ICS: 91.080.40

norme belge enregistrée

NBN EN 13791

1e éd., avril 2007

Indice de classement: B 15

Evaluation de la résistance à la compression du béton en place dans les structures et les éléments préfabriqués

Beoordeling van de druksterkte van beton in constructies en vooraf vervaardigde betonelementen

Assessment of in-situ compressive strength in structures and precast concrete components

Autorisation de publication: 20 mars 2007

La présente norme européenne EN 13791:2007 a le statut d'une norme belge.

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

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 16

ICS: 91.080.40

Geregistreerde Belgische norm

NBN EN 13791

1e uitg., april 2007

Normklasse: B 15

Beoordeling van de druksterkte van beton in constructies en vooraf vervaardigde betonelementen

Evaluation de la résistance à la compression du béton en place dans les structures et les éléments préfabriqués

Assessment of in-situ compressive strength in structures and precast concrete components

Toelating tot publicatie: 20 maart 2007

Deze Europese norm EN 13791:2007 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: 16

NORME EUROPÉENNE

EUROPÄISCHE NORM

EUROPEAN STANDARD

EN 13791

Janvier 2007

ICS 91.080.40

Version Française

Evaluation de la résistance à la compression sur site des structures et des éléments préfabriqués en béton

Bewertung der Druckfestigkeit von Beton in Bauwerken oder in Bauwerksteilen

Assessment of in-situ compressive strength in structures and precast concrete components

La présente Norme européenne a été adoptée par le CEN le 10 novembre 2006.

Les membres du CEN sont tenus de se soumettre au Règlement Intérieur du CEN/CENELEC, qui définit les conditions dans lesquelles doit être attribué, sans modification, le statut de norme nationale à la Norme européenne. Les listes mises à jour et les références bibliographiques relatives à ces normes nationales peuvent être obtenues auprès du Centre de Gestion 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 13791:2007 F

Sommaire

Page

Avant-propos 4

Introduction 5

1 Domaine d'application 7

2 Références normatives 7

3 Termes et définitions 8

4 Symboles et abréviations 8

5 Principes 10

6 Résistance caractéristique à la compression sur site par rapport à la classe de résistance à la compression 10

7 Évaluation de la résistance caractéristique à la compression sur site par l'essai sur carottes 11
7.1 Eprouvettes 11
7.2 Nombre d'éprouvettes 11
7.3 Evaluation 11
7.3.1 Généralités 11
7.3.2 Approche A 12
7.3.3 Approche B 12

8 Évaluation de la résistance caractéristique à la compression sur site par des méthodes indirectes 13
8.1 Généralités 13
8.1.1 Méthodes 13
8.1.2 Variante 1 - Corrélation directe avec des carottes 13
8.1.3 Variante 2 – Étalonnage avec des carottes pour un intervalle de résistance limité en utilisant une relation établie. 13
8.2 Essais indirects mis en corrélation avec la résistance à la compression sur site (variante 1) 13
8.2.1 Application 13
8.2.2 Mode opératoire d'essai 14
8.2.3 Etablissement de la relation entre le résultat d'essai et la résistance à la compression sur site 14
8.2.4 Evaluation de la résistance à la compression sur site 14
8.3 Utilisation d'une relation déterminée à partir d'un nombre limité de carottes et d'une courbe de base (variante 2) 15
8.3.1 Généralités 15
8.3.2 Essais 15
8.3.3 Procédure d'essai 15
8.3.4 Validité des relations 18
8.3.5 Estimation de la résistance à la compression sur site 18
8.4 Combinaison des résultats d'essai de la résistance sur site obtenus selon diverses méthodes d'essai 19

9 Evaluation dans le cas où la conformité du béton fondée sur des essais normalisés est remise en question 19

10 Rapport d'évaluation 20

Annexe A (informative) **Facteurs influant sur la résistance des carottes** 21
A.1 Généralités 21
A.2 Caractéristiques du béton 21
A.2.1 Teneur en eau 21
A.2.2 Porosité 21
A.2.3 Sens de coulage 21

A.2.4 Défauts locaux 21
A.3 Variables d'essai 21
A.3.1 Diamètre des carottes 21
A.3.2 Rapport longueur/diamètre 22
A.3.3 Planéité des extrémités des carottes 22
A.3.4 Préparation des extrémités des carottes 22
A.3.5 Impact du carottage 22
A.3.6 Armature 22

Annexe B (informative) **Facteurs influant sur les résultats des méthodes d'essai indirectes** 23
B.1 Essais au scléromètre 23
B.2 Mesures de la vitesse de propagation du son 23
B.3 Essais d'arrachement 23

Annexe C (informative) **Concepts concernant la relation entre la résistance sur site et la résistance des éprouvettes normalisées** 24

Annexe D (informative) **Recommandations pour la planification, l'échantillonnage et l'évaluation des résultats d'essai lors de l'évaluation de la résistance sur site** 25
D.1 Planification 25
D.2 Échantillonnage 25
D.3 Programme d'essai 25
D.4 Évaluation 26

Bibliographie 27

Avant-propos

Le présent document (EN 13791:2007) a été élaboré par le Comité Technique CEN/TC 104 “Béton et produits relatifs au béton”, dont le secrétariat est tenu par DIN.

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

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

La présente Norme européenne présente des techniques d'estimation de la résistance à la compression du béton en place dans les structures et les éléments préfabriqués en béton. Les essais de résistance sur site tiennent compte des caractéristiques des matériaux et des effets de l'exécution (serrage, conservation, etc.).

Ces essais ne remplacent pas ceux du béton prévus dans l'EN 206-1.

L'EN 206-1 fait référence aux indications données dans la présente norme pour l'évaluation de la résistance des structures et des éléments préfabriqués.

Les exemples suivants indiquent les cas où il peut être nécessaire de procéder à l'estimation de la résistance à la compression du béton en place :

— lorsqu'une structure existante doit être modifiée ou redimensionnée ;

— pour évaluer la conformité de la structure en cas de doute quant à la résistance à la compression dans la structure du fait d'une mauvaise exécution, de la dégradation du béton due à un incendie ou à d'autres causes ;

— lorsqu'une évaluation de la résistance à la compression du béton en place est nécessaire au cours de la construction ;

— pour évaluer le caractère adéquat de la structure en cas de non conformité de la résistance à la compression obtenue sur des éprouvettes normalisées ;

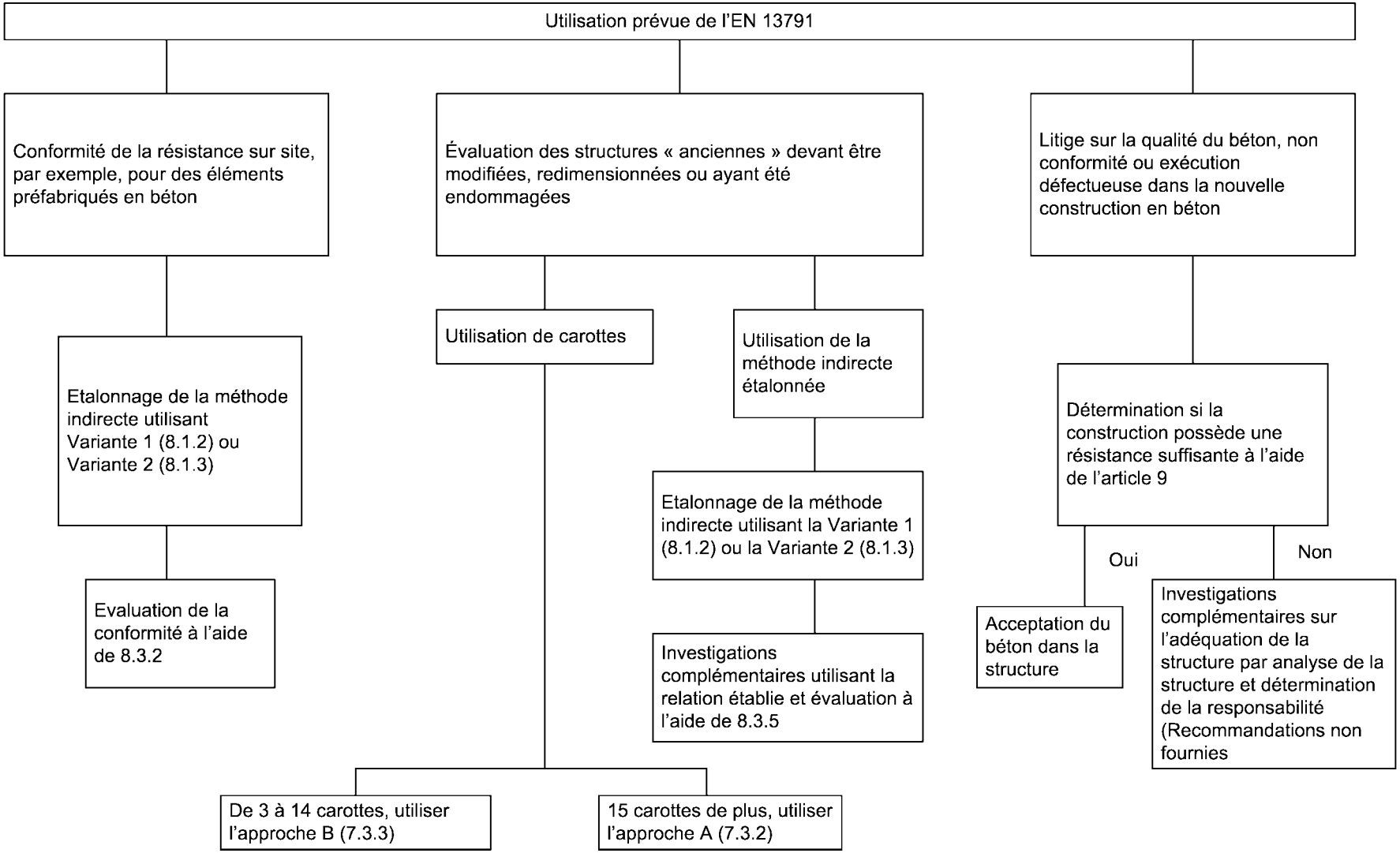
— évaluation de la conformité de la résistance à la compression du béton en place lorsque celle-ci est mentionnée dans une spécification ou une norme de produit.

Lorsqu'elles sont identifiées dans la présente norme, les dispositions nationales sont autorisées ou exigées.

Les procédures applicables à ces différentes utilisations de la présente norme sont résumés dans l'organigramme 1.

Pour des conditions de production et des matériaux constitutifs spécifiques, l'évaluation du coefficient partiel de sécurité γ_c peut permettre de développer un système de conception économique lorsque les dispositions nationales le permettent, à partir de la connaissance de la résistance à la compression du béton sur site ainsi que celle de la résistance d'éprouvettes normalisées.

Lors de l'évaluation de la résistance à la compression dans des cas autres que la vérification de la qualité du béton ou de la qualité d'exécution ou avant le contrôle de réception de la structure, il convient de déterminer la diminution appropriée du coefficient partiel de sécurité au cas par cas en fonction des dispositions nationales.



Organigramme 1

1 Domaine d'application

La présente Norme européenne :

— indique des méthodes et des procédures permettant d'évaluer la résistance à la compression du béton en place dans les structures et les éléments préfabriqués en béton ;

— donne des principes et des conseils pour l'établissement de relations entre les résultats de méthodes d'essai indirectes et la résistance de carottes sur site ;

— fournit des recommandations pour l'évaluation de la résistance à la compression du béton en place dans les structures ou les éléments préfabriqués en béton selon des méthodes indirectes ou combinées.

La présente Norme européenne ne traite pas des cas suivants :

— l'application de méthodes indirectes sans corrélation avec la résistance de carottes ;

— l'évaluation fondée sur des carottes de diamètre inférieur à 50 mm ;

— l'évaluation fondée sur un nombre de carottes inférieur à trois ;

— l'utilisation de micro-carottes

NOTE Dans ces cas, les dispositions en vigueur sur les lieux d'utilisation s'appliquent.

La présente Norme européenne ne traite pas de l'évaluation de la conformité de la résistance à la compression du béton selon l'EN 206-1 ou l'EN 13369, sauf pour les points évoqués en 5.5.1.2 ou 8.4 de l'EN 206-1 :2000.

2 Références normatives

Les documents de référence suivants 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 de référence s'applique (y compris les éventuels amendements).

EN 206-1:2000, *Béton — Partie 1 : Spécification, performances, production et conformité*.

EN 12350-1, *Essais sur béton frais — Partie 1 : Echantillonnage*.

EN 12390-1, *Essais sur béton durci — Partie 1 : Forme, dimensions et autres exigences relatives aux éprouvettes et aux moules*.

EN 12390-2, *Essais sur béton durci — Partie 2 : Confection et conservation des éprouvettes pour essais de résistance*.

EN 12390-3, *Essai sur béton durci — Partie 3 : Résistance à la compression des éprouvettes*.

EN 12504-1, *Essais pour béton dans les structures — Partie 1 : Carottes — Prélèvement, examen et essais en compression*.

EN 12504-2, *Essais pour béton dans les structures — Partie 2 : Essais non destructifs — Détermination de l'indice de rebondissement.*

EN 12504-3, *Essais pour béton dans les structures — Partie 3 : Détermination de la force d'arrachement*.

EN 12504-4, *Essais pour béton dans les structures — Partie 4 : Détermination de la vitesse de propagation du son*.

3 Termes et définitions

Pour les besoins de la présente Norme européenne, les termes et définitions donnés dans l'EN 206-1 ainsi que les suivants s'appliquent.

3.1
résistance à la compression normalisée
résistance à la compression déterminée sur des éprouvettes normalisées (cubes ou cylindres) qui sont échantillonnées, confectionnées, conservées et soumises à essai conformément à l'EN 12390-1, l'EN 12390-2 et l'EN 12390-3

3.2
résistance à la compression de carotte
résistance à la compression d'une carotte, déterminée conformément à l'EN 12504-1

3.3
résistance à la compression sur site
résistance dans un élément structural ou dans des éléments préfabriqués en béton, exprimée en tant que résistance équivalente d'une éprouvette normalisée (cube ou cylindre)

3.4
résistance caractéristique à la compression sur site
valeur de la résistance à la compression sur site pour laquelle 5 % de la population formée par toutes les déterminations possibles de résistance du volume de béton considéré sont censés être inférieurs

NOTE Il est peu probable que cette population soit la même que celle ayant servi pour déterminer la conformité du béton frais dans l'EN 206-1.

3.5
aire d'essai
aire limitée qui est sélectionnée pour les mesurages et qui sert à estimer un seul résultat d'essai, lequel doit permettre l'évaluation de la résistance à la compression sur site

3.6
zone d'essai
un ou plusieurs éléments structuraux ou éléments préfabriqués en béton dont on sait ou suppose qu'ils proviennent de la même population. Une zone d'essai contient plusieurs aires d'essai

4 Symboles et abréviations

Δf	valeur du décalage de la courbe de base
δf	différence entre la résistance d'une carotte et la valeur de la résistance déterminée selon la relation de base
$\delta f_{m(n)}$	moyenne de n valeurs de δf
F	résultat d'essai de la force d'arrachement
f_{is}	résultat d'essai de la résistance à la compression sur site
$f_{is,plus\ faible.}$	plus faible résultat d'essai de la résistance à la compression sur site
$f_{m(n),\ is}$	moyenne de la résistance à la compression sur site de n résultats d'essai

f_{ck}	résistance caractéristique à la compression d'éprouvettes normalisées
$f_{ck,\ is}$	résistance caractéristique à la compression sur site
$f_{ck,\ is,\ cube}$	résistance caractéristique à la compression sur site, exprimée en résistance équivalente d'un cube de 150 mm, voir 7.1
$f_{ck,\ is,\ cyl}$	résistance caractéristique à la compression sur site, exprimée en résistance équivalente d'un cylindre de (150 x 300) mm, voir 7.1
$f_{is,l}$	résultat d'essai de la résistance estimée à la compression sur site, obtenu selon des méthodes d'essai indirectes lorsqu'une relation spécifique est établie par des essais sur carottes (variante1)
$f_{is,F}$	résultat d'essai de la résistance à la compression estimée sur site, obtenu par des essais d'arrachement étalonnés par des essais sur carottes (variante 2)
$f_{is,\ R}$	résultat d'essai de la résistance à la compression estimée sur site, obtenu par des essais au scléromètre étalonnés par des essais sur carottes (variante 2)
$f_{is,\ v}$	résultat d'essai de la résistance à la compression estimée sur site, obtenu par des essais de vitesse de propagation du son étalonnés par des essais sur carottes (variante 2)
f_F	valeur initiale de la résistance sur site, obtenue à partir de la courbe de base de la force d'arrachement, Figure 4 ; le résultat d'essai F est utilisé lors de la détermination de la valeur du décalage
f_R	valeur initiale de la résistance sur site, obtenue à partir de la courbe de base de l'essai au scléromètre, Figure 2 ; le résultat d'essai R est utilisé lors de la détermination de la valeur du décalage
f_v	valeur initiale de la résistance sur site, obtenue à partir de la courbe de base de la vitesse de propagation du son, Figure 3 ; le résultat d'essai v est utilisé lors de la détermination de la valeur du décalage
γ_c	coefficient partiel de sécurité pour le béton
k	marge associée à de petits nombres de résultats d'essai
k_1	coefficient qui dépend du nombre de couples d'essais
k_2	coefficient qui dépend des dispositions en vigueur sur le lieu d'utilisation ou, en l'absence de celles-ci, un coefficient avec une valeur de 1,48
n	nombre de résultats d'essai
R	résultat de l'essai au scléromètre
s	estimation de l'écart-type
ν	résultat de l'essai de la vitesse de propagation du son

5 Principes

L'évaluation de la résistance à la compression sur site réalisée directement à partir d'essais sur carottes constitue la méthode de référence, voir l'article 7. L'évaluation de la résistance à la compression sur site peut également être effectuée indirectement à l'aide d'autres essais, voir 8.2 et 8.3, ou en combinant les diverses méthodes d'essai, voir 8.4. Dans le cas d'essais indirects, l'incertitude associée à la relation entre l'essai et l'essai sur carotte est prise en compte.

Les résultats d'essai peuvent permettre d'estimer la résistance caractéristique sur site et la classe de résistance correspondante conformément à l'EN 206-1.

6 Résistance caractéristique à la compression sur site par rapport à la classe de résistance à la compression

Le Tableau 1 présente les exigences relatives à la résistance caractéristique minimale à la compression sur site par rapport aux classes de résistance conformes à l'EN 206-1.

Tableau 1 — Résistance caractéristique minimale à la compression sur site pour les classes de résistance à la compression de l'EN 206-1

Classe de résistance à la compression conforme à l'EN 206-1	Rapport de la résistance caractéristique sur site à la résistance caractéristique d'éprouvettes normalisées	Résistance caractéristique minimale sur site N/mm²	
		$f_{ck,\ is,\ cyl}$	$f_{ck,\ is,\ cube}$
C8/10	0,85	7	9
C12/15	0,85	10	13
C16/20	0,85	14	17
C20/25	0,85	17	21
C25/30	0,85	21	26
C30/37	0,85	26	31
C35/45	0,85	30	38
C40/50	0,85	34	43
C45/55	0,85	38	47
C50/60	0,85	43	51
C55/67	0,85	47	57
C60/75	0,85	51	64
C70/85	0,85	60	72
C80/95	0,85	68	81
C90/105	0,85	77	89
C100/115	0,85	85	98

NOTE 1 La résistance à la compression sur site peut être inférieure à celle qui est mesurée sur des éprouvettes normalisées prélevées dans le même lot de béton

NOTE 2 Le rapport 0,85 est inclus dans le coefficient de γ_c de l'EN 1992-1-1 :2004.

7 Évaluation de la résistance caractéristique à la compression sur site par l'essai sur carottes

7.1 Eprouvettes

Les carottes doivent être prélevées, examinées et préparées conformément à l'EN 12504-1, puis soumises à l'essai conformément à l'EN 12390-3. Sauf impossibilité, les carottes doivent être exposées à une atmosphère de laboratoire pendant au moins trois jours avant l'essai.

NOTE 1 Pour les facteurs ayant une incidence sur la résistance des carottes, voir l'Annexe A.

NOTE 2 Si pour des raisons pratiques l'exposition durant trois jours n'est pas faisable, enregistrer la durée d'exposition, le cas échéant. Il convient d'évaluer l'incidence de cet écart par rapport au mode opératoire normalisé

Dans le cas d'une détermination de la résistance sur site à partir de carottes :

— l'essai sur une carotte de longueur égale à un diamètre nominal de 100 mm donne une valeur de résistance équivalente à celle de la résistance d'un cube de 150 mm confectionné et conservé dans les mêmes conditions ;

— l'essai sur une carotte dont le diamètre nominal est compris entre 100 mm minimum et 150 mm maximum et un élancement égal à 2,0 donne une valeur de la résistance équivalente à celle de la résistance d'un cylindre de 150 mm x 300 mm, fabriqué et conservé dans les mêmes conditions ;

— la transposition des résultats d'essai obtenus sur des carottes ayant des diamètres compris entre 50 mm et 150 mm au maximum et d'autres élancements doit reposer sur des facteurs de conversion appropriés.

NOTE 3 Des facteurs de conversion établis de façon appropriée pour d'autres tailles d'éprouvette et d'autres élancements peuvent être fournis par les dispositions en vigueur sur les lieux d'utilisation.

En général, il est recommandé de ne pas modifier le résultat de l'essai sur carottes pour tenir compte de la direction de carottage, sauf si cela est exigé par les dispositions en vigueur sur le lieu d'utilisation ou par le cahier des charges du projet.

7.2 Nombre d'éprouvettes

Le nombre de carottes à prélever dans une seule zone d'essai doit être déterminé en fonction du volume de béton concerné et de l'objectif de l'essai sur carottes. Chaque aire d'essai comprend une carotte.

Il convient de soumettre à essai autant de carottes que possible pour évaluer la résistance à la compression sur site pour des raisons statistiques et de sécurité.

Une évaluation de la résistance à la compression sur site pour une zone d'essai particulière doit reposer sur au moins trois carottes.

Il faut prendre en compte toutes les implications possibles du carottage sur les structures, voir l'EN 12504-1.

NOTE Le nombre d'éprouvettes mentionné ci-dessus se rapporte à des carottes ayant un diamètre d'au moins 100 mm. Il convient d'augmenter le nombre de carottes lorsque le diamètre est inférieur à 100 mm, voir A.3.1.

7.3 Evaluation

7.3.1 Généralités

La résistance caractéristique à la compression sur site est évaluée en utilisant soit l'approche A décrite en 7.3.2, soit l'approche B décrite en 7.3.3.

L'approche A s'applique lorsqu'au moins 15 carottes sont disponibles. L'approche B s'applique lorsque le nombre de carottes disponibles est compris entre 3 et 14. L'applicabilité des deux approches à l'évaluation de la résistance du béton des structures existantes, pour lesquelles il n'existe aucune connaissance préalable, peut être définie sur le lieu d'utilisation.

7.3.2 Approche A

La résistance caractéristique sur site estimée de la zone d'essai est la valeur la plus faible de :

$$f_{ck,is} = f_{m(n),is} - k_2 \times s \qquad (1)$$

ou

$$f_{ck,is} = f_{is,\ plus\ faible} + 4 \qquad (2)$$

où

s est l'estimation de l'écart-type des résultats d'essai ou 2,0 N/mm^2, selon la plus grande des deux valeurs ;

k_2 est indiqué dans les dispositions nationales ou, en l'absence de valeur, est pris égal à 1,48.

La classe de résistance est obtenue à partir du Tableau 1 en utilisant la résistance caractéristique sur site estimée.

NOTE 1 Il convient que l'estimation de la résistance caractéristique obtenue à partir du résultat le plus faible des carottes reflète le fait que ce résultat représente bien la résistance la plus faible de la structure ou de l'élément considéré.

NOTE 2 Lorsque la distribution des résistances sur carottes paraît provenir de deux populations, la zone d'essai peut être scindée en deux aires d'essai.

7.3.3 Approche B

La résistance caractéristique sur site estimée de la zone d'essai est la valeur la plus faible de :

$$f_{\mathrm{ck,is}} = f_{\mathrm{m(n),is}} - k \qquad (3)$$

ou

$$f_{ck,is} = f_{is,\ plus\ faible} + 4 \qquad (4)$$

La marge k dépend du nombre n de résultats d'essai et la valeur appropriée est sélectionnée dans le Tableau 2.

Tableau 2 — Marge *k* associée à de petits nombres de résultats d'essai

n	*k*
de 10 à 14	5
de 7 à 9	6
de 3 à 6	7

NOTE En raison de l'incertitude associée à de petits nombres de résultats d'essai et de la nécessité de parvenir au même niveau de fiabilité, cette approche donne des estimations de la résistance caractéristique qui sont généralement inférieures à celles obtenues avec un plus grand nombre de résultats d'essai. Lorsque ces estimations de la résistance caractéristique sur site sont jugées trop conservatives, il est recommandé de prélever un plus grand nombre de carottes ou bien il est fait appel à une approche technique combinée, voir 8.4, afin d'obtenir plus de résultats d'essai. Pour cette raison, il convient de ne pas utiliser cette approche dans des cas de litige concernant la qualité du béton fondée sur des données d'essai normalisées ; voir l'article 9 pour les détails d'une approche convenable.

8 Évaluation de la résistance caractéristique à la compression sur site par des méthodes indirectes

8.1 Généralités

8.1.1 Méthodes

Cet article s'applique aux méthodes autres que les essais sur carottes, qui sont utilisées pour l'évaluation de la résistance sur site. Les essais indirects peuvent remplacer les essais sur carottes pour évaluer la résistance à la compression sur site du béton dans une structure ou peuvent compléter les données obtenues à partir d'un nombre limité de carottes. Les méthodes indirectes sont par nature non destructives ou semi destructives. Les méthodes indirectes peuvent être utilisées après étalonnage avec les essais sur carottes de la manière suivante :

— seules ;

— en combinant des méthodes indirectes ;

— en combinant des méthodes indirectes et des méthodes directes (carottes).

Lors d'un essai avec une méthode indirecte, une grandeur autre que la résistance est mesurée et il est par conséquent nécessaire d'utiliser une relation entre les résultats des essais indirects et la résistance à la compression des carottes.

Deux variantes sont prévues pour évaluer la résistance à la compression sur site, voir 8.1.2 et 8.1.3.

Dans le cas où une technique indirecte est associée uniquement à un ou deux résultats d'essai sur carotte, l'interprétation doit être basée sur les dispositions en vigueur sur le lieu d'utilisation.

8.1.2 Variante 1 - Corrélation directe avec des carottes

Le paragraphe 8.2 décrit une procédure applicable de manière générale pour l'évaluation de la résistance à la compression sur site, lorsqu'une relation spécifique entre la résistance à la compression sur site et le résultat d'essai par la méthode indirecte est établie pour le béton considéré.

La variante 1 requiert au moins 18 résultats d'essai sur carotte pour établir la relation entre la résistance à la compression sur site et le résultat d'essai par la méthode indirecte.

8.1.3 Variante 2 – Étalonnage avec des carottes pour un intervalle de résistance limité en utilisant une relation établie.

Le paragraphe 8.3 décrit une procédure pour l'évaluation de la résistance sur site dans un intervalle limité de résistances, en se basant sur une relation établie, c'est-à-dire une courbe de base, ainsi que sur une valeur de décalage de cette courbe, établie à l'aide des essais sur carottes. Des procédures sont respectivement décrites pour les essais au scléromètre, de vitesse de propagation du son et d'arrachement.

NOTE Divers facteurs autres que la résistance du béton peuvent influer sur les résultats d'essai évalués selon des méthodes d'essai indirectes, voir Annexe B.

8.2 Essais indirects mis en corrélation avec la résistance à la compression sur site (variante 1)

8.2.1 Application

Le paragraphe 8.2 s'applique aux méthodes d'essai indirectes pour l'évaluation de la résistance à la compression sur site lorsqu'une relation spécifique pour le béton sur site est établie au moyen d'essais sur carottes.

8.2.2 Mode opératoire d'essai

L'appareillage, le mode opératoire d'essai et l'expression des résultats d'essai doivent être conformes à l'EN 12504-1 pour les essais sur carottes et à l'EN 12504-2, l'EN 12504-3 et l'EN 12504-4 lorsque l'indice de rebondissement, la force d'arrachement et la vitesse de propagation du son sont mesurés.

8.2.3 Etablissement de la relation entre le résultat d'essai et la résistance à la compression sur site

Pour établir une relation spécifique entre la résistance à la compression sur site et le résultat d'essai obtenu selon la méthode indirecte, un programme d'essai complet doit être réalisé.

La relation doit reposer sur au moins 18 couples de résultats, à savoir 18 résultats d'essais sur carotte et 18 résultats d'essais indirects couvrant la plage concernée.

NOTE 1 Un couple de résultats d'essais est constituée d'un résultat d'essai sur carotte et d'un résultat d'essai indirect issus de la même aire d'essai.

NOTE 2 Ces nombres constituent un minimum, mais, dans de nombreux cas, il est préférable de disposer d'un nombre plus élevé d'observations dans l'ensemble de données de manière à établir une relation fiable.

L'établissement de la relation comporte les étapes suivantes :

— la droite ou la courbe la mieux ajustée est déterminée par une analyse de régression sur les séries de données obtenues dans le programme d'essai. Le résultat de l'essai indirect est considéré comme une variable et la résistance à la compression estimée sur site comme une fonction de cette variable ;

NOTE 3 Il convient que les données servant à obtenir la courbe ou la droite de régression soient uniformément espacées dans les limites couvertes par ces données.

— l'incertitude sur la dispersion doit être calculée et les limites de confiance de la droite ou de la courbe de régression doivent être déterminées, de même que les intervalles de confiance concernant les observations individuelles ;

— la relation est déterminée comme étant le fractile 10 % inférieur de résistance.

NOTE 4 La relation utilisée pour l'estimation de la résistance donne un niveau de sécurité où 90 % des valeurs de résistance sont censés être supérieures à la valeur estimée.

8.2.4 Evaluation de la résistance à la compression sur site

Une estimation du résultat d'essai de la résistance à la compression, $f_{is,\,l}$ sur site est déduite de la relation établie.

La relation ne doit être utilisée que pour l'estimation de la résistance sur site du béton considéré, dans les conditions pour lesquelles elle a été établie. La relation ne doit être utilisée que dans l'intervalle couvert par les données d'essai.

Pour l'évaluation de la résistance caractéristique à la compression sur site, les conditions suivantes s'appliquent :

— l'évaluation pour chaque zone d'essai doit être fondée sur au moins 15 aires d'essai ;

— l'estimation de l'écart-type doit être la valeur calculée à partir des résultats d'essai ou 3,0 N/mm², selon la plus grande de ces deux valeurs.

La résistance caractéristique à la compression sur site de la zone d'essai est la valeur la plus faible de

$$f_{ck,is} = f_{m(n),is} - 1{,}48 \times s \qquad (5)$$

ou

$$f_{ck,is} = f_{is,plus\ faible} + 4 \qquad (6)$$

où

s est l'estimation de l'écart-type des résultats d'essai.

8.3 Utilisation d'une relation déterminée à partir d'un nombre limité de carottes et d'une courbe de base (variante 2)

8.3.1 Généralités

Les essais au scléromètre, les essais de vitesse de propagation du son et les essais d'arrachement peuvent permettre d'évaluer la résistance à la compression sur site à l'aide d'une courbe de base et en décalant cette dernière pour obtenir le niveau approprié déterminé par des essais sur carottes.

Cette technique peut être utilisée pour évaluer une population constituée de bétons courants fabriqués à partir du même ensemble de matériaux et selon le même procédé de fabrication.

Une zone d'essai est choisie parmi une telle population et au moins neuf couples de résultats d'essai, (résultats d'essai sur carottes et résultats d'essais indirects obtenus à partir de la même aire d'essai), sont utilisées pour obtenir la valeur du décalage Δf avec laquelle il faut corriger la courbe de base afin d'établir la relation entre les mesures indirectes et la résistance à la compression sur site.

Pour évaluer la résistance à la compression sur site, des essais indirects sont ensuite réalisés sur le béton considéré et la relation établie est utilisée pour estimer la résistance à la compression sur site et la résistance caractéristique à la compression sur site est calculée.

8.3.2 Essais

L'appareillage, le mode opératoire d'essai et l'expression des résultats d'essai doivent être conformes à l'EN 12504-1, l'EN 12504-2, l'EN 12504-3 ou l'EN 12504-4, selon le cas.

8.3.3 Procédure d'essai

La procédure suivante doit être utilisée pour déterminer la relation entre la méthode indirecte et la résistance à la compression sur site.

a) Choisir une zone d'essai comportant au moins neuf aires d'essai.

b) A chaque aire d'essai, obtenir un résultat d'essai de scléromètre conformément à l'EN 12504-2, de force d'arrachement conformément à l'EN 12504-3 ou de vitesse de propagation du son conformément à l'EN 12504-4, selon le cas.

c) A chaque aire d'essai, prélever et soumettre à l'essai une carotte conformément à l'EN 12504-1.

d) En suivant les principes de base illustrés à la Figure 1, reporter la résistance de carottes sur site (axe des ordonnées) en fonction des résultats de l'essai indirect réalisé sur des copies des Figures 2 à 4, selon le cas.

e) Pour chaque aire d'essai, déterminer la différence de la résistance sur site entre la valeur mesurée sur la carotte et la valeur donnée par la courbe de base, $\delta f = f_{is} - f_{R,\ v\ \text{ou}\ F}$.

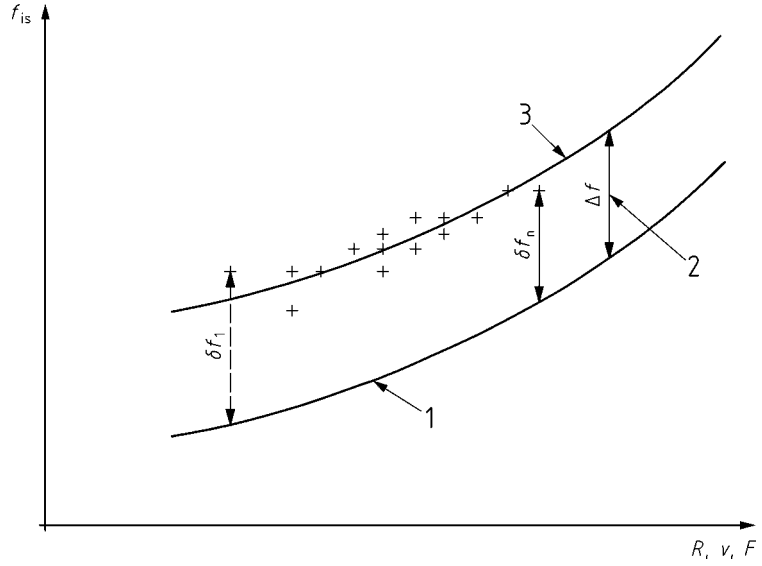
f) Calculer la moyenne, $\delta f_{m(n)}$, des 'n' résultats et l'estimation de l'écart-type, s, de l'échantillon.

g) Calculer la valeur, Δf, selon laquelle la courbe de base doit être décalée, à partir de : $\Delta f = \delta f_{m(n)} - k_1 \times s$ où k_1 est obtenu du Tableau 3.

NOTE La position de la courbe de base a été fixée à un niveau volontairement bas de manière à ce que la valeur du décalage soit toujours positive.

h) Décaler la courbe de base de la valeur Δf afin d'obtenir la relation entre la méthode d'essai indirecte et la résistance à la compression sur site pour le béton particulier étudié.

f_{is}



Légende

1 Courbe de base

$\delta f_{1...n}$ Différence entre la résistance individuelle des carottes et la valeur de résistance selon la relation de base

2 Δf Valeur du décalage de la courbe de base

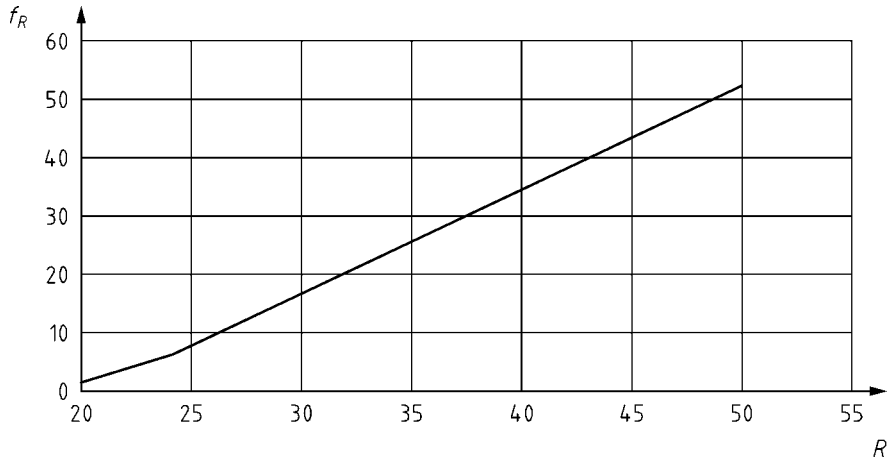
3 Relation entre la méthode d'essai indirecte et la résistance à la compression sur site pour le béton particulier étudié

R Indice de rebondissement conforme à l'EN 12504-2

F Force d'arrachement conforme à l'EN 12504-3

v Vitesse de propagation du son conforme à l'EN 12504-4

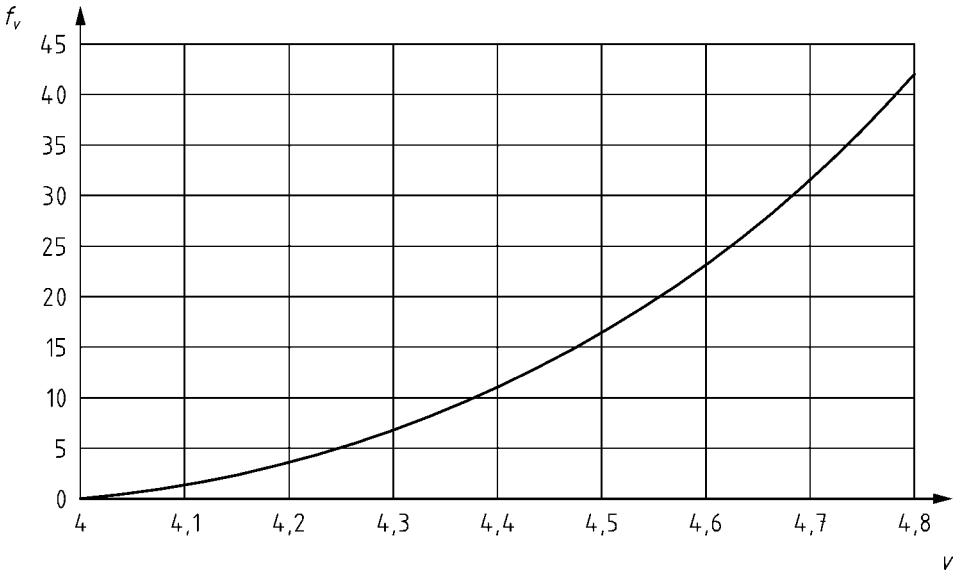
Figure 1 — Principe servant à l'obtention de la relation entre la résistance à la compression sur site et les données d'essais indirects



Légende

R Indice de rebondissement déterminé selon l'EN 12504-2

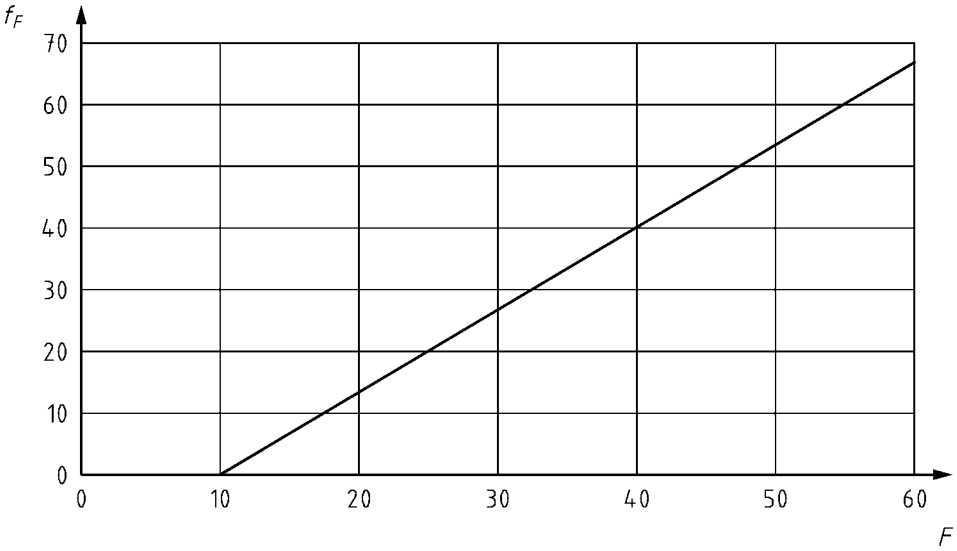
Figure 2 — Courbe de base pour l'essai au scléromètre



Légende

v Vitesse de propagation du son en km/sec déterminé selon l'EN 12504-4

Figure 3 — Courbe de base pour l'essai de vitesse de propagation du son



Légende

F Force d'arrachement en N déterminé selon l'EN 12504-3

Figure 4 — Courbe de base pour l'essai de force d'arrachement

Les courbes de base illustrées dans les Figures 2, 3 et 4 ou leurs copies agrandies peuvent être utilisées à des fins de calculs graphiques sans violation des droits d'auteur.

Pour les besoins de calculs numériques, les fonctions mathématiques des courbes de base sont les suivantes :

Figure 2 – Scléromètre

$$f_R = 1{,}25 \times R - 23 \qquad 20 \leq R \leq 24$$

$$f_R = 1{,}73 \times R - 34{,}5 \qquad 24 \leq R \leq 50$$

Figure 3 – Vitesse de propagation du son

$$f_v = 62{,}5 \times v^2 - 497{,}5 \times v + 990 \qquad 4 \leq v \leq 4{,}8$$

Figure 4 – Force d'arrachement

$$f_F = 1{,}33 \times (F - 10) \qquad 10 \leq F \leq 60$$

D'autres relations bien établies et courbes de base peuvent être utilisées.

Tableau 3 — Coefficient k_1, en fonction du nombre de couples d'essais

Nombre de résultats de couples d'essais n	Coefficient k_1
9	1,67
10	1,62
11	1,58
12	1,55
13	1,52
14	1,50
≥ 15	1,48

8.3.4 Validité des relations

La relation établie par la procédure décrite en 8.3.3 peut être utilisée dans les limites des intervalles suivants :

— ± 2 indices de rebondissement en dehors de l'intervalle utilisé pour obtenir la valeur du décalage ;

— ± 0,05 km/s en dehors de l'intervalle des résultats d'essai de vitesse de propagation du son utilisé pour obtenir la valeur du décalage ;

— ± 2,5 kN en dehors de l'intervalle de force d'arrachement utilisé pour obtenir la valeur du décalage.

8.3.5 Estimation de la résistance à la compression sur site

Le résultat d'essai de la résistance à la compression sur site, $f_{is,}$ est estimé à partir de la relation établie à l'aide de la procédure décrite en 8.3.3. La relation ne doit être utilisée que pour l'estimation de la résistance sur site du béton particulier, dans les conditions pour lesquelles elle a été établie. La relation ne doit être utilisée que dans l'intervalle pour lequel elle est valable, voir 8.3.4.

Pour l'évaluation de la résistance caractéristique de la compression sur site, les conditions et la procédure données en 8.2.4 s'appliquent.

L'évaluation fondée sur l'essai sur des carottes ayant une longueur et un diamètre identiques et sur l'application des courbes de base données dans les Figures 2, 3 et 4, donne une résistance à la compression sur site équivalente à la résistance d'un cube. Après avoir calculé la résistance caractéristique, la classe équivalente de résistance à la compression selon l'EN 206-1 peut être évaluée à l'aide du Tableau 1. Lorsque l'évaluation repose sur des carottes d'élancement 2 ayant un diamètre d'au moins 50 mm, le Tableau 1 est également utilisé pour obtenir la classe de résistance correspondante.

Si nécessaire, les résultats mesurés lors des essais sur carottes peuvent être convertis en résistances équivalentes sur site de cube ou de cylindre à l'aide d'une relation valable sur le site concerné.

8.4 Combinaison des résultats d'essai de la résistance sur site obtenus selon diverses méthodes d'essai

NOTE La présente norme ne fournit pas de recommandations concernant l'utilisation de méthodes combinées. Voir les dispositions nationales et la documentation spécialisée sur l'association de différentes méthodes.

9 Evaluation dans le cas où la conformité du béton fondée sur des essais normalisés est remise en question

Pour une zone d'essai comprenant un grand nombre de gâchées de béton avec au moins 15 résultats d'essais sur carottes, si

$$f_{m(n),is} \geq 0{,}85(f_{ck} + 1{,}48 \times s) \quad (7)$$

et

$$f_{\text{is, plus faible}} \geq 0{,}85(f_{\text{ck}} - 4) \quad (8)$$

on peut considérer que la zone contient du béton d'une résistance suffisante et que le béton présent dans la zone est conforme à l'EN 206-1.

NOTE 1 La défaillance d'une carotte individuelle peut indiquer un problème local plutôt qu'un problème global.

En variante, sous réserve d'un accord entre les parties, lorsqu'il existe au moins 15 résultats d'essais indirects et qu'au moins deux carottes ont été prélevées dans les aires d'essai qui présentent les plus faibles résistances, si

$$f_{is,plus\ faible} \geq 0{,}85(f_{ck} - 4) \quad (9)$$

on peut considérer que la zone contient du béton d'une résistance suffisante.

Dans une petite zone qui contient une ou plusieurs gâchées de béton, le prescripteur peut utiliser son expérience pour choisir deux aires d'essai propices au carottage et si

$$f_{is,plus\ faible} \geq 0{,}85(f_{ck} - 4) \quad (10)$$

on peut considérer que la zone contient du béton d'une résistance suffisante.

S'il est considéré que la zone contient du béton d'une résistance suffisante, on doit considérer que le béton provient d'une population conforme.

NOTE 2 Lorsque la résistance est inférieure à $0{,}85(f_{ck} - 4)$, les hypothèses de conception ne sont pas valables et il convient d'évaluer la conformité de la structure. Une faible résistance sur site peut être due à un certain nombre de facteurs dont le non respect du cahier des charges par le béton, un mauvais serrage ou l'ajout non maîtrisé d'eau sur le site. Il se peut que le producteur et l'utilisateur soient obligés d'identifier quels facteurs sont importants mais cela implique la prise en compte de la porosité et des armatures présentes dans les carottes ainsi que de la maturité de la carotte lors des essais. La présente norme ne fournit pas de recommandations sur ces aspects.

10 Rapport d'évaluation

Le rapport d'évaluation doit inclure :

a) l'objectif de l'évaluation ;

b) l'identification et la description de la structure ou des éléments préfabriqués en béton ;

c) les informations disponibles relatives au béton (composition de la formule, classe de résistance, âge, etc.) ;

d) la méthode utilisée pour l'évaluation ; essais sur carottes ou méthodes indirectes selon les variantes 1 ou 2 ;

e) l'établissement de la relation en cas d'utilisation de la variante 1 ;

f) le programme d'essai incluant :

- les méthodes d'essai ;
- les carottes (dimensions, traitement, mode de conservation, etc.) ;
- le plan d'échantillonnage ;
- le nombre d'essais ;
- les écarts par rapports à la méthode normalisée (par exemple, durée de conservation), le cas échéant.

g) les données d'essai et les résultats.

h) les calculs.

i) l'évaluation de la résistance caractéristique à la compression sur site et, si nécessaire, la classe de résistance à la compression équivalente selon l'EN 206-1.

Annexe A
(informative)

Facteurs influant sur la résistance des carottes

A.1 Généralités

Les facteurs qui influent sur la résistance des carottes peuvent être classés en catégories selon que leur influence est liée à une caractéristique du béton ou est provoquée par une variable d'essai.

La résistance d'une carotte sera influencée par l'historique de conservation de la structure et par l'âge du béton lors du prélèvement de la carotte.

Certains facteurs d'influence doivent être pris en compte lors de l'évaluation des résultats d'essai. Certains autres facteurs peuvent avoir à être pris en considération tandis que d'autres sont généralement ignorés.

A.2 Caractéristiques du béton

A.2.1 Teneur en eau

La teneur en eau de la carotte influera sur la résistance mesurée. Ainsi, la résistance d'une carotte saturée en eau est de l'ordre de 10 % à 15 % inférieure à celle d'une carotte comparable sèche, dont la teneur en eau est généralement comprise entre 8 % et 12 %.

A.2.2 Porosité

Une augmentation de la porosité diminue la résistance. Un écart d'environ 1 % de porosité diminue la résistance de 5 % à 8 %.

A.2.3 Sens de coulage

Selon la stabilité du béton frais, il est possible que la résistance obtenue sur une carotte prélevée parallèlement au sens du coulage soit supérieure à la résistance d'une carotte du même béton, prélevée perpendiculairement. Cette différence peut varier entre 0 % et 8 %.

A.2.4 Défauts locaux

Des défauts peuvent exister dans les carottes pour différentes raisons, entre autres, l'accumulation d'eau sous des granulats de forme aplatie ou sous les armatures horizontales ou la présence de vides consécutifs à une ségrégation localisée. Il convient d'estimer séparément la validité de l'évaluation de la résistance à partir de telles carottes et leur aptitude à représenter la résistance générale sur site.

A.3 Variables d'essai

A.3.1 Diamètre des carottes

Le diamètre des carottes influe sur la résistance mesurée et la dispersion des résultats. La résistance d'une carotte prélevée perpendiculairement au sens de coulage, d'un diamètre et d'une hauteur de 100 mm (l/d=1), correspond à la résistance d'une éprouvette cubique de 150 mm de côté.

Sur les carottes ayant un diamètre < 100 mm et d'élancement égal à 1, la dispersion des résultats est généralement plus grande. De ce fait, avec des carottes de diamètre 50 mm, il peut s'avérer utile de soumettre à l'essai trois fois plus de carottes que lors des essais sur des carottes de 100 mm de diamètre, avec une interpolation linéaire pour les diamètres compris entre 100 mm et 50 mm.

La dispersion des résultats de résistance mesurés augmente lorsque le rapport diamètre de la carotte/dimension du plus gros granulat diminue.

Les carottes dont le diamètre est inférieur à 50 mm (micro-carottes) nécessitent des procédures qui ne sont pas traitées dans la présente norme.

A.3.2 Rapport longueur/diamètre

L'élancement de la carotte influe sur la résistance mesurée. La résistance diminue pour des rapports $l/d > 1$ et augmente pour des rapports $l/d < 1$. Ceci est dû principalement aux contraintes de frettage exercées par les plateaux des machines d'essai.

A.3.3 Planéité des extrémités des carottes

Les écarts de planéité diminuent la résistance mesurée. Il convient que la tolérance de planéité soit identique à celle des éprouvettes normalisées, c'est-à-dire, comme l'indique l'EN 12390-1.

A.3.4 Préparation des extrémités des carottes

Les surfaçages de faible résistance engendreront une diminution de la résistance. Les surfaçages minces à base de mortier ou de soufre à résistance élevée n'influeront pas de manière significative sur la résistance. Il est préférable d'avoir recours à une rectification des extrémités.

A.3.5 Impact du carottage

Les opérations de carottage peuvent endommager le béton jeune ou intrinsèquement peu résistant mais il n'est généralement pas possible d'en observer les effets sur la surface de coupe.

Une carotte peut être intrinsèquement moins résistante qu'un cylindre du fait que la surface d'une carotte inclut des morceaux de granulat qui peuvent être retenus à la surface uniquement par l'adhérence de la matrice. De telles particules ne contribuent que faiblement à la résistance de la carotte.

A.3.6 Armature

Il convient que les carottes utilisées pour mesurer la résistance du béton ne contiennent pas d'armature. Lorsque cela ne peut être évité, il faut s'attendre à une réduction de la résistance mesurée dans le cas d'une carotte contenant une armature en acier (non située axialement). Les carottes contenant des armatures dans ou à proximité de leur axe longitudinal ne conviennent pas pour les essais de résistance.

Annexe B
(informative)

Facteurs influant sur les résultats des méthodes d'essai indirectes

B.1 Essais au scléromètre

La relation entre la résistance et l'indice de rebondissement est influencée aussi bien par les caractéristiques du béton que par les conditions d'essai.

B.2 Mesures de la vitesse de propagation du son

La relation entre la résistance et les mesures de la vitesse de propagation du son est influencée aussi bien par les caractéristiques du béton que par les conditions d'essai. Ces facteurs sont présentés dans l'EN 12504-4 et il convient de les prendre en compte lors de l'évaluation des résultats d'essai.

Des informations complémentaires sur l'établissement d'une corrélation entre la résistance et la vitesse de propagation du son sont également données dans l'EN 12504-4.

B.3 Essais d'arrachement

La relation entre la résistance et la force d'arrachement mesurée est influencée aussi bien par les caractéristiques du béton que par les conditions d'essai.

Certains des facteurs possibles sont :

— le type de granulat ;

— le serrage ;

— la conservation ;

— les conditions d'humidité lors de l'essai ;

— la profondeur d'encastrement ;

— les anomalies de surface ;

— la présence d'une armature.

En particulier, la présence d'une armature à proximité immédiate de l'aire d'essai peut avoir une incidence sur les résultats.

Des informations complémentaires sur l'établissement d'une corrélation entre la résistance et la force d'arrachement sont données dans l'EN 12504-3.

Annexe C
(informative)

Concepts concernant la relation entre la résistance sur site et la résistance des éprouvettes normalisées

La résistance à la compression des carottes et la résistance sur site seront généralement inférieures à celle qui est mesurée sur des éprouvettes normalisées prélevées dans la même gâchée de béton. Cela s'explique par divers facteurs parmi lesquels le degré de serrage et la conservation dans les conditions réelles du site et dépend de l'emplacement de l'élément dans lequel la résistance sur site est déterminée. Les essais réalisés sur le béton sur site révèlent les points suivants :

1) la résistance sur site peut varier dans un élément structural à la fois de façon aléatoire et, plus souvent, de façon ordonnée ;

2) l'ampleur des écarts de résistance sur site au sein des éléments structuraux peut varier d'un élément à l'autre ;

3) en prenant en compte l'épaisseur d'une couche de béton, la résistance sur site diminue vers le haut d'une couche, même dans le cas de dalles, et peut être inférieure de 25 % dans la partie supérieure par rapport au coeur du béton. Le béton de moindre résistance est souvent concentré dans les 300 mm supérieurs ou dans les 20 % de la profondeur, selon la valeur la plus faible.

La conception des ouvrages en béton précontraint et en béton armé repose sur le principe couramment accepté selon lequel le béton peut être considéré comme un matériau aléatoirement variable, dont les résultats d'essai suivent une distribution normale. Les différences entre la résistance sur site du béton et celle des éprouvettes normalisées sont inévitables. Lors de la conception, ces différences sont prises en compte parmi d'autres facteurs, en introduisant le coefficient partiel de sécurité pour la résistance, γ_c.

Annexe D
(informative)

Recommandations pour la planification, l'échantillonnage et l'évaluation des résultats d'essai lors de l'évaluation de la résistance sur site

D.1 Planification

L'objectif de l'évaluation de la résistance sur site d'une structure ou d'éléments préfabriqués en béton a une incidence sur la planification des zones d'essai. Une ou plusieurs zones d'essai sont identifiées et un certain nombre d'aires d'essai sont sélectionnées au sein de chacune d'elle. Le choix de la dimension des aires d'essai dépend de la méthode d'essai utilisée. Le nombre de résultats d'essai obtenus dans une zone d'essai influe sur la fiabilité de l'évaluation.

Lorsque la classe de résistance à la compression dans une structure entière de bâtiment doit être évaluée en déterminant la résistance sur site, il convient de diviser celle-ci en zones d'essai dans lesquelles le béton est censé appartenir à la même population ayant une distribution de mode unique et étant représentative de la qualité générale. Il convient de revoir les données relatives aux carottes afin de vérifier que l'hypothèse d'une distribution en mode unique est raisonnable.

Lors de l'évaluation de la résistance sur site, il convient de prendre en compte le fait que la résistance du béton est généralement la plus faible à proximité de la surface supérieure de l'élément de construction ou l'élément structural et qu'elle augmente ensuite à mesure que la profondeur sous la surface supérieure s'accroît.

Dans les cas où la capacité porteuse d'une structure existante doit être évaluée, il est recommandé que les zones d'essai soient concentrées dans les parties les plus fortement sollicitées de la structure. Toutefois, il convient que l'échantillonnage n'affecte pas la capacité porteuse.

Lorsque le type ou l'étendue d'un endommagement doit être évalué, il convient que les zones d'essai soient concentrées dans les parties où les effets nuisibles sont connus ou sont censés s'être produits. Dans ces cas, il peut s'avérer bénéfique d'effectuer une comparaison avec des échantillons prélevés dans des parties non endommagées.

D.2 Échantillonnage

Il convient que les aires d'essai individuelles dans chaque zone d'essai soient échantillonnées de façon aléatoire, si l'objectif est d'obtenir des données représentatives.

Le nombre de carottes prélevées ou de mesures indirectes effectuées dépendra de la méthode utilisée pour l'estimation de la résistance sur site.

Généralement, il est recommandé de planifier l'échantillonnage de manière à s'assurer que l'échantillon aléatoire prélevé dans un élément structural ou des éléments préfabriqués en béton représente la distribution des propriétés du béton dans l'ensemble de la population.

D.3 Programme d'essai

Il convient de spécifier la méthode d'essai ainsi que les zones d'essai et le nombre d'essais indirects à réaliser dans chaque zone d'essai.

D.4 Évaluation

L'évaluation de la résistance à la compression sur site peut impliquer de prendre en compte l'âge au moment de l'essai et les conditions d'humidité dans le béton. La résistance du béton peut être évaluée à n'importe quel âge, mais il convient de l'enregistrer et de le prendre en compte si nécessaire.

Dans les cas où, par exemple, la capacité porteuse d'une structure présente de l'intérêt, c'est principalement la résistance à la compression au moment de l'essai (résistance réelle sur site) qui est importante.

Il convient de prendre en compte les conditions d'humidité de la structure. Dans les cas où une structure ou un élément préfabriqué en béton est dans des conditions humides, il convient de soumettre les carottes à l'essai en état saturé ; de même, dans les cas où une structure ou un élément préfabriqué en béton est dans des conditions sèches, il convient de soumettre les carottes à l'essai à l'état sec. Sauf spécification contraire, les carottes seront soumises à l'essai en état sec, voir 7.1.

Bibliographie

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

[2] ENV 13670-1, *Exécution des ouvrages en béton — Partie 1 : Tronc commun et document d'application nationale*.

[3] EN 13369, *Règles communes pour les produits préfabriqués en béton*.