réglementation en matière de conception en vigueur sur le lieu d'utilisation, les propriétés relatives à la résistance mécanique, à la stabilité et à la résistance au feu, y compris les aspects de durabilité et d'aptitude au service.

En référence au Tableau ZA.1 et aux informations indiquées dans la liste dressée en ZA.3.1, les propriétés suivantes doivent être déclarées :

— la résistance à la compression du béton ;

— la résistance ultime à la traction de l'acier pour béton armé ;

— la limite d'élasticité en traction de l'acier pour béton armé ;

— la résistance ultime à la traction de l'acier de précontrainte ;

— la limite conventionnelle d'élasticité en traction à 0,1 % de l'acier de précontrainte ;

— les données géométriques (uniquement les dimensions critiques) ;

— les conditions de durabilité ;

— la référence éventuelle à l'information technique (catalogue du produit) relative aux dispositions constructives, à la durabilité et aux données géométriques.

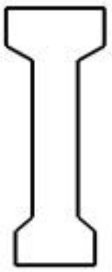
CE 0123	Marquage CE de conformité constitué par le symbole CE donné dans la Directive 93/68/CEE Identification de l'organisme notifié
Société X SA, BP 21, F-01000 07 **0123-CPD-0456**	Nom ou marque d'identification et adresse enregistrée du fabricant Deux derniers chiffres de l'année d'apposition du marquage Numéro du certificat de contrôle de la production en usine
EN 15050 Eléments de pont POUTRE (pour ponts) Béton : Résistance à la compression..... f_{ck} = xx N/mm^2 Acier pour béton armé : Résistance ultime à la traction ..... f_{tk} = yyy N/mm^2 Limite d'élasticité en traction..... f_{yk} = zzz N/mm^2 Acier de précontrainte : Résistance ultime à la traction ..... f_{pk} = uuu N/mm^2 Limite conventionnelle d'élasticité en traction à 0,1 %..... $f_{p0,1k}$ = www N/mm^2  Section de poutre Série IB Type 1 200 x 12 000 Pour les dispositions constructives et la durabilité, voir l'information technique Information technique : Section de poutre Catalogue du produit ABC : 2002 – article ii	Numéro et titre de la Norme européenne concernée Nom générique et application prévue Informations relatives à la géométrie du produit et aux caractéristiques des matériaux, comprenant les dispositions constructives (à adapter au produit spécifique par le fabricant) NOTE Le schéma peut être omis si des informations équivalentes sont disponibles dans une information technique clairement identifiée (catalogue du produit) à laquelle il est fait référence

Figure ZA.2 — Exemple de marquage CE des éléments de pont avec la méthode 1

ZA.3.3 Déclaration des propriétés du produit

(Méthode 2 de détermination des propriétés relatives aux exigences essentielles « résistance mécanique et stabilité » et « résistance au feu ».)

Pour toutes les données de dimensionnement, y compris les modèles et les paramètres utilisés lors du calcul, il peut être fait référence à la documentation technique (dimensionnement).

En référence aux informations et aux valeurs déclarées indiquées dans la liste en ZA.3.1, les propriétés suivantes doivent être déclarées (le cas échéant) :

— la résistance à la compression du béton ;

— la résistance ultime à la traction de l'acier pour béton armé ;

— la limite d'élasticité en traction de l'acier pour béton armé ;

— la résistance ultime à la traction de l'acier de précontrainte ;

— la limite conventionnelle d'élasticité en traction à 0,1 % de l'acier de précontrainte ;

— la résistance mécanique ultime de l'élément (valeurs de calcul pour des situations non sismiques) avec la résistance à la compression axiale pour certaines excentricités ou le moment résistant de flexion et l'effort tranchant résistant des sections critiques ;

— les coefficients de sécurité pour le béton et l'acier utilisés dans les calculs ;

— la classe de résistance au feu R ;

— d'autres paramètres déterminés au plan national (PDN) utilisés dans le calcul ;

— les conditions de durabilité vis-à-vis de la corrosion ;

— les conditions de durabilité vis-à-vis de l'action de gel-dégel ;

— une référence éventuelle à la documentation technique pour les données géométriques, les dispositions constructives, la durabilité et d'autres PDN.

La Figure ZA.3 donne, pour des éléments de pont, le modèle de marquage CE dans le cas où les propriétés relatives à la résistance mécanique, à la stabilité et à la résistance au feu sont déterminées par le fabricant au moyen des Eurocodes EN.

Les valeurs de calcul de la résistance mécanique ultime de l'élément et la classe de résistance au feu doivent être calculées, pour les paramètres déterminés au plan national, à partir des valeurs recommandées dans l'EN 1992-1-1 et l'EN 1992-1-2 ou des valeurs données dans l'Annexe nationale des Eurocodes applicables aux ouvrages.

CE 0123	Marquage CE de conformité constitué par le symbole CE donné dans la Directive 93/68/CEE Identification de l'organisme notifié
Société X SA, BP 21, F-01000 07 **0123-CPD-0456**	Nom ou marque d'identification et adresse enregistrée du fabricant Deux derniers chiffres de l'année d'apposition du marquage Numéro du certificat de contrôle de la production en usine
EN 15050 Élément de pont POUTRE (pour ponts)	Numéro et titre de la Norme européenne concernée Nom générique et application prévue
Béton : Résistance à la compression.....f_{ck} = xx N/mm^2 Acier pour béton armé : Résistance ultime à la traction .....f_{tk} = yyy N/mm^2 Limite d'élasticité en traction.....f_{yk} = zzz N/mm^2 Acier de précontrainte : Résistance ultime à la traction .....f_{pk} = uuu N/mm^2 Limite conventionnelle d'élasticité en traction à 0,1 %.....$f_{p0,1k}$ = www N/mm^2 Résistance mécanique (valeurs de calcul) : Moment résistant de flexion (de la section médiane)..... mmm kNm Effort tranchant résistant (des sections d'extrémité).....vvv kN Coefficients de sécurité pour les matériaux dans le calcul de résistance : Pour le béton.....g_c = z,zz Pour l'acier.....g_s = x,xx Résistance au feu .....RXX pour h_{fi} = 0,xx .....RYY pour h_{fi} = 0,yy Pour les données géométriques, les dispositions constructives, la durabilité, des informations complémentaires éventuelles concernant la résistance au feu et d'autres PDN, voir la documentation technique. Documentation technique : Numéro.....xxxxxx	Informations relatives aux caractéristiques mandatées du produit comprenant les dispositions constructives (à adapter au produit spécifique par le fabricant) NOTE Les valeurs de la résistance au feu peuvent être remplacées par une référence à la partie concernée de la documentation technique.

Figure ZA.3 — Exemple de marquage CE des éléments de pont avec la méthode 2

ZA.3.4 Déclaration de conformité avec un dossier de conception défini

(Méthode 3 de détermination des propriétés relatives aux exigences essentielles « résistance mécanique et stabilité » et « résistance au feu ».)

La méthode 3 s'applique dans les situations suivantes :

a) dans les cas où l'élément est fabriqué conformément aux détails de conception (plans, spécifications des matériaux etc) établis par le concepteur de l'ouvrage, dans le respect des dispositions nationales, les hEN ou les ATE des composants [2)] doivent, le cas échéant, permettre que les informations accompagnant le marquage CE et concernant les propriétés du produit soient fournies en faisant référence, sans ambiguïté, aux documents de conception de l'ouvrage ;

b) dans les cas où le fabricant a conçu et fabriqué un élément de pont en respectant les spécifications de la commande de son client et les dispositions nationales, les hEN ou les ATE des composants doivent, le cas échéant, permettre que les informations accompagnant le marquage CE et concernant les propriétés du produit soient fournies en faisant référence, sans ambiguïté, aux plans et spécifications des matériaux associés à la commande du client.

La Figure ZA.4 donne, pour des éléments de pont, le modèle de marquage CE dans le cas où le produit est fabriqué selon un dossier de conception dans lequel les propriétés relatives à la résistance mécanique, à la stabilité et à la résistance au feu sont déterminées par des dispositions de dimensionnement applicables aux ouvrages.

En référence aux informations et aux valeurs déclarées indiquées dans la liste en ZA.3.1, les propriétés suivantes doivent être déclarées (le cas échéant) :

— la résistance à la compression du béton ;

— la résistance ultime à la traction de l'acier pour béton armé ;

— la limite d'élasticité en traction de l'acier pour béton armé ;

— la résistance ultime à la traction de l'acier de précontrainte ;

— la limite conventionnelle d'élasticité en traction à 0,1 % de l'acier de précontrainte ;

— la classe de résistance au feu.

2) Ou le concepteur de la partie de l'ouvrage concernée.

CE 0123	Marquage CE de conformité constitué par le symbole CE donné dans la Directive 93/68/CEE Identification de l'organisme notifié
Société X SA, BP 21, F-01000 07 **0123-CPD-0456**	Nom ou marque d'identification et adresse enregistrée du fabricant Deux derniers chiffres de l'année d'apposition du marquage Numéro du certificat de contrôle de la production en usine
EN 15050 Élément de pont POUTRE (pour ponts) Béton : Résistance à la compression.....f_{ck} = xx N/mm^2 Acier pour béton armé : Résistance ultime à la traction..... f_{tk} = yyy N/mm^2 Limite d'élasticité en traction.....f_{yk} = zzz N/mm^2 Acier de précontrainte : Résistance ultime à la traction.....f_{pk} = uuu N/mm^2 Limite conventionnelle d'élasticité en traction à 0,1 % .....$f_{p0,1k}$ = www N/mm^2 Pour les données géométriques, les dispositions constructives, la résistance mécanique, la résistance au feu et la durabilité, voir le dossier de conception. Dossier de conception : Code de commande xxxxxx	Numéro et titre de la Norme européenne concernée Nom générique et application prévue Informations relatives aux caractéristiques mandatées du produit comprenant les dispositions constructives (à adapter au produit spécifique par le fabricant)

Figure ZA.4 — Exemple de marquage CE des éléments de pont avec la méthode 3

En plus de toutes les informations spécifiques se rapportant aux substances dangereuses, il convient de joindre également au produit, lorsque cela est exigé et sous la forme appropriée, la documentation recensant toute autre législation portant sur les substances dangereuses avec laquelle le produit est réputé conforme, ainsi que toutes les autres informations requises par la législation en question

NOTE 1 En l'absence de dérogations nationales, il n'est pas nécessaire de mentionner la législation européenne.

NOTE 2 L'apposition du symbole du marquage CE signifie, si un produit est soumis à plus d'une directive, qu'il est conforme à toutes les directives applicables.

Bibliographie

[1] EN 1991-2:2004, *Eurocode 1 : Actions sur les structures — Partie 2 : Actions sur les ponts, dues au trafic.*

[2] EN 1998-1:2005, *Eurocode 8: Calcul des structures pour leur résistance aux séismes — Partie 1 : Règles générales, actions sismiques et règles pour les bâtiments.*

[3] EN 1998-2:2005, *Eurocode 8: Calcul des structures pour leur résistance aux séismes — Partie 2 : Ponts.*

[4] EN 10080, *Aciers pour l'armature du béton — Aciers soudables pour béton armé — Généralités.*

[5] EN 13747:2005, *Produits préfabriqués en béton — Prédalles pour systèmes de planchers*

[6] EN 1997-1:2004, *Eurocode 7 : Calcul géotechnique – Partie 1 : Règles générales*