

Remplace SN EN 206:2013+A1:2016

Beton – Festlegung, Eigenschaften, Herstellung und Konformität
Concrete – Specification, performance, production and conformity

Béton – Spécification, performances, production et conformité

Même si dans la présente publication les personnes et les fonctions sont indiquées au masculin, elles concernent également le féminin.

Les rectificatifs éventuels concernant la présente publication sont disponibles sous www.sia.ch/rectificatif/cen.

La SIA décline toute responsabilité en cas de dommages qui pourraient survenir du fait de l'utilisation ou de l'application de la présente publication.

2022-05 1^{er} tirage

Avant-propos national NV

NV.0 Note préalable

NV.0.1 Modification des éléments nationaux (NV, NA, NB, NC et ND)

Les éléments nationaux de la SN EN 206:2013+A2:2021 ne comportent que peu de modifications par rapport aux éléments nationaux de la SN EN 206:2013+A1 :2016. Elles sont énumérées ci-dessous:

- Le rectificatif C1 (2019) a été intégré.
- Les actualisations du registre ont été prises en compte.
- Les références aux normes ont été actualisées.

NV.0.2 Modification dans la partie européenne

La EN 206:2013+A2:2021 ne comprend que quelques petites modifications par rapport à la EN 206:2013+A1:2016. Elles sont énumérées ci-dessous:

- Clarification des directives concernant l'évaluation de la conformité au chapitre 10.2,
- Le statut de l'annexe C devient informatif.

NV.1 Généralités

NV.1.1 Domaine d'application

La SN EN 206:2013+A2:2021 s'applique au béton destiné aux structures en béton coulé sur place, aux structures préfabriquées, aux éléments d'ouvrage préfabriqués pour bâtiments et aux ouvrages de génie civil. Le béton peut être du béton fabriqué sur chantier, du béton prêt à l'emploi ou du béton fabriqué dans une usine d'éléments préfabriqués. D'autres indications sont données au chapitre 1 de EN 206:2013+A2:2021.

Les règles d'application de cette norme sont en principe valables pour une durée de service prévue de 50 ans. Pour les ouvrages avec une durée de service prévue significativement inférieure ou supérieure à 50 ans, des règles d'application ou des exigences différentes ou complémentaires relatives au béton, par ex. concernant les propriétés de durabilité, sont à définir de manière spécifique à l'ouvrage, le cas échéant (voir chiffre NA.8.2.3.4).

NV.1.2 Objet et but

La SN EN 206:2013+A2:2021 se compose de la EN 206:2013, de l'avant-propos national et des annexes nationales NA, NB, NC et ND. L'avant-propos national contient, avec les annexes nationales NA à ND, des indications et règles d'application de la norme en Suisse.

NV.2 Compétences

La EN 206:2013+A2:2021 a été élaborée par le Comité Technique CEN/TC 104 « Béton et produits relatifs au béton » et, en Suisse, elle est du domaine d'attribution de la Société suisse des ingénieurs et des architectes (SIA). Le groupe de travail SIA 262 « Béton » s'est chargé des travaux de la commission nationale correspondante.

NV.3 Historique

Dans le but de supprimer les entraves techniques au commerce, et dans le cadre de l'accord entre les pays de l'Union Européenne (UE) et de l'Association Européenne de Libre Échange (AELE), la Suisse s'est engagée à adopter les normes européennes (EN). Elle n'a pas formulé de réserves concernant la norme européenne EN 206:2013+A2:2021 et l'a intégrée dans les normes suisses en tant que SN EN 206:2013+A2:2021.

NV.4 Relations

L'annexe C de EN 206:2013+A2:2021, qui règle l'évaluation, la surveillance et la certification des contrôles de production constitue une partie informative intégrante de cette norme. Néanmoins elle s'applique pour les règlements suisses selon l'annexe nationale NA.

Les organismes suisses de certification pour béton contrôlent dans le cadre de la surveillance le respect de ces règlements.

Les organismes de certification et de surveillance qui exécutent des tâches selon l'annexe C doivent être accrédités en Suisse pour cette activité.

Les producteurs de béton qui ne sont pas certifiés selon l'annexe C n'ont pas le droit d'offrir du béton selon cette norme.

La hiérarchie d'application des documents selon SN EN 13670:2009, NV.4, figure 1, de fait foi pour la planification, le dimensionnement et l'exécution des ouvrages en béton. Cette figure remplace la figure 1 de EN 206:2013+A2:2021. Les remarques dans SN EN 13670 sont à prendre en compte.

NV.5 Adoption et validité

NV.5.1 La Commission des normes de structures porteuses de la SIA a approuvé les éléments nationaux présents de la EN 206:2013+A2:2021 comprenant l'avant-propos national NV et les annexes nationales NA, NB et NC et ND le 25 mars 2022. L'annexe nationale ND est encore en cours d'élaboration.

NV.5.2 La norme SN EN 206:2013+A2:2021 entre en vigueur le 1^{er} mai 2022 et remplace la norme SN EN 206:2013+A1:2016.

NV.6 Remarques

Dans différents chapitres, la norme SN EN 206:2013+A2:2021 permet l'application de normes ou règles nationales sur le lieu d'utilisation du béton (voir introduction).

Les règles d'application suisses, qui sont à observer en plus sont mentionnées dans l'annexe nationale NA. Ces règles d'application sont listées d'après les chapitres en rapport de SN EN 206:2013+A2:2021. Des indications sont en outre données pour une meilleure compréhension de la norme.

Quelques thèmes spécifiques sont traités dans les annexes nationales NB à ND.

NV.7 Renvois à la norme de béton EN 206:2013+A2:2021 ou à ses éléments nationaux

Renvoi	Désignation
Renvoi à la norme européenne pour béton (ici toujours la version de 2021)	EN 206
Renvoi à la norme européenne de béton avec les éléments nationaux	SN EN 206
Renvoi à un chiffre ou tableaux de la norme européenne de béton (ici toujours la version de 2021)	Chiffre x.x.x EN 206 Tableau x.x EN 206
Renvoi à un chiffre dans les éléments nationaux de la norme SN EN 206	Chiffre NA.x.x.x SN EN 206
Renvois dans ces éléments nationaux NV: Avant-propos national NA: Annexe nationale NB: Annexe nationale NC: Annexe nationale	Chiffre NV.x.x.x Chiffre NA.x.x.x Chiffre NB.x.x.x Chiffre NC.x.x.x

Annexe nationale NA (normative)

Définitions, explications, règles nationales

Les règles d'application suisses, qui sont à observer en plus sont mentionnées dans cette annexe nationale NA. Elles sont listées d'après les chapitres en rapport de SN EN 206:2013+A2:2021. Des indications sont en outre données pour une meilleure compréhension de la norme.

Avant-propos

Remarque 1 Dans ce qui suit, on entend par EN 206 ou SN EN 206 toujours EN 206:2013+A2:2021, resp. SN EN 206:2013+A2:2021.

Remarque 2 La figure 1 au chiffre NV.4 de SN EN 13670:2009 s'applique au lieu de la figure 1 de SN EN 206.

Remarque 3 Les renvois à l'annexe L de EN 206 ont été repris dans l'annexe nationale NA, si nécessaire.

NA.2 Normative Verweisungen

(1) Au lieu des normes européennes (EN) mentionnées, ce sont toujours les normes suisses (SN EN) qui font Complément foi lorsqu'elles sont disponibles.

(2) Ci-après sont listés d'autres normes et cahiers techniques valables :

Complément

Norme SIA 262	Construction en béton
Norme SIA 262/1:2019	Construction en béton – Spécifications complémentaires
Norme SIA 272	Étanchéités et drainages d'ouvrages enterrés et souterrains
Cahier technique SIA 2030	Béton avec granulats recyclés
Cahier technique SIA 2042	Prévention des désordres dus à la réaction alcalis-granulats (RAG) dans les ouvrages en béton
Cahier technique SIA 2049: 2014	Exigences relatives aux nouveaux ciments
SN EN 197-1:2011	Ciment – Partie 1: Composition, spécifications et critères de conformité des ciments courants
SN EN 197-5	Ciment – Partie 5: Ciment Portland composé CEM II/C-M et ciment composé CEM VI
SN EN 450-1	Cendres volantes pour béton – Partie 1: Définition, spécifications et critères de conformité
SN EN 934-2+A1:2012	Adjuvants pour béton, mortier et coulis – Partie 2: Adjuvants pour bétons – Définitions, exigences, conformité, marquage et étiquetage
SN EN 1097-6	Essais pour déterminer les caractéristiques mécaniques et physiques des granulats – Partie 6: Détermination de la masse volumique réelle et du coefficient d'absorption d'eau
SN EN 12350-8	Essais pour béton frais – Partie 8: Béton autoplaçant – Essai d'étalement au cône
SN EN 12390-7	Essais pour béton durci – Partie 7: Masse volumique du béton durci
SN EN 12390-8	Essais pour béton durci – Partie 8: Profondeur de pénétration d'eau sous pression
SN EN 12620+A1:2008	Granulats pour béton
SN EN 13055-1	Granulats légers Partie 1: Granulats légers pour béton et mortiers et coulis
SN EN 13263-1+A1:2009	Fumée de silice pour béton – Partie 1: Définitions, exigences et critères de conformité
SN EN 13670:2009	Exécution des structures en bétons
SN EN 14216	Ciments – Composition, spécifications et critères de conformité de ciments spéciaux à très faible chaleur d'hydratation
SN EN 14647	Ciment d'aluminates de calcium – Composition, spécifications et critères de conformité
SN EN 15167-1	Laitier granulé de haut-fourneau moulu pour utilisation dans le béton, mortier et coulis – Partie 1: Définitions, exigences et critères de conformité
SN EN 15743+A1:2015	Ciment sursulfaté – Composition, spécifications et critères de conformité
VSS 70115	Granulats minéraux – Minéralogie et pétrographie qualitative et quantitative

NA.3.1.1.4/ Béton à propriétés spécifiées, béton à composition prescrite

NA.3.1.1.10

Selon la présente norme, le béton peut être spécifié comme béton à composition prescrite ou comme béton à propriétés spécifiées (voir chiffres 6.2 et 6.3 de EN 206). Il est recommandé de spécifier un béton à propriétés spécifiées.

NA.3.1.1.5 Durée d'utilisation prévue au projet

Le terme « durée d'utilisation » est utilisé au lieu de « durée d'utilisation prévue au projet ».

NA.3.1.1.21 Jour de production

(nouveau) 1 jour de production correspond à 1 jour calendaire si la production dépasse 50 m³. En cas de moins de 50 m³ de béton par jour, 1 jour de production correspond au laps de temps nécessaire pour la production de 80 m³, mais au plus à 1 semaine calendaire.

Les termes jour, semaine et année signifient ci-après jour calendaire, semaine calendaire, respectivement année calendaire sauf indication contraire.

NA.3.1.3.17 Rapport eau/ciment équivalent e/c_{eq}

(nouveau) Rapport en masse de la teneur en eau efficace à la somme du dosage en ciment et des dosages en additions à prendre en compte multipliés par le coefficient k correspondant (voir chiffre NA.5.2.5.2 et NA.5.2.5.2.1 (2) SN EN 206).

NA.3.1.4.5 Béton avec granulats recyclés

(nouveau) Le cahier technique SIA 2030 s'applique aux bétons avec granulats recyclés.

NA.4.1 Classes d'exposition en fonction des conditions environnementales

(nouveau) La classe d'exposition XA(CH) est subdivisée en deux sous-classes :

- Classes d'exposition XA1s(CH), XA2s(CH) et XA3s(CH): attaque principalement sulfatique,
- Classes d'exposition XA1c(CH), XA2c(CH) et XA3c(CH): attaque dissolvante (corrosive).

(nouveau) La classe d'exposition XD2(CH) est subdivisée en deux sous-classes :

- Classe d'exposition XD2a(CH) a pour une teneur en chlorures $\leq 0,5$ g/l (« eau douce », par ex. pour des piscines ordinaires),
- Classe d'exposition XD2b(CH) pour une teneur en chlorures $> 0,5$ g/l (« eau salée », teneurs en chlorures élevées temporairement ou en permanence, par ex. pour des bains d'eau saline).

(1) Note 1: Les directives de la norme SIA 262 et de ces éléments nationaux s'appliquent.

(2) Note 3: Les directives de la norme SIA 262 et de ces éléments nationaux s'appliquent.

Tableau 2 Note de bas de page « b »: La méthode d'essai de référence s'applique.

NA.4.2.1 Classes de consistance

(2) La consistance est à spécifier par une valeur cible seulement dans des cas particuliers.

NA.4.3.1 Classes de résistance à la compression

En règle générale, la résistance à la compression caractéristique est déterminée non pas sur des cylindres mais sur des cubes de 150 mm de longueur de côté.

Remarque Lorsque d'autres dimensions de cube sont demandées, le facteur de conversion est à déterminer sur la base d'un essai initial ou des valeurs d'expérience vérifiables provenant de formulations et dimensions comparables sont à utiliser.

NA.4.3.2 Classes de masse volumique pour le béton léger

Pour le béton léger la masse volumique apparente est à déterminer selon SN EN 12390-7 sur des échantillons séchés à 105 °C.

NA.5.1.1 Généralités

(2) et note 2 S'il n'y a pas de norme européenne ou d'agrément technique européen pour une addition particulière, son aptitude à l'emploi peut être évaluée selon l'annexe nationale NC.

NA.5.1.2 Ciment

- (1) En Suisse, tous les ciments mentionnés dans le tableau NA.1 sont de manière générale adaptés pour une utilisation dans la production de béton. D'autres ciments peuvent être agréés par l'organisme suisse d'agrément ou autorisés par un organisme suisse de certification pour ciment. La liste actualisée est publiée sur le site internet de la SIA (www.sia.ch/registre).

Tableau NA.1 Liste des ciments autorisés (état 1.12.2021, liste actualisée: www.sia.ch/registre)

+ Ciment autorisé pour l'emploi

– Ciment non autorisé pour l'emploi

Type de ciment	Sorte de béton selon tableau NA.5							
	Bâtiment				Génie civil			
	Sorte 0 (zéro)	Sorte A	Sorte B	Sorte C	Sorte D (T1)	Sorte E (T2)	Sorte F (T3)	Sorte G (T4)
CEM I	+	+	+	+	+	+	+	+
CEM II/A-LL	+	+	+	+	+	+	+	+
CEM II/A-M (D-LL)	+	+	+	+	+	+	+	+
CEM II/B-LL ^{a)}	+	+	+	–	–	–	–	–
CEM II/A-D	+	+	+	+	+	+	+	+
CEM II/A-S	+	+	+	+	+	+	+	+
CEM III/A	+	+	+	+	–	–	–	–
CEM III/B	+	+	+	+	+	+	+	+
CEM II/A-M (V-LL) ¹⁾	+	+	+	+	+	+	+	+
CEM II/B-M (V-LL) ¹⁾	+	+	+	+	+	+	+	+
CEM II/B-T ²⁾	+	+	+	+	+	+	+	+
CEM II/B-M (T-LL) ³⁾	+	+	+	+	+	+	+	+
CEM II/B-M (S-LL) ⁴⁾	+	+	+	+	+	+	+	+
CEM II/B-M (S-T) ⁵⁾	+	+	+	+	+	+	+	+
CEM IV/A-P ⁶⁾	+	+	–	–	–	–	+	+
CEM II/B-Q ⁷⁾	+	+	+	+	+	+	+	+
CEM II/B-LL ⁸⁾	+	+	+	+	+	+	+	+
CEM II/B-LL ⁹⁾	+	+	+	+	–	–	–	–
CEM IV/A (V) ¹⁰⁾	+	+	+	+	+	+	+	+
CEM II/B-LL ¹¹⁾	+	+	+	+	–	–	–	–
ZN/D ¹²⁾	+	+	+	+	+	+	+	+
CEM IV/A (V) ¹³⁾	+	+	+	+	+	+	+	+
CEM II/B-M (V-LL) ¹⁴⁾	+	+	–	+	–	–	–	–
CEM II/B-M (S-LL) ¹⁵⁾	+	+	+	+	–	–	–	–

^{a)} Le dosage minimal en ciment est à majorer de 20 kg/m³.

¹⁾ Producteur : Holcim (Suisse) SA, selon la décision du 7.10.2005 de S-Cert SA.

²⁾ Producteur : Holcim (Baden-Württemberg) Sàrl, selon la décision du 7.10.2005 de S-Cert SA.

³⁾ Producteurs : Holcim (Suisse) SA, Holcim (Vorarlberg) Sàrl, Holcim (Süddeutschland) Sàrl et Holcim (France), selon la décision du 6.10.2010 de S-Cert SA.

⁴⁾ Producteurs : Jura-Cement-Fabriken AG et Juracime SA, selon la décision du 6.3.2009 de S-Cert SA.

Tableau NA.1 (suite)

- ⁵⁾ Producteurs : Holcim (Schweiz) AG, Holcim (Vorarlberg) GmbH, Holcim (Süddeutschland) GmbH, selon la décision du 10.12.2010 de S-Cert SA.
- ⁶⁾ Producteur : Buzzi Unicem S.p.A., Italie, selon la décision du 11.06.2018 de S-Cert SA; intermédiaire: Ghielexport SA, Mezzovico/TI.
- ⁷⁾ Producteur : Hans G. Hauri KG, Bötzingen/D, selon la décision du 6.6.2013 de S-Cert SA.
- ⁸⁾ Producteurs : Jura-Cement-Fabriken AG, Wildegg, et Juracime SA, Cornaux, selon la décision du 10.01.2019 de S-Cert SA.
- ⁹⁾ Producteur : Ciments Vigier SA, Péry, selon la décision du 28.07.2017 de S-Cert SA.
- ¹⁰⁾ Producteur : Colacem S.p.A., Gubbio, Italie, selon la décision du 22.12.2014 de S-Cert SA.
- ¹¹⁾ Producteurs : Holcim Central Europe West (Eclépens, Siggenthal, Untervaz, Dotternhausen/DE et Altkirch/FR), selon la décision du 10.12.2015 de S-Cert SA. Désignation de marque : Batimo.
- ¹²⁾ Producteur : Holcim (Suisse) SA (Siggenthal, Eclépens, Untervaz), selon la décision du 26.05.2016 et 04.03.2021 de S-Cert SA. Désignation de marque : Susteno.
- ¹³⁾ Producteur : Holcim (Italia) S.p.A. (Merone et Ternate), selon la décision du 11.05.2017 de S-Cert SA.
- ¹⁴⁾ Producteur : Schwenk Zement KG, D-89604 Allmendingen, selon la décision du 11.04.2019 de S-Cert SA.
- ¹⁵⁾ Producteur : Heidelberg Cement AG, Werk Lengfurt, D-97855 Triefenstein, selon la décision du 07.07.2021 de S-Cert SA.

- (2) Les ciments d'aluminates de calcium selon SN EN 14647 et les ciments sursulfatés selon SN EN 15743 +A1:2015 ne peuvent être utilisés en Suisse que sur demande spécifique liée à un objet. Les règlements de cette annexe nationale NA sont à appliquer par analogie.

NA.5.1.3 Granulats

- (1) Les exigences pour la Suisse relatives aux granulats naturels pour béton sont spécifiées dans la norme SN EN 12620+A1:2008.

Pour les granulats légers, SN EN 13055-1 s'applique.

La VSS 70115 contient les exigences relatives aux granulats pour quelques classes d'exposition sélectionnées.

- (2) SIA 2030 règle l'utilisation des bétons avec granulats recyclés.

NA.5.1.5 Adjuvants

- (2) SN EN 934-2+A1:2012 s'applique.

NA.5.1.6 Additions

Des cendres volantes (abréviation CV) peuvent être utilisées pour la production de béton selon SN EN 206 lorsqu'elles sont conformes à SN EN 450-1 et lorsque la perte au feu n'est pas supérieure à 5,0 % de masse.

La fumée de silice (abréviation FS) et le laitier (abréviation LHF) peuvent être utilisés comme addition pour la fabrication de béton selon SN EN 206, lorsqu'ils satisfont aux exigences de SN EN 13263-1+A1:2009, respectivement SN EN 15167-1.

Hydrolith F200 peut être utilisé comme addition pour la fabrication du béton selon SN EN 206 lorsqu'il satisfait aux exigences de l'agrément technique européen correspondant.

Les contraintes relatives à l'emploi des additions mentionnées sont à considérer (voir chiffres NA.5.2.5.1 et NA.5.2.5.2.1 ff et annexe nationale NC).

NA.5.2.1 Généralités

- (5) Il n'y a pas de règles particulières en Suisse à ce sujet (voir chiffre NA.6.4)

NA.5.2.3.2 Graves

Les graves d'extraction brute selon SN EN 12620+A1:2008 (c'est-à-dire des graves qui n'ont pas été reconstituées à partir de fractions séparées) peuvent uniquement être utilisées pour du béton d'une classe de résistance à la compression \leq C12/15. Les graves reconstituées qui satisfont aux exigences de SN EN 12620+A1:2008 peuvent être utilisées également pour des bétons d'une classe de résistance plus élevée.

NA.5.2.3.4 Granulats recyclés

SIA 2030 s'applique.

NA.5.2.3.5 Résistance à la réaction alcali-granulats

SIA 2042 s'applique.

NA.5.2.5.1 Généralités

- (3) En Suisse, on admet que l'aptitude du concept du coefficient k est démontrée. Cela ne vaut pas pour le concept de performance équivalente du béton (CPEB) et le concept de performance équivalente de combinaison (CPEC).
- (4) Les règlements nationaux figurent aux chiffres qui suivent.
- (5) (nouveau) Se référer au chiffre NA.5.2.5.2.6 en cas d'utilisation combinée de plusieurs additions.
- (6) (nouveau) D'autres additions (type I et II) peuvent être utilisées si leur aptitude est démontrée. L'aptitude est considérée comme démontrée, si
- a) un agrément technique européen est disponible qui se réfère explicitement à l'utilisation des additions dans le béton selon EN 206 ou les exigences relatives aux constituants de nouveaux ciments selon SIA 2049 sont satisfaites ainsi que
 - b) les exigences selon l'annexe nationale NC de la SN EN 206 sont satisfaites.

Les exigences relatives aux nouveaux constituants selon SIA 2049:2014 sont satisfaites, si les exigences selon chiffre 3.1 (tableau 1) sont respectées et les propriétés d'un mélange avec le dosage maximal de l'addition selon les règles de l'annexe NC de SN EN 206 et un CEM I 42,5 N du requérant remplissent les conditions suivantes :

- Pour le mélange avec de nouveaux constituants non réactifs, c. à d. des additions du type I, les valeurs de la résistance à court terme et de la résistance courante ne doivent pas être inférieures de plus de 10 % aux valeurs caractéristiques de la classe de résistance visée selon le tableau 3 de SIA 2049:2014. Pour le mélange avec de nouveaux constituants réactifs, c. à d. des additions du type II, les valeurs caractéristiques doivent être respectés.
- Le temps de début de prise et la stabilité remplissent les exigences selon le tableau 3 de SIA 2049:2014.
- Les exigences chimiques selon le tableau 4 de SIA 2049:2014 sont satisfaites pour le mélange.
- Les critères de conformité selon chapitre 6 de SIA 2049:2014 sont satisfaits, si applicables.

La liste des additions autorisées pour l'utilisation est publiée sur le site internet de la SIA (www.sia.ch/registre).

NA.5.2.5.2 Concept du coefficient k pour cendres volantes (CV), fumée de silice (FS), laitier (LHF) et Hydrolith F200

NA.5.2.5.2.1 Généralités

- (2) Le concept du coefficient k permet de tenir compte d'additions de type II. Dans ce but, il existe la variante (complém.)
- a) selon chiffre 5.2.5.2.1(2) EN 206 et la variante b).
 - b) (nouveau) Pour la variante b) les points suivants s'appliquent :
 - Le « rapport eau/ciment » est remplacé par « rapport eau/(ciment + $k \cdot$ addition) », resp. e/c_{eq}
 - La teneur totale de ciment et additions ne doit pas être inférieure au dosage minimal en ciment selon tableau NA.6. Les règles des chiffres NA.5.2.5.2.2 à NA.5.2.5.2.5 s'appliquent pour la prise en compte des additions.
- (4) (nouveau) En cas d'utilisation d'un ciment de type CEM I ou CEM II/A-LL, on peut utiliser le concept du coefficient k pour toutes les classes de résistance du ciment, si celui-ci est combiné avec des cendres volantes (CV), de la fumée de silice (FS), du laitier (LHF) ou de l'Hydrolith F200. Dans ce cas, les règles du tableau NA.2 et des chiffres 5.2.5.2.2 à 5.2.5.2.5 s'appliquent.
- (5) (nouveau) Des ciments (type et classes de résistance) pas mentionnés sous (4), additions ou combinaisons ciment/addition peuvent être autorisés au moyen des annexes nationales NB et NC pour toutes ou quelques-unes des classes d'exposition (tableaux NA.2 et NA.2a).
- (6) (nouveau) Si un dosage plus élevé en addition que celui spécifié au tableau NA.2 est utilisé, l'excédent ne doit pas être pris en compte, ni pour le calcul du rapport e/c_{eq} , ni pour le dosage minimal en ciment. Les dosages maximaux admissibles en additions en cas d'utilisation individuelle ou combinée sont spécifiés au tableau NA.3.

Tableau NA.2 Dosages maximaux en additions de type II pouvant être pris en compte pour assurer la durabilité (état 1.12.2021, liste actualisée : www.sia.ch/registre). c : Dosage en ciment en kg/m^3

Addition type II	Coeff. k	Type de ciment	Classe de résistance du ciment	Classes d'exposition (CH)/ Sortes de béton	Dosages max. à prendre en compte pour e/c_{eq} et $c_{min,add}$ en kg/m^3
Cendres volantes (CV)	0,4	CEM I	32,5; 42,5; 52,5	toutes	$0,33 \cdot c$
		CEM II/A-LL	32,5; 42,5; 52,5	XC1 bis XC4, XD1, XF1 (bâtiment)	$0,25 \cdot c$
Fumée de silice (FS)	1,0	CEM I	32,5; 42,5; 52,5	toutes	$0,11 \cdot c$
		CEM II/A-LL	32,5; 42,5; 52,5	toutes	$0,11 \cdot c$
Laitier (LHF)	0,5	CEM I	32,5; 42,5; 52,5	Sortes D à G (génie civil) ¹⁾	$0,50 \cdot c$
		CEM II/A-LL	32,5; 42,5; 52,5		$0,50 \cdot c$
Hydrolith F200	0,4	CEM I	32,5; 42,5; 52,5	toutes, sauf XF2 et XF4	$0,25 \cdot c$
		CEM II/A-LL	32,5; 42,5; 52,5	XC1 à XC4; XD1; XF1 (bâtiment)	$0,25 \cdot c$
Cendres volantes (CV) ²⁾	0,4	CEM II/B-M (T-LL) ²⁾	42,5	XC1; XC2; XC3; XC4; XD1; XF1	$0,25 \cdot c$
Hydrolith F200 ²⁾	0,4	CEM II/B-M (T-LL) ²⁾	42,5	XC1 bis XC4; XD1; XF1 (bâtiment)	$0,20 \cdot c$
Cendres volantes (CV) ³⁾	0,4	CEM II/B-M (S-T) ³⁾	42,5 R	toutes	$0,25 \cdot c$

¹⁾ Dans des cas exceptionnels, cela est aussi autorisé pour des bétons de bâtiment (classes d'exposition XC1(CH) à XC4(CH), XD1(CH), XF4CH)). La durée de cure doit alors être prolongée d'un facteur 2. En outre, il faudra prouver que le béton puisse satisfaire les exigences en matière de résistance à la carbonatation selon tableau NA.14.

²⁾ Producteur : Holcim (Schweiz) AG, selon la décision de S-Cert SA du 21.10.2021.

³⁾ Producteurs : Holcim (Schweiz) AG, Holcim (Süddeutschland) GmbH et Holcim France S.A.S, selon la décision de S-Cert SA du 09.12.2013.

Tableau NA.2a Liste des additions de type I autorisées (état 1.12.2021, liste actualisée : www.sia.ch/registre)

Addition de type I	Coefficient k
Pneumatit ¹⁾	0

¹⁾ Producteur : Pneumatit AG, Klosterplatz 1, 8462 Rheinau, selon décision de S-Cert SA du 09.01.2018.

NA.5.2.5.2.2 Concept du coefficient k pour des cendres volantes (CV) selon SN EN 450-1

- (nouveau) Avec un ciment de type CEM I, le dosage minimal en ciment exigé ne peut pas être réduit de plus de $k \cdot (\text{dosage min. en ciment} - 200) \text{ kg/m}^3$.
- (nouveau) Avec un ciment de type CEM II/A-LL, le dosage minimal en ciment dépend de la teneur en calcaire (KG) du ciment CEM II/A-LL utilisé. La formule suivante s'applique:

$$c_{min,add} \geq c_{min} - \left[(k \cdot (c_{min} - 200)) \cdot \left(1 - \frac{KG}{100 - KG} \right) \right] \quad \text{en kg/m}^3$$

$c_{min,add}$	dosage minimal en ciment en cas d'utilisation de cendres volantes, en kg/m^3
c_{min}	dosage minimal en ciment selon tableaux NA.6 et NA.9, en kg/m^3
k	coefficient k des cendres volantes (type II), sans unité
KG	teneur en calcaire du ciment CEM II/A-LL utilisé, en %-masse

La teneur effective en calcaire KG dans le ciment CEM II/A-LL utilisé est fournie annuellement, ou immédiatement en cas de fluctuations supérieures à ± 2 %-masse, par le fournisseur de ciment au producteur de béton.

NA.5.2.5.2.3 Concept du coefficient k pour de la fumée de silice (FS) selon SN EN 13263-1+A1:2009

- (3) (correct.) Remplacer « eau/(ciment + $k \cdot$ cendres volantes) » par « eau/(ciment + $k \cdot$ fumée de silice) »
- (nouveau) Les règles pour l'emploi de fumée de silice sont récapitulées aux tableaux NA.2 et NA.3.
- (nouveau) Le dosage minimal admissible en ciment en cas d'ajout de fumée de silice (FS) peut être déterminé au moyen de l'équation suivante:

$$c_{min,add} \geq c_{min} - k \cdot s \quad \text{en kg/m}^3$$

$c_{min,add}$	dosage minimal en ciment en cas d'utilisation de fumée de silice, en kg/m^3
c_{min}	dosage minimal en ciment selon tableaux NA.6 et NA.9, en kg/m^3
k	coefficient k de la fumée de silice, sans unité

NA.5.2.5.2.4 Concept du coefficient k pour du laitier (LHF) selon SN EN 15167-1

- (nouveau) Les règles pour l'emploi de laitier sont récapitulées aux tableaux NA.2 et NA.3.
- (nouveau) Le dosage minimal admissible en ciment en cas d'ajout de laitier peut être déterminé au moyen de l'équation suivante:

$$c_{min,add} \geq c_{min} - (k \cdot (c_{min} - 200)) \quad \text{en kg/m}^3$$

$c_{min,add}$	dosage minimal en ciment en cas d'utilisation de laitier, en kg/m^3
c_{min}	dosage minimal en ciment selon tableaux NA.6 et NA.9, en kg/m^3
k	coefficient k du laitier, sans unité

NA.5.2.5.2.5 Concept du coefficient k pour Hydrolith F200

- (nouveau) Les règles pour l'emploi d'Hydrolith F200 sont récapitulées aux tableaux NA.2 et NA.3.
- Le dosage minimal admissible en ciment en cas d'ajout d'Hydrolith F200 est déterminé comme pour les cendres volantes (chiffre NA.5.2.5.2.2).

Des bétons avec Hydrolith F200 ne peuvent être intégrés dans une famille de béton que lorsqu'ils ont passé avec succès l'essai initial.

Note : Pour le béton à haute résistance à la RAG, l'Hydrolith F200 ne peut être employé qu'à condition que la preuve d'aptitude selon SIA 2042 ait été apportée.

NA.5.2.5.2.6 Dosages maximaux en additions et utilisation de plusieurs additions

- (nouveau) Le dosage maximal en additions est limité (tableau NA.3) afin d'assurer une alcalinité suffisante de la solution de pores dans le béton armé ou précontraint. En plus, les combinaisons suivantes ne sont pas admises:
- l'utilisation combinée de fumée de silice et laitier,
 - l'utilisation combinée de fumée de silice et Hydrolith F200 ensemble avec d'autres additions (type II), par ex. cendres volantes.

Tableau NA.3 Dosages maximaux en additions de type II pour assurer une alcalinité suffisante
 c : dosage en ciment en kg/m^3 ; FS : dosage en fumée de silice en kg/m^3

Addition	Dosage max. avec CEM I	Dosage max. avec CEM II/A-LL
Cendres volantes	$\leq 0,66 \cdot c$	$\leq 0,45 \cdot c$
Hydrolith F200	$\leq 0,66 \cdot c$	$\leq 0,45 \cdot c$
Fumée de silice	$\leq 0,11 \cdot c$	$\leq 0,11 \cdot c$
Laitier	$\leq 0,80 \cdot c$	$\leq 0,60 \cdot c$
Cendres volantes et fumée de silice	$\leq (0,66 \cdot c - 3 \cdot FS)$	$\leq (0,45 \cdot c - 3 \cdot FS)$
Hydrolith F200 et fumée de silice	$\leq (0,66 \cdot c - 3 \cdot FS)$	$\leq (0,45 \cdot c - 3 \cdot FS)$

NA.5.2.5.3 Concept de performance équivalente du béton (CPEB)

Le concept de performance équivalente du béton (CPEB) n'est pas admis en Suisse.

Note: Le concept figurera dans l'annexe ND qui doit encore être rédigée.

NA.5.2.5.4 Concept de performance équivalente de combinaisons de ciment et addition (CPEC)

Le concept de performance équivalente de combinaisons de ciment et addition (CPEB) n'est pas admis en Suisse.

Note: Le concept figurera dans l'annexe ND qui doit encore être rédigée.

NA.5.2.6 Utilisation d'adjuvants

(4), remarque Lorsque la compatibilité d'un entraîneur d'air (LP) avec d'autres adjuvants n'a pas été vérifiée par le fournisseur de l'adjuvant, cela doit être réalisé dans la cadre des essais initiaux.

NA.5.2.8 Teneur en chlorures

(1) Le tableau NA.4 remplace le tableau 15 de EN 206. Pour des bétons à base de ciment de type CEM III d'autres classes de teneur en chlorures peuvent être spécifiées.

Tableau NA.4 Teneurs maximales en chlorures du béton

Utilisation du béton	Classe de chlorures ¹⁾	Teneur maximale en chlorures rapportée à la masse de ciment ²⁾
Ne contenant ni armature en acier ni pièces métalliques noyées (à l'exception des pièces de levage résistant à la corrosion)	CI 1,0	1,0 %
Contenant des armatures en acier ou des pièces métalliques noyées	CI 0,20	0,20 %
Contenant des armatures de précontrainte en acier en contact direct avec le béton ou des unités de précontrainte par câbles injectés	CI 0,10	0,10 %

¹⁾ Lors de la production de béton, la teneur en chlorures, exprimée comme le pourcentage d'ions chlorure par rapport à la teneur en ciment, ne doit pas dépasser la valeur correspondant à la classe spécifiée.

²⁾ Lorsque des additions sont utilisées et sont prises en compte pour le dosage en ciment, la teneur en chlorures est exprimée comme le pourcentage d'ions chlorure par rapport à la masse du ciment plus la masse totale des additions considérées.

NA.5.3.1 Généralités

- (1) Les règlements de ces éléments nationaux se basent sur une durée de service prévue de 50 ans. Pour des ouvrages avec une durée de service prévue nettement plus longue (par ex. 80 à 100 ans) on se référera au chiffre NV.1.1 ainsi qu'au chiffre NA.8.2.3.4.

NA.5.3.2 Valeurs limites pour la composition du béton

- (1) Les exigences relatives aux sortes de béton courantes du bâtiment et du génie civil ainsi que des pieux et parois moulées sont spécifiées au chiffre NA.5.3.4.
- (2) L'annexe F de EN 206 n'est pas valable en Suisse. Elle a été remplacée par les règlements des chiffres NA.5.3.3 et NA.5.3.4.
- (3) Voir chiffre NA.5.3.1 (1).

NA.5.3.3 Méthodes performantielles

L'utilisation des méthodes performantielles sera réglée dorénavant dans l'annexe ND (en préparation). Jusqu'à publication de cette annexe, cette approche n'est pas admise en Suisse.

NA.5.3.4 Exigences relatives aux bétons courants du bâtiment et du génie civil ainsi qu'aux bétons pour pieux forés et parois moulées (nouveau)

- NA.5.3.4.1 Dans les tableaux NA.5 et NA.8 sont définies les sortes de béton (bétons à propriétés spécifiées) couramment utilisées dans le bâtiment et dans le génie civil. Si nécessaire, la classe de résistance à la compression peut être augmentée et/ou D_{max} et/ou la consistance (classe de consistance) peuvent être modifiés de façon spécifique au projet.
- NA.5.3.4.2 Pour les sortes de béton du tableau NA.5, le tableau NA.6 spécifie les exigences par rapport à la composition et les essais et le tableau NA.7 les exigences en matière de dosage en ciment en fonction de D_{max} . Les classes de résistance indiquées dans ces tableaux sont valables pour du béton normal et du béton lourd. Les classes de résistance correspondantes pour du béton léger figurent dans la norme SIA 262.
- Pour les bétons de pieux et de parois moulées avec D_{max} 16 mm les dosages minimaux en ciment sont identiques aux bétons avec D_{max} 32 mm.
- NA.5.3.4.3 Pour les sortes de béton D, E, F et G, outre les exigences de base, les exigences supplémentaires concernant la résistance au gel/dégel avec des sels de déverglaçage et la résistance à la RAG selon SIA 2042 sont spécifiées. D'autres exigences supplémentaires telles que la résistance aux sulfates sont à définir de manière spécifique à l'ouvrage.
- NA.5.3.4.4 La teneur en air entraîné nécessaire (valeur cible) pour un béton à résistance moyenne ou élevée au gel/dégel en présence de sels de déverglaçage est à spécifier par le producteur du béton. Sur demande, celui-ci doit communiquer la valeur minimale de la teneur en air à l'utilisateur du béton.
- NA.5.3.4.5 Les exigences pour les bétons de pieux figurent dans les tableaux NA.8 et NA.9. Ces bétons peuvent aussi être utilisés pour des parois moulées. Pour les sortes de béton P1 à P4, les exigences de base sont spécifiées. Le cas échéant, des exigences supplémentaires telles que la résistance au gel/dégel avec sels de déverglaçage et la résistance à la RAG ou aux sulfates, sont à définir de façon spécifique au projet.
- NA.5.3.4.6 Se référer au SIA 2042 lorsqu'une résistance à la RAG est exigée.
- NA.5.3.4.7 Les exigences pour le béton avec granulats recyclés figurent dans SIA 2030.
- NA.5.3.4.8 Lors d'une agression par des sulfates (expansive) ou d'une agression chimique dissolvante les sortes de béton sont à choisir selon le tableau NA.10. Dans le tableau 2 de EN 206, toutes les agressions chimiques sont de type dissolvante, à l'exception de la teneur en sulfates (SO_4^{2-}). Lors d'une agression combinée par des sulfates et à action dissolvante, des spécialistes sont à consulter, le cas échéant.
- NA.5.3.4.9 Pour la production d'un béton à haute résistance aux sulfates, des ciments avec une haute résistance aux sulfates selon SN EN 197-1 ou un ciment admis et autorisé en Suisse (tableau NA.11) sont à utiliser. La liste actualisée des ciments admis en Suisse et autorisés pour l'emploi est consultable sur le site internet de la SIA (www.sia.ch/registre). Pour les sortes de béton selon NA.10 les exigences relatives à la résistance aux sulfates d'un béton sont implicitement satisfaites. Pour ces sortes de béton, des essais de résistance aux sulfates selon annexe D de la SIA 262/1:2019 ne sont pas nécessaires dans le cadre du contrôle de production du producteur lorsqu'un ciment selon tableau NA.11 est utilisé.

Note : Le contrôle de la production selon SN EN 206 ne couvre que le mélange de base du béton projeté. Des règlements différents et/ou supplémentaires sont nécessaires pour le béton projeté appliqué.

NA.5.3.4.10 Les ciments SR selon la SN EN 197-1, qui ne font pas partie du tableau NA.11 (état 1.12.2021), sont à contrôler selon l'annexe NB de la SN EN 197-1:2011 afin qu'ils puissent être intégrés dans le tableau NA.11.

Le programme d'essai est réduit dans la mesure à ce que seuls les essais avec un début après 28 jours doivent être réalisés.

Une autorisation d'utilisation des ciments SR présuppose une autorisation d'utilisation pour les bétons de génie civil selon l'annexe NB de la SN EN 206.

Tableau NA.5 Exigences de base et supplémentaires aux sortes de béton fréquemment utilisées (bétons plastiques, mise en place à la grue ou à la pompe) pour le bâtiment (A à C) et le génie civil (D à G) avec un grain maximal du granulats de 32 mm

Sorte	Sorte 0 (« zéro »)	Sorte A 1)	Sorte B	Sorte C	Sorte D (T1) 2),3)	Sorte E (T2) 3)	Sorte F (T3) 4)	Sorte G (T4) 4)
Exigences de base								
Conformité avec cette norme	Béton selon SN EN 206	Béton selon SN EN 206	Béton selon SN EN 206	Béton selon SN EN 206	Béton selon SN EN 206	Béton selon SN EN 206	Béton selon SN EN 206	Béton selon SN EN 206
Classe de résistance à la compression	C12/15	C20/25	C25/30	C30/37	C25/30	C25/30	C30/37	C30/37
Classe(s) d'exposition (combinaison des classes indiquées)	X0(CH)	XC2(CH)	XC3(CH)	XC4(CH), XF1(CH)	XC4(CH), XD1(CH), XF2(CH)	XC4(CH), XD1(CH), XF4(CH)	XC4(CH), XD3(CH), XF2(CH)	XC4(CH), XD3(CH), XF4(CH)
Dimension maximale du granulats	D_{max} 32	D_{max} 32	D_{max} 32	D_{max} 32	D_{max} 32	D_{max} 32	D_{max} 32	D_{max} 32
Classe de teneur en chlorures 5)	Cl 0,10	Cl 0,10	Cl 0,10	Cl 0,10	Cl 0,10	Cl 0,10	Cl 0,10	Cl 0,10
Classe de consistance 6)	C3	C3	C3	C3	C3	C3	C3	C3
Exigences supplémentaires pour certaines classes d'exposition XF2(CH) à XF4(CH) et sortes de béton								
Résistance au gel/dégel en présence de sels de déverglaçage	néant	néant	néant	néant	moyenne	élevée	moyenne	élevée
Résistance à la RAG	néant	néant	néant	néant/ élevée 7)	élevée	élevée	élevée	élevée
Exigences supplémentaires (à spécifier selon l'objet)								
Résistance aux sulfates	néant	néant	néant	selon chiffre NA.5.3.4.9				

1) La sorte de béton A couvre aussi les exigences de la classe d'exposition XC1(CH).

2) La sorte de béton D couvre aussi les exigences de la classe d'exposition XF3(CH).

3) Les sortes D et E couvrent la classe d'exposition XD2a(CH). Définition voir chiffre NA.4.1.

4) Les sortes F et G couvrent la classe d'exposition XD2b(CH). Définition voir chiffre NA.4.1.

5) La classe de teneur en chlorures indiquée convient au béton armé et au béton précontraint.

6) La classe de consistance indiquée est informative. Sa pertinence relative aux conditions cadres du projet et aux besoins de l'utilisateur (par ex. méthode de mise en place du béton) doit être vérifiée par l'utilisateur du béton au moment de la phase de soumission. Le cas échéant, celui-ci doit adapter dans son offre (cf. chiffre NA.5.3.4.1). Note : Selon chiffre 5.4.1 (5) de EN 206, la conformité de la consistance doit être établie au moment de la livraison à l'utilisateur.

7) La résistance à la RAG dépend de la structure porteuse et de la durée d'utilisation, voir SIA 2042.

Tableau NA.6 Exigences à la composition et aux essais des sortes de béton fréquemment utilisées (grain maximal du granulat de 8 mm à 63 mm)

Sorte Exigences	Sorte 0 (« zéro »)	Sorte A	Sorte B	Sorte C	Sorte D (T1)	Sorte E (T2)	Sorte F (T3)	Sorte G (T4)
Classe d'exposition (combinaison des classes indiquées)	X0(CH)	XC2(CH)	XC3(CH)	XC4(CH), XF1(CH)	XC4(CH), XD1(CH), XF2(CH)	XC4(CH), XD1(CH), XF4(CH)	XC4(CH), XD3(CH), XF2(CH)	XC4(CH), XD3(CH), XF4(CH)
Rapport e/c resp. rapport e/c_{eq} maximal	–	0,65	0,60	0,50	0,50	0,50	0,45	0,45
Dosage min. en ciment c_{min} , en kg/m^3 ^{1),2)}	–	280	280	300	300	300	320	320
Essais de durabilité ³⁾	néant	néant	PE ⁴⁾ , RCarb	RCarb	RCarb, GDS	RCarb, GDS	RCI, GDS	RCI, GDS
Autres exigences	SN EN 12620+A1:2008 contient les exigences relatives aux granulats							
Ciments admis (tableau NA.1)	En cas de combinaison des classes d'exposition, le choix du ciment se fait en fonction de l'exigence la plus sévère							

¹⁾ Le dosage minimal en ciment est valable pour des bétons sans additions et pour D_{max} 32 mm. Pour d'autres D_{max} , adapter le dosage minimal en ciment selon tableau NA.7.

²⁾ Pour le ciment de type CEM II/B-LL la note de bas de page du tableau NA.1 est à consulter.

³⁾ Essais selon la norme SIA 262/1:2019, annexes A, B, C et I pour la perméabilité à l'eau (PE), la résistance aux chlorures (RCI), la résistance au gel/dégel en présence de sels de déverglaçage (GDS) et la résistance à la carbonatation (RCarb). Les valeurs limites et critères de conformité figurent au chiffre NA.8.2.3.4 (tableau NA.14).

⁴⁾ La perméabilité à l'eau (PE) est à déterminer lorsque cette preuve est demandée selon chiffre NA.8.2.3.5.

Tableau NA.7 Correction des dosages minimaux en ciment en fonction de la dimension maximale des grains du granulat du béton

	Diamètre nominal supérieur du plus gros granulat, en mm					
	8	16	22,5	32	45	63
Correction en % des dosages minimaux en ciment selon tableau NA.6	+15 %	+10 %	+5 %	0	–5 %	–10 %

Tableau NA.8 Exigences de base et supplémentaires aux sortes de béton utilisées pour pieux forés et parois moulées (P1 à P4)

Sorte	P1 au sec	P2 sous l'eau	P3 au sec	P4 sous l'eau
Exigences de base				
Conformité avec cette norme	Béton selon SN EN 206	Béton selon SN EN 206	Béton selon SN EN 206	Béton selon SN EN 206
Classe de résistance à la compression	C25/30	C25/30	C20/25	C20/25
Classe(s) d'exposition	néant ¹⁾			
Dimension maximale nominale du granulat	D_{max} 32			
Classe de teneur en chlorures	Cl 0,10			
Classe de consistance ²⁾	F4	F5	F4	F5
Exigences supplémentaires (à spécifier selon l'objet)				
Résistance à la RAG ⁴⁾	néant	élevée	néant	élevée
Résistance au gel/dégel en présence de sels de déverglaçage	(évtl. moyenne) ³⁾	(évtl. moyenne) ³⁾	néant	néant
Résistance aux sulfates	néant	selon chiffre NA.5.3.4.9 ff.	néant	néant

¹⁾ Aucune classe d'exposition n'est indiquée pour éviter une possible confusion.

²⁾ La classe de consistance indiquée est informative. Sa pertinence relative aux conditions cadres du projet et aux besoins de l'utilisateur (par ex. méthode de mise en place du béton) doit être vérifiée par l'utilisateur du béton au moment de la phase de soumission. Le cas échéant, celui-ci doit l'adapter dans son offre (cf. chiffre NA.5.3.4.1). Note : Selon chiffre 5.4.1 (5) de EN 206, la conformité de la consistance doit être établie au moment de la livraison à l'utilisateur

³⁾ Dans des cas particuliers (par ex. surfaces à l'air libre des pieux), l'exigence d'une résistance moyenne au gel/dégel en présence de sels de déverglaçage peut être indiquée.

⁴⁾ Selon SIA 2042. Exceptionnellement il peut s'avérer nécessaire de définir la classe de prévention spécifiquement à l'ouvrage en fonction des classes de risque et d'environnement. Les exigences relatives à la résistance à la RAG dépendent de la durée d'utilisation.

Tableau NA.9 Exigences relatives à la composition des sortes de béton utilisées pour pieux forés et parois moulées (dimension maximale du granulat D_{max} de 16 mm à 32 mm)

Sorte Exigences	P1 au sec	P2 sous l'eau	P3 au sec	P4 sous l'eau
Rapport e/c resp. rapport e/c_{eq} maximal	0,50	0,50	0,60	0,60
Dosage min. en ciment c_{min} , en kg/m^3 ¹⁾	330	380	330	380
Granulats	selon SN EN 12620+A1:2008			
Valeur de référence pour la teneur en farine du béton, en kg/m^3 ²⁾	≥ 400			
Types de ciment autorisés	selon tableau NA.1 pour les sortes de béton D et E ³⁾		selon tableau NA.1 pour les sortes de béton C à G	

¹⁾ Le dosage minimal en ciment est valable pour des bétons sans additions et pour D_{max} de 16 mm à 32 mm. Pour un D_{max} autre qu'entre 16 mm et 32 mm, adapter le dosage minimal en ciment.

²⁾ Pour un D_{max} autre qu'entre 16 mm et 32 mm, adapter la valeur de référence de la teneur en farine (cf. chiffre 3.1.2.9 de EN 206).

³⁾ S'il est assuré que le béton n'est pas exposé à une attaque par le gel/dégel sans ou avec sels de déverglaçage, on peut aussi utiliser les ciments autorisés pour l'utilisation dans des bétons de sorte C selon tableau NA.1.

Tableau NA.10 Sortes de béton admises pour différents types d'agression chimique

Classification en raison de la teneur en sulfates dans les eaux souterraines ou dans le sol ¹⁾			Classification en raison d'autres types d'agression chimique (dissolvante)		
Classe d'exposition	Bâtiment et génie civil	Pieux	Classe d'exposition	Bâtiment et génie civil	Pieux
XA1s(CH)	C ou D (T1)	P2 ³⁾	XA1c(CH)	C ou D (T1)	P2 ³⁾
XA2s(CH)			XA2c(CH)	F (T3) ⁴⁾	
XA3s(CH)	F (T3) ²⁾		XA3c(CH)	F (T3) ²⁾	

¹⁾ Utiliser un ciment avec une haute résistance aux sulfates selon tableau NA.11.

²⁾ Il convient de consulter des spécialistes pour déterminer si d'autres mesures de protection sont nécessaires.

³⁾ Le cas échéant, consulter des spécialistes.

⁴⁾ Cette sorte de béton convient également en cas d'agression chimique due aux eaux usées dans les bassins biologiques des STEP (classe d'exposition XAA) selon le cahier technique CT 01 de cemsuisse. Ce document contient des recommandations pour d'autres mesures.

Tableau NA.11 Liste des ciments SR avec une haute résistance aux sulfates autorisés en Suisse et des ciments HS-CH avec une haute résistance aux sulfates autorisés (état: 1.12.2021; liste actualisée: www.sia.ch/register)

Type de ciment	Désignation	Disposition correspondante
Ciment Portland	CEM I-SR 0	Norme SN EN 197-1
Ciment Portland	CEM I-SR 3	
Ciment de haut-fourneau	CEM III/B-SR	
Ciment Portland composé ¹⁾	CEM II/B-M(S-T)-HS-CH	Annexe nationale NB de SN EN 197-1:2011
Ciment Portland composé ²⁾	CEM II/A-M (D-LL)-HS-CH	Annexe nationale NB de SN EN 197-1:2011
Ciment Portland composé ³⁾	CEM II/B-M (S-LL)-HS-CH	Annexe nationale NB de SN EN 197-1:2011
Ciment Portland à la fumée de silice ⁴⁾	CEM II/A-D-HS-CH	Annexe nationale NB de SN EN 197-1:2011
Ciment pouzzolanique ⁵⁾	CEM IV/A (V)-SR	Annexe nationale NB de SN EN 197-1:2011

¹⁾ Producteur: Holcim (Schweiz) AG, selon la décision du 7.9.2012 de S-Cert SA.

²⁾ Producteur: Ciments Vigier SA, Péry, selon la décision du 23.9.2014 de S-Cert SA.

³⁾ Producteur: Jura-Cement-Fabriken AG et Juracime SA, selon décision du 24.3.2016 de S-Cert SA.

⁴⁾ Producteur: Holcim Central Europe West (Siggenthal, Eclépens, Untervaz, Dotternhausern/DE et Altkirch/FR), selon décision du 30.3.2017 de S-Cert SA.

⁵⁾ Producteur: Holcim (Italia) S.p.A. (Merone et Ternate), selon décision du 26.05.2017 de S-Cert SA.

NA.5.4.1 Consistance

(1) note En raison du manque de sensibilité des méthodes d'essai au-delà de certaines plages de consistance, ces essais ne sont à utiliser qu'à l'intérieur des plages suivantes:

- hauteur d'affaissement ≥ 10 mm et ≤ 210 mm
- indice de serrage $\geq 1,04$ et $< 1,46$
- diamètre d'étalement > 340 mm et ≤ 620 mm
- étalement au cône d'Abrams > 550 mm et ≤ 850 mm.

(8) (nouveau) On entend par premier déversement la quantité de béton frais qui est déversée jusqu'à maximum $1,0 \text{ m}^3$.

(9) (nouveau) Pour d'autres types de béton (par ex. béton de masse avec un très grand D_{max} tel qu'utilisé pour des barrages) la méthode d'essai est à convenir.

NA.5.4.2 Dosage en ciment et rapport eau/ciment

(2) note 1 En cas d'utilisation de granulats recyclés, le dosage en ciment et le rapport eau/ciment sont à déterminer comme spécifié selon ce chiffre pour les granulats naturels et lourds. L'absorption d'eau des granulats recyclés doit être déterminée selon SN EN 1097-6.

Lorsque des granulats légers sont utilisés, le producteur du béton doit informer l'utilisateur sur demande de quelle manière il a déterminé la teneur en eau efficace et le rapport eau/ciment du béton produit avec ces granulats.

(2) note 2 En Suisse, il n'y a pas de règlements relatifs à la modification de cet essai.

NA.5.5.3 Résistance à la pénétration de l'eau

Se référer au chiffre NA.8.2.3.5 pour du béton étanche à l'eau.

NA.6.1 Généralités

(2) Les règlements des chiffres NA.5.3.3 et NA.5.3.4 sont à considérer.

(5) (nouveau) Lors de travaux de bétonnage, il faut tenir compte, en plus de la performance technique, des impacts sur l'environnement. Des informations sur la compatibilité environnementale de constituants de béton spéciaux figurent par ex. dans les fiches de données de sécurité correspondantes.

NA.6.2.2 Exigences de base

(nouveau) d) $D_{max} = D_{upper} = D_{lower}$

Cela s'applique en l'absence d'autres conventions.

NA.6.2.3 Exigences complémentaires

(2) (nouveau) Lorsque le prescripteur ou l'utilisateur du béton exige pour un béton à propriétés spécifiées l'utilisation de granulats particuliers (par ex. matériaux d'excavation de travaux souterrains) qui ne remplissent pas les exigences du chiffre NA.5.1.3, il est nécessaire, avant la phase de soumission,

- a) de réaliser des essais de convenance avec les bétons concernés qui confirment l'aptitude des granulats et
- b) de prévoir des mesures assurant la mise à disposition de granulats selon chiffre NA.5.1.3 et qui permettent de produire un béton avec des propriétés homogènes.

Quand les granulats ne sont pas conformes aux exigences du chiffre NA.5.1.3, le béton produit avec ces granulats se situe en dehors du domaine d'application défini dans SN EN 206. Dans ce cas, il est possible de spécifier, commander et produire le béton à composition prescrite sur le modèle prévu dans SN EN 206.

(3) (nouveau) Le chiffre NA.5.3.4.4 s'applique par rapport à la teneur en air.

NA.6.4 Spécification du béton standard

En Suisse, il n'existe pas de dispositions réglementaires pour le béton standard.

NA.7.2 Information du producteur du béton à l'utilisateur

(1) e) Valeur cible du rapport eau/ciment

complément On peut, au lieu du rapport eau/ciment, donner le rapport eau/ciment équivalent. Sur demande, la base de calcul (par ex. classe d'exposition, type et teneur en ciment et additions, absorption d'eau des granulats W_A , coefficient k) doit être communiquée.

(nouveau) j) Valeur minimale pour la teneur en air entraîné selon chiffre NA.5.3.4.4

(4) Le producteur met à disposition de l'utilisateur la fiche de sécurité..

NA.7.3 Bon de livraison pour le béton prêt à l'emploi

(3) b) Pour le béton à composition prescrite

complément Lorsque les additions sont prises en compte dans le calcul du rapport e/c , le rapport e/c_{eq} doit être indiqué. Sur demande, la base de calcul (par ex. classe d'exposition, type et teneur en ciment et additions, absorption d'eau des granulats W_A , coefficient k) doit être communiquée.

NA.7.5 Correction du mélange après le malaxage principal et avant le déversement

- (4) complém. Le terme « camion malaxeur » est à remplacer par « camion malaxeur ou cuve agitatrice ».
- (5) (nouveau) Les dispositions du chiffre NA.5.4.1 sont à considérer pour le contrôle de conformité.

NA.8.1 Généralités

- (6) (nouveau) Pour des applications spéciales, il peut être nécessaire de réaliser les essais à un moment plus tôt ou plus tard qu'à 28 jours (par ex. en cas de ciments lents) ou après conservation sous des conditions spéciales (par ex. traitement thermique) (analogue résistance à la compression selon chiffre 5.5.1.2 EN 206). La procédure et les critères de conformité (incl. fréquences d'essai, écarts max. admissibles) sont à convenir et à appliquer dès l'essai initial.

NA.8.2.1.2 Plan d'échantillonnage et d'essais

tableau 17, Définition: voir chiffre NA.3.1.1.21.
note d

NA.8.2.1.3.2 Critères pour les résultats moyens

- (8) Pour le calcul des valeurs pour la vérification de l'écart-type l'équation simplifiée ci-dessous peut être utilisée au lieu de l'équation L.1 de l'annexe L, ligne 16. Les valeurs ainsi obtenues sont récapitulées au tableau NA.12.

$$\left(1 - \sqrt{\frac{2}{n}}\right) \cdot \sigma \leq s_n \leq \left(1 + \sqrt{\frac{2}{n}}\right) \cdot \sigma$$

σ valeur estimée de l'écart-type d'une population

s_n écart-type de n résultats d'essai consécutifs

n nombre

Tableau NA.12 Valeurs pour la vérification de l'écart-type

Nombre de résultats d'essai ¹⁾	Valeurs limites pour s_n
15	$0,63 \cdot \sigma \leq s_n \leq 1,37 \cdot \sigma$
20	$0,68 \cdot \sigma \leq s_n \leq 1,31 \cdot \sigma$
25	$0,72 \cdot \sigma \leq s_n \leq 1,28 \cdot \sigma$
30	$0,74 \cdot \sigma \leq s_n \leq 1,26 \cdot \sigma$
35	$0,76 \cdot \sigma \leq s_n \leq 1,24 \cdot \sigma$
40	$0,78 \cdot \sigma \leq s_n \leq 1,22 \cdot \sigma$
50	$0,80 \cdot \sigma \leq s_n \leq 1,20 \cdot \sigma$
70	$0,83 \cdot \sigma \leq s_n \leq 1,17 \cdot \sigma$
100	$0,86 \cdot \sigma \leq s_n \leq 1,14 \cdot \sigma$
150	$0,89 \cdot \sigma \leq s_n \leq 1,11 \cdot \sigma$
250	$0,91 \cdot \sigma \leq s_n \leq 1,09 \cdot \sigma$
500	$0,94 \cdot \sigma \leq s_n \leq 1,06 \cdot \sigma$
2000	$0,97 \cdot \sigma \leq s_n \leq 1,03 \cdot \sigma$
5000	$0,98 \cdot \sigma \leq s_n \leq 1,02 \cdot \sigma$

¹⁾ Les valeurs limites peuvent être interpolées pour des nombres de résultats d'essai intermédiaires.

- (11) La méthode C peut être appliquée sur la base d'un règlement décrit dans l'annexe H.

NA.8.2.3.3 Critères de conformité pour les propriétés autres que la résistance

(1) Tableau 21, note c : Les fréquences minimales du tableau 21 font foi.

(1) Le tableau NA.13 s'applique pour les valeurs cibles de consistance. Il remplace le tableau 23 de EN 206.

Les valeurs indiquées au tableau NA.13 sont valables pour du béton frais qui est prélevé et contrôlé après le déversement de 1,0 m³. Dans ces cas, la conformité est prouvée si tous les résultats d'essai individuels se situent à l'intérieur des tolérances max. admissibles par rapport à la valeur cible selon tableau NA.13.

Note : La valeur cible de la consistance est à considérer comme la valeur moyenne visée.

Tableau NA.13 Critères de conformité applicables aux valeurs cibles pour la consistance pour des applications ordinaires

Affaissement			
Valeur cible en mm	≤ 40	50 bis 90	≥ 100
Tolérance en mm	± 35	± 40	± 45
Indice de serrage			
Valeur cible	≥ 1,26	1,25 à 1,11	≤ 1,10
Tolérance	± 0,15	± 0,11	± 0,07
Étalement			
Valeur cible en mm	toutes les valeurs		
Tolérance en mm	± 50		
Étalement au cône d'Abrams			
Valeur cible en mm	toutes les valeurs		
Tolérance en mm	± 50		
t₅₀₀			
Valeur cible en s	toutes les valeurs		
Tolérance en s	± 1		
t_v			
Valeur cible en s	< 9	≥ 9	
Tolérance en s	± 3	± 5	

NA.8.2.3.4 Essais suisses de durabilité (nouveau)

NA.8.2.3.4.1 Les essais suisses de durabilité regroupent les essais de perméabilité à l'eau, de résistance à la carbonatation, de résistance aux chlorures, de résistance au gel/dégel avec des sels de déverglaçage, de résistance à la RAG et de résistance aux sulfates selon la norme SIA 262/1.

Des méthodes d'essai alternatives aux essais suisses de durabilité ou des écarts par rapport aux procédures d'essai sont seulement admis lorsqu'ils ont été convenus par écrit entre les partenaires contractuels, c'est-à-dire entre le mandataire (laboratoire d'essai) et le mandant (par ex. producteur de béton, entreprise de construction, maître d'ouvrage, ingénieur). Le producteur de béton doit rendre reconnaissables les sortes de béton pour lesquelles il a utilisé des méthodes d'essai alternatives ou modifiées. Le laboratoire d'essai doit mentionner sur les procès-verbaux d'essai les modifications détaillées par rapport à la méthode normative.

Les essais suisses de durabilité doivent être réalisés par des laboratoires d'essai accrédités pour ces essais. Cela vaut également pour des méthodes d'essai alternatives, le cas échéant.

- NA.8.2.3.4.2 Les essais de durabilité mentionnés dans le tableau NA.6 doivent être effectués selon les prescriptions du tableau NA.14. La fréquence d'essai dépend de la quantité produite cumulée d'un béton particulier ou d'une famille de béton pendant les 12 mois précédents. Il faut appliquer la règle d'où résulte le plus grand nombre d'essais. Les exigences relatives à la résistance à la RAG et à la fréquence d'essai sont réglées dans SIA 2042.
- NA.8.2.3.4.3 Les valeurs limites spécifiées dans le tableau NA.14 sont valables en présence d'un enrobage d'armature c_{nom} selon SIA 262.
- NA.8.2.3.4.4 Les valeurs limites pour la perméabilité à l'eau, la résistance aux chlorures et la résistance au gel/dégel en présence de sels de déverglaçage selon tableau NA.14, la valeur limite pour la résistance aux sulfates de $\Delta I_S = 1,0\%$ selon annexe D de la SIA 262/1:2019 et les valeurs limites pour la résistance à la RAG selon SIA 2042 sont valables pour une durée de service prévue de 50 ans.
- Pour la résistance à la carbonatation, il y a différentes valeurs limites en fonction de la durée de service prévue (50 ou 100 ans). Les notes du tableau NA.14 sont à considérer.
- NA.8.2.3.4.5 Les producteurs de béton, qui produisent du béton d'une classe d'exposition particulière et qui ont fait preuve de respecter les précédentes prescriptions d'essai pendant les 36 derniers mois, sont considérés comme producteurs avec une expérience suffisante pour ce béton. Les producteurs de béton ne satisfaisant pas à cette exigence, sont considérés comme producteurs sans expérience suffisante.
- NA.8.2.3.4.6 Les essais doivent être répartis d'une façon homogène sur la période de production.
- NA.8.2.3.4.7 Si plusieurs classes d'expositions sont combinées, il est en principe nécessaire d'exécuter tous les essais exigés pour chaque classe d'exposition selon tableau NA.14. En dérogation à ce principe, la perméabilité à l'eau (sauf si demandée par chiffre NA.8.2.3.5) et la résistance à la carbonatation ne doivent pas être déterminées lorsque la résistance aux chlorures doit l'être. Le contrôle d'un béton destiné à un ouvrage non armé peut déroger à ce principe.
- NA.8.2.3.4.8 La conformité à la propriété exigée est confirmée si
- l'essai a été réalisé de manière conforme à la norme et
 - un nombre suffisant d'essais a été réalisé (tableau NA.14) et
 - le nombre des résultats d'essai (valeurs moyennes) dont la valeur est supérieure à la valeur limite spécifiée ne dépasse pas le nombre acceptable de résultats spécifié dans le tableau 24 de la norme EN 206 et
 - si tous les résultats d'essai (valeurs moyennes) sont inférieurs à la valeur limite ou à la somme de la valeur limite + écart maximum admissible, selon le nombre d'essais.
- NA.8.2.3.4.9 Le non-respect de ces directives est considéré comme une non-conformité. Les mesures selon chiffre 8.4 et C.3.2 de EN 206 sont à prendre.
- NA.8.2.3.4.10 La constitution de familles de béton (FB) est permise. Les relations appliquées à ce propos doivent être fondées et compréhensibles. Le producteur doit prouver que les relations établies sont valables pour tous les bétons d'une famille de béton. Autrement, ce sont les directives du tableau NA.15 qui s'appliquent.
- NA.8.2.3.4.11 Les sortes de béton des familles FB 1 à FB 3 peuvent être combinées avec les bétons de la famille FB 4 ou FB 5, à condition que tous les bétons d'une combinaison présentent le même rapport e/c .
- NA.8.2.3.4.12 La réglementation de la fréquence des essais selon le tableau NA.14 est valable en principe pour chaque essai et pour chaque sorte de béton soumise à l'essai. Si différentes sortes de béton sont regroupées en familles de béton selon chiffre 8.2.3.4.10, cette réglementation est valable pour chaque famille de béton constituée.
- NA.8.2.3.4.13 Chaque membre d'une famille de béton doit être contrôlé au moins 1 fois par période de surveillance, à condition qu'il ait été produit pendant la période de surveillance correspondante. La fréquence (nombre d'essais par famille de béton, essai annuel par membre de famille) peut être réduite en accord avec l'organisme d'inspection lorsque les exigences sont satisfaites avec suffisamment de confiance.
- NA.8.2.3.4.14 Les valeurs limites spécifiées au tableau NA.14 ne sont valables que pour des éprouvettes confectionnées et conservées selon la norme SN EN 12390-2 (par ex. pour les essais dans le cadre du contrôle de production du producteur).
- Pour les essais et l'évaluation des carottes prélevées sur des éléments d'ouvrage les normes SIA 262/1 et SN EN 13670 s'appliquent.

NA.8.2.3.5 Preuve pour le béton étanche à l'eau

(nouveau) Les sortes de béton C à G (comme béton de masse volumique normale ou béton lourd) selon tableau NA.6 peuvent être considérées comme étanches à l'eau sous pression jusqu'à une hauteur de colonne d'eau de 10 m (max. 1 bar) et en cas d'épaisseurs d'éléments d'au moins 250 mm. Aucun essai n'est requis pour ces bétons dans ces conditions.

La sorte de béton B peut également être considérée comme étanche à l'eau sous pression jusqu'à une hauteur de colonne d'eau de 10 m (max. 1 bar) et en cas d'épaisseurs d'éléments d'au moins 250 mm lorsqu'elle remplit les exigences du tableau NA.14 en matière de perméabilité à l'eau (essai selon SIA 262/1:2019, annexe A).

Des investigations et/ou des essais complémentaires sont nécessaires, en cas

- de performances plus élevées en matière d'étanchéité selon la SIA 272 sont exigées ou
- d'épaisseurs d'élément d'ouvrage inférieures aux exigences de SIA 272, ou
- d'eau sous pression supérieure à une colonne d'eau d'env. 10 m (> 1 bar).

En cas d'eau sous pression supérieure à une colonne d'eau de 10 m, l'étanchéité à l'eau du béton doit être prouvée selon l'essai de la norme SN EN 12390-8.

Les exigences au béton léger sont à spécifier en fonction de l'élément d'ouvrage concerné.

Tableau NA.14 Prescriptions pour les essais de perméabilité à l'eau, de la résistance à la carbonatation, aux chlorures et au gel/dégel en présence de sels de déverglaçage

	Perméabilité à l'eau	Résistance à la carbonatation		Résistance aux chlorures	Résistance au gel/dégel en présence de sels de déverglaçage	
					moyenne	élevée
Essai selon norme SIA 262/1:2019	Annexe A	Annexe I		Annexe B	Annexe C	
Essai à réaliser pour les classes d'exposition (CH)	XC3 ¹⁾	XC3	XC4, XD1, XD2a, XF1	XD2b, XD3	XF2, XF3	XF4
L'essai doit être réalisé pour les sortes de béton selon tableau NA.5	Sorte B ¹⁾	Sorte B	Sortes C, D et E	Sortes F et G	Sortes D et F	Sortes E et G
Valeur limite pour la valeur moyenne	$q_w \leq 10 \text{ g/m}^2\text{h}$	$K_N \leq 6,5 \text{ mm/an}^{1/2}$ 2),3)	$K_N \leq 5,0 \text{ mm/an}^{1/2}$ 2),4)	$D_{Cl} \leq 10 \cdot 10^{-12} \text{ m}^2/\text{s}$	$m \leq 2500 \text{ g/m}^2$	$m \leq 200 \text{ g/m}^2$ ou $m \leq 600 \text{ g/m}^2$ et $\Delta_{m28} \leq (\Delta_{m6} + \Delta_{m14})$
Valeur limite pour la valeur moyenne + écart maximum admissible	$q_w \leq 12 \text{ g/m}^2\text{h}$	$K_N \leq 7,0 \text{ mm/an}^{1/2}$ 2),3)	$K_N \leq 5,5 \text{ mm/an}^{1/2}$ 2),4)	$D_{Cl} \leq 13 \cdot 10^{-12} \text{ m}^2/\text{s}$	$m \leq 3000 \text{ g/m}^2$	$m \leq 250 \text{ g/m}^2$ ou $m \leq 800 \text{ g/m}^2$ et $\Delta_{m28} \leq (\Delta_{m6} + \Delta_{m14})$
Fréquence d'essai pour les producteurs de béton <u>sans</u> expérience suffisante ⁵⁾	au moins 4 par an ou ou tous les 500 m ³ , > 4000 m ³ : tous les 1000 m ³ , > 17 000 m ³ : tous les 1250 m ³ , > 30 000 m ³ : tous les 1500 m ³ , > 60 000 m ³ : tous les 3000 m ³			au moins 4 par an ou ou tous les 125 m ³ , > 1000 m ³ : tous les 250 m ³ , > 2000 m ³ : tous les 500 m ³		
Fréquence d'essai pour les producteurs de béton <u>avec</u> expérience suffisante ⁵⁾	au moins 2 par an ou ou tous les 1000 m ³ , > 4000 m ³ : tous les 2000 m ³ , > 17 000 m ³ : tous les 2500 m ³ , > 30 000 m ³ : tous les 3000 m ³ , > 60 000 m ³ : tous les 6000 m ³			au moins 2 par an ou ou tous les 250 m ³ , > 1000 m ³ : tous les 500 m ³ , > 2000 m ³ : tous les 1000 m ³		

¹⁾ voir tableau NA.6, note 4.

²⁾ La valeur indiquée est valable pour une durée de service prévue de 50 ans.

³⁾ Pour XC3 et une durée de service prévue de 100 ans : $K_N \leq 4,5 \text{ mm/a}^{1/2}$ (valeur limite pour la valeur moyenne + écart maximum admissible : $5,0 \text{ mm/a}^{1/2}$). Si l'enrobage d'armature c_{nom} est porté de 35 mm (valeur de SIA 262) à 40 mm, la valeur limite de $K_N \leq 5,0 \text{ mm/a}^{1/2}$ (valeur limite pour la valeur moyenne + écart maximum admissible : $5,5 \text{ mm/a}^{1/2}$) s'applique.

⁴⁾ Pour XC4 et une durée de service prévue de 100 ans : $K_N \leq 4,5 \text{ mm/a}^{1/2}$ (valeur limite pour la valeur moyenne + écart maximum admissible : $5,0 \text{ mm/a}^{1/2}$).

⁵⁾ voir les chiffres NA.8.2.3.4.2 et NA.8.2.3.4.5.

Tableau NA.15 Exigences pour la constitution des familles de béton

Essai	FB	Exigence par rapport à	
		rapport e/c	Ajout d'un entraîneur d'air (LP)
Perméabilité à l'eau	1	$\leq 0,60$	non
Résistance à la carbonatation	2	$\leq 0,60$	non
Résistance aux chlorures	3	$\leq 0,45$	non
Résistance au gel/dégel en présence de sels de déverglaçage	4	$\leq 0,50$	non
Résistance au gel/dégel en présence de sels de déverglaçage	5	$\leq 0,50$	oui

NA.9.4 Essai

(2) Cette vérification doit être effectuée séparément pour chaque site de production.

NA.9.5 Composition du béton et essai initial

(complém.) Aucun essai initial n'est nécessaire pour les bétons suivants :

- pour des bétons ou des familles de béton similaires avec une longue expérience reconnue d'au moins 3 ans ou d'un volume de production $\geq 3000 \text{ m}^3$. La similitude doit être prouvée au moyen d'investigations concluantes avec des relations fondées et compréhensibles et/ou à l'aide d'expériences et résultats de tiers.
- pour des nouvelles formulations de béton qui sont obtenues par interpolation de compositions déjà produites et basées sur un ciment et des additions identiques, ou par extrapolation n'excédant pas 5 N/mm^2 de la résistance à la compression. Pour les sortes de béton C à G, les relations pour les propriétés de durabilité doivent être prouvées séparément par un échantillonnage ponctuel.
- pour des bétons dont la composition se situe à l'intérieur des limites inférieures et supérieures des plages de variation couvertes par les essais initiaux. Ceci est cependant limité aux conditions suivantes :
 - ciment: $\pm 25 \text{ kg/m}^3$
 - additions comme cendres volantes, laitier ou Hydrolith F200: $\pm 15 \text{ kg/m}^3$
 - addition fumée de silice: $\pm 5 \text{ kg/m}^3$
 - adjuvants : entre 0 et dosage maximal selon chiffre 5.2.6 EN 206.

NA.9.7 Dosage des constituants

(2) En ce qui concerne les tolérances des équipements de dosage les valeurs du tableau 26 EN 206 s'appliquent.

Le terme « camion malaxeur » est à remplacer par « camion malaxeur ou cuve agitatrice ».

Remarque Des gâchées en-dessous de 1 m^3 doivent être évitées.

NA.9.8 Malaxage du béton

(3) Dans un camion malaxeur ou dans une cuve agitatrice, la durée de malaxage complémentaire suite au malaxage principal dans la centrale à béton stationnaire ne doit pas être inférieure à 1 min/m^3 et pas moins de 5 minutes après ajout d'adjuvants ou fibres.

(4) Le terme « camion malaxeur » est à remplacer par « camion malaxeur ou cuve agitatrice ».

(complément)

NA.9.9 Procédures de contrôle de la production

tableau 28, ligne 3, col. 4 Avec l'essai du matériel de pesage on s'assurera que les exigences relatives aux équipements de dosage (tableau 26 EN 206) et les tolérances lors du dosage des constituants (tableau 27 EN 206) sont remplies. La fréquence est à spécifier selon les indications et recommandations du fabricant du matériel de pesage. Le type d'équipement, sa fragilité lors de l'utilisation et les conditions de production de la centrale sont à prendre en compte. Indépendamment de la durée de fonctionnement, le matériel de pesage doit être calibré au moins une fois par année.

- (7) Pour du béton autoplaçant (SCC), contrairement aux exigences du tableau 29 de EN 206 (ligne 8, colonne 5), l'essai de consistance selon SN EN 12350-8 doit être effectué au moins une fois par jour de production. Les autres directives d'essai restent inchangées.

NA.10.2 Évaluation, surveillance et certification du contrôle de la production

- (1) Selon l'annexe C EN 206, le contrôle de la production en usine de tous les producteurs de béton doit être (complém.) surveillé et certifié par un organisme suisse de certification accrédité.

Annexe A Essai initial (normative)

Cette annexe est valable.

A.4 Conditions d'essai

(5) Ce chiffre n'est pas pertinent, car en Suisse il n'existe pas de bétons standards selon chiffre 6.4.

(9) Les règlements de SIA 2030 s'appliquent.

Annexe B Essai d'identification (normative)

Cette annexe est valable.

B.2 Plan de prélèvement et de contrôle

(4) Sauf convention contraire, le résultat d'essai est la valeur moyenne de trois cubes 150 mm x 150 mm x 150 mm confectionnées à partir d'un échantillon de béton frais.

Cette directive s'applique pour tous les essais de résistance à la compression réalisés sur des éprouvettes confectionnées sur chantier.

B.5 Critères d'identification pour la teneur en fibres et l'homogénéité du béton frais

(1) En cas d'utilisation de fibres polymères de classe Ia ou Ib la méthode d'essai pour déterminer la teneur en fibres est à définir de manière spécifique à l'objet.

Classe II : Macrofibres avec un diamètre > 0,30 mm.

NOTE : Des fibres de classe II sont généralement utilisées lorsqu'une augmentation de la résistance en flexion résiduelle est demandée.

Annexe C Dispositions pour l'évaluation, la surveillance et la certification du contrôle de production (informative)

L'annexe C est une partie informative de la norme SN EN 206, mais elle est obligatoire pour tous les fabricants de béton, conformément au chiffre NA.10.2. Le chiffre NV.4 contient d'autres indications.

Annexe D Exigences complémentaires relatives à la spécification et à la conformité du béton destiné aux travaux géotechniques spéciaux (normative)

Les règlements dans l'annexe nationale NA s'appliquent concernant les exigences relatives au ciment (chiffre D.2.1 EN 206), à la teneur minimale en farines et en ciment (chiffre D.3.2 EN 206), au rapport e/c (chiffre D.3.3 EN 206) et au béton frais (consistance) (chiffre D.3.4 EN 206).

Annexe E Recommandations relatives à l'utilisation des granulats (informative)

Cette annexe n'est pas valable en Suisse et ne doit pas être appliquée. Les règlements dans l'annexe nationale NA font foi.

Annexe F Recommandations sur les valeurs limites de composition du béton (informative)

Cette annexe n'est pas valable en Suisse et ne doit pas être appliquée. Les règlements dans l'annexe nationale NA font foi.

Annexe G Lignes directrices pour les exigences relatives au béton autoplaçant à l'état frais (informative)

Cette annexe peut être appliquée. Elle contient des indications utiles.

Annexe H Règles d'application de la méthode C de 8.2.1.3 (informative)

Cette annexe peut être appliquée. Etant donné qu'il n'existe pas d'expérience en Suisse avec cette méthode, une prudence particulière est de mise.

Annexe J Dérogation afin de s'adapter à une réglementation espagnole notifiée (informative)

Cette annexe n'a pas de signification en Suisse.

Annexe K Familles de béton (informative)

L'annexe K fait partie normative intégrante de la norme SN EN 206.

Les règlements aux chiffres NA.8.2.3.4.10 à NA.8.2.3.4.13 et du tableau NA.15 de l'annexe nationale NA prévalent sur les indications et règlements de l'annexe K EN 206 en cas de contradiction.

Annexe L Recommandations complémentaires concernant certains paragraphes particuliers (informative)

Lorsque cela a été jugé nécessaire ou utile, ces recommandations ont été reprises dans l'annexe nationale NA.

Annexe M Informations relatives aux dispositions en vigueur sur le lieu d'utilisation (informative)

Les règles respectives font partie de l'annexe nationale NA.

Annexe nationale NB (normative)

Réglementations pour l'autorisation d'utilisation de ciments pour la production de béton selon la norme SN EN 206:2013+A2:2021

Note : Dans ce qui suit, on entend par SN EN 206 toujours SN EN 206:2013+A2:2021

NB.0 But

NB.0.1 L'annexe nationale NB fait partie normative intégrante de SN EN 206:2013+A2:2021.

NB.0.2 La présente annexe nationale NB règle l'emploi des ciments pour la production de bétons selon la norme SN EN 206 qui, jusqu'à présent, ne sont pas mentionnés dans le tableau NA.1 ou seulement avec des restrictions.

NB.1 Compétences

NB.1.1 Les organismes de certification suisses accrédités pour le ciment sont compétents pour l'autorisation d'utilisation d'un ciment pour la production de béton selon l'annexe nationale NB (ci-après nommés « organismes de certification pour ciment »).

NB.1.2 Seuls les laboratoires d'essai suisses accrédités pour les essais demandés sont autorisés à effectuer ces essais (ci-après nommés « laboratoires d'essai pour béton »).

NB.1.3 Les organismes de certification pour le béton doivent contrôler que seuls les ciments mentionnés dans le tableau NA.1 sont utilisés pour la production de béton (ci-après nommés « organismes de certification pour béton »).

NB.2 Requêtes

Concernant l'autorisation d'utilisation d'un ciment les requêtes NB.2.1 à NB.2.4 peuvent être soumises.

NB.2.1 Requête pour l'autorisation d'utilisation d'un ciment selon SN EN 197-1, qui n'est pas mentionné pour certaines classes d'exposition dans le tableau NA.1, c'est-à-dire qui n'est pas autorisé pour certains bétons (classes d'exposition).

NB.2.2 Requête pour l'autorisation d'utilisation d'un ciment selon SN EN 197-1, SN EN 197-5 et SN EN 14216, qui n'est pas mentionné dans le tableau NA.1 ou qui est seulement mentionné pour un autre producteur ou distributeur intermédiaire.

NB.2.3 Requête pour l'autorisation d'utilisation d'un ciment qui a été agréé par l'organisme suisse d'agrément ou certifié selon SIA 2049.

NB.2.4 Requête pour des essais complémentaires des ciments, pour lesquels tous les essais de durabilité selon la présente annexe nationale n'ont pas été exigés, resp. réalisés dans le cadre de leur processus d'autorisation d'utilisation initiale.

NB.2.5 Les requêtes selon NB.2.1 à NB.2.4 et leur autorisation sont liées au produit testé et à son producteur ou son distributeur intermédiaire.

NB.3 Requête et requérant

NB.3.1 La requête pour l'autorisation d'utilisation conformément au chiffre NB.2 peut être déposée seulement par le producteur ou par le distributeur intermédiaire du produit en question. La requête doit être déposée par écrit et doit comprendre au minimum les documents suivants :

- Requête formelle avec les informations suivantes :
 - Nom et adresse du requérant
 - Type du ciment faisant l'objet de la requête
 - Désignation du producteur
 - Nom et adresse du producteur
 - Evtl. demande de réduction du programme d'essai (voir chiffre NB.7)
 - Nom et adresse du laboratoire d'essai suisse accrédité pour le béton

- Documentation technique complémentaire du ciment ou de l'addition en question
 - Fiche technique du produit
 - Fiche de données de sécurité
 - Fiche de données sur le contrôle de qualité et de production
 - Documentation sur les expériences à long terme
 - Objets de référence
 - Rapport du laboratoire d'essai (si disponible)
- Contrats de surveillance existants
- Brève description du système d'assurance de qualité existant.

NB.3.2 Dès l'obtention d'un résultat positif à l'examen préliminaire de la requête selon chiffre NB.10.2, le requérant peut mandater un laboratoire d'essai suisse accrédité pour le béton pour l'exécution des essais (voir chiffre NB.9).

NB.4 Mélanges d'essai et de référence

NB.4.1 Généralités

NB.4.1.1 Les mélanges d'essai doivent couvrir le champ d'emploi prévu et sont ainsi distingués en bétons destinés au bâtiment et en bétons destinés au génie civil avec les classes d'expositions correspondantes.

NB.4.1.2 Une autorisation d'utilisation pour des bétons de bâtiment nécessite de produire et de tester les mélanges selon chiffre NB.4.2 tandis que celle pour des bétons de génie civil exige des tests sur les mélanges selon chiffre NB.4.3.

NB.4.1.3 Les mélanges d'essai qui ne satisfont pas à une des propriétés de durabilité dotée d'une valeur limite sont à produire et à tester trois fois de suite à des intervalles de 2 semaines au moins. Dans ce cas, la valeur moyenne sert de base pour l'évaluation.

NB.4.1.4 Les mélanges d'essai et de référence doivent avoir une consistance similaire.

NB.4.1.5 Les éprouvettes nécessaires pour les essais sont à confectionner à partir d'une seule gâchée. Le cas échéant, sont exclues de cette règle les éprouvettes nécessaires pour l'essai de résistance à la RAG.

NB.4.2 Bétons de bâtiment

Des mélanges d'essai avec le ciment à tester selon tableau NB.1 sont à confectionner et à tester.

Tableau NB.1 Liste des mélanges d'essai pour des bétons de bâtiment (D_{max} 32 mm)

Mélange d'essai n°	Classe(s) d'exposition (CH)	Exigences à la composition
1 (Sorte A)	XC2	rapport $e/c = 0,65$ dosage en ciment ¹⁾ = 280 kg/m ³
2 (Sorte B)	XC3	rapport $e/c = 0,60$ dosage en ciment ¹⁾ = 280 kg/m ³
3 (Sorte C)	XC4, XF1	rapport $e/c = 0,50$ dosage en ciment ¹⁾ = 300 kg/m ³

¹⁾ Sans prise en compte des additions

NB.4.3 Bétons de génie civil

NB.4.3.1 Des mélanges d'essai avec le ciment à tester selon tableau NB.2 sont à confectionner et à tester.

NB.4.3.2 Le mélange d'essai n° 7 est à utiliser pour l'essai de la résistance à la RAG.

Tableau NB.2 Liste des mélanges d'essai pour des bétons de génie civil (D_{max} 32 mm)

Mélange d'essai n°	Classe(s) d'exposition (CH)	Exigences à la composition
4 (Sorte D)	XC4, XD1, XF2	rapport $e/c = 0,50$ dosage en ciment ¹⁾ = 300 kg/m ³
5 (Sorte E)	XC4, XD1, XF4	rapport $e/c = 0,50$ dosage en ciment ¹⁾ = 300 kg/m ³ teneur min. en air 3,0 Vol. %
6 (Sorte F)	XC4, XD3, XF2	rapport $e/c = 0,45$ dosage en ciment ¹⁾ = 320 kg/m ³
7 (Sorte G)	XC4, XD3, XF4	rapport $e/c = 0,45$ dosage en ciment ¹⁾ = 320 kg/m ³ teneur min. en air 3,0 Vol. %

¹⁾ Sans prise en compte des additions

NB.5 Normes d'essais et prescriptions

Les normes SIA et CEN en vigueur s'appliquent pour les essais.

NB.6 Types d'essai

NB.6.1 Bétons de bâtiment

NB.6.1.1

Avec les mélanges d'essai n° 1 à 3 les essais suivants doivent être réalisés :

- Contrôle du béton frais (détermination de la masse volumique du béton frais, mesure de la consistance initiale et 45 minutes après le gâchage, détermination de la teneur en air).
- Résistance à la compression sur cube après 2, 7 et 28 jours.
- Essais de durabilité :
 - Perméabilité à l'eau selon la SIA 262/1:2019, annexe A (mélanges n° 1 à 3)
 - Résistance à la carbonatation selon la SIA 262/1:2019, annexe I (uniquement mélanges n° 2 et 3).

NB.6.1.2

Âge au début d'essai : 28 jours après la production.

NB.6.2 Bétons de génie civil

NB.6.2.1

Avec les mélanges d'essai n° 4 à 7 les essais suivants doivent être réalisés :

- Contrôle du béton frais (détermination de la masse volumique du béton frais, mesure de la consistance initiale et 45 minutes après le gâchage, détermination de la teneur en air)
- Résistance à la compression sur cube après 2, 7 et 28 jours
- Essais de durabilité :
 - Résistance à la carbonatation selon la SIA 262/1:2019, annexe I
 - Résistance aux chlorures selon la SIA 262/1:2019, annexe B
 - Résistance au gel/dégel en présence de sels de déverglaçage selon la SIA 262/1:2019, annexe C
 - Résistance à la RAG selon SIA 2042, SIA 262/1, annexe G et chiffre NB.6.2.3.

NB.6.2.2

Âge au début d'essai : 28 jours après la production (excepté l'essai de résistance à la RAG).

NB.6.2.3

Avec chacun des deux granulats différents (granulats A et B) deux mélanges d'essai n° 7 sont confectionnés, un avec le ciment de référence et l'autre avec le ciment à tester.

Après 20 semaines de durée d'essai de résistance à la RAG le mélange de référence n° 7.1 avec le ciment de référence et le granulats A doit atteindre une expansion de $\geq 0,250$ mm/m et le mélange de référence n° 7.2 avec le ciment de référence et le granulats B une expansion dans la plage comprise entre 0,110 mm/m et 0,220 mm/m.

Ciment de référence : CEM I 42,5 N, producteurs : Holcim (Schweiz) AG, Juracement Wildegg ou Vigier Reuchenette.

NB.7 Nombre d'essais

- NB.7.1** L'essai de résistance à la compression doit être exécuté avec une série de trois cubes 150 mm x 150 mm x 150 mm.
- NB.7.2** Le nombre d'éprouvettes à tester pour les essais de durabilité est défini par les dispositions de la SIA 262/1.
- NB.7.3** Dans le cas de produits pour lesquels on possède assez d'expérience documentée, l'organisme de certification pour ciment peut réduire le programme d'essai, par exemple dans le cas d'une requête d'autorisation pour une classe d'exposition supplémentaire à celles déjà mentionnées dans le tableau NA.1 ou bien lors d'essais complémentaires. Une demande de réduction du programme d'essai doit être motivée par le requérant et transmise pour approbation à l'organisme de certification pour ciment, accompagnée de la requête complète.

NB.8 Critères d'évaluation

- NB.8.1** Les résultats des essais sur béton frais ont uniquement un caractère informatif et ne sont pas évalués.
- NB.8.2** Les résultats des essais de résistance à la compression sont évalués pour les mélanges d'essai des bétons de bâtiment par rapport aux exigences en matière de classe de résistance à la compression selon tableau NA.5. Les résultats des essais de résistance à la compression des mélanges d'essai des bétons de génie civil ont un caractère informatif et ne sont pas évalués.
- NB.8.3** Les dispositions relatives aux essais de perméabilité à l'eau (PE), de résistance à la carbonatation (RCarb), de résistance aux chlorures (RCI) et de résistance au gel/dégel en présence de sels de déverglaçage (GDS) selon tableau NA.14 s'appliquent. Les valeurs limites correspondant à la valeur moyenne sont à respecter pour les mélanges d'essai pour lesquels ces essais sont demandés selon tableau NA.6 (tableau NB.3).

Les résultats des mélanges d'essai qui ne sont pas évalués individuellement sont à prendre en compte dans l'évaluation selon chiffre NB 9.2.

Tableau NB.3 Récapitulation des critères pour mélanges d'essai

Mélange d'essai n°	Les critères sont à satisfaire pour			
	PE	RCarb	RCI	GDS
1	pas exigé	pas testé	pas testé	pas testé
2	oui	oui	pas testé	pas testé
3	pas exigé	oui	pas testé	pas testé
4	pas testé	oui	pas exigé	oui (moyenne)
5	pas testé	oui	pas exigé	oui (élevée)
6	pas testé	pas exigé	oui	oui (moyenne)
7	pas testé	pas exigé	oui	oui (élevée)

- NB.8.4** Le SIA 2042 s'applique pour l'évaluation des résultats des essais de résistance à la RAG.

NB.9 Tâches du laboratoire d'essai pour béton

- NB.9.1** Le laboratoire d'essai pour béton traite en toute confidentialité l'intégralité des données du requérant.
- NB.9.2** Le laboratoire d'essai exécute les essais selon les conditions données aux chiffres NB.3 à NB.7 et résume les résultats dans un rapport. Ce rapport doit comprendre une évaluation des résultats selon les dispositions du chiffre NB.8 et une recommandation à l'attention de l'organisme de certification pour ciment.
- NB.9.3** Si certaines conditions selon chapitre NB.8 ne sont pas remplies, le laboratoire d'essai peut :
- recommander l'autorisation d'utilisation seulement pour certaines classes d'exposition,
 - recommander quand même l'autorisation d'utilisation. Pour de tels cas, une justification spéciale est nécessaire.

NB.10 Tâches de l'organisme de certification pour ciment

NB.10.1 Généralités

- NB.10.1.1 L'organisme de certification pour ciment traite en toute confidentialité l'entier des données du requérant.
- NB.10.1.2 L'organisme de certification pour ciment doit confirmer au requérant la réception de la requête et du rapport du laboratoire d'essai.
- NB.10.1.3 Les quantités de ciment nécessaires pour les essais doivent être prélevées sous la responsabilité de l'organisme de certification pour ciment.

NB.10.2 Examen préalable

- NB.10.2.1 Au moyen d'un examen préalable, l'intégralité et le contenu de la requête conformément au chiffre NB.2 sont jugés par l'organisme de certification pour ciment. Le résultat de cet examen préalable sera communiqué au requérant dans un délai de 4 semaines.

L'organisme de certification exigera si nécessaire des documents supplémentaires de la part du requérant.

- NB.10.2.2 L'organisme de certification pour ciment peut prescrire des essais supplémentaires dans le cas de requêtes pour l'autorisation d'utilisation de produits non réglementés par les normes européennes et/ou peu expérimentés en Suisse.

NB.10.3 Autorisation d'utilisation et révocation de l'autorisation

- NB.10.3.1 Une fois tous les documents nécessaires pour la requête conformément au chiffre NB.3 présentés, l'organisme de certification pour ciment dispose de 8 semaines pour délibérer sur la requête.
- NB.10.3.2 Le jugement de la requête se base non seulement sur la recommandation du laboratoire d'essai, mais aussi sur les données du contrôle de qualité et de production du produit à examiner, ainsi que sur les expériences avec le produit en question si celles-ci sont suffisamment documentées.
- NB.10.3.3 Si l'examen de la requête est positif, l'organisme de certification pour ciment informe le requérant que le ciment faisant l'objet de la requête obtient l'autorisation d'utilisation pour la production de béton selon la norme SN EN 206.
- NB.10.3.4 L'organisme de certification pour ciment informe, après attribution de l'autorisation, la commission 215 «Liants minéraux» et la commission SIA 262 «Construction en béton», ainsi que le directeur du groupe de travail «Béton».
- NB.10.3.5 L'organisme de certification pour ciment peut ajouter des conditions à l'autorisation d'utilisation des produits non réglementés par les normes européennes et/ou peu expérimentés en Suisse (par exemple sous forme d'une autorisation sous réserve). Dans des cas difficiles, il peut faire appel à un groupe d'experts.
- NB.10.3.6 Si les conditions faites par l'organisme de certification pour ciment ne sont pas remplies par le requérant, celui-là est obligé de révoquer l'autorisation d'utilisation et d'en informer le fabricant et les organismes de certification pour béton ainsi que le directeur du groupe de travail «Béton» de la commission SIA 262 «Construction en béton». Après une révocation de l'autorisation, le requérant n'a plus le droit d'offrir ce ciment pour du béton selon SN EN 206.

NB.10.4 Essais complémentaires

L'autorisation d'utilisation des ciments pour lesquels les essais complémentaires n'ont pas été réalisés jusqu'au délai imposé est révoquée selon chiffre NB.10.3.6.

NB.11 Publication

Le directeur du groupe de travail «Béton» de la commission SIA 262 «Construction en béton» est tenu à ce que le tableau NA.1 «Liste des ciments autorisés» publié sur le site internet de la SIA (www.sia.ch/registre), soit régulièrement mis à jour.

Annexe nationale NC (normative)

Réglementations pour l'autorisation d'utilisation d'additions et de combinaisons de ciment/additions pour la production de béton selon SN EN 206:2013+A2:2021

Note: Dans ce qui suit, on entend par SN EN 206 toujours SN EN 206:2013+A2:2021

NC.0 But

NC.0.1 L'annexe nationale NC fait partie normative intégrante de SN EN 206:2013+A2:2021.

NC.0.2 La présente annexe nationale NC règle l'autorisation d'utilisation des additions qui ne sont pas couvertes par le chiffre 5.1.6 de EN 206 ainsi que l'application du concept du coefficient k pour des combinaisons de ciment/addition ne correspondant pas au chiffre 5.2.5.2 de EN 206 ou de l'annexe nationale NA.

NC.1 Compétences

NC.1.1 Les organismes de certification suisses accrédités pour le ciment sont compétents pour l'autorisation d'utilisation d'une addition et d'une combinaison de ciment/addition sur la base du concept du coefficient k pour la production de béton selon l'annexe nationale NC (ci-après nommés «organismes de certification pour ciment»).

NC.1.2 Seuls les laboratoires d'essai suisses accrédités pour tous les essais sur béton exigés sont autorisés à effectuer les essais (ci-après nommés «laboratoires d'essai pour béton»).

NC.1.3 Les organismes de certification pour le béton doivent contrôler que seules les additions désignées et prouvées par le producteur ou le distributeur intermédiaire sont utilisées, en combinaison avec le ciment testé, pour la production de béton (ci-après nommés «organismes de certification pour béton»).

NC.2 Requêtes

Cette annexe règle le procédé à suivre pour les requêtes suivantes :

NC.2.1 Requête pour l'autorisation d'utilisation d'une combinaison d'un ciment qui est mentionné dans le tableau NA.1 ou pour lequel une autorisation d'utilisation selon chiffres NB.2.2 et NB.2.3 est demandée, et d'une addition réactive (type II) selon SN EN 206.

Le chiffre NC.2.1 s'applique aux cas qui sont décrits aux chiffres NA.5.2.5.2.2 à NA.5.2.5.2.5.

NC.2.2 Requête pour l'autorisation d'utilisation d'une addition selon NA.5.2.5.1(6) pour laquelle il n'existe pas de règles suisses pour l'utilisation selon SN EN 206.

NC.2.3 Requête pour des essais complémentaires des combinaisons d'un ciment et d'une addition réactive selon chiffre NC.2.1, ou d'une addition réactive selon chiffre NC.2.2, pour lesquelles pas tous les essais de durabilité selon cette annexe nationale ont été exigés, resp. réalisés lors de leur autorisation d'utilisation.

NC.2.4 Les requêtes selon chiffre NC.2.1 à NC.2.3 et leurs autorisations sont liées à la combinaison d'addition et de ciment testée, à l'addition réactive (type II) et à son producteur ou son distributeur intermédiaire.

NC.3 Requête et requérant

NC.3.1 La requête pour l'autorisation d'utilisation conformément au chiffre NC.2 peut être déposée seulement par le producteur ou par le distributeur intermédiaire du produit en question (par exemple le producteur de ciment). La requête doit être déposée par écrit et doit comprendre au minimum les documents suivants :

- Requête formelle avec les informations suivantes :
 - Nom et adresse du requérant
 - Type de la combinaison de ciment/addition ou de l'addition faisant l'objet de la requête
 - Désignation du producteur
 - Nom et adresse du producteur
 - Evtl. demande de réduction du programme d'essai (voir chiffre NC.7)
 - Nom et adresse du laboratoire d'essai suisse accrédité pour le béton

- Documentation technique complémentaire de l'addition ou de la combinaison de ciment/addition en question :
 - Fiche technique du produit
 - Fiche de données de sécurité
 - Fiche de données sur le contrôle de qualité et de production
 - Documentation sur les expériences à long terme
 - Objets de référence
 - Rapport du laboratoire d'essai (si disponible)
- Contrats de surveillance existants
- Brève description du système d'assurance de qualité existant

NC.3.2 Dès l'obtention d'un résultat positif à l'examen préliminaire de la requête selon chiffre NC.10.2, le requérant peut mandater un laboratoire d'essai suisse accrédité pour le béton pour l'exécution des essais (voir chiffre NC.9).

NC.4 Mélanges d'essai et de référence

NC.4.1 Généralités

NC.4.1.1 Les mélanges d'essai doivent couvrir le champ d'emploi prévu et sont ainsi distingués en bétons destinés au bâtiment et en bétons destinés au génie civil avec les classes d'expositions correspondantes.

NC.4.1.2 Une autorisation d'utilisation pour des bétons de bâtiment nécessite de produire et de tester les mélanges d'essai et de référence selon chiffre NC.4.4 tandis que celle pour des bétons de génie civil exige des tests sur les mélanges d'essai et de référence selon chiffre NC.4.5.

Les mélanges de référence ne sont utilisés que pour la détermination et l'évaluation de la résistance à la compression.

NC.4.1.3 Les mélanges d'essai qui ne satisfont pas à une des propriétés de durabilité dotée d'une valeur limite sont à produire et à tester trois fois de suite à des intervalles de 2 semaines au moins. Dans ce cas, la valeur moyenne sert de base pour l'évaluation.

NC.4.1.4 Les mélanges d'essai et de référence doivent avoir une consistance similaire.

NC.4.1.5 Les éprouvettes nécessaires pour les essais sont à confectionner à partir d'une seule gâchée. Le cas échéant, sont exclues de cette règle les éprouvettes nécessaires pour l'essai de résistance à la RAG.

NC.4.2 Requête selon chiffre NC.2.1

NC.4.2.1 Lors d'une requête selon chiffre NC.2.1, c'est le tableau NC.1 qui fait foi pour le coefficient k et le dosage maximum admissible de l'addition à tester en combinaison avec différents types de ciment. Les mélanges d'essai peuvent être préparés et testés avec le dosage maximum de l'addition en question (voir tableau NC.1, colonne 3). Lorsqu'un dosage réduit en addition est utilisé, l'autorisation d'utilisation, sous réserve d'une satisfaction des conditions selon chiffre NC.8, n'est valable que jusqu'au dosage en addition testé.

Tableau NC.1 Récapitulation des valeurs de coefficient k et de dosage maximum admissible de l'addition en combinaison avec différents types de ciment selon le type d'addition réactive (type II) à tester

1	2	3	4
Addition réactive	Coeff. k	Dosage max. en addition des mélanges d'essai en %-masse du dosage min. en ciment ¹⁾	Dosage en addition du mélange de référence en %-masse du dosage min. en ciment ¹⁾
Cendres volantes	0,4	25	33
Fumée de silice	1,0	11	11
Laitier	0,5	35	50
Hydrolith F200	0,4	20	25

¹⁾ Sans prise en compte des additions

NC.4.2.2 Pour l'essai de la résistance à la compression il est nécessaire de tester en parallèle avec chaque mélange d'essai un mélange de référence, qui doit être produit en laboratoire avec un ciment de référence, le même rapport e/c , la même granularité d'un granulats local et, le cas échéant, avec des adjuvants identiques.

Comme ciment de référence on choisira un ciment de type CEM I 42,5 N selon SN EN 197-1. Les mélanges de référence doivent être fabriqués et testés avec le dosage maximum en addition admis (voir tableau NC.1, colonne 3).

NC.4.3 Requête selon chiffre NC.2.2

NC.4.3.1 Lors d'une requête selon chiffre NC.2.2 pour l'autorisation d'utilisation d'une addition réactive avec un coefficient k défini et un dosage maximum à prendre en compte, chaque mélange d'essai doit être fabriqué et testé avec au moins 3 dosages d'addition différents. Ceci est illustré au moyen de l'exemple suivant (voir également tableau NC.2):

Mélange d'essai n° 1: rapport e/c max.= 0,65		Dosage en ciment = 280 kg/m ³
n° 1a	80 % ciment → 224 kg/m ³	20 % addition → 56 kg/m ³
n° 1b	70 % ciment → 196 kg/m ³	30 % addition → 84 kg/m ³
n° 1c	60 % ciment → 168 kg/m ³	40 % addition → 112 kg/m ³

NC.4.3.2 Se référer au chiffre NC.4.1.2 concernant les mélanges de référence. Un ciment de référence de type CEM I 42,5 N selon SN EN 197-1 doit être choisi.

NC.4.3.3 Lors d'une requête pour l'autorisation d'utilisation d'une addition selon NA.5.2.5.1(6), pour laquelle aucun coefficient k ne doit être défini, au moins les mélanges d'essais suivants doivent être fabriqués et testés avec le dosage maximum de cette addition:

- pour des bétons de bâtiment : mélange d'essai 1 et 3,
- pour des bétons de génie civil : mélange d'essai 5 et 7.

Un ciment du tableau NA.1 est à choisir pour la production de ces bétons.

NC.4.4 Bétons de bâtiment

NC.4.4.1 Des mélanges d'essai avec le ciment spécifié par le requérant et l'addition à tester selon tableau NC.2 et des mélanges de référence selon chiffre NC.4.1 sont à confectionner et à tester.

Tableau NC.2 Liste des mélanges d'essai pour des bétons de bâtiment (D_{max} 32 mm)

Mélange d'essai n°	Classe(s) d'exposition (CH)	Exigences à la composition
1 (Sorte A)	XC2	rapport e/c = 0,65 dosage en ciment ¹⁾ = 280 kg/m ³
2 (Sorte B)	XC3	rapport e/c = 0,60 dosage en ciment ¹⁾ = 280 kg/m ³
3 (Sorte C)	XC4, XF1	rapport e/c = 0,50 dosage en ciment ¹⁾ = 300 kg/m ³

¹⁾ Sans prise en compte des additions

NC.4.4.2 Lors d'une requête selon chiffre NC.2.2 l'addition à tester est à prendre en compte dans les mélanges d'essai n° 1 à 3 avec un coefficient k de 1,0 pour le rapport e/c et le dosage minimal en ciment.

NC.4.5 Bétons de génie civil

NC.4.5.1 Des mélanges d'essai avec le ciment à tester définis par le mandataire de l'addition à tester selon tableau NC.3 et des mélanges de référence sont à confectionner selon chiffre NC.4.1 et à tester.

Tableau NC.3 Liste des mélanges d'essai pour des bétons de génie civil (D_{max} 32 mm)

Mélange d'essai n°	Classe(s) d'exposition (CH)	Exigences à la composition
4 (Sorte D)	XC4, XD1, XF2	rapport $e/c = 0,50$ dosage en ciment ¹⁾ = 300 kg/m ³
5 (Sorte E)	XC4, XD1, XF4	rapport $e/c = 0,50$ dosage en ciment ¹⁾ = 300 kg/m ³ teneur min. en air 3,0 Vol. %
6 (Sorte F)	XC4, XD3, XF2	rapport $e/c = 0,45$ dosage en ciment ¹⁾ = 320 kg/m ³
7 (Sorte G)	XC4, XD3, XF4	rapport $e/c = 0,45$ dosage en ciment ¹⁾ = 320 kg/m ³ teneur min. en air 3,0 Vol. %

¹⁾ Sans prise en compte des additions

NC.4.5.2 Lors d'une requête selon chiffre NC.2.2 l'addition à tester est à prendre en compte dans les mélanges d'essai n° 4 à 7 avec un coefficient k de 1,0 pour le rapport e/c et le dosage minimal en ciment.

NC.4.6 Bétons pour pieux et parois moulées

NC.4.6.1 Lorsque la preuve est établie pour des bétons de bâtiment selon chiffre NC.4.4 et leur autorisation d'utilisation délivrée, cette preuve est également valable pour des bétons pour pieux et parois moulées en milieu sec (P1 et P3) ainsi que pour des bétons pour pieux et parois moulées temporaires sous l'eau (P2 et P4).

NC.4.6.2 Lorsque la preuve est établie pour des bétons de génie civil selon chiffre NC.4.5 et leur autorisation d'utilisation délivrée, cette preuve est également valable pour tous les bétons pour pieux et parois moulées.

NC.5 Normes d'essais et prescriptions

Les normes SIA et CEN en vigueur s'appliquent pour les essais.

NC.6 Types d'essai

NC.6.1 Bétons de bâtiment

NC.6.1.1 Avec les mélanges d'essai n° 1 à 3 les essais suivants doivent être réalisés :

- Contrôle du béton frais (détermination de la masse volumique du béton frais, mesure de la consistance initiale et 45 minutes après le gâchage, détermination de la teneur en air),
- Résistance à la compression sur cube après 2, 7 et 28 jours,
- Essais de durabilité :
 - Perméabilité à l'eau selon la SIA 262/1:2019, annexe A (mélanges n° 1 à 3),
 - Résistance à la carbonatation selon la SIA 262/1:2019, annexe I (uniquement mélanges n° 2 et 3).

NC.6.1.2 Avec les mélanges de référence n° 1 à 3, les essais suivants doivent être réalisés :

- Contrôle du béton frais (détermination de la masse volumique du béton frais, mesure de la consistance initiale et 45 minutes après le gâchage, détermination des teneurs en air),
- Résistance à la compression sur cube après 2, 7 et 28 jours.

NC.6.1.3 Âge au début d'essai : 28 jours après la production.

NC.6.2 Bétons de génie civil

- NC.6.2.1 Avec les mélanges d'essai n° 4 à 7 les essais suivants doivent être réalisés :
- Contrôle du béton frais (détermination de la masse volumique du béton frais, mesure de la consistance initiale et 45 minutes après le gâchage, détermination de la teneur en air),
 - Résistance à la compression sur cube après 2, 7 et 28 jours,
 - Essais de durabilité :
 - Résistance à la carbonatation selon la SIA 262/1:2019, annexe I,
 - Résistance aux chlorures selon la SIA 262/1:2019, annexe B,
 - Résistance au gel/dégel en présence de sels de déverglaçage selon la SIA 262/1:2019, annexe C,
 - Résistance à la RAG selon le SIA 2042 ; SIA 262/1:2019, annexe G et chiffre NC.6.2.4.
- NC.6.2.2 Avec les mélanges de référence n° 4 à 7, les essais suivants doivent être réalisés :
- Contrôle du béton frais (détermination de la masse volumique du béton frais, mesure de la consistance initiale et 45 minutes après le gâchage, détermination de la teneur en air),
 - Résistance à la compression sur cube après 2, 7 et 28 jours.
- NC.6.2.3 Âge au début d'essai : 28 jours après la production (excepté l'essai de résistance à la RAG).
- NC.6.2.4 Le chiffre NB.6.2.3 s'applique pour l'essai de résistance à la RAG. Parmi les trois mélanges d'essai exigés selon NC.4.3.1, seuls ceux avec le dosage en addition le plus faible (n° 1a) et le plus élevé (n° 1c) sont à tester.

NC.7 Nombre d'essais

- NC.7.1** L'essai de résistance à la compression doit être exécuté avec une série de trois cubes 150 mm x 150 mm x 150 mm.
- NC.7.2** Le nombre d'éprouvettes à tester pour les essais de durabilité est défini par les dispositions de la SIA 262/1.
- NC.7.3** Dans le cas de produits pour lesquels on possède assez d'expérience documentée, l'organisme de certification pour ciment peut réduire le programme d'essai, par exemple dans le cas d'une requête d'autorisation pour une classe d'exposition supplémentaire à celles déjà mentionnées dans le tableau NA.1. Une demande de réduction du programme d'essai doit être motivée par le requérant et transmise pour approbation à l'organisme de certification pour ciment, accompagnée de la requête complète.

NC.8 Critères d'évaluation

- NC.8.1** Les résultats des essais sur béton frais ont uniquement un caractère informatif et ne sont pas évalués.
- NC.8.2** Les résultats des essais de résistance à la compression de tous les mélanges d'essai sont évalués séparément pour chaque mélange d'essai et pour chaque mélange de référence. Les résultats sont exprimés sous forme de valeur moyenne et d'écart type pour chaque mélange. La résistance à la compression satisfait aux exigences, si les critères 1 et 2 sont remplis pour chaque mélange d'essai.
- Critère 1 :
La résistance à la compression à 28 jours de chaque mélange d'essai doit satisfaire aux exigences de la classe de résistance à la compression correspondante selon tableau NA.5.
- Critère 2 :
La valeur moyenne des rapports des valeurs de résistance des mélanges d'essai aux valeurs correspondantes des mélanges de référence pour les résistances à la compression à 2, 7 et 28 jours est calculée. Sur cette base,
2a) chaque rapport doit être $\geq 80\%$ et
2b) la valeur moyenne de tous les rapports doit être $\geq 90\%$.
- NC.8.3** Les dispositions relatives aux essais de perméabilité à l'eau (PE), de résistance à la carbonatation (RCarb), de résistance aux chlorures (RCI) et de résistance au gel/dégel en présence de sels de déverglaçage (GDS) selon tableau NA.14 s'appliquent. Les valeurs limites correspondant à la valeur moyenne sont à respecter pour les mélanges d'essai pour lesquels ces essais sont demandés selon tableau NA.6 (tableau NC.4).
- Les résultats des mélanges d'essai qui ne sont pas évalués individuellement sont à prendre en compte dans l'évaluation selon chiffre NC.9.2.

Tableau NC.4 Récapitulation des critères pour mélanges d'essai

Mélange d'essai n°	Les critères sont à satisfaire pour			
	PE	RCarb	RCI	GDS
1	pas exigé	pas testé	pas testé	pas testé
2	oui	oui	pas testé	pas testé
3	pas exigé	oui	pas testé	pas testé
4	pas testé	oui	pas exigé	oui (moyenne)
5	pas testé	oui	pas exigé	oui (élevée)
6	pas testé	pas exigé	oui	oui (moyenne)
7	pas testé	pas exigé	oui	oui (élevée)

NC.8.4 SIA 2042 s'applique pour l'évaluation des résultats des essais de résistance à la RAG.

NC.8.5 La spécification du coefficient k et du dosage maximum d'une addition selon chiffre NC.2.2 à prendre en compte s'appuie sur les résultats des essais de résistance à la compression à 28 jours, sur la montée en résistance de compression et sur les résultats des essais de durabilité.

NC.9 Tâches du laboratoire d'essai pour béton

NC.9.1 Le laboratoire d'essai pour béton traite en toute confidentialité l'intégralité des données du requérant.

NC.9.2 Le laboratoire d'essai pour béton exécute les essais selon les conditions données aux chiffres NC.3 à NC.7 et résume les résultats dans un rapport. Ce rapport doit comprendre une évaluation des résultats selon les dispositions du chiffre NC.8 et une recommandation à l'attention de l'organisme de certification pour ciment.

NC.9.3 Si certaines conditions selon chapitre NC.8 ne sont pas remplies, le laboratoire d'essai peut :

- recommander l'autorisation d'utilisation seulement pour certaines classes d'exposition,
- recommander quand même l'autorisation d'utilisation. Pour de tels cas, une justification spéciale est nécessaire.

NC.10 Tâches de l'organisme de certification pour ciment

NC.10.1 Généralités

NC.10.1.1 L'organisme de certification pour ciment traite en toute confidentialité l'entier des données du requérant.

NC.10.1.2 L'organisme de certification pour ciment doit confirmer au requérant la réception de la requête et du rapport du laboratoire d'essai.

NC.10.1.3 Les quantités de ciment et d'addition nécessaires pour les essais doivent être prélevées sous la responsabilité de l'organisme de certification pour ciment.

NC.10.2 Examen préalable

NC.10.2.1 Au moyen d'un examen préalable, l'intégralité et le contenu de la requête conformément au chiffre NC.2 sont jugés par l'organisme de certification pour ciment. Le résultat de cet examen préalable sera communiqué au requérant dans un délai de 4 semaines.

L'organisme de certification exigera si nécessaire des documents supplémentaires de la part du requérant.

NC.10.2.2 L'organisme de certification pour ciment peut prescrire des essais supplémentaires dans le cas de requêtes pour l'autorisation d'utilisation de produits non réglementés par les normes européennes et/ou peu expérimentés en Suisse.

NC.10.2.3 Dans le cadre des requêtes NC.2.2 pour l'autorisation d'utilisation d'une addition selon NA.5.2.5.1(6), la commission SIA 262 « Construction en béton » décide de l'ampleur et l'autorisation d'utilisation et elle définit les détails relatifs au contrôle de la production et les critères de conformité ainsi que la procédure d'évaluation et de vérification de la constance des performances (EVCP).

Pour des produits pour lesquels il n'y a pas d'expérience en Suisse, la commission SIA 262 « Construction en béton » peut demander des essais supplémentaires.

NC.10.3 Autorisation d'utilisation et révocation de l'autorisation

NC.10.3.1 Une fois tous les documents nécessaires pour la requête conformément au chiffre NC.2 présentés, l'organisme de certification pour ciment dispose de 8 semaines pour délibérer sur la requête.

NC.10.3.2 Le jugement de la requête se base non seulement sur la recommandation du laboratoire d'essai mais aussi sur les données du contrôle de qualité et de production du produit à examiner, ainsi que sur les expériences avec le produit en question si celles-ci sont suffisamment documentées.

NC.10.3.3 Si l'examen de la requête est positif, l'organisme de certification pour ciment informe le requérant que le ciment faisant l'objet de la requête obtient l'autorisation d'utilisation pour la production de béton selon la norme SN EN 206.

NC.10.3.4 L'organisme de certification pour ciment informe, après attribution de l'autorisation, la commission 215 « Liants minéraux » et la commission SIA 262 « Construction en béton », ainsi que le directeur du groupe de travail « Béton ».

NC.10.3.5 L'organisme de certification pour ciment peut ajouter des conditions à l'autorisation d'utilisation pour une combinaison ciment/addition ou une addition non réglementée par les normes européennes et/ou peu expérimentée en Suisse (par exemple sous forme d'une autorisation sous réserve) et/ou peut solliciter une autorisation supplémentaire de la commission SIA 215 « Liants minéraux » et la commission SIA 262 « Construction en béton ».

Pour les requêtes NC.2.2 pour l'autorisation d'utilisation d'une addition selon NA.5.2.5.2.1(6), la commission SIA 262 « Construction en béton » décide de l'autorisation.

NC.10.3.6 Si les conditions faites par l'organisme de certification pour ciment ne sont pas remplies par le requérant, celui-là est obligé de révoquer l'autorisation d'utilisation et d'en informer le fabricant et les organismes de certification pour béton ainsi que le directeur du groupe de travail « Béton » de la commission SIA 262 « Construction en béton ». Après une révocation de l'autorisation, le requérant n'a plus le droit d'offrir cette combinaison ciment/addition ou cette addition pour du béton selon SN EN 206.

NC.10.4 Essais complémentaires

L'autorisation d'utilisation des combinaisons d'un ciment et d'une addition réactive, ou d'une addition réactive, pour lesquelles les essais complémentaires n'ont pas été réalisés jusqu'au délai imposé est révoquée selon chiffre NC.10.3.6.

NC.11 Publication

Le directeur du groupe de travail « Béton » de la commission SIA 262 veille à ce que les tableaux NA.2 et NA.2a dans le « Registre des ciments, adjuvants et combinaisons de ciments et d'adjuvants autorisés » sur le site Internet de la SIA sous www.sia.ch/registre soit constamment mis à jour.

Annexe nationale (normative)

Réglementation relative à l'application du concept de performance équivalente

Cette réglementation est encore en cours d'élaboration et pourra éventuellement être seulement publiée après la publication des nouveaux éléments nationaux. Jusqu'au moment de la publication de l'annexe nationale ND, le concept de performance équivalente ne doit pas être utilisé en Suisse.

Version Française

Béton - Spécification, performances, production et conformité

Beton - Festlegung, Eigenschaften, Herstellung und Konformität

Concrete - Specification, performance, production and conformity

La présente Norme européenne a été adoptée par le CEN le 27 Juillet 2016 et comprend l'amendement 2 adopté par le CEN le 4 Janvier 2021.

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-CENELEC 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-CENELEC, a le même statut que les versions officielles.

Les membres du CEN sont les organismes nationaux de normalisation des pays suivants: Allemagne, Autriche, Belgique, Bulgarie, Chypre, Croatie, Danemark, Espagne, Estonie, Finlande, France, Grèce, Hongrie, Irlande, Islande, Italie, Lettonie, Lituanie, Luxembourg, Malte, Norvège, Pays-Bas, Pologne, Portugal, République de Macédoine du Nord, République de Serbie, République Tchèque, Roumanie, Royaume-Uni, Slovaquie, Slovénie, Suède, Suisse et Turquie.



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

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

Sommaire

	Page
Avant-propos européen	6
Introduction	8
1 Domaine d'application	9
2 Références normatives	10
3 Termes, définitions, symboles et abréviations	12
3.1 Termes et définitions.....	12
3.1.1 Généralités.....	12
3.1.2 Constituants	15
3.1.3 Béton frais.....	17
3.1.4 Béton durci	19
3.1.5 Contrôle de la conformité et de la production.....	20
3.2 Symboles et abréviations	22
4 Classification.....	23
4.1 Classes d'exposition en fonction des actions dues à l'environnement	23
4.2 Classes de propriétés du béton frais	26
4.2.1 Classes de consistance	26
4.2.2 Classes de propriétés supplémentaires du BAP.....	28
4.3 Classes de propriétés du béton durci.....	29
4.3.1 Classes de résistance à la compression.....	29
4.3.2 Classes de masse volumique du béton léger	30
5 Exigences relatives au béton et méthodes de vérification	31
5.1 Exigences fondamentales relatives aux constituants	31
5.1.1 Généralités.....	31
5.1.2 Ciment	31
5.1.3 Granulats.....	31
5.1.4 Eau de gâchage	32
5.1.5 Adjuvants	32
5.1.6 Additions (y compris les fillers minéraux et les pigments).....	32
5.1.7 Fibres.....	32
5.2 Exigences fondamentales relatives à la composition du béton.....	32
5.2.1 Généralités.....	32
5.2.2 Choix du ciment	33
5.2.3 Choix des granulats	33
5.2.4 Utilisation de l'eau de gâchage	34
5.2.5 Utilisation d'additions	34
5.2.6 Utilisation d'adjuvants	37
5.2.7 Utilisation de fibres	38
5.2.8 Teneur en chlorures.....	38
5.2.9 Température du béton	39
5.3 Exigences liées aux classes d'exposition.....	39
5.3.1 Généralités.....	39
5.3.2 Valeurs limites pour la composition du béton	39
5.3.3 Méthodes performantielles	40

5.4	Exigences relatives au béton frais	40
5.4.1	Consistance, viscosité apparente, aptitude à l'écoulement et résistance à la ségrégation	40
5.4.2	Teneur en ciment et rapport eau/ciment	41
5.4.3	Teneur en air	42
5.4.4	Teneur en fibres	42
5.5	Exigences relatives au béton durci	42
5.5.1	Résistance	42
5.5.2	Masse volumique	43
5.5.3	Résistance à la pénétration de l'eau	43
5.5.4	Réaction au feu	44
6	Spécification du béton	44
6.1	Généralités	44
6.2	Spécification des bétons à propriétés spécifiées	45
6.2.1	Généralités	45
6.2.2	Données de base	45
6.2.3	Données complémentaires	46
6.3	Spécification du béton à composition prescrite	46
6.3.1	Généralités	46
6.3.2	Données de base	47
6.3.3	Données complémentaires	47
6.4	Spécification des bétons à composition prescrite dans une norme	47
7	Livraison de béton frais	48
7.1	Informations fournies par l'utilisateur du béton au producteur	48
7.2	Informations fournies par le producteur du béton à l'utilisateur	48
7.3	Bon de livraison pour le béton prêt à l'emploi	49
7.4	Informations fournies à la livraison pour le béton de chantier	50
7.5	Ajustements du mélange après le malaxage principal et avant le déchargement	50
8	Contrôle de la conformité et critères de conformité	51
8.1	Généralités	51
8.2	Contrôle de la conformité des bétons à propriétés spécifiées	51
8.2.1	Contrôle de la conformité de la résistance à la compression	51
8.2.2	Contrôle de la conformité de la résistance en traction par fendage	56
8.2.3	Contrôle de la conformité des propriétés autres que la résistance	57
8.3	Contrôle de la conformité des bétons à composition prescrite, y compris les bétons à composition prescrite dans une norme	62
8.4	Mesures à prendre en cas de non-conformité du produit	63
9	Contrôle de la production	63
9.1	Généralités	63
9.2	Systèmes de contrôle de la production	64
9.3	Informations à consigner et autres documents	64
9.4	Essais	66
9.5	Composition du béton et essais initiaux	66
9.6	Personnel, équipement et installation	66
9.6.1	Personnel	66
9.6.2	Équipement et installation	67
9.7	Dosage des constituants	68
9.8	Malaxage du béton	68
9.9	Procédures de contrôle de la production	69
10	Évaluation de la conformité	73
10.1	Généralités	73

10.2	Évaluation, surveillance et certification du contrôle de la production	74
11	Désignation des bétons à propriétés spécifiées.....	74
Annexe A (normative) Essai initial		
A.1	Généralités.....	75
A.2	Partie responsable des essais initiaux	75
A.3	Fréquence des essais initiaux.....	75
A.4	Conditions d'essai	75
A.5	Critères d'adoption des essais initiaux	76
Annexe B (normative) Essai d'identification		
B.1	Généralités.....	77
B.2	Plan d'échantillonnage et d'essais	77
B.3	Critères d'identification pour la résistance à la compression	77
B.3.1	Béton soumis à une certification du contrôle de la production	77
B.3.2	Béton non soumis à une certification du contrôle de la production	78
B.4	Critères d'identification pour la consistance et la teneur en air	78
B.5	Critères d'identification pour la teneur en fibres et l'homogénéité du béton frais	78
Annexe C ^[A₂] (informative) ^[A₂] Dispositions pour l'évaluation, la surveillance et la certification du contrôle de la production		
C.1	Généralités.....	79
C.2	Tâches incombant à l'organisme de contrôle	79
C.2.1	Évaluation initiale du contrôle de la production.....	79
C.2.2	Surveillance continue du contrôle de la production	80
C.3	Tâches incombant à l'organisme de certification.....	81
C.3.1	Certification du contrôle de la production.....	81
C.3.2	Mesures en cas de non-conformité	81
Annexe D (normative) Exigences complémentaires relatives à la spécification et à la conformité du béton destiné aux travaux géotechniques spéciaux		
D.1	Généralités.....	83
D.2	Constituants	83
D.2.1	Ciment	83
D.2.2	Granulats.....	84
D.3	Béton.....	84
D.3.1	Exigences générales relatives à la spécification et à l'acceptation de la formulation.....	84
D.3.2	Teneur minimale en fines et teneur minimale en ciment	85
D.3.3	Rapport eau/ciment.....	86
D.3.4	Béton frais.....	86
Annexe E (informative) Recommandations relatives à l'utilisation des granulats		
E.1	Généralités.....	87
E.2	Granulats naturels de masse volumique normale ou lourds et laitier de haut-fourneau refroidi par air	87
E.3	Recommandations pour l'utilisation de gravillons recyclés	88
E.4	Recommandations relatives à l'utilisation de granulats légers	89
Annexe F (informative) Recommandations sur les valeurs limites de composition du béton		
Annexe G (informative) Lignes directrices pour les exigences relatives au béton auto-plaçant à l'état frais		
G.1	Généralités.....	92
G.2	Recommandations concernant la classification du béton auto-plaçant	93
G.2.1	Consistance.....	93
G.2.2	Viscosité.....	93

G.2.3	Aptitude à l'écoulement	93
G.2.4	Résistance à la ségrégation	93
Annexe H	(informative) Règles d'application de la méthode C de 8.2.1.3.....	94
H.1	Introduction	94
H.2	Contrôle basé sur le système CUSUM.....	94
H.3	Contrôle basé sur des cartes de Shewhart à limites modifiées par mesures.....	95
Annexe J	(informative) Dérogation afin de s'adapter à une réglementation espagnole notifiée.....	96
Annexe K	(informative) Familles de bétons.....	97
K.1	Généralités	97
K.2	Sélection de la famille de bétons	97
K.3	Arbre de décision pour l'évaluation d'un membre et la conformité d'une famille de bétons	98
Annexe L	(informative) Recommandations complémentaires concernant certains paragraphe particuliers	99
Annexe M	(informative) Informations relatives aux dispositions en vigueur sur le lieu d'utilisation.....	102
Bibliographie	104

Avant-propos européen

A₂ Le présent document (EN 206:2013+A2:2021) a été élaboré par le comité technique CEN/TC 104 « Béton et produits relatifs au béton », dont le secrétariat est tenu par SN.

La présente Norme européenne devra recevoir le statut de norme nationale, soit par publication d'un texte identique, soit par entérinement, au plus tard en septembre 2021 et les normes nationales en contradiction devront être retirées au plus tard en septembre 2021.

L'attention est appelée sur le fait que certains des éléments du présent document peuvent faire l'objet de droits de propriété intellectuelle ou de droits analogues. Le CEN ne saurait être tenue pour responsable de ne pas avoir identifié de tels droits de propriété et averti de leur existence.

Sur la base d'une décision du CEN/BT (DÉCISION BT 42/2013), l'EN 12620:2013 a été annulée. Par conséquent, le présent document a été aligné sur les spécifications données dans l'EN 12620:2002+A1:2008. Dès que le CEN/TC 154 publiera une nouvelle version de l'EN 12620, le CEN/TC 104 amendera l'EN 206.

Le présent document inclut l'Amendement 1, approuvé par le CEN le 27 juillet 2016, et l'Amendement 2, approuvé par le CEN le 4 janvier 2021.

Le début et la fin du texte ajouté ou modifié par l'amendement sont indiqués dans le texte par des repères **A₁**, **A₁** et **A₂**, **A₂**.

Le présent document remplace l'EN 206:2013+A1:2016.

Lors de l'élaboration de l'EN 206:2013, les points essentiels suivants ont notamment fait l'objet d'une révision :

- a) ajout de règles d'application pour le béton renforcé par des fibres et le béton contenant des granulats recyclés ;
- b) révision du concept de coefficient k pour les cendres volantes et les fumées de silice et ajout de nouvelles règles pour le laitier granulé de haut-fourneau moulu ;
- c) ajout de principes relatifs aux concepts de performance pour l'utilisation d'additions, notamment le concept de performance équivalente du béton et le concept de performance équivalente de combinaison ;
- d) révision et ajout de nouveaux concepts pour l'évaluation de la conformité ;
- e) intégration de l'EN 206-9, « Règles complémentaires pour le béton auto-plaçant » ;
- f) ajout d'exigences complémentaires pour le béton destiné aux travaux géotechniques spéciaux (Annexe D).

NOTE L'Annexe D a été élaborée conjointement par le CEN/TC 104 et le CEN/TC 288.

L'Amendement 2 correspond à des modifications jugées nécessaires pour clarifier les recommandations relatives à l'évaluation de la conformité indiquées au paragraphe 10.2 ainsi qu'à la correction du statut de l'Annexe C qui devient informative. **A₂**

La Figure 1 illustre les relations entre l'EN 206 et les normes de calcul et d'exécution, les normes relatives aux constituants et les normes d'essais.

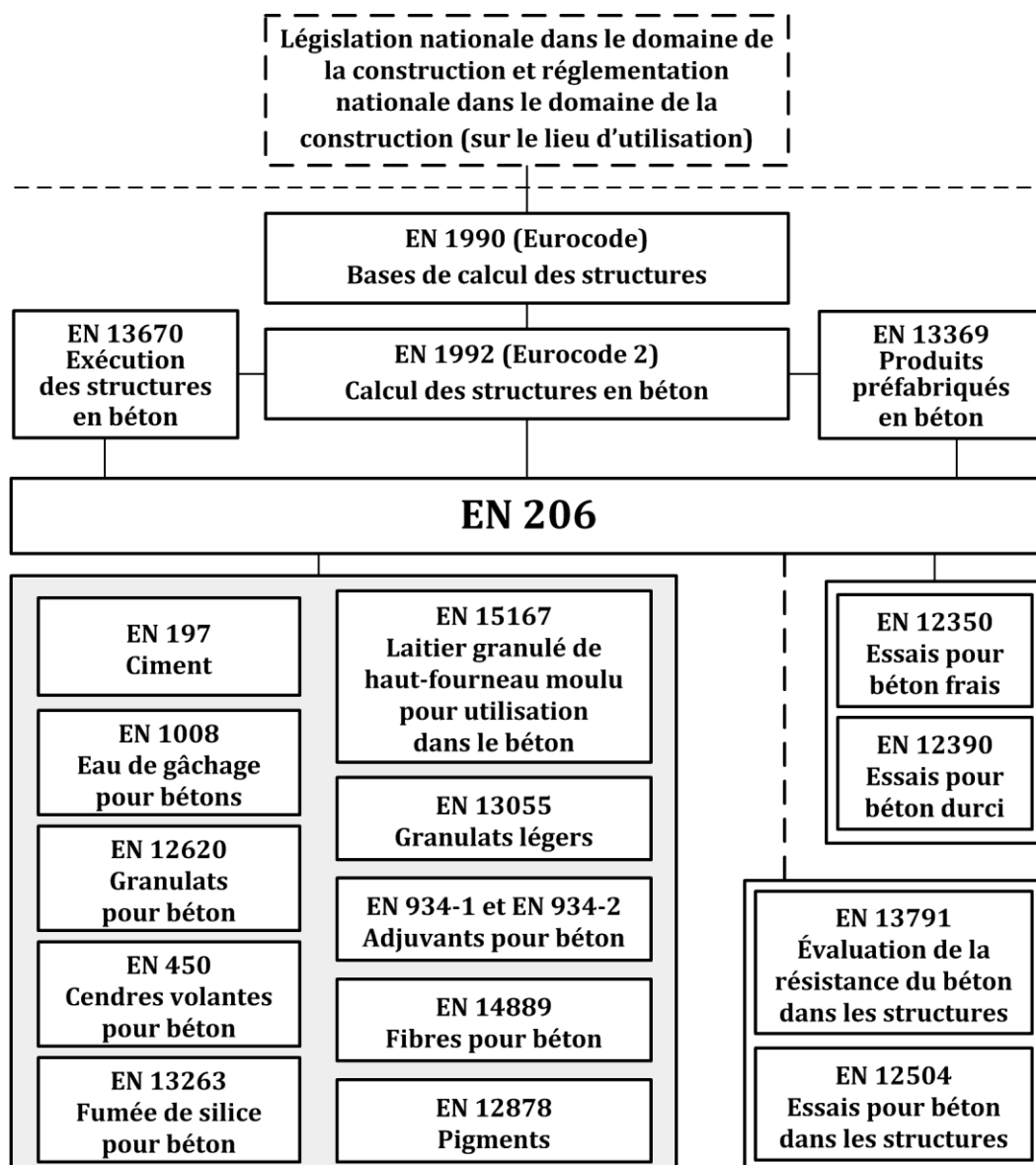


Figure 1 — Relations entre l'EN 206 et les normes de calcul et d'exécution, les normes relatives aux constituants et les normes d'essais

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, Croatie, Chypre, Danemark, Espagne, Estonie, Finlande, France, Grèce, Hongrie, Irlande, Islande, Italie, Lettonie, Lituanie, Luxembourg, Malte, Norvège, Pays-Bas, Pologne, Portugal, République de Macédoine du Nord, République tchèque, Roumanie, Royaume-Uni, Serbie, Slovaquie, Slovénie, Suède, Suisse et Turquie.

Introduction

La présente Norme européenne est destinée à être appliquée dans des conditions climatiques et géographiques variées, avec divers niveaux de protection et différentes traditions et expériences régionales bien établies. C'est pourquoi des classes de propriétés du béton ont été définies dans cette norme. Lorsque de telles solutions générales n'ont pu être trouvées, les articles concernés autorisent l'application de dispositions en vigueur sur le lieu d'utilisation du béton.

La présente Norme européenne contient des règles d'utilisation pour les constituants relevant de Normes européennes. Les constituants qui ne sont pas traités dans des Normes européennes peuvent être utilisés conformément aux dispositions en vigueur sur le lieu d'utilisation du béton.

Si le béton est conforme aux valeurs limites spécifiées, le béton dans la structure est présumé satisfaire aux exigences de durabilité pour l'utilisation prévue dans les conditions d'environnement spécifiques, dans la mesure où :

- les classes d'exposition ont été correctement sélectionnées ;
- l'épaisseur de béton est au moins égale à l'épaisseur minimale d'enrobage des armatures requise dans la norme de calcul pertinente pour les conditions d'environnement spécifiques, par exemple l'EN 1992-1-1 ;
- le béton est correctement mis en place, serré et soumis à une cure, par exemple conformément à l'EN 13670 ou toute autre norme pertinente ;
- la maintenance appropriée est réalisée.

Des concepts fondés sur les performances sont en cours de développement pour servir d'alternative au concept de valeurs limites.

Un béton conforme à la présente Norme européenne peut être considéré comme satisfaisant aux exigences fondamentales des matériaux à utiliser dans les trois classes d'exécution définies dans l'EN 13670.

La présente Norme européenne définit les tâches du prescripteur, du producteur et de l'utilisateur. Par exemple, le prescripteur est responsable de la spécification du béton, Article 6, et le producteur est responsable du contrôle de la conformité et de la production, Articles 8 et 9. L'utilisateur est responsable de la mise en place du béton dans la structure. En pratique, il est possible que plusieurs entités différentes spécifient des exigences à différents stades de la conception et de la construction, par exemple le client, le concepteur, l'entrepreneur et le sous-traitant responsable du bétonnage. Chacun est responsable de la transmission des exigences spécifiées et des éventuelles exigences complémentaires au maillon suivant de la chaîne, jusqu'au producteur. Au sens de cette Norme européenne, la compilation finale est désignée par le terme « spécification du béton ». Inversement, le prescripteur, le producteur et l'utilisateur peuvent être la même entité (par exemple, un producteur de béton préfabriqué ou un entrepreneur réalisant la conception et la construction). Dans le cas du béton prêt à l'emploi, l'acheteur du béton frais est le prescripteur qui fournit la spécification du béton au producteur.

La présente Norme européenne traite également des échanges d'informations nécessaires entre les différentes parties. Les questions contractuelles ne sont pas abordées. Lorsque des responsabilités sont attribuées aux parties impliquées, il ne s'agit que de responsabilités d'ordre technique.

Dans cette norme, les notes dans les tableaux et les notes de bas de tableaux sont normatives, sauf spécification contraire, et les autres notes et notes de bas de page sont informatives.

D'autres explications et recommandations sur l'application de cette norme sont données dans d'autres documents, comme les rapports techniques du CEN.

1 Domaine d'application

(1) La présente Norme européenne s'applique au béton destiné aux structures coulées en place, aux structures préfabriquées, ainsi qu'au béton destiné aux produits préfabriqués structurels pour bâtiments et structures de génie civil.

(2) Le béton relevant de la présente Norme européenne peut être :

- lourd, léger ou de masse volumique normale ;
- fabriqué sur chantier, prêt à l'emploi ou produit dans une usine de fabrication de produits préfabriqués ;
- compacté ou auto-plaçant, de telle manière que la quantité d'air occlus autre que l'air entraîné soit négligeable.

(3) La présente norme spécifie les exigences pour :

- les constituants du béton ;
- les propriétés du béton frais et du béton durci et leur vérification ;
- les limitations imposées à la composition du béton ;
- la spécification du béton ;
- la livraison du béton frais ;
- les procédures de contrôle de production ;
- les critères de conformité et l'évaluation de la conformité.

(4) D'autres Normes européennes relatives à des produits spécifiques, par exemple des produits préfabriqués, ou à des procédés entrant dans le domaine d'application de la présente norme, peuvent nécessiter ou autoriser des dérogations.

(5) Des exigences complémentaires ou différentes peuvent être données pour des applications spécifiques dans d'autres Normes européennes, par exemple :

- béton destiné aux routes et autres aires de circulation (par exemple, chaussées en béton selon l'EN 13877-1) ;
- technologies spéciales (par exemple, béton projeté selon l'EN 14487).

(6) Des exigences complémentaires ou des modes opératoires d'essais différents peuvent être définis pour des types de béton et des applications spécifiques, notamment :

- le béton pour les structures massives (par exemple, barrages) ;
- le béton prémélangé à sec ;
- le béton avec une dimension D_{\max} inférieure ou égale à 4 mm (mortier) ;

- les bétons auto-plaçants (BAP) contenant des fibres ou des granulats légers ou lourds ;
- le béton à structure ouverte (par exemple, béton drainant poreux).

(7) La présente norme ne s'applique pas :

- au béton aéré ;
- au béton-mousse ;
- au béton de masse volumique inférieure à 800 kg/m³ ;
- au béton réfractaire.

(8) La présente norme ne couvre pas les exigences relatives à la santé et à la sécurité pour la protection des opérateurs lors de la production et de la livraison de béton.

2 Références normatives

Les documents ci-après, dans leur intégralité ou non, sont des références normatives indispensables à 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 196-2, *Méthodes d'essais des ciments — Partie 2 : Analyse chimique des ciments*

EN 197-1, *Ciment — Partie 1 : Composition, spécifications et critères de conformité des ciments courants*

EN 450-1, *Cendres volantes pour béton — Partie 1 : Définition, spécification et critères de conformité*

EN 934-1:2008, *Adjuvants pour béton, mortier et coulis — Partie 1 : Exigences communes*

EN 934-2, *Adjuvants pour bétons, mortier et coulis — Partie 2 : Adjuvants pour béton — Définitions, exigences, conformité, marquage et étiquetage*

EN 1008, *Eau de gâchage pour bétons — Spécifications d'échantillonnage, d'essais et d'évaluation de l'aptitude à l'emploi, y compris les eaux des processus de l'industrie du béton, telle que l'eau de gâchage pour béton*

EN 1097-3, *Essais pour déterminer les caractéristiques mécaniques et physiques des granulats — Partie 3 : Méthode pour la détermination de la masse volumique en vrac et de la porosité intergranulaire*

EN 1097-6:2013, *Essais pour déterminer les caractéristiques mécaniques et physiques des granulats — Partie 6 : Détermination de la masse volumique réelle et du coefficient d'absorption d'eau*

EN 1536, *Exécution des travaux géotechniques spéciaux — Pieux forés*

EN 1538, *Exécution des travaux géotechniques spéciaux — Parois moulées*

EN 12350-1, *Essais pour béton frais — Partie 1 : Prélèvement*

EN 12350-2, *Essais pour béton frais — Partie 2 : Essai d'affaissement*

EN 12350-4, *Essais pour béton frais — Partie 4 : Indice de serrage*

EN 12350-5, *Essais pour béton frais — Partie 5 : Essai d'étalement à la table à choc*

- EN 12350-6, *Essais pour béton frais — Partie 6 : Masse volumique*
- EN 12350-7, *Essais pour béton frais — Partie 7 : Teneur en air — Méthode de la compressibilité*
- EN 12350-8, *Essai pour béton frais — Partie 8 : Béton auto-plaçant — Essai d'étalement au cône d'Abrams*
- EN 12350-9, *Essai pour béton frais — Partie 9 : Béton auto-plaçant — Essai d'écoulement à l'entonnoir en V*
- EN 12350-10, *Essai pour béton frais — Partie 10 : Béton auto-plaçant — Essai à la boîte en L*
- EN 12350-11, *Essai pour béton frais — Partie 11 : Béton auto-plaçant — Essai de stabilité au tamis*
- EN 12350-12, *Essai pour béton frais — Partie 12 : Béton auto-plaçant — Essai d'écoulement à l'anneau*
- EN 12390-1, *Essais pour béton durci — Partie 1 : Forme, dimensions et autres exigences relatives aux éprouvettes et aux moules*
- EN 12390-2, *Essais pour béton durci — Partie 2 : Confection et conservation des éprouvettes pour essais de résistance*
- EN 12390-3, *Essais pour béton durci — Partie 3 : Résistance à la compression des éprouvettes*
- EN 12390-6, *Essais pour béton durci — Partie 6 : Détermination de la résistance en traction par fendage d'éprouvettes*
- EN 12390-7, *Essais pour béton durci — Partie 7 : Masse volumique du béton durci*
- EN 12620:2002+A1:2008, *Granulats pour béton*
- EN 12699, *Exécution de travaux géotechniques spéciaux — Pieux avec refoulement de sol*
- EN 12878, *Pigments de coloration des matériaux de construction à base de ciment et/ou de chaux — Spécifications et méthodes d'essai*
- A1**
- EN 13055, *Granulats légers* **A1**
- EN 13263-1, *Fumée de silice pour béton — Partie 1 : Définitions, exigences et critères de conformité*
- EN 13577, *Attaque chimique du béton — Détermination de la teneur en dioxyde de carbone agressif de l'eau*
- EN 14199, *Exécution des travaux géotechniques spéciaux — Micropieux*
- EN 14216, *Ciments — Composition, spécifications et critères de conformité des ciments spéciaux à très faible chaleur d'hydratation*
- EN 14488-7, *Essais pour béton projeté — Partie 7 : Teneur en fibres du béton renforcé par des fibres*
- EN 14721, *Méthode d'essai du béton de fibres métalliques — Mesurage de la teneur en fibres du béton frais ou durci*
- EN 14889-1:2006, *Fibres pour béton — Partie 1 : Fibres d'acier – Définitions, spécifications et conformité*

EN 14889-2:2006, *Fibres pour béton — Partie 2 : Fibres polymère – Définition, spécifications et conformité*

EN 15167-1, *Laitier granulé de haut-fourneau moulu pour utilisation dans le béton, mortier et coulis — Partie 1 : Définitions, exigences et critères de conformité*

prEN 16502, *Méthode d'essai pour la détermination du degré d'acidité des sols selon Baumann-Gully*

EN ISO 7980, *Qualité de l'eau — Dosage du calcium et du magnésium — Méthode par spectrométrie d'absorption atomique (ISO 7980)*

ISO 4316, *Agents de surface — Détermination du pH des solutions aqueuses — Méthode potentiométrique*

ISO 7150-1, *Qualité de l'eau — Dosage de l'ammonium — Partie 1 : Méthode spectrométrique manuelle*

ASTM C 173, *Standard Test Method for Air Content of Freshly Mixed Concrete by the Volumetric Method*

3 Termes, définitions, symboles et abréviations

3.1 Termes et définitions

Pour les besoins du présent document, les termes et définitions suivants s'appliquent.

3.1.1 Généralités

3.1.1.1

béton

en : concrete

de : Beton

matériau formé par mélange de ciment, de sable, de gravillons et d'eau, et éventuellement d'adjuvants, d'additions ou de fibres, et dont les propriétés se développent par hydratation

3.1.1.2

famille de bétons

en : concrete family

de : Betonfamilie

groupe de compositions de béton pour lesquelles une relation fiable entre les propriétés pertinentes est établie et consignée par écrit

3.1.1.3

livraison

en : delivery

de : Lieferung

action de remise du béton frais par le producteur

3.1.1.4

béton à propriétés spécifiées

en : designed concrete

de : Beton nach Eigenschaften

béton pour lequel les propriétés requises et les éventuelles caractéristiques supplémentaires sont spécifiées au producteur, qui a la responsabilité de fournir un béton qui satisfait à ces propriétés requises et à ces caractéristiques supplémentaires

3.1.1.5**durée d'utilisation prévue au projet**

en : design working life

de : Bemessungsdauer

période présumée pendant laquelle une structure ou l'un de ses éléments est destiné(e) à être employé(e) conformément à son utilisation prévue, sous condition de maintenance prévue, mais sans que des réparations majeures soient nécessaires

3.1.1.6**document**

en : document

de : Dokument

information et son support, qui peut être du papier, un disque informatique magnétique, électronique ou optique, une photographie ou un échantillon de référence, ou encore une combinaison de ces différents média

3.1.1.7**actions dues à l'environnement**

en : environmental actions

de : Umwelteinflüsse

actions physiques et chimiques auxquelles le béton est exposé, qui entraînent des effets sur le béton, les armatures ou les inserts métalliques, et qui ne sont pas considérées comme des charges pour la conception de la structure

3.1.1.8**élément préfabriqué**

en : precast element

de : Fertigteil

élément en béton dont le coulage et la cure sont effectués dans un lieu différent de celui où il sera utilisé (production en usine ou sur site)

3.1.1.9**produit préfabriqué**

en : precast product

de : Fertigteil

élément préfabriqué produit conformément à la Norme européenne de produit correspondante

3.1.1.10**béton à composition prescrite**

en : prescribed concrete

de : Beton nach Zusammensetzung

béton pour lequel la composition et les constituants à utiliser sont spécifiés au producteur, qui a la responsabilité de fournir un béton respectant cette composition prescrite

3.1.1.11**producteur**

en : producer

de : Hersteller

personne physique ou morale produisant du béton frais

3.1.1.12

dispositions en vigueur sur le lieu d'utilisation

en : provisions valid in the place of use

de : am Ort der Verwendung geltende Regeln

dispositions nationales d'un avant-propos national ou d'une annexe nationale de la présente Norme européenne, ou d'une norme nationale complémentaire de la présente Norme européenne, en vigueur sur le lieu d'utilisation du béton

3.1.1.13

béton prêt à l'emploi

en : ready-mixed concrete

de : Transportbeton

béton livré à l'état frais à l'utilisateur par une personne physique ou morale qui n'est pas l'utilisateur ; au sens de la présente norme, il s'agit également :

- du béton produit par l'utilisateur hors du chantier ;
- du béton produit sur le chantier, mais pas par l'utilisateur

3.1.1.14

béton auto-plaçant (BAP)

en : self-compacting concrete (SCC)

de : selbstverdichtender Beton

béton qui s'écoule et se compacte par seul effet gravitaire, capable de remplir le coffrage avec son ferrailage, ses gaines, réservations, etc., tout en conservant son homogénéité

3.1.1.15

béton de chantier

en : site-mixed concrete

de : Baustellenbeton

béton produit sur le chantier de construction par l'utilisateur du béton pour son propre usage

3.1.1.16

chantier (chantier de construction)

en : site (construction site)

de : Baustelle

lieu où le travail de construction est réalisé

3.1.1.17

spécification du béton

en : specification of concrete

de : Festlegung

compilation finale des exigences techniques documentées transmises au producteur en termes de performances ou de composition

3.1.1.18

prescripteur

en : specifier

de : Verfasser der Festlegung

personne physique ou morale qui établit la spécification du béton frais et durci

3.1.1.19**béton à composition prescrite dans une norme**

en : standardized prescribed concrete

de : Standardbeton

béton à composition prescrite et dont la composition est définie dans une norme applicable sur le lieu d'utilisation du béton

3.1.1.20**utilisateur**

en : user

de : Verwender

personne physique ou morale utilisant du béton frais pour l'exécution d'une construction ou d'un élément

3.1.2 Constituants**3.1.2.1****addition**

en : addition

de : Betonzusatzstoff

constituant minéral finement divisé utilisé dans le béton afin d'améliorer certaines propriétés ou pour lui conférer des propriétés particulières

3.1.2.2**addition de type I**

en : type I addition

de : Typ-I-Zusatzstoff

addition quasi-inerte

3.1.2.3**addition de type II**

en : type II addition

de : Typ-II-Zusatzstoff

addition à caractère pouzzolanique ou hydraulique latent

3.1.2.4**adjuvant**

en : admixture

de : Betonzusatzmittel

constituant ajouté au béton durant le processus de malaxage, en petites quantités par rapport à la masse de ciment, afin de modifier les propriétés du béton frais ou durci

3.1.2.5**granulat**

en : aggregate

de : Gesteinskörnung

constituant minéral granulaire naturel, artificiel, récupéré ou recyclé, apte à être utilisé dans du béton

3.1.2.6**grave**

en : all-in aggregate

de : Gesteinskörnungsgemisch

granulat composé d'un mélange de gravillons et sables dont la dimension D est supérieure à 4 mm et pour lequel $d = 0$

3.1.2.7

classe granulaire

en : aggregate size

de : Korngröße

désignation des granulats en termes de dimensions inférieure (d) et supérieure (D) de tamis, exprimée en d/D

3.1.2.8

ciment

en : cement

de : Zement

matériau minéral finement moulu qui, gâché avec de l'eau, forme une pâte qui fait prise et durcit par suite de réactions et de processus d'hydratation et qui, après durcissement, conserve sa résistance et sa stabilité même sous l'eau

[SOURCE : EN 197-1, modifiée]

3.1.2.9

fines du béton

en : fines in concrete

de : Mehlkorn

ensemble des matériaux solides du béton frais, dont la taille des particules est inférieure ou égale à 0,125 mm

3.1.2.10

granulat lourd

en : heavy-weight aggregate

de : schwere Gesteinskörnung

granulat après séchage à l'étuve, dont la masse volumique est $\geq 3\,000\text{ kg/m}^3$ telle que déterminée dans l'EN 1097-6

3.1.2.11

granulat léger

en : lightweight aggregate

de : leichte Gesteinskörnung

granulat d'origine minérale, après séchage à l'étuve, dont la masse volumique est $\leq 2\,000\text{ kg/m}^3$ telle que déterminée dans l'EN 1097-6, ou dont la masse volumique en vrac est $\leq 1\,200\text{ kg/m}^3$ telle que déterminée dans l'EN 1097-3

3.1.2.12

granulat de masse volumique normale

en : normal-weight aggregate

de : normale Gesteinskörnung

granulat après séchage à l'étuve, dont la masse volumique est $> 2\,000\text{ kg/m}^3$ et $< 3\,000\text{ kg/m}^3$ telle que déterminée dans l'EN 1097-6

3.1.2.13

fibres polymère

en : polymer fibres

de : Polymerfasern

éléments droits ou déformés de produit extrudé, orienté et coupé, qui conviennent pour être mélangés de manière homogène dans le béton

[SOURCE : EN 14889-2:2006, 3.2]

3.1.2.14**granulat récupéré par lavage**

en : reclaimed washed aggregate

de : wiedergewonnene gewaschene Gesteinskörnung

granulat obtenu par lavage du béton frais

3.1.2.15**granulat récupéré par concassage**

en : reclaimed crushed aggregate

de : wiedergewonnene gebrochene Gesteinskörnung

granulat obtenu par concassage du béton durci, qui n'a pas été précédemment utilisé en construction

3.1.2.16**gravillon recyclé**

en : recycled coarse aggregate

de : grobe rezyklierte Gesteinskörnung

granulat obtenu par traitement de matériaux minéraux auparavant utilisés en construction

3.1.2.17**fibres d'acier**

en : steel fibres

de : Stahlfasern

éléments droits ou déformés provenant de fil étiré à froid, de tôle découpée, d'extraits de coulée, de fil étiré à froid raboté ou de blocs d'acier fraisés. Les fibres doivent pouvoir être mélangées de manière homogène dans le béton

[SOURCE : définition reprise de l'EN 14889-1:2006, 3.1]

3.1.3 Béton frais**3.1.3.1****cuve agitatrice**

en : agitating equipment

de : Rührwerk

équipement habituellement monté sur un châssis autotracté et capable de conserver un béton frais homogène pendant le transport

3.1.3.2**gâchée**

en : batch

de : Charge

quantité de béton frais produite en un seul cycle par un malaxeur discontinu, ou quantité déversée pendant 1 min par un malaxeur continu

3.1.3.3**mètre cube de béton**

en : cubic metre of concrete

de : Kubikmeter Beton

quantité de béton frais qui, une fois serrée conformément à la méthode donnée dans l'EN 12350-6, occupe un volume d'1 m³

3.1.3.4

teneur en eau efficace

en : effective water content

de : wirksamer Wassergehalt

différence entre la quantité d'eau totale contenue dans le béton frais et la quantité d'eau absorbée par les granulats

3.1.3.5

air entraîné

en : entrained air

de : künstliche Luftporen

bulles d'air microscopiques intentionnellement incorporées au béton lors du malaxage, habituellement par l'utilisation d'agents tensioactifs; les bulles sont presque sphériques et leur diamètre est généralement compris entre 10 µm et 300 µm

3.1.3.6

air occlus

en : entrapped air

de : Lufteinschlüsse

vides d'air dans le béton, qui ne sont pas générés intentionnellement

3.1.3.7

béton frais

en : fresh concrete

de : Frischbeton

béton entièrement mélangé et encore dans un état permettant de le serrer avec la méthode choisie

3.1.3.8

charge

en : load

de : Ladung

quantité de béton transportée dans un véhicule et comprenant une ou plusieurs gâchées

3.1.3.9

cuve non agitatrice

en : non-agitating equipment

de : Ausrüstung ohne Rührwerk

équipement utilisé pour le transport du béton sans agitateur (3.1.3.1)

EXEMPLE Camion à benne basculante ou trémie de transport.

3.1.3.10

aptitude à l'écoulement

en : passing ability

de : Blockierneigung

aptitude du béton frais à s'écouler à travers des zones confinées, y compris des espaces entre les barres d'armature et autres inserts, sans aucune ségrégation ou aucun blocage

3.1.3.11

résistance à la ségrégation

en : segregation resistance

de : Sedimentationsstabilität

capacité du béton frais à conserver une composition homogène

3.1.3.12**étalement au cône d'Abrams**

en : slump-flow

de : Setzfließmaß

diamètre moyen d'étalement mesuré avec un cône d'Abrams traditionnel sur un béton à l'état frais

3.1.3.13**teneur en eau totale**

en : total water content

de : Gesamtwassergehalt

somme de l'eau d'apport, de l'eau déjà contenue dans et à la surface des granulats, de l'eau des adjuvants et des additions utilisée sous la forme de suspension, ainsi que de toute eau résultant de l'ajout de glace ou de chauffage à la vapeur

3.1.3.14**camion malaxeur**

en : truck mixer

de : Fahrnischer

unité de malaxage du béton montée sur un châssis autotracté et capable de malaxer et de livrer un béton homogène

3.1.3.15**viscosité apparente**

en : viscosity of concrete

de : Viskosität

résistance à l'écoulement du béton frais une fois que ledit écoulement a commencé

3.1.3.16**rapport eau/ciment**

en : water/cement ratio

de : Wasserzementwert

rapport en masse de la teneur en eau efficace sur la teneur en ciment dans le béton frais

Note 1 à l'article : Lorsque des additions sont utilisées, le rapport eau/ciment est remplacé conformément à 5.4.2 (3).

3.1.4 Béton durci**3.1.4.1****béton léger**

en : lightweight concrete

de : Leichtbeton

béton après séchage à l'étuve, dont la masse volumique est égale ou supérieure à 800 kg/m³, mais inférieure ou égale à 2 000 kg/m³**3.1.4.2****béton durci**

en : hardened concrete

de : Festbeton

béton à l'état solide ayant acquis une résistance notable

3.1.4.3

béton lourd

en : heavy-weight concrete

de : Schwerbeton

béton après séchage à l'étuve, dont la masse volumique est supérieure à 2 600 kg/m³

3.1.4.4

béton de masse volumique normale

en : normal-weight concrete

de : Normalbeton

béton après séchage à l'étuve, dont la masse volumique est supérieure à 2 000 kg/m³, mais inférieure ou égale à 2 600 kg/m³

3.1.5 Contrôle de la conformité et de la production

3.1.5.1

qualité moyenne après contrôle

QMAC

en : average outgoing quality

AOQ

de : Durchschlupf

AOQ

pourcentage de la proportion inconnue d'une population se situant au-dessous de la valeur caractéristique requise, multiplié par la probabilité d'acceptation correspondante de cette population lorsque l'évaluation de la conformité appliquée est utilisée

Note 1 à l'article : Dans le cas de la résistance, le terme « requise » se rapporte à la résistance caractéristique de la classe de résistance à la compression spécifiée ou à la résistance caractéristique du béton de référence de la famille.

3.1.5.2

limite de qualité moyenne après contrôle

LQMAC

en : average outgoing quality limit

AOQL

de : maximaler Durchschlupf

AOQL

fraction moyenne maximale dans la production de béton acceptée (ou après contrôle) se situant au-dessous de la valeur caractéristique requise

3.1.5.3

niveau de qualité acceptable

NQA

en : average quality level

AQL

de : annehmbare Qualitätsgrenze

AQL

pourcentage de la proportion inconnue de la population dont la performance est inférieure à la valeur caractéristique spécifiée pour la propriété prise en compte, considérée comme satisfaisante pour la production du béton

3.1.5.4**résistance caractéristique**

en : characteristic strength

de : charakteristische Festigkeit

valeur de résistance en dessous de laquelle il est probable que se situent 5 % des résultats de toutes les mesures de résistance possibles effectuées pour le volume de béton considéré

3.1.5.5**classe de résistance à la compression**

en : compressive strength class

de : Druckfestigkeitsklasse

classification compilant le type de béton (lourd, léger ou de masse volumique normale), la résistance caractéristique minimale sur cylindres (150 mm de diamètre sur 300 mm de hauteur) et la résistance caractéristique minimale sur cubes (150 mm de côté)

3.1.5.6**essai de conformité**

en : conformity test

de : Konformitätsprüfung

essai effectué par le producteur pour évaluer la conformité du béton

3.1.5.7**évaluation de conformité**

en : evaluation of conformity

de : Beurteilung der Konformität

examen systématique du degré de satisfaction d'un produit aux exigences spécifiées

3.1.5.8**essai d'identification**

en : identity test

de : Identitätsprüfung

essai pour déterminer si des gâchées ou charges particulières sont issues d'une population par ailleurs conforme

3.1.5.9**essai initial**

en : initial test

de : Erstprüfung

essai(s) destiné(s) à vérifier, avant le début de la production, la façon dont un béton nouveau ou une nouvelle famille de bétons doit être formulé(e) pour satisfaire, à l'état frais comme à l'état durci, à toutes les exigences spécifiées

3.1.5.10**vérification**

en : verification

de : Nachweise

confirmation par examen de preuves objectives du respect des exigences spécifiées

3.2 Symboles et abréviations

X0	Classe d'exposition pour l'absence de risque de corrosion ou d'attaque
XC1 à XC4	Classes d'exposition pour le risque de corrosion par carbonatation
XD1 à XD3	Classes d'exposition pour le risque de corrosion par les chlorures autres que ceux de l'eau de mer
XS1 à XS3	Classes d'exposition pour le risque de corrosion par les chlorures de l'eau de mer
XF1 à XF4	Classes d'exposition pour le risque d'attaque par le gel-dégel
XA1 à XA3	Classes d'exposition pour le risque d'attaque chimique
S1 à S5	Classes de consistance selon l'affaissement
C0 à C4	Classes de consistance selon l'indice de serrage
F1 à F6	Classes de consistance selon le diamètre d'étalement à la table à chocs
SF1 à SF3	Classes de consistance selon l'essai d'étalement au cône d'Abrams
VS1, VS2	Classes de viscosité apparente pour l'essai t_{500}
VF1, VF2	Classes de viscosité apparente pour l'essai t_v (écoulement à l'entonnoir en V)
t_{500}	Temps d'écoulement en secondes pour atteindre un étalement de 500 mm au cône d'Abrams
t_v	Temps d'écoulement en secondes au cours d'un essai à l'entonnoir en V
PL1, PL2	Classes d'aptitude à l'écoulement pour l'essai à la boîte en L
PJ1, PJ2	Classes d'aptitude à l'écoulement pour l'essai d'écoulement à l'anneau
SR1, SR2	Classes de résistance à la ségrégation
C.../...	Classes de résistance à la compression pour les bétons de masse volumique normale et lourds
LC.../...	Classes de résistance à la compression pour les bétons légers
BAP	Béton auto-plaçant
CPEB	Concept de performance équivalente du béton
CPEC	Concept de performance équivalente de combinaison
f_{ck}	Résistance caractéristique à la compression du béton NOTE Lorsque ce symbole est utilisé dans la présente norme, il s'applique à la fois à $f_{ck,cyl}$ et à $f_{ck,cube}$
$f_{ck,cyl}$	Résistance caractéristique à la compression du béton déterminée par essais sur éprouvettes cylindriques
$f_{c,cyl}$	Résistance à la compression du béton déterminée par essais sur éprouvettes cylindriques
$f_{ck,cube}$	Résistance caractéristique à la compression du béton déterminée par essais sur éprouvettes cubiques
$f_{c,cube}$	Résistance à la compression du béton déterminée par essais sur éprouvettes cubiques
f_{cm}	Résistance moyenne à la compression du béton NOTE Lorsque ce symbole est utilisé dans la présente norme, il s'applique à la fois à $f_{cm,cyl}$ et à $f_{cm,cube}$

$f_{cm,j}$	Résistance moyenne à la compression du béton à (j) jours
f_{ci}	Résultat d'essai individuel de résistance à la compression du béton
$f_{ctk,sp}$	Résistance en traction par fendage caractéristique du béton
$f_{ctm,sp}$	Résistance moyenne en traction par fendage du béton
$f_{cti,sp}$	Résultat d'essai individuel de résistance en traction par fendage du béton
ggbs	Laitier granulé de haut-fourneau moulu
Cl, ...	Classe de chlorures
D1,0 à D2,0	Classes de masse volumique du béton léger
D	Dimension supérieure au tamis d'un granulat classé selon d/D NOTE L'EN 12620 autorise qu'un pourcentage défini de la masse de granulats soit plus grand que « D ».
$D_{inf.}$	Plus petite valeur de D pour les plus gros granulats présents dans le béton et autorisés par la spécification du béton
$D_{sup.}$	Plus grande valeur de D pour les plus gros granulats présents dans le béton et autorisés par la spécification du béton
D_{max}	Valeur déclarée de D pour les plus gros granulats effectivement utilisés dans le béton
CEM....	Type de ciment selon l'EN 197-1
σ	Estimation de l'écart-type d'une population
s_n	Écart-type de n résultats d'essais consécutifs
QMAC	Qualité moyenne après contrôle (en : AOQ)
LQMAC	Limite de qualité moyenne après contrôle (en : AOQL)
NQA	Niveau de qualité acceptable (en : AQL)
e/c	Rapport eau/ciment
k	Coefficient qui prend en compte l'activité d'une addition de type II
n	Nombre

4 Classification

4.1 Classes d'exposition en fonction des actions dues à l'environnement

(1) Les actions dues à l'environnement sont réparties par classes d'exposition ; voir le Tableau 1. Les exemples sont donnés à titre informatif.

NOTE 1 Le choix des classes d'exposition dépend des dispositions en vigueur sur le lieu d'utilisation du béton. Cette classification des expositions n'exclut pas la prise en compte des conditions particulières existant sur le lieu d'utilisation du béton, ni l'application de mesures de protection telles que l'utilisation d'acier inoxydable ou de tout autre métal résistant à la corrosion, ni l'utilisation de revêtements protecteurs du béton ou des armatures.

NOTE 2 Le béton peut être soumis à plusieurs des actions décrites dans le Tableau 1. Dans ce cas, les conditions d'environnement auxquelles il est soumis peuvent nécessiter d'être exprimées sous la forme d'une combinaison de classes d'exposition. Pour un élément de structure donné, différentes surfaces de béton peuvent être soumises à des actions dues à l'environnement différentes.

(2) Dans le cas d'une attaque chimique, une étude particulière peut être nécessaire pour déterminer la classe d'exposition adéquate dans les environnements suivants :

- n'entrant pas dans les limites du Tableau 2 ;
- contenant d'autres substances chimiques agressives ;
- sol ou eau pollué(e) chimiquement ;
- présentant une vitesse d'écoulement de l'eau élevée, en combinaison avec certaines substances chimiques du Tableau 2.

NOTE 3 Les dispositions en vigueur sur le lieu d'utilisation peuvent couvrir certaines de ces situations.

Tableau 1 — Classes d'exposition

Désignation de la classe	Description de l'environnement	Exemples informatifs illustrant le choix des classes d'exposition
1 Aucun risque de corrosion ni d'attaque		
X0	Pour le béton non armé ou sans pièces métalliques noyées : toutes les expositions sauf l'abrasion, l'attaque chimique ou par le gel-dégel. Pour le béton armé ou avec des pièces métalliques noyées : très sec.	Béton à l'intérieur de bâtiments où le taux d'humidité de l'air ambiant est très faible
2 Corrosion par carbonatation		
Lorsque le béton armé ou contenant des pièces métalliques noyées est exposé à l'air et à l'humidité, les classes d'exposition doivent être définies comme suit :		
XC1	Sec ou humide en permanence	Béton à l'intérieur de bâtiments où le taux d'humidité de l'air ambiant est faible ; béton immergé dans l'eau en permanence
XC2	Humide, rarement sec	Surfaces de béton soumises au contact de l'eau à long terme ; grand nombre de fondations
XC3	Humidité modérée	Béton à l'intérieur de bâtiments où le taux d'humidité de l'air ambiant est moyen ou élevé ; béton extérieur abrité de la pluie
XC4	Alternance d'humidité et de séchage	Surfaces soumises au contact de l'eau, mais n'entrant pas dans la classe d'exposition XC2
3 Corrosion par les chlorures autres que ceux de l'eau de mer		
Lorsque le béton armé ou contenant des pièces métalliques noyées est soumis au contact d'une eau contenant des chlorures d'origine autre que marine, y compris ceux des sels de déverglaçage, les classes d'exposition doivent être définies comme suit :		
XD1	Humidité modérée	Surfaces de bétons exposées à des chlorures transportés par voie aérienne
XD2	Humide, rarement sec	Piscines ; béton exposé à des eaux industrielles contenant des chlorures
XD3	Alternance d'humidité et de séchage	Éléments de ponts exposés à des projections contenant des chlorures. Chaussées ; dalles de parcs de stationnement de véhicules

Désignation de la classe	Description de l'environnement	Exemples informatifs illustrant le choix des classes d'exposition
4 Corrosion par les chlorures de l'eau de mer		
Lorsque le béton armé ou contenant des pièces métalliques noyées est soumis au contact des chlorures de l'eau de mer ou à l'action de l'air véhiculant du sel marin, les classes d'exposition doivent être définies comme suit :		
XS1	Exposé à l'air véhiculant du sel marin, mais pas en contact direct avec l'eau de mer	Structures sur ou à proximité d'une côte
XS2	Immergé en permanence	Éléments de structures marines
XS3	Zones de marnage, zones soumises à des projections ou à des embruns	Éléments de structures marines
5 Attaque par le gel-dégel avec ou sans agent de déverglaçage		
Lorsque le béton est soumis à une attaque significative due à des cycles de gel-dégel alors qu'il est mouillé, les classes d'exposition doivent être définies comme suit :		
XF1	Saturation modérée en eau sans agent de déverglaçage	Surfaces verticales de bétons exposées à la pluie et au gel
XF2	Saturation modérée en eau avec agent de déverglaçage	Surfaces verticales de bétons des ouvrages routiers exposées au gel et à l'air véhiculant des agents de déverglaçage
XF3	Forte saturation en eau sans agent de déverglaçage	Surfaces horizontales de bétons exposées à la pluie et au gel
XF4	Forte saturation en eau avec agents de déverglaçage ou eau de mer	Routes et tabliers de pont exposés aux agents de déverglaçage ; surfaces de bétons directement exposées aux projections d'agents de déverglaçage et au gel ; zones des structures marines soumises aux projections et exposées au gel
6 Attaque chimique		
Lorsque le béton est soumis à une attaque chimique par les sols et les eaux souterraines naturels, les classes d'exposition doivent être définies comme suit :		
XA1	Environnement à faible agressivité chimique	Béton exposé à des sols et des eaux souterraines naturels selon le Tableau 2
XA2	Environnement d'agressivité chimique modérée	Béton exposé à des sols et des eaux souterraines naturels selon le Tableau 2
XA3	Environnement à forte agressivité chimique	Béton exposé à des sols et des eaux souterraines naturels selon le Tableau 2

(3) Les environnements chimiques agressifs classés dans le Tableau 2 sont fondés sur des sols et eaux souterraines naturels, dont la température est comprise entre 5 °C et 25 °C, et où la vitesse d'écoulement de l'eau est suffisamment faible pour être assimilée à des conditions statiques. Le choix de la classe se fait par rapport à la caractéristique chimique correspondant à l'agression la plus élevée. Lorsqu'au moins deux caractéristiques agressives correspondent à une même classe, l'environnement doit être classé dans la classe immédiatement supérieure, sauf si une étude spécifique démontre que ce n'est pas nécessaire dans ce cas.

Tableau 2 — Valeurs limites pour les classes d'exposition correspondant aux attaques chimiques par les sols et eaux souterraines naturels

Caractéristique chimique	Méthode d'essai de référence	XA1	XA2	XA3
Eaux souterraines				
SO ₄ ²⁻ , en mg/l	EN 196-2	≥ 200 et ≤ 600	> 600 et ≤ 3 000	> 3 000 et ≤ 6 000
pH	ISO 4316	≤ 6,5 et ≥ 5,5	< 5,5 et ≥ 4,5	< 4,5 et ≥ 4,0
CO ₂ agressif, en mg/l	EN 13577	≥ 15 et ≤ 40	> 40 et ≤ 100	> 100 jusqu'à saturation
NH ₄ ⁺ , en mg/l	ISO 7150-2	≥ 15 et ≤ 30	> 30 et ≤ 60	> 60 et ≤ 100
Mg ²⁺ , en mg/l	EN ISO 7980	≥ 300 et ≤ 1 000	> 1 000 et ≤ 3 000	> 3 000 jusqu'à saturation
Sols				
SO ₄ ²⁻ total, en mg/kg ^a	EN 196-2 ^b	≥ 2 000 et ≤ 3 000 ^c	> 3 000 ^c et ≤ 12 000	> 12 000 et ≤ 24 000
Acidité selon Baumann-Gully, en ml/kg	prEN 16502	> 200	N'est pas rencontrée dans la pratique	
<p>^a Les sols argileux dont la perméabilité est inférieure à 10⁻⁵ m/s peuvent être affectés à une classe inférieure.</p> <p>^b La méthode d'essai prescrit l'extraction du SO₄²⁻ à l'acide chlorhydrique ; il est également possible de procéder à cette extraction à l'eau, si l'on dispose d'une expérience en la matière sur le lieu d'utilisation du béton.</p> <p>^c La limite doit être ramenée de 3 000 mg/kg à 2 000 mg/kg en cas de risque d'accumulation d'ions sulfate dans le béton en raison de l'alternance de périodes sèches et de périodes humides ou d'absorption capillaire.</p>				

4.2 Classes de propriétés du béton frais

4.2.1 Classes de consistance

(1) Les Tableaux 3, 4, 5 et 6 sont applicables lorsque le béton est classé en fonction de sa consistance. Dans le cas du BAP, seules les classes du Tableau 6 s'appliquent.

(2) La consistance peut également être spécifiée par une valeur cible, avec des tolérances comme indiqué dans le Tableau 23.

NOTE 1 Il n'existe pas de relation directe entre les classes de consistance des Tableaux 3 à 6. Pour les bétons à consistance terre humide, c'est-à-dire les bétons à faible teneur en eau étudiés pour être serrés avec un procédé particulier, la consistance n'est pas classifiée.

NOTE 2 Pour de plus amples informations, voir l'Annexe L, ligne 1.

Tableau 3 — Classes d'affaissement

Classe	Affaissement, essai selon l'EN 12350-2 mm
S1	10 à 40
S2	50 à 90
S3	100 à 150
S4	160 à 210
S5 ^a	≥ 220
^a Voir la NOTE 1 du 5.4.1.	

Tableau 4 — Classes de serrage

Classe	Indice de serrage, essai selon l'EN 12350-4
C0 ^a	≥ 1,46
C1	1,45 à 1,26
C2	1,25 à 1,11
C3	1,10 à 1,04
C4 ^b	< 1,04
^a Voir la NOTE 1 du 5.4.1.	
^b C4 s'applique uniquement au béton léger.	

Tableau 5 — Classes d'étalement à la table à chocs

Classe	Diamètre d'étalement à la table à chocs essai selon l'EN 12350-5 mm
F1 ^a	≤ 340
F2	350 à 410
F3	420 à 480
F4	490 à 550
F5	560 à 620
F6 ^a	≥ 630
^a Voir la NOTE 1 du 5.4.1.	

Tableau 6 — Classes d'étalement au cône d'Abrams

Classe	Étalement au cône d'Abrams ^a , essai selon l'EN 12350-8 mm
SF1	550 à 650
SF2	660 à 750
SF3	760 à 850
^a La classification n'est pas applicable aux bétons dont D_{\max} excède 40 mm.	

4.2.2 Classes de propriétés supplémentaires du BAP

(1) Lorsque le béton auto-plaçant est classé en fonction de sa viscosité apparente, de son aptitude à l'écoulement ou de sa résistance à la ségrégation (essai de stabilité au tamis), les Tableaux 7 à 11 s'appliquent.

(2) La viscosité apparente peut également être spécifiée par une valeur cible, avec des tolérances comme indiqué dans le Tableau 23.

(3) L'aptitude à l'écoulement peut également être spécifiée par une valeur minimale, lorsqu'elle est déterminée par l'essai à la boîte en L, ou par une valeur maximale, lorsqu'elle est déterminée par l'essai d'écoulement à l'anneau.

(4) La résistance à la ségrégation (essai de stabilité au tamis) peut également être spécifiée par une valeur maximale.

Tableau 7 — Classes de viscosité apparente - t_{500}

Classe	t_{500} ^a , essai selon l'EN 12350-8
	s
VS1	< 2,0
VS2	≥ 2,0
^a La classification n'est pas applicable aux bétons dont D_{\max} excède 40 mm.	

Tableau 8 — Classes de viscosité apparente - t_v

Classe	t_v ^a , essai selon l'EN 12350-9
	s
VF1	< 9,0
VF2	9,0 à 25,0
^a La classification n'est pas applicable aux bétons dont D_{\max} excède 22,4 mm.	

NOTE 1 Les classes définies dans les Tableaux 7 et 8 sont similaires, mais ne présentent pas une corrélation exacte.

Tableau 9 — Classes d'aptitude à l'écoulement - Boîte en L

Classe	Taux de remplissage de la boîte en L, essai selon l'EN 12350-10
PL1	≥ 0,80 avec 2 armatures
PL2	≥ 0,80 avec 3 armatures

Tableau 10 — Classes d'aptitude à l'écoulement - Étalement à l'anneau

Classe	Palier de l'étalement à l'anneau ^a , essai selon l'EN 12350-12 mm
PJ1	≤ 10 avec 12 armatures
PJ2	≤ 10 avec 16 armatures
^a La classification n'est pas applicable aux bétons dont la dimension maximale du granulat excède 40 mm.	

NOTE 2 Les classes définies dans les Tableaux 9 et 10 sont similaires, mais ne présentent pas une corrélation exacte.

Tableau 11 — Classes de résistance à la ségrégation – Essai de stabilité au tamis

Classe	Pourcentage de laitance ^a , essai selon l'EN 12350-11 %
SR1	≤ 20
SR2	≤ 15
^a La classification n'est pas applicable aux bétons dont D_{\max} excède 40 mm.	

4.3 Classes de propriétés du béton durci

4.3.1 Classes de résistance à la compression

(1) Lorsque le béton est classé selon sa résistance à la compression, le Tableau 12 s'applique s'il s'agit d'un béton de masse volumique normale ou d'un béton lourd. Le Tableau 13 s'applique s'il s'agit d'un béton léger. La résistance caractéristique à la compression à 28 jours, mesurée sur des cylindres de 150 mm de diamètre et 300 mm de hauteur ($f_{ck,cyl}$), ou la résistance caractéristique à la compression à 28 jours, mesurée sur des cubes de 150 mm de côté ($f_{ck,cube}$), conformément à l'essai de l'EN 12390-3, peut être utilisée pour la classification.

NOTE Pour de plus amples informations, voir l'Annexe L, ligne 2.

Tableau 12 — Classes de résistance à la compression pour les bétons de masse volumique normale et les bétons lourds

Classe de résistance à la compression	Résistance caractéristique minimale sur cylindres $f_{ck,cyl}$ N/mm ²	Résistance caractéristique minimale sur cubes $f_{ck,cube}$ N/mm ²
C8/10	8	10
C12/15	12	15
C16/20	16	20
C20/25	20	25
C25/30	25	30
C30/37	30	37
C35/45	35	45
C40/50	40	50
C45/55	45	55
C50/60	50	60
C55/67	55	67
C60/75	60	75
C70/85	70	85
C80/95	80	95
C90/105	90	105
C100/115	100	115

Tableau 13 — Classes de résistance à la compression pour les bétons légers

Classe de résistance à la compression	Résistance caractéristique minimale sur cylindres $f_{ck,cyl}$ N/mm ²	Résistance caractéristique minimale sur cubes ^a $f_{ck,cube}$ N/mm ²
LC8/9	8	9
LC12/13	12	13
LC16/18	16	18
LC20/22	20	22
LC25/28	25	28
LC30/33	30	33
LC35/38	35	38
LC40/44	40	44
LC45/50	45	50
LC50/55	50	55
LC55/60	55	60
LC60/66	60	66
LC70/77	70	77
LC80/88	80	88

^a D'autres valeurs peuvent être utilisées si leur relation avec la résistance sur cylindres de référence est établie et documentée.

4.3.2 Classes de masse volumique du béton léger

- (1) Lorsque le béton léger est classé selon sa masse volumique, le Tableau 14 s'applique.
- (2) Il est également possible de spécifier la masse volumique du béton léger en termes de valeur cible.

Tableau 14 — Classes de masse volumique du béton léger

Classe de masse volumique	D1,0	D1,2	D1,4	D1,6	D1,8	D2,0
Plage de masses volumiques, en kg/m ³ , essai selon l'EN 12390-7	≥ 800 et ≤ 1 000	> 1 000 et ≤ 1 200	> 1 200 et ≤ 1 400	> 1 400 et ≤ 1 600	> 1 600 et ≤ 1 800	> 1 800 et ≤ 2 000

5 Exigences relatives au béton et méthodes de vérification

5.1 Exigences fondamentales relatives aux constituants

5.1.1 Généralités

(1) Seuls les constituants dont l'aptitude à l'emploi pour l'utilisation prescrite est établie doivent être utilisés dans les bétons conformes à la présente Norme européenne.

(2) En l'absence de Norme européenne relative à un constituant particulier et faisant spécifiquement référence à l'utilisation de ce constituant dans du béton conforme la présente norme, ou lorsqu'une Norme européenne existante ne traite pas d'un produit particulier, ou encore lorsque le constituant diffère significativement de la Norme européenne, l'aptitude à l'emploi peut être établie :

- par un agrément technique européen faisant spécifiquement référence à l'utilisation du constituant dans du béton conforme à la présente norme ;
- par des dispositions en vigueur sur le lieu d'utilisation du béton, faisant spécifiquement référence à l'utilisation du constituant dans du béton conforme à la présente norme.

NOTE 1 Lorsque l'aptitude générale à l'emploi d'un constituant est établie, cela ne signifie pas qu'il peut être utilisé dans toutes les applications prévues ou quelle que soit la composition du béton.

NOTE 2 Les agréments techniques européens des constituants établissent leur aptitude générale à l'emploi dans du béton conforme à la présente norme. L'EN 206 n'est pas une Norme européenne harmonisée et les dispositions en matière de durabilité du béton sont fournies dans les dispositions en vigueur sur le lieu d'utilisation. Pour établir une aptitude à l'emploi particulière, il est donc nécessaire d'évaluer le « produit » par rapport aux dispositions en matière de durabilité en vigueur sur le lieu d'utilisation.

(3) Les constituants ne doivent pas contenir de substances nocives en quantités telles qu'elles puissent avoir un effet préjudiciable sur la durabilité du béton ou induire une corrosion des armatures. Ils doivent également être aptes à l'emploi pour l'utilisation envisagée du béton.

5.1.2 Ciment

(1) L'aptitude générale à l'emploi est établie pour les ciments conformes à l'EN 197-1. L'aptitude à l'emploi pour le béton destiné aux structures massives (par exemple, les barrages, voir Article 1 (6), premier tiret) est établie pour les ciments spéciaux à très faible chaleur d'hydratation conformes à l'EN 14216.

(2) L'aptitude à l'emploi des ciments d'aluminates de calcium (conformes à l'EN 14647) et des ciments sursulfatés (conformes à l'EN 15743) peut être établie par les dispositions en vigueur sur le lieu d'utilisation.

NOTE Pour de plus amples informations, voir l'Annexe L, ligne 3.

5.1.3 Granulats

(1) L'aptitude générale à l'emploi est établie pour :

- les granulats naturels de masse volumique normale, les granulats lourds, ainsi que le laitier de haut-fourneau refroidi par air conforme à l'EN 12620 ;
- les granulats légers conformes $\boxed{A_1}$ à l'EN 13055 $\boxed{A_1}$;
- les granulats récupérés conformes à 5.2.3.3 ;

et conformes aux catégories indiquées dans l'EN 12620 ou dans $\boxed{A_1}$ l'EN 13055 $\boxed{A_1}$, établies dans les dispositions en vigueur sur le lieu d'utilisation.

NOTE Des recommandations relatives à l'utilisation des granulats (catégories) sont données à l'Annexe E.

(2) Outre le laitier de haut-fourneau refroidi par air, les autres granulats recyclés et granulats artificiels peuvent être employés comme granulats pour le béton, si leur aptitude à l'emploi est établie par les dispositions en vigueur sur le lieu d'utilisation.

5.1.4 Eau de gâchage

(1) L'aptitude générale à l'emploi est établie pour l'eau de gâchage conforme à l'EN 1008.

5.1.5 Adjuvants

(1) L'aptitude générale à l'emploi est établie pour les adjuvants conformes à l'EN 934-2.

(2) Les adjuvants non décrits dans l'EN 934-2 (agents de pompage, par exemple), doivent être conformes aux exigences générales de l'EN 934-1 et aux dispositions en vigueur sur le lieu d'utilisation.

NOTE L'EN 934-1:2008 fournit les exigences générales appropriées dans le Tableau 1, l'Article 5 et l'Article 6.

5.1.6 Additions (y compris les fillers minéraux et les pigments)

(1) L'aptitude générale à l'emploi en tant qu'addition de type I est établie pour :

- les fillers conformes à l'EN 12620 ou $\boxed{A_1}$ à l'EN 13055 $\boxed{A_1}$;
- les pigments conformes à l'EN 12878 ; pour le béton armé, seuls les pigments de la catégorie B sont aptes à l'emploi.

(2) L'aptitude générale à l'emploi en tant qu'addition de type II est établie pour :

- les cendres volantes conformes à l'EN 450-1 ;
- les fumées de silice conformes à l'EN 13263-1 ;
- le laitier granulé de haut-fourneau moulu conforme à l'EN 15167-1.

5.1.7 Fibres

(1) L'aptitude générale à l'emploi est établie pour :

- les fibres d'acier conformes à l'EN 14889-1 ;
- les fibres polymère conformes à l'EN 14889-2.

5.2 Exigences fondamentales relatives à la composition du béton

5.2.1 Généralités

(1) La composition du béton et les constituants des bétons à propriétés spécifiées ou à composition prescrite doivent être sélectionnés (voir 6.1) de manière à satisfaire aux exigences spécifiées pour le béton frais et durci, notamment la consistance, la masse volumique, la résistance et la durabilité, tout en tenant compte du procédé de production et de la méthode choisie pour l'exécution des ouvrages en béton.

(2) Lorsque la spécification du béton ne fournit pas de précision à ce sujet, le producteur doit sélectionner les types et les classes de constituants parmi ceux dont l'aptitude à l'emploi est établie dans les dispositions en vigueur sur le lieu d'utilisation pour les conditions d'environnement spécifiées.

(3) Sauf spécification contraire, il convient de formuler le béton en vue de réduire au minimum les phénomènes de ségrégation et de ressuage du béton frais.

(4) Dans le cas du béton à propriétés spécifiées, les valeurs limites doivent être spécifiées en termes de valeurs minimales ou maximales ; dans le cas du béton à composition prescrite, sa composition doit être spécifiée par des valeurs cibles.

(5) Pour les bétons à composition prescrite dans une norme, les dispositions en vigueur sur le lieu d'utilisation doivent spécifier la prescription et lister les types et catégories de constituants dont l'aptitude à l'emploi est établie. Ces prescriptions doivent satisfaire au critère d'adoption des essais initiaux défini en A.5.

(6) L'Annexe D spécifie des exigences complémentaires pour le béton destiné aux travaux géotechniques spéciaux.

5.2.2 Choix du ciment

(1) Le ciment doit être choisi parmi ceux dont l'aptitude à l'emploi est établie et en prenant en considération :

- l'exécution de l'ouvrage ;
- l'utilisation prévue du béton ;
- les conditions de cure (par exemple, traitement thermique) ;
- les dimensions de la structure (développement de chaleur) ;
- les conditions d'environnement auxquelles la structure sera exposée (voir 4.1) ;
- la réactivité potentielle des granulats avec les alcalins des constituants.

5.2.3 Choix des granulats

5.2.3.1 Généralités

(1) Le type et les catégories de granulats, notamment leur granularité, leur aplatissement, leur résistance au gel-dégel, à l'abrasion, leur teneur en fines, etc. doivent être sélectionnés en tenant compte de :

- l'exécution de l'ouvrage ;
- l'utilisation prévue du béton ;
- les conditions d'environnement auxquelles le béton sera exposé ;
- toutes les exigences applicables aux granulats apparents ou aux granulats pour bétons talochés.

(2) D_{\max} doit être $\geq D_{\inf.}$ et $\leq D_{\sup.}$

5.2.3.2 Grave

(1) Les graves de classe granulaire supérieure à 0/8 selon l'EN 12620 ne doivent être utilisées que dans des bétons de classes de résistance à la compression $\leq C12/15$.

5.2.3.3 Granulats récupérés

(1) Les granulats récupérés peuvent être utilisés comme granulats pour béton, à condition qu'ils soient uniquement utilisés en interne par le producteur ou par un groupe de producteurs.

(2) Si les granulats récupérés ne sont pas criblés, la quantité de granulats récupérés ajoutée ne doit pas représenter plus de 5 % (en masse) de la quantité totale de granulats.

(3) Lorsque la quantité de granulats récupérés par lavage ajoutée représente plus de 5 % (en masse) de la quantité totale de granulats, les granulats récupérés doivent être criblés en séparant les gravillons et les sables, et être conformes à l'EN 12620.

(4) Lorsque la quantité de granulats récupérés par concassage ajoutée représente plus de 5 % (en masse) de la quantité totale de granulats, les granulats récupérés doivent être traités comme des granulats recyclés.

5.2.3.4 Granulats recyclés

(1) Des recommandations relatives à l'utilisation de gravillons recyclés sont données à l'Annexe E.

NOTE Aucune recommandation relative à l'utilisation de sables recyclés n'est donnée dans la présente norme.

5.2.3.5 Résistance aux réactions alcali-silice

(1) Lorsque les granulats contiennent des variétés de silice sensibles aux attaques des alcalins (Na_2O et K_2O présents dans le ciment, les sels de déverglage ou provenant d'autres origines) et que le béton est exposé à l'humidité, des mesures doivent être prises pour prévenir une réaction alcali-silice délétère en utilisant les dispositions en vigueur sur le lieu d'utilisation.

NOTE Pour de plus amples informations, voir l'Annexe L, ligne 4.

5.2.4 Utilisation de l'eau de gâchage

(1) L'eau récupérée des processus de l'industrie du béton, mise en œuvre seule ou combinée avec de l'eau potable ou des eaux souterraines et conforme à l'EN 1008, peut être utilisée comme eau de gâchage pour les bétons, armés ou non armés, avec ou sans pièces métalliques noyées, de même que pour le béton précontraint, à condition que les exigences de l'EN 1008 soient satisfaites.

5.2.5 Utilisation d'additions

5.2.5.1 Généralités

(1) Les quantités d'additions de type I et de type II à utiliser dans un béton doivent faire l'objet d'essais initiaux (voir l'Annexe A).

NOTE Pour de plus amples informations, voir l'Annexe L, ligne 5.

(2) Les additions de type II décrites en 5.1.6 peuvent être prises en compte dans la composition du béton pour déterminer la teneur en ciment et le rapport eau/ciment, dans la mesure où leur aptitude à l'emploi est établie selon l'un des concepts mentionnés en (3). Les additions de type I et de type II autres que celles définies en 5.1.6 (2) peuvent être prises en compte, si leur aptitude à l'emploi a été établie par les dispositions en vigueur sur le lieu d'utilisation.

(3) L'aptitude à l'emploi du concept de coefficient k et les principes des concepts de performance équivalente (concept de performance équivalente du béton (CPEB), concept de performance équivalente de combinaison (CPEC)) sont établis.

(4) Le paragraphe 5.2.5.2 fournit les valeurs des coefficients k pour les cendres volantes et les fumées de silice, ainsi que des recommandations pour le laitier granulé de haut-fourneau moulu, qui sont aptes à un emploi général. Les modifications des règles d'application du concept de coefficient k données en 5.2.5.2.2, 5.2.5.2.3 et 5.2.5.2.4 peuvent être appliquées lorsque leur aptitude à l'emploi a été établie (par exemple, coefficients k supérieurs, proportions accrues d'additions, mélanges d'additions et d'autres ciments).

(5) Les concepts de performance équivalente (voir 5.2.5.3 et 5.2.5.4) peuvent être employés pour l'utilisation d'additions lorsque leur aptitude à l'emploi a été établie.

NOTE Pour de plus amples informations, voir l'Annexe L, ligne 6.

(6) Les principes généraux et les conditions supplémentaires d'utilisation du concept de coefficient k , de même que les principes généraux du concept de performance équivalente du béton et du concept de performance équivalente de combinaison pour l'utilisation d'additions sont donnés dans les paragraphes suivants.

NOTE Le CEN/TR 16639 fournit des informations plus détaillées sur ces concepts [26].

5.2.5.2 Concept de coefficient k pour les cendres volantes, les fumées de silice et le laitier granulé de haut-fourneau moulu

5.2.5.2.1 Généralités

(1) Le concept de coefficient k est un concept prescriptif. Il est basé sur la comparaison de la performance de durabilité (ou résistance en tant que critère d'approximation de la durabilité, le cas échéant) d'un béton de référence contenant du ciment « A » et d'un béton d'essai dans lequel une partie du ciment « A » est remplacée par une addition, en fonction du rapport eau/ciment et de la teneur en addition.

(2) Le concept du coefficient k autorise la prise en compte des additions de type II :

- le terme « rapport eau/ciment » est alors remplacé par « rapport eau/(ciment + $k \times$ addition) » ; et
- la quantité de (ciment + $k \times$ addition) ne doit pas être inférieure à l'exigence de teneur minimale en ciment pour la classe d'exposition concernée (voir 5.3.2).

(3) Les règles d'application du concept de coefficient k pour les cendres volantes conformes à l'EN 450-1, les fumées de silice conformes à l'EN 13263-1, ainsi que le laitier granulé de haut-fourneau moulu conforme à l'EN 15167-1, utilisés avec un ciment de type CEM I ou CEM II/A conforme à l'EN 197-1, sont définies dans les paragraphes suivants.

5.2.5.2.2 Coefficient k pour les cendres volantes conformes à l'EN 450-1

(1) Un coefficient k de 0,4 est autorisé pour le béton dont le ciment est de type CEM I ou CEM II/A selon l'EN 197-1.

(2) Pour une utilisation avec du ciment de type CEM I, la quantité maximale de cendres volantes à prendre en compte doit respecter l'exigence :

$$\text{cendres volantes/ciment} \leq 0,33, \text{ en masse.}$$

(3) Pour une utilisation avec du ciment de type CEM II/A, la quantité maximale de cendres volantes à prendre en compte doit respecter l'exigence :

$$\text{cendres volantes/ciment} \leq 0,25, \text{ en masse.}$$

(4) Si une plus grande quantité de cendres volantes est utilisée, l'excédent ne doit pas être pris en compte ni pour le calcul du rapport eau/(ciment + $k \times$ cendres volantes), ni pour le dosage minimal en ciment.

5.2.5.2.3 Coefficient k pour les fumées de silice de classe 1 conformes à l'EN 13263-1

(1) L'application des coefficients k suivants est autorisée pour le béton dont le ciment est de type CEM I ou CEM II/A (sauf pour les ciments à la fumée de silice) selon l'EN 197-1 :

- pour un rapport eau/ciment spécifié $\leq 0,45$ $k = 2,0$;
- pour un rapport eau/ciment spécifié $> 0,45$ $k = 2,0$, sauf pour les classes d'exposition XC et XF, pour lesquelles $k = 1,0$.

(2) La quantité maximale de fumées de silice de classe 1 à prendre en compte doit respecter l'exigence :

$$\text{fumées de silice/ciment} \leq 0,11, \text{ en masse.}$$

(3) Si une plus grande quantité de fumées de silice de classe 1 est utilisée, l'excédent ne doit pas être pris en compte, ni pour le calcul du rapport eau/(ciment + $k \times$ fumées de silice), ni pour le dosage minimal en ciment.

(4) La quantité de ciment ne doit pas être réduite de plus de 30 kg/m³ par rapport à l'exigence de teneur minimale en ciment pour la classe d'exposition concernée.

NOTE Des dispositions en vigueur sur le lieu d'utilisation s'appliquent pour les fumées de silice de classe 2.

5.2.5.2.4 Coefficient k pour le laitier granulé de haut-fourneau moulu conforme à l'EN 15167-1

(1) Le coefficient k et la quantité maximale de laitier granulé de haut-fourneau moulu à prendre en compte pour le concept de coefficient k doivent être conformes aux dispositions en vigueur sur le lieu d'utilisation du béton.

NOTE Pour de plus amples informations, voir l'Annexe L, ligne 7.

5.2.5.3 Principes du concept de performance équivalente du béton

(1) Les principes du « concept de performance équivalente du béton » permettent de modifier les exigences relatives à la teneur minimale en ciment et au rapport maximal eau/ciment dans les cas où une ou plusieurs additions spécifiques sont utilisées avec un ou plusieurs ciments spécifiques, pour lesquels l'origine et les caractéristiques de chacun sont clairement définies et documentées.

(2) Conformément aux exigences de 5.2.5.1, l'équivalence de performance du béton avec celle d'un béton de référence conforme aux exigences de la classe d'exposition appropriée (voir 5.3.2) doit être prouvée, en particulier pour ce qui concerne son comportement vis-à-vis des actions dues à l'environnement.

(3) Le concept doit uniquement être utilisé pour des ciments conformes à l'EN 197-1 avec une ou plusieurs additions.

NOTE 1 Les dispositions en vigueur sur le lieu d'utilisation peuvent imposer des restrictions vis-à-vis des types de ciment et des catégories de perte au feu des cendres volantes, afin d'adapter la composition aux ciments actuellement autorisés.

NOTE 2 Le CEN/TR 16639 fournit des informations plus détaillées sur ce concept.

5.2.5.4 Principes du concept de performance équivalente de combinaison

(1) Les principes du « concept de performance équivalente de combinaison » autorisent une gamme définie de combinaisons de ciment conforme à l'EN 197-1 et d'addition(s) dont l'aptitude à l'emploi a été établie (voir 5.1.1), qui peuvent prendre intégralement en compte les exigences de rapport maximal eau/ciment et de dosage minimal en ciment qui sont spécifiées pour un béton.

(2) Les étapes de la méthode sont les suivantes :

- identifier un type de ciment conforme à une Norme européenne relative aux ciments et dont la composition est identique ou similaire à la combinaison prévue ;
- évaluer si les bétons produits avec la combinaison présentent une résistance et une durabilité similaires aux bétons fabriqués avec le type de ciment identifié pour la classe d'exposition concernée ;
- mettre en place un contrôle de la production qui garantit que ces exigences relatives aux bétons constitués de la combinaison sont définies et satisfaites.

NOTE Le CEN/TR 16639 fournit des informations sur l'application de ce concept dans trois États membres du CEN.

5.2.6 Utilisation d'adjuvants

(1) La quantité totale d'adjuvants éventuellement utilisée ne doit pas dépasser le dosage maximal recommandé par le fabricant de l'adjuvant, et ne doit pas excéder 50 g d'adjuvant (tel que vendu) par kilogramme de ciment, sauf si l'effet d'un dosage plus fort sur les performances et la durabilité du béton est établi et pris en compte.

(2) Les adjuvants utilisés en quantités inférieures à 2 g/kg de ciment doivent être dispersés dans une partie de l'eau de gâchage, sauf si l'adjuvant ne peut pas être dispersé de façon homogène dans l'eau de gâchage (parce qu'il forme un gel, par exemple). Dans ce cas, d'autres méthodes d'ajout au béton peuvent être utilisées.

(3) Si la quantité totale d'adjuvants liquides est supérieure à 3 l/m³ de béton, la teneur en eau de ces adjuvants doit être prise en compte dans le calcul du rapport eau/ciment.

(4) Lorsque plusieurs adjuvants sont utilisés, leur compatibilité doit être vérifiée lors des essais initiaux.

NOTE Pour de plus amples informations, voir l'Annexe L, ligne 8.

5.2.7 Utilisation de fibres

(1) Les fibres conformes au type et à la quantité spécifiés doivent être ajoutées au mélange selon un mode opératoire qui garantit qu'elles sont distribuées uniformément dans l'ensemble de la gâchée.

NOTE 1 Pour de plus amples informations, voir l'Annexe L, ligne 9.

NOTE 2 L'EN 14889-1 et l'EN 14889-2 exigent que les fibres pour utilisation structurelle répondent à un système d'attestation de conformité 1 et admettent que les fibres destinées à d'autres utilisations soient soumises à un système d'attestation de conformité 3.

(2) Les fibres d'acier conformes à l'EN 14889-1 et revêtues de zinc ne doivent pas être utilisées dans le béton, sauf s'il est démontré que la formation d'hydrogène dans le béton a été rendue impossible.

5.2.8 Teneur en chlorures

(1) La teneur en chlorures d'un béton, exprimée en pourcentage de masse d'ions chlorure rapportée à la masse de ciment, ne doit pas dépasser la valeur mentionnée dans le Tableau 15 pour la classe sélectionnée.

Tableau 15 — Teneur maximale en chlorures du béton

Utilisation du béton	Classe de teneur en chlorures ^a	Teneur maximale en Cl ⁻ rapportée à la masse de ciment ^b %
Ne contenant ni armatures en acier, ni pièces métalliques noyées (à l'exception des éléments de levage résistants à la corrosion)	Cl 1,00	1,00
Contenant des armatures en acier ou des pièces métalliques noyées	Cl 0,20	0,20
	Cl 0,40 ^c	0,40
Contenant des armatures de précontrainte en acier en contact direct avec le béton	Cl 0,10	0,10
	Cl 0,20	0,20

^a Pour un usage spécifique du béton, la classe à utiliser dépend des dispositions en vigueur sur le lieu d'utilisation du béton.

^b Lorsque des additions sont utilisées et sont prises en compte pour le dosage en ciment, la teneur en chlorures est exprimée comme le pourcentage d'ions chlorure par rapport à la masse du ciment plus la masse totale des additions considérées.

^c Différentes classes de teneur en chlorures peuvent être autorisées pour le béton contenant des ciments de type CEM III, selon les dispositions en vigueur sur le lieu d'utilisation.

(2) Le chlorure de calcium et les adjuvants à base de chlorures ne doivent pas être ajoutés au béton contenant des armatures en acier, des armatures de précontrainte en acier ou des pièces métalliques noyées.

(3) La méthode de détermination de la teneur en chlorures des constituants doit être conforme à la méthode d'essai correspondante du constituant.

(4) Pour déterminer la teneur en chlorures du béton, la somme des contributions des constituants doit être calculée à l'aide de l'une des méthodes suivantes ou de leur combinaison :

- calcul fondé sur la teneur maximale en chlorures du constituant autorisée dans la norme relative au constituant, ou sur celle déclarée par le producteur de chacun des constituants ;
- calcul fondé sur la teneur en chlorures des constituants, établie au moins une fois par mois par la somme des moyennes des 25 dernières déterminations de la teneur en chlorures, augmentée de $1,64 \times$ l'écart-type calculé pour chaque constituant.

NOTE Cette dernière méthode s'applique particulièrement aux granulats marins et en l'absence de valeur maximale normalisée ou déclarée.

5.2.9 Température du béton

(1) La température du béton frais ne doit pas être inférieure à 5 °C au moment de la livraison. Dans le cas où une exigence relative à une autre température maximale ou minimale du béton frais est nécessaire, elle doit être spécifiée, ainsi que les tolérances autorisées. Toute exigence de refroidissement ou de chauffage artificiel du béton avant sa livraison doit être établie d'un commun accord entre le producteur et l'utilisateur.

5.3 Exigences liées aux classes d'exposition

5.3.1 Généralités

(1) Pour que le béton résiste aux actions dues à l'environnement, les exigences sont définies en termes de valeurs limites pour la composition du béton et de propriétés définies du béton (voir 5.3.2), ou elles peuvent être obtenues à partir de méthodes performantielles (voir 5.3.3). Les exigences doivent tenir compte de la durée d'utilisation prévue au projet de la structure en béton.

5.3.2 Valeurs limites pour la composition du béton

(1) Les exigences relatives à la méthode de spécification de la résistance aux actions dues à l'environnement sont décrites dans la présente norme en termes de propriétés établies du béton et de valeurs limites pour la composition.

NOTE 1 En raison du manque d'expérience sur l'efficacité de la classification des actions dues à l'environnement à refléter les différences locales pour des classes d'exposition nominales identiques, les valeurs spécifiques correspondant aux exigences pour les classes d'exposition applicables sont données dans les dispositions en vigueur sur le lieu d'utilisation du béton.

(2) Les exigences liées à chaque classe d'exposition doivent être spécifiées en termes de :

- types et classes de constituants autorisés ;
- rapport maximal eau/ciment ;
- teneur minimale en ciment ;
- résistance minimale à la compression du béton (facultative) ;

et, le cas échéant,

- teneur minimale en air du béton.

NOTE 2 Une recommandation relative au choix des valeurs limites pour la composition et les propriétés du béton est donnée à l'Annexe F dans le cas de l'utilisation de ciments courants conformes à l'EN 197-1, pour lesquels l'aptitude à l'emploi dans une classe d'exposition donnée a été établie.

(3) Les dispositions en vigueur sur le lieu d'utilisation du béton doivent inclure des exigences sur la base d'une durée d'utilisation prévue au projet présumée d'au moins 50 ans, dans des conditions de maintenance anticipée.

A1

NOTE 3 Pour des durées d'utilisation prévues au projet inférieures (par exemple, 20 ans) ou supérieures (par exemple, 100 ans), des exigences moins strictes ou plus strictes peuvent être nécessaires. Des recommandations relatives à l'interprétation de la « fin de la durée d'utilisation prévue au projet » et à la manière d'étalonner/valider les valeurs limites pour la composition du béton, qui doivent être fournies dans les dispositions en vigueur sur le lieu d'utilisation, sont disponibles dans l'ISO 16204. **A1**

(4) Pour les classes d'exposition combinées, la plus stricte de chacune des exigences s'applique.

5.3.3 Méthodes performantielles

(1) Les exigences liées aux classes d'exposition peuvent être établies en utilisant des méthodes performantielles pour la durabilité et peuvent être spécifiées en termes de paramètres performantiels, par exemple une mesure d'écaillage du béton au cours d'un essai de gel-dégel. L'utilisation d'une méthode performantielle est soumise aux dispositions en vigueur sur le lieu d'utilisation du béton.

NOTE Une série de méthodes d'essai performantielles européennes est en cours d'élaboration, par exemple la CEN/TS 12390-9, la CEN/TS 12390-10, la CEN/TS 12390-11 et le CEN/TR 15177 ; les conditions cadres pour le mode opératoire de détermination de la durabilité équivalente ont été publiées en tant que CEN/TR 16563.

5.4 Exigences relatives au béton frais

5.4.1 Consistance, viscosité apparente, aptitude à l'écoulement et résistance à la ségrégation

(1) Lorsque la consistance du béton doit être déterminée, elle doit être mesurée selon l'une des méthodes suivantes :

- essai d'affaissement selon l'EN 12350-2 ;
- indice de serrage selon l'EN 12350-4 ;
- essai d'étalement à la table à chocs selon l'EN 12350-5 ;
- essai d'étalement au cône d'Abrams selon l'EN 12350-8 ;
- méthodes d'essai spécifiques ayant fait l'objet d'un accord entre le prescripteur et le producteur pour le béton destiné à des applications spéciales (par exemple, béton à consistance terre humide).

NOTE Pour de plus amples informations, voir l'Annexe L, ligne 10.

(2) Lorsque la viscosité apparente du béton auto-plaçant doit être déterminée, elle doit être mesurée selon l'une des méthodes suivantes :

- temps t_{500} selon l'EN 12350-8 ;
- temps t_v selon l'EN 12350-9.

(3) Lorsque l'aptitude à l'écoulement du béton auto-plaçant doit être déterminée, elle doit être mesurée selon l'une des méthodes suivantes :

- essai à la boîte en L selon l'EN 12350-10 ;
- essai d'écoulement à l'anneau selon l'EN 12350-12.

(4) Lorsque la résistance à la ségrégation du béton auto-plaçant doit être déterminée, elle doit être mesurée par l'essai de stabilité au tamis selon l'EN 12350-11.

NOTE La consistance, la viscosité apparente, l'aptitude à l'écoulement et la résistance à la ségrégation peuvent également être déterminées par des méthodes d'essai alternatives en vigueur sur le lieu d'utilisation du béton, si une relation établie est avérée (voir 9.4).

(5) La conformité aux propriétés spécifiées doit être établie au moment de l'utilisation du béton ou, en cas de béton prêt à l'emploi, au moment de sa livraison.

(6) Si le béton est livré dans un camion malaxeur ou une cuve agitatrice, les propriétés doivent être mesurées soit sur un échantillon global, soit sur un échantillon ponctuel, conformément à l'EN 12350-1.

(7) Les propriétés peuvent être spécifiées soit par référence à une classe, conformément à 4.2.1 ou 4.2.2, soit par une valeur cible. Les tolérances correspondant aux valeurs cibles sont données dans le Tableau 23.

5.4.2 Teneur en ciment et rapport eau/ciment

(1) Lorsque la teneur en ciment, en eau ou en addition doit être déterminée, la quantité de ciment, la quantité d'eau ou la quantité d'addition apportée doit être relevée, soit telle qu'enregistrée sur le document imprimé par l'enregistreur de gâchées, soit, lorsque l'enregistreur n'est pas utilisé, dans le registre de production, en relation avec les instructions de dosage.

(2) Lorsque le rapport eau/ciment du béton doit être déterminé, il doit être calculé sur la base de la teneur en ciment déterminée et de la teneur en eau efficace (pour les adjuvants liquides, voir 5.2.6 (3)). Le coefficient d'absorption d'eau des granulats de masse volumique normale et des granulats lourds doit être déterminé selon l'EN 1097-6. Le coefficient d'absorption d'eau des gravillons légers dans le béton frais doit correspondre à la valeur obtenue en 1 h, déterminée selon la méthode décrite à l'Annexe C de l'EN 1097-6:2013, en utilisant la valeur de l'humidité du granulat tel qu'utilisé au lieu de celle après séchage à l'étuve.

NOTE 1 Pour de plus amples informations, voir l'Annexe L, ligne 11.

NOTE 2 L'essai selon l'EN 1097-6 peut être modifié afin de prendre en compte toutes les fines, lorsque les dispositions en vigueur sur le lieu d'utilisation du béton le permettent.

(3) Lorsque les additions sont prises en compte dans la composition du béton pour déterminer la teneur minimale en ciment et le rapport maximal eau/ciment, le dosage du ciment est remplacé par :

- la teneur (ciment + $k \times$ addition) ; ou
- la teneur (ciment + addition) ;

en fonction du concept utilisé (voir 5.2.5).

(4) Lorsque la détermination par analyse de la teneur en ciment, de la teneur en addition ou du rapport eau/ciment du béton frais est exigée, la méthode d'essai et les tolérances à appliquer doivent faire l'objet d'un accord entre le prescripteur et le producteur.

NOTE 3 Voir le CR 13902 [18].

5.4.3 Teneur en air

(1) Lorsque la teneur en air du béton doit être déterminée, elle doit être mesurée conformément à l'EN 12350-7 pour les bétons de masse volumique normale et pour les bétons lourds, et conformément à l'ASTM C 173 pour les bétons légers.

5.4.4 Teneur en fibres

(1) Lorsque la teneur en fibres du béton frais doit être déterminée, elle doit être relevée, soit telle qu'enregistrée sur le document imprimé par l'enregistreur de gâchées, soit, lorsque l'enregistreur n'est pas utilisé, dans le registre de production, en relation avec les instructions de dosage.

5.5 Exigences relatives au béton durci

5.5.1 Résistance

5.5.1.1 Généralités

(1) Lorsque la résistance doit être déterminée, elle doit être fondée sur des essais effectués sur des cylindres de 150/300 mm ou des cubes de 150 mm de côté conformes à l'EN 12390-1, confectionnés et conservés selon l'EN 12390-2 à partir d'échantillons prélevés conformément à l'EN 12350-1.

(2) Pour évaluer la résistance, d'autres dimensions d'éprouvettes moulées et d'autres modes de conservation peuvent être utilisés, à condition que les relations avec les éprouvettes moulées et modes de conservation normalisés aient été établies et documentées.

5.5.1.2 Résistance à la compression

(1) Lorsque la résistance à la compression doit être déterminée, elle doit être exprimée en tant que $f_{c,cyl}$ lorsqu'elle est déterminée sur des éprouvettes cylindriques, et en tant que $f_{c,cube}$ lorsqu'elle est déterminée sur des éprouvettes cubiques, conformément à l'EN 12390-3.

(2) Le choix de l'essai sur cylindres ou sur cubes pour l'évaluation de la résistance à la compression doit être déclaré par le producteur dans un délai raisonnable avant la livraison. Si une méthode différente doit être utilisée, elle doit être convenue d'un commun accord entre le prescripteur et le producteur.

(3) Sauf spécification contraire, la résistance à la compression est déterminée sur des éprouvettes soumises à essai à 28 jours. Pour des applications particulières, il peut s'avérer nécessaire de spécifier la résistance à la compression à des échéances plus courtes ou plus longues que 28 jours (par exemple, pour de gros éléments de structure), ou après stockage dans des conditions particulières (par exemple, traitement thermique).

(4) La résistance caractéristique du béton doit être égale ou supérieure à la résistance à la compression caractéristique minimale de la classe de résistance à la compression spécifiée, voir Tableaux 12 et 13.

(5) Lorsqu'il est probable que l'essai de résistance à la compression donne des valeurs non représentatives, par exemple dans le cas de bétons de classe de consistance C0 ou plus raide que S1, alors la méthode d'essai doit être modifiée ou la résistance à la compression peut être évaluée dans la structure ou dans l'élément de structure existant(e).

NOTE Pour de plus amples informations, voir l'Annexe L, ligne 12.

5.5.1.3 Résistance en traction par fendage

(1) Lorsque la résistance en traction par fendage du béton doit être déterminée, elle doit être mesurée conformément à l'EN 12390-6. Sauf spécification contraire, la résistance en traction par fendage est déterminée sur des éprouvettes à 28 jours.

(2) La résistance en traction par fendage caractéristique du béton doit être égale ou supérieure à la résistance en traction par fendage caractéristique spécifiée.

NOTE La même approche peut être utilisée lorsque la résistance à la flexion doit être déterminée. Dans ce cas, la norme d'essais appropriée est l'EN 12390-5.

5.5.2 Masse volumique

(1) Selon sa masse volumique, le béton après séchage à l'étuve est défini comme léger, lourd ou de masse volumique normale (voir les définitions).

(2) Lorsque la masse volumique du béton après séchage à l'étuve doit être déterminée, elle doit être mesurée conformément à l'EN 12390-7.

(3) Pour le béton de masse volumique normale, la masse volumique après séchage à l'étuve doit être supérieure à $2\,000\text{ kg/m}^3$ et inférieure ou égale à $2\,600\text{ kg/m}^3$. Pour le béton léger, la masse volumique après séchage à l'étuve doit être comprise entre les limites de la classe de masse volumique spécifiée, voir Tableau 14. Pour le béton lourd, la masse volumique après séchage à l'étuve doit être supérieure à $2\,600\text{ kg/m}^3$. Lorsque la masse volumique est spécifiée en termes de valeur cible, une tolérance de $\pm 100\text{ kg/m}^3$ est appliquée, sauf spécification contraire.

(4) Lorsque la conformité du béton léger à la classe de masse volumique spécifiée est évaluée, la détermination de la masse volumique du béton léger durci doit être conforme à l'EN 12390-7 et se faire à l'état après étuvage. Lorsque la conformité du béton léger à la masse volumique cible est évaluée conformément à 8.2.3.3, la détermination de la masse volumique du béton léger durci doit être conforme à l'EN 12390-7 et se faire à l'état après étuvage ou selon les conditions spécifiées.

5.5.3 Résistance à la pénétration de l'eau

(1) Lorsque la résistance à la pénétration de l'eau doit être déterminée sur des éprouvettes, la méthode (par exemple, l'EN 12390-8) et les critères de conformité doivent faire l'objet d'un accord entre le prescripteur et le producteur.

(2) En l'absence d'une méthode d'essai convenue, la résistance à la pénétration de l'eau peut être spécifiée indirectement par des valeurs limites sur la composition du béton.

5.5.4 Réaction au feu

(1) Les bétons composés de granulats minéraux conformes à 5.1.3, de ciment conforme à 5.1.2, d'adjuvants conformes à 5.1.5, d'additions conformes à 5.1.6, de fibres conformes à 5.1.7 et d'autres constituants minéraux conformes à 5.1.1 sont classés Euroclasse A1 et il n'est pas nécessaire de les soumettre à essai.¹⁾

6 Spécification du béton

6.1 Généralités

(1) Le prescripteur du béton doit s'assurer que toutes les exigences pertinentes relatives aux propriétés requises du béton sont incluses dans la spécification du béton donnée au producteur. Le prescripteur doit également spécifier toutes les exigences relatives aux propriétés du béton qui sont nécessaires au transport après livraison, à la mise en place, au serrage, à la cure ou à tout autre traitement ultérieur. La spécification doit, si nécessaire, inclure toutes les exigences particulières (par exemple, pour obtenir un aspect architectonique).

(2) Le prescripteur doit prendre en compte :

- l'utilisation du béton frais et durci ;
- les conditions de cure ;
- les dimensions de la structure (développement de chaleur) ;
- les actions dues à l'environnement auxquelles la structure sera exposée ;
- la durée d'utilisation prévue au projet ;
- toutes les exigences sur les granulats apparents ou les bétons talochés ;
- toutes les exigences qui influent sur la $D_{sup.}$ et la $D_{inf.}$ spécifiées ;

NOTE 1 Ces exigences sont données dans l'EN 1992-1-1 et l'EN 13670, par exemple.

- toutes les restrictions d'emploi des constituants dont l'aptitude à l'emploi est établie, par exemple en fonction des classes d'exposition.

NOTE 2 Les dispositions en vigueur sur le lieu d'utilisation du béton peuvent comprendre des exigences liées à certaines des considérations ci-dessus.

(3) Le béton doit être spécifié soit comme béton à propriétés spécifiées, en référence généralement à la classification ou aux valeurs cibles de l'Article 4 et aux exigences énoncées en 5.3 à 5.5 (voir 6.2), soit comme béton à composition prescrite en en spécifiant la composition (voir 6.3). La spécification des propriétés du béton ou la prescription de sa composition doit être basée sur des résultats d'essais initiaux (voir Annexe A) ou des informations provenant d'une longue expérience acquise avec un béton comparable, en tenant compte des exigences fondamentales relatives aux constituants (voir 5.1) et à la composition du béton (voir 5.2 et 5.3.2).

¹⁾ Voir la Décision de la Commission (94/611/CE) [3].

(4) S'agissant du béton à composition prescrite, il est de la responsabilité du prescripteur de s'assurer que la spécification du béton est conforme aux exigences générales de la présente Norme européenne et que la composition spécifiée permet d'atteindre la performance attendue pour le béton, aussi bien à l'état frais que durci. Le prescripteur doit tenir et mettre à jour la documentation venant à l'appui de la prescription pour obtenir la performance attendue, voir 9.5. Dans le cas des bétons à composition prescrite dans une norme, cette tâche est de la responsabilité des organismes nationaux de normalisation.

NOTE 3 Pour les bétons à composition prescrite, l'évaluation de la conformité est fondée sur la seule conformité à la composition spécifiée et non sur la performance attendue par le prescripteur.

6.2 Spécification des bétons à propriétés spécifiées

6.2.1 Généralités

(1) La spécification des bétons à propriétés spécifiées doit s'effectuer à l'aide des données de base de 6.2.2, lesquelles doivent toujours être indiquées, et à l'aide des données complémentaires de 6.2.3, lesquelles sont à spécifier si nécessaire.

(2) Les abréviations à utiliser dans les spécifications sont données à l'Article 11.

6.2.2 Données de base

(1) La spécification du béton doit comprendre :

- a) l'exigence de conformité à la présente norme ;
- b) la classe de résistance à la compression ;
- c) les classes d'exposition (voir l'Article 11 pour les désignations abrégées) ;
- d) $D_{sup.}$ et $D_{inf.}$;

NOTE 1 Il convient que $D_{sup.}$ ne soit pas supérieure à d_g selon l'EN 1992-1-1.

e) la classe de teneur en chlorures selon le Tableau 15.

(2) Pour le béton léger, la spécification doit en outre comprendre :

f) la classe de masse volumique ou la masse volumique cible.

(3) Pour le béton lourd, la spécification doit en outre comprendre :

g) la masse volumique cible.

(4) Pour le béton prêt à l'emploi et le béton de chantier, la spécification doit en outre comprendre :

h) la classe de consistance ou une valeur cible de consistance.

NOTE 2 Voir l'Annexe G pour des recommandations sur la spécification de la consistance du béton auto-plaçant.

6.2.3 Données complémentaires

(1) Les points suivants peuvent être spécifiés en utilisant des exigences de performance et des méthodes d'essai, si celles-ci sont appropriées :

- types ou classes particulières de ciment ;
- types ou catégories particulières de granulats ;

NOTE 1 Dans ces cas, la composition du béton pour réduire au minimum la réaction alcali-silice délétère est de la responsabilité du prescripteur (voir 5.2.3.5).

- type, fonction (c'est-à-dire utilisation structurelle ou non) et teneur minimale en fibres ou classes de performance du béton renforcé par des fibres. Dans le cas des classes de performance, les classes, les méthodes d'essai et les critères de conformité doivent être précisés ;
- caractéristiques exigées pour la résistance à l'attaque gel-dégel (par exemple, teneur minimale en air, voir 5.4.3) ;

NOTE 2 Pour de plus amples informations, voir l'Annexe L, ligne 13.

- exigences concernant la température du béton frais, lorsqu'elles diffèrent de 5.2.9 ;
- évolution de la résistance (voir Tableau 16) ;
- dégagement de chaleur au cours de l'hydratation ;
- prise retardée ;
- résistance à la pénétration de l'eau ;
- résistance à l'abrasion ;
- résistance en traction par fendage (voir 5.5.1.3) ;
- retrait de séchage, fluage et module d'élasticité (comme indiqué en A.4 (9), par exemple) ;
- spécifications complémentaires pour le béton destiné aux travaux géotechniques spéciaux (voir l'Annexe D) ;
- propriétés complémentaires pour le béton auto-plaçant (voir l'Annexe G) ;
- autres exigences techniques (par exemple, exigences liées à l'aspect du parement, à une méthode de mise en place spéciale ou à un temps de conservation de la consistance particulier).

6.3 Spécification du béton à composition prescrite

6.3.1 Généralités

(1) La spécification des bétons à composition prescrite doit être effectuée à l'aide des données de base de 6.3.2, lesquelles doivent toujours être indiquées, et à l'aide des données complémentaires de 6.3.3, lesquelles sont à spécifier si nécessaire.

6.3.2 Données de base

(1) La spécification du béton doit comprendre :

- a) l'exigence de conformité à la présente norme ;
- b) le type de ciment et sa classe de résistance ;
- c) la teneur cible en ciment ;
- d) soit le rapport e/c cible, soit la consistance en termes de classe ou de valeur cible ;

NOTE 1 Pour de plus amples informations, voir l'Annexe L, ligne 14.

- e) les types, les catégories de granulats et la teneur maximale en chlorures des granulats ;
- f) pour le béton léger ou le béton lourd, la masse volumique maximale ou minimale des granulats, le cas échéant ;
- g) la dimension maximale des granulats $D_{sup.}$, $D_{inf.}$ et toute limite s'appliquant à la catégorie de granularité ;

NOTE 2 Il convient que $D_{sup.}$ ne soit pas supérieure à d_g selon l'EN 1992-1-1.

- h) le type et la quantité des adjuvants, additions ou fibres, le cas échéant ;
- i) en cas d'utilisation d'adjuvants, d'additions ou de fibres, l'indication de l'origine de ces constituants ainsi que de celle du ciment, en tant que substitut aux caractéristiques non définissables par d'autres moyens.

6.3.3 Données complémentaires

(1) La spécification du béton peut comprendre :

- l'indication de l'origine de certains ou de tous les constituants du béton, en tant que substitut aux caractéristiques non définissables par d'autres moyens ;
- des exigences complémentaires relatives aux granulats ;
- les exigences concernant la température du béton frais, lorsqu'elles diffèrent de 5.2.9 ;
- d'autres exigences techniques.

6.4 Spécification des bétons à composition prescrite dans une norme

(1) Les bétons à composition prescrite dans une norme doivent être spécifiés en indiquant :

- la norme en vigueur sur le lieu d'utilisation du béton, qui fournit les exigences pertinentes ;
- la désignation du béton selon cette norme.

(2) Les bétons à composition prescrite dans une norme doivent uniquement être utilisés pour :

- des bétons de masse volumique normale pour des structures armées ou non ;
- des classes de résistance à la compression $\leq C16/20$ pour le calcul, sauf si une classe C20/25 est autorisée par les dispositions en vigueur sur le lieu d'utilisation du béton ;
- les classes d'exposition X0 et XC1, sauf si les dispositions en vigueur sur le lieu d'utilisation du béton en permettent d'autres.

7 Livraison de béton frais

7.1 Informations fournies par l'utilisateur du béton au producteur

(1) L'utilisateur doit convenir avec le producteur de :

— la date, l'heure et le débit de livraison ;

et, si nécessaire, informer le producteur sur :

— les transports spéciaux sur le chantier ;

— les méthodes de mise en place spéciales ;

— les restrictions imposées aux véhicules de livraison, par exemples sur le type (cuve agitatrice ou non agitatrice), les dimensions, la hauteur ou le poids total en charge.

7.2 Informations fournies par le producteur du béton à l'utilisateur

(1) S'agissant des bétons à propriétés spécifiées, les informations suivantes doivent être fournies par le producteur sur demande de l'utilisateur :

a) le type et la classe de résistance du ciment et le type de granulats ;

b) le type des adjuvants, le type des additions, le cas échéant ;

c) la description des fibres selon l'EN 14889-1 ou l'EN 14889-2 et le dosage, le cas échéant ;

d) la description des fibres selon l'EN 14889-1 ou l'EN 14889-2, si spécifiées par la classe de performance du béton renforcé par des fibres ;

e) le rapport eau/ciment cible ;

f) les résultats d'essais antérieurs appropriés effectués sur le béton, par exemple ceux du contrôle de la production ou de la conformité, ou encore des essais initiaux ;

g) l'évolution de la résistance ;

h) les origines des constituants ;

i) D_{\max} .

(2) Pour la détermination de la durée de cure, les données relatives à l'évolution de la résistance du béton peuvent être fournies sous la forme indiquée au Tableau 16, ou sous forme d'une courbe d'évolution de la résistance à 20 °C entre 2 jours et 28 jours.

Tableau 16 — Évolution de la résistance du béton à 20 °C

Évolution de la résistance	Rapport des résistances $r = f_{cm,2} / f_{cm,28}$
Rapide	$\geq 0,5$
Moyenne	$\geq 0,3$ à $< 0,5$
Lente	$\geq 0,15$ à $< 0,3$
Très lente	$< 0,15$

(3) Le rapport des résistances qui indique l'évolution de la résistance correspond au rapport entre la résistance moyenne à la compression à 2 jours ($f_{cm,2}$) et la résistance moyenne à la compression à 28 jours ($f_{cm,28}$), déterminées par les essais initiaux ou sur la base des performances connues d'un béton de composition comparable. Pour les essais initiaux, les éprouvettes destinées à la détermination de la résistance doivent être échantillonnées, confectionnées, conservées et soumises à essai conformément à l'EN 12350-1, l'EN 12390-1, l'EN 12390-2 et l'EN 12390-3.

(4) Le producteur doit informer l'utilisateur des risques pour la santé auxquels il peut s'exposer en manipulant le béton frais, comme exigé par les dispositions en vigueur sur le lieu d'utilisation du béton frais.

NOTE La présente norme n'exige pas que les informations soient fournies sous une forme particulière puisque celle-ci dépendra de la relation entre le producteur et l'utilisateur ; par exemple, dans le cas du béton de chantier ou des produits préfabriqués en béton, le producteur et l'utilisateur du béton peuvent être la même entité.

7.3 Bon de livraison pour le béton prêt à l'emploi

(1) Au déchargement du béton, le producteur doit remettre à l'utilisateur, pour chaque charge de béton, un bon de livraison mentionnant au moins les informations suivantes, imprimées, tamponnées ou manuscrites :

- le nom de l'unité de fabrication du béton prêt à l'emploi ;
- le numéro de série du bon ;
- la date et l'heure de chargement, c'est-à-dire le moment où a eu lieu le premier contact entre le ciment et l'eau ;
- le numéro du camion ou une identification du véhicule ;
- le nom de l'acheteur ;
- le nom et la localisation du chantier ;
- les références ou les détails relatifs aux spécifications, par exemple numéro de code, numéro de commande ;
- la quantité de béton, en mètres cubes ;
- la déclaration de conformité avec référence aux spécifications et à la présente Norme européenne ;
- le nom ou logotype de l'organisme de certification, le cas échéant ;
- l'heure d'arrivée du béton sur le chantier ;
- l'heure de début du déchargement ;
- l'heure de la fin du déchargement.

(2) De plus, le bon de livraison doit fournir les précisions suivantes :

- a) pour un béton à propriétés spécifiées :
 - la classe de résistance ;
 - les classes d'exposition ;
 - la classe de teneur en chlorures ;
 - la classe ou la valeur cible de consistance ;
 - les valeurs limites de composition du béton, si spécifiées ;

- le type et la classe de résistance du ciment, si spécifiés ;
 - le type d'adjuvant et d'addition, si spécifié ;
 - le type et la teneur en fibres ou la classe de performance du béton renforcé par des fibres, si spécifiés ;
 - les propriétés particulières, si elles sont prescrites ;
 - D_{\max} ;
 - dans le cas de bétons légers ou lourds : la classe de masse volumique ou la masse volumique cible ;
- b) pour un béton à composition prescrite :
- les détails relatifs à la composition, par exemple la teneur en ciment, et, s'il est prescrit, le type d'adjuvant ;
 - le rapport e/c cible ou la consistance en termes de classe ou de valeur cible, tel(le) que spécifié(e) ;
 - D_{\max} ;
 - le type et la teneur en fibres, si spécifiés.

(3) Dans le cas d'un béton à composition prescrite dans une norme, les informations à fournir doivent être conformes aux dispositions de la norme correspondante.

7.4 Informations fournies à la livraison pour le béton de chantier

(1) Il est également pertinent d'utiliser les informations appropriées, telle qu'exigées en 7.3, pour le bon de livraison d'un béton de chantier, lorsque le chantier est étendu ou lorsque plusieurs types de béton sont utilisés, ou encore lorsque la partie produisant le béton n'est pas celle responsable de sa mise en place.

7.5 Ajustements du mélange après le malaxage principal et avant le déchargement

- (1) En général, l'ajustement des proportions du mélange après le malaxage principal n'est pas autorisé.
- (2) Dans certaines situations particulières, il est possible d'ajouter des adjuvants, des pigments, des fibres ou de l'eau, si :
- cette opération s'effectue sous la responsabilité du producteur ;
 - la consistance et les valeurs limites sont conformes aux valeurs spécifiées ; et
 - il existe un mode opératoire consigné par écrit pour effectuer cette opération de façon sécurisée, dans le cadre du contrôle de la production.
- (3) En outre, en cas d'ajout d'eau, un contrôle de la conformité doit être effectué sur un échantillon du produit fini.
- (4) Dans tous les cas, la quantité d'eau, d'adjuvants, de pigments ou de fibres (si la teneur en fibres est spécifiée) ajoutée au camion malaxeur doit être consignée sur le bon de livraison. Pour le malaxage complémentaire, voir 9.8.

NOTE Pour de plus amples informations, voir l'Annexe L, ligne 15.

8 Contrôle de la conformité et critères de conformité

8.1 Généralités

(1) Le contrôle de la conformité comprend une combinaison d'actions et de décisions à prendre selon les règles de conformité adoptées à l'avance pour vérifier la conformité du béton à la spécification du béton. Le contrôle de la conformité fait partie intégrante du contrôle de la production (voir l'Article 9).

NOTE Les propriétés du béton utilisées pour le contrôle de la conformité sont celles mesurées par les essais appropriés suivant des modes opératoires normalisés. Les valeurs réelles des propriétés du béton dans la structure peuvent différer de celles déterminées par les essais, en fonction par exemple des dimensions de la structure, de la mise en place, du serrage, de la cure et de l'environnement.

(2) Le plan d'échantillonnage et d'essais et les critères de conformité doivent être conformes aux procédures décrites en 8.2 ou 8.3. Ces dispositions s'appliquent également au béton pour produits préfabriqués, sauf si la norme de produit spécifique contient un ensemble de dispositions équivalentes. Si des fréquences d'échantillonnage supérieures sont demandées par le prescripteur, elles doivent faire l'objet d'un accord préalable. Pour les propriétés non traitées dans ces paragraphes, le plan d'échantillonnage et d'essais, la méthode d'essai et les critères de conformité doivent faire l'objet d'un accord entre le producteur et le prescripteur.

(3) Le lieu d'échantillonnage pour les essais de conformité doit être choisi de sorte que les propriétés concernées et la composition du béton ne subissent pas de modification significative entre le lieu d'échantillonnage et le lieu de livraison. Dans le cas du béton léger fabriqué avec des granulats non saturés, les échantillons doivent être prélevés sur le lieu de livraison.

(4) Lorsque les essais pour le contrôle de la production sont les mêmes que les essais requis pour le contrôle de la conformité, il doit être permis de les prendre en compte pour l'évaluation de la conformité. Le producteur peut également utiliser d'autres résultats d'essais sur le béton livré pour l'évaluation de la conformité.

(5) La conformité ou la non-conformité est jugée par rapport aux critères de conformité. La non-conformité peut conduire à des actions complémentaires sur le lieu de production et sur le chantier (voir 8.4).

8.2 Contrôle de la conformité des bétons à propriétés spécifiées

8.2.1 Contrôle de la conformité de la résistance à la compression

8.2.1.1 Généralités

(1) Pour les bétons de masse volumique normale et les bétons lourds appartenant aux classes de résistance comprises entre C8/10 et C55/67, ou pour des bétons légers appartenant aux classes LC8/9 à LC55/60, l'échantillonnage et les essais doivent être effectués soit sur chaque composition de béton prise individuellement, soit sur des familles de bétons dont la représentativité est établie, selon ce qui a été déterminé par le producteur et sauf accord contraire. Le concept de familles de bétons ne doit pas être appliqué aux bétons appartenant à des classes de résistance plus élevées. Les bétons légers ne doivent pas être mélangés avec des familles contenant des bétons de masse volumique normale. Les bétons légers réalisés à partir de granulats dont la similarité est prouvée peuvent être regroupés en une famille propre.

NOTE Pour des recommandations sur la sélection des familles de béton, voir l'Annexe K. Des informations plus détaillées sur l'application du concept de familles de bétons sont données dans le CEN/TR 16369 et dans le rapport du CEN CR 13901.

(2) Pour les familles de bétons, le producteur doit effectuer le contrôle sur l'ensemble des membres de la famille, et l'échantillonnage sur l'ensemble de la gamme de compositions de béton produites dans le cadre de la famille.

(3) Lorsque les essais de conformité s'appliquent à une famille de bétons, un béton de référence est choisi. Il s'agit du béton le plus communément produit ou d'un béton sélectionné au milieu de la gamme de classes de résistance des bétons de la famille. Des relations sont établies entre chaque composition de béton individuelle de la famille et le béton de référence, de façon à pouvoir transposer les résultats des essais de résistance à la compression de chacun des bétons individuels sur le béton de référence. Ces relations doivent être vérifiées à chaque période d'évaluation et en cas de changement significatif des conditions de production, sur la base des résultats des essais de résistance à la compression obtenus pendant la période initiale. De plus, lorsque l'on évalue la conformité d'une famille, il faut confirmer que chaque béton individuel appartient à cette famille (voir 8.2.1.3).

(4) Une distinction est faite entre la production initiale et la production continue dans le plan d'échantillonnage et d'essais et dans les critères de conformité applicables à chacune des compositions de béton individuelles ou aux familles de bétons.

(5) La production initiale couvre la période de production jusqu'à l'obtention d'au moins 35 résultats d'essais.

(6) La production continue est atteinte lorsqu'au moins 35 résultats d'essais sont obtenus sur une période ne dépassant pas 12 mois.

(7) Si la production d'une composition de béton individuelle ou d'une famille de bétons a été interrompue pendant plus de 12 mois, le producteur doit utiliser les critères et le plan d'échantillonnage et d'essais relatifs à la production initiale.

(8) Pour la production continue, le producteur peut adopter le plan d'échantillonnage et d'essais ainsi que les critères de la production initiale.

(9) Si la résistance est spécifiée à une échéance différente, la conformité est évaluée sur des éprouvettes soumises à essai à l'échéance spécifiée.

(10) Lorsqu'il faut évaluer qu'un volume défini de béton appartient à une population vérifiée conforme aux exigences de résistance caractéristique, son identité doit être déterminée conformément à l'Annexe B.

8.2.1.2 Plan d'échantillonnage et d'essais

(1) Les échantillons de béton doivent être sélectionnés de façon aléatoire et prélevés conformément à l'EN 12350-1. L'échantillonnage doit être effectué sur des compositions de béton individuelles ou sur chaque famille de bétons produite dans des conditions réputées uniformes. La fréquence minimale d'échantillonnage et d'essais du béton doit être conforme au Tableau 17, en choisissant la fréquence donnant le plus grand nombre d'échantillons pour la production initiale ou continue, selon le cas.

(2) Nonobstant les exigences relatives à l'échantillonnage définies en 8.1, les échantillons doivent être prélevés après toute adjonction d'eau ou d'adjuvants au béton, sous la responsabilité du producteur, mais le prélèvement d'échantillons avant l'ajout de plastifiants ou de superplastifiants pour ajuster sa consistance (voir 7.5) est autorisé, sous réserve que les essais initiaux aient prouvé que le plastifiant ou le superplastifiant n'a pas d'effet négatif sur la résistance du béton aux doses utilisées.

(3) Le résultat d'essai doit être celui obtenu à partir d'une éprouvette individuelle ou de la moyenne des résultats lorsqu'au moins deux éprouvettes provenant d'un même échantillon sont soumises à l'essai à la même échéance.

(4) Lorsque l'étendue des résultats d'essai, obtenus sur au moins deux éprouvettes confectionnées à partir d'un même échantillon, est supérieure à 15 % de la moyenne des résultats, ces résultats ne doivent pas être pris en compte, sauf si un examen plus approfondi permet de trouver une raison valable de ne pas tenir compte de l'un des résultats d'essai individuels.

Tableau 17 — Fréquence minimale d'échantillonnage pour l'évaluation de la conformité

Production	Fréquence minimale d'échantillonnage		
	50 premiers m ³ de la production	Au-delà des 50 premiers m ³ de la production ^a , la fréquence la plus élevée étant obtenue avec :	
		Béton avec certification du contrôle de la production	Béton sans certification du contrôle de la production
Initiale (jusqu'à ce que 35 résultats d'essais au moins aient été obtenus)	3 échantillons	1 échantillon tous les 200 m ³ ou 1 échantillon tous les 3 jours de production ^d	1 échantillon tous les 150 m ³ ou 1 échantillon par jour de production ^d
Continue ^b (une fois que 35 résultats au moins sont disponibles)	---	1 échantillon tous les 400 m ³ ou 1 échantillon tous les 5 jours de production ^{c, d} ou 1 échantillon par mois calendaire	

a L'échantillonnage doit être réparti sur l'ensemble de la production et il convient de ne pas prélever plus d'un échantillon par volume de 25 m³.

b Lorsque l'écart-type calculé pour les 15 derniers résultats d'essais au moins dépasse les limites supérieures de s_n selon le Tableau 19, la fréquence d'échantillonnage doit être augmentée à la fréquence requise pour la production initiale pour les 35 résultats d'essais suivants.

c Ou si le nombre de jours de production est supérieur à 5 sur 7 jours calendaires consécutifs, une fois par semaine calendaire.

d La définition d'un « jour de production » doit être indiquée dans les dispositions en vigueur sur le lieu d'utilisation.

8.2.1.3 Critères de conformité de la résistance à la compression

8.2.1.3.1 Critères pour les résultats individuels

(1) La conformité de la résistance à la compression du béton est évaluée sur des éprouvettes essayées à 28 jours, conformément à 5.5.1.2. Chaque résultat d'essai individuel, f_{ci} , doit correspondre à la relation :

$$f_{ci} \geq (f_{ck} - 4) \text{ N/mm}^2 \quad (1)$$

NOTE Si la résistance est spécifiée à une échéance différente, la conformité est évaluée sur des éprouvettes soumises à essai à l'échéance spécifiée.

8.2.1.3.2 Critères pour les résultats moyens

(1) L'obtention de la résistance caractéristique spécifiée doit être évaluée par l'une des méthodes suivantes.

Méthode A : production initiale

(2) Pour la production initiale, la résistance moyenne de groupes de trois résultats consécutifs avec ou sans chevauchement doit correspondre à la relation :

$$f_{cm} \geq (f_{ck} + 4) \text{ N/mm}^2 \quad (2)$$

NOTE 1 Les critères de conformité sont développés sur la base de résultats d'essais ne se chevauchant pas. L'application des critères à des résultats d'essais se chevauchant augmente le risque de rejet.

Méthode B : production continue

(3) La méthode B est une option lorsque les conditions de production continue sont réunies.

(4) L'évaluation de la conformité doit être réalisée à partir des résultats d'essais obtenus au cours d'une période d'évaluation, qui ne doit pas dépasser la période déterminée par l'une des options suivantes, en fonction de la fréquence d'essais :

- pour les unités de production dont la fréquence d'essais est faible (nombre de résultats d'essais pour le béton à propriétés spécifiées inférieur à 35 par trimestre), la période d'évaluation doit comprendre au moins 15 résultats et pas plus de 35 résultats consécutifs obtenus sur une période ne dépassant pas 6 mois ;
- pour les unités de production dont la fréquence d'essais est plus élevée (nombre de résultats d'essais pour le béton à propriétés spécifiées égal ou supérieur à 35 par trimestre), la période d'évaluation doit comprendre au moins 15 résultats consécutifs et ne doit pas dépasser trois mois.

(5) La résistance moyenne de groupes de résultats d'essais consécutifs avec ou sans chevauchement obtenus sur un seul béton ou sur une famille de bétons au cours d'une période d'évaluation doit correspondre à la relation :

$$f_{cm} \geq (f_{ck} + 1,48\sigma) \text{ N/mm}^2 \quad (3)$$

(6) Lorsque cette méthode est appliquée à une famille de bétons, la moyenne de tous les résultats d'essais bruts (f_{cm}) pour un seul béton de la famille doit être évaluée selon le critère indiqué au Tableau 18. Tout béton ne répondant pas à ce critère doit être écarté de la famille et sa conformité doit être évaluée individuellement.

(7) La conformité du ou des béton(s) écarté(s) doit être évaluée individuellement à l'aide des critères de conformité établis pour la production initiale (méthode A). La réintégration des bétons écartés est acceptée uniquement après la révision des relations établies entre la composition écartée et le béton de référence.

Tableau 18 — Critère de confirmation pour les bétons appartenant à une famille

Nombre n de résultats d'essais de résistance à la compression pour un béton de la famille	Moyenne des n résultats (f_{cm}) pour un béton de la famille N/mm ²
2	$\geq f_{ck} - 1,0$
3	$\geq f_{ck} + 1,0$
4	$\geq f_{ck} + 2,0$
5	$\geq f_{ck} + 2,5$
6	$\geq f_{ck} + 3,0$
7 à 9	$\geq f_{ck} + 3,5$
10 à 12	$\geq f_{ck} + 4,0$
13, 14	$\geq f_{ck} + 4,5$
≥ 15	$\geq f_{ck} + 1,48 \sigma$

NOTE 2 Voir l'Annexe K pour des recommandations sur la sélection des familles de bétons.

(8) Pendant la production initiale, l'écart-type (σ) de la population doit être estimé à partir de 35 résultats d'essais consécutifs au moins, obtenus sur une période de plus de trois mois. Lorsque la production continue commence, cette valeur de l'écart-type doit être utilisée pour vérifier la conformité par rapport à la période d'évaluation initiale. À la fin de la première période d'évaluation ainsi qu'à chaque période suivante, l'écart-type est vérifié afin de déterminer s'il a varié de manière significative à l'aide des limites indiquées dans le Tableau 19. S'il n'a pas varié de manière significative, l'estimation actuelle de l'écart-type s'applique à la période d'évaluation suivante. En cas de variation significative de l'écart-type, un nouvel écart-type est calculé à partir des 35 résultats d'essais consécutifs les plus récents et appliqué à la période d'évaluation suivante.

NOTE 3 Pour de plus amples informations, voir l'Annexe L, ligne 16.

Tableau 19 — Valeurs pour la vérification de l'écart-type

Nombre de résultats d'essais	Limites de s_n
15 à 19	$0,63 \sigma \leq s_n \leq 1,37 \sigma$
20 à 24	$0,68 \sigma \leq s_n \leq 1,31 \sigma$
25 à 29	$0,72 \sigma \leq s_n \leq 1,28 \sigma$
30 à 34	$0,74 \sigma \leq s_n \leq 1,26 \sigma$
35 ^a	$0,76 \sigma \leq s_n \leq 1,24 \sigma$

^a Dans le cas de plus de 35 résultats d'essais, la A1 Formule (L.1) A1 s'applique.

Méthode C : utilisation de cartes de contrôle

(9) La méthode C est une option qui permet d'évaluer la conformité à l'aide de cartes de contrôle, lorsque les conditions d'une production continue sont réunies et lorsque la production de béton est certifiée par une tierce partie.

(10) Le système de contrôle doit impliquer l'application d'un modèle reconnu de carte de contrôle et posséder les caractéristiques suivantes :

- atteindre une qualité moyenne après contrôle (QMAC) maximale inférieure ou égale à 5,0 % ;
- avoir pour objectif d'assurer la conformité de la production concernée à la résistance caractéristique requise ;
- intégrer une surveillance régulière de la résistance et du ou des écarts-types par rapport aux valeurs cibles ;
- le cas échéant, inclure un ou plusieurs modes opératoires permettant d'accélérer la réponse du système (par exemple, utilisation de données de résistance obtenues à courte échéance, utilisation de familles de bétons) ;
- définir et appliquer des règles de décision claires pour la conformité et les limites d'avertissement ;
- lorsque la carte de contrôle montre que l'écart-type est supérieur de $0,5 \text{ N/mm}^2$ au moins à la valeur appliquée, modifier la valeur appliquée.

NOTE 4 Pour de plus amples informations, voir l'Annexe L, ligne 17.

(11) L'une des règles d'application donnée à l'Annexe H ou dans les dispositions en vigueur sur le lieu d'utilisation et satisfaisant aux exigences de 8.2.1.3.2 (10) doit être appliquée.

NOTE 5 L'Annexe H décrit une méthode d'application des cartes de contrôle des sommes cumulées (CUSUM) et des cartes de contrôle de Shewhart, avec des exemples de règles de conformité qui permettent d'obtenir une limite de qualité moyenne après contrôle ne dépassant pas 5,0 %. Des recommandations sur les valeurs autres que celles indiquées à l'Annexe H sont données dans le CEN/TR 16369. Elles sont basées sur [1] pour les cartes de contrôle CUSUM.

8.2.2 Contrôle de la conformité de la résistance en traction par fendage

8.2.2.1 Généralités

(1) Le paragraphe 8.2.1.1 s'applique, mais le concept de familles de bétons n'est pas applicable. Chaque composition de béton doit être évaluée séparément.

NOTE Pour de plus amples informations, voir l'Annexe L, ligne 18.

8.2.2.2 Plan d'échantillonnage et d'essais

(1) Le paragraphe 8.2.1.2 s'applique.

8.2.2.3 Critères de conformité de la résistance en traction par fendage

(1) Lorsque la résistance en traction par fendage du béton est spécifiée, l'évaluation de la conformité doit être réalisée à partir des résultats d'essais obtenus au cours d'une période d'évaluation, qui ne doit pas dépasser la période déterminée par l'une des options suivantes, en fonction de la fréquence d'essais :

- pour les unités de production dont la fréquence d'essais est faible (nombre de résultats d'essais pour le béton à propriétés spécifiées inférieur à 35 par trimestre), la période d'évaluation doit comprendre au moins 15 résultats et pas plus de 35 résultats consécutifs obtenus sur une période ne dépassant pas 6 mois ;
- pour les unités de production dont la fréquence d'essais est plus élevée (nombre de résultats d'essais pour le béton à propriétés spécifiées égal ou supérieur à 35 par trimestre), la période d'évaluation doit comprendre au moins 15 résultats consécutifs et ne doit pas dépasser trois mois.

(2) La conformité de la résistance en traction par fendage du béton est évaluée sur des éprouvettes essayées à 28 jours, sauf si une échéance différente est spécifiée conformément à 5.5.1.3 pour :

- des groupes de n résultats d'essais consécutifs avec ou sans chevauchement $f_{ctm,sp}$ (critère 1) ;
- chaque résultat d'essai individuel $f_{cti,sp}$ (critère 2).

(3) La conformité à la résistance en traction par fendage caractéristique ($f_{ctk,sp}$) est confirmée si les résultats d'essai satisfont aux deux critères du Tableau 20 pour la production initiale ou continue, selon le cas.

Tableau 20 — Critères de conformité de la résistance en traction par fendage

Production	Nombre n de résultats dans le groupe	Critère 1	Critère 2
		Moyenne de n résultats ($f_{ctm,sp}$) N/mm ²	Tout résultat d'essai individuel ($f_{cti,sp}$) N/mm ²
Initiale	3	$\geq f_{ctk,sp} + 0,5$	$\geq f_{ctk,sp} - 0,5$
Continue	Pas inférieur à 15	$\geq f_{ctk,sp} + 1,48 \sigma$	$\geq f_{ctk,sp} - 0,5$

(4) Les exigences relatives à l'écart-type doivent être conformes à la méthode B de 8.2.1.3.2.

8.2.3 Contrôle de la conformité des propriétés autres que la résistance

8.2.3.1 Généralités

(1) Lorsque d'autres propriétés du béton sont spécifiées, les évaluations de la conformité doivent être réalisées sur des charges individuelles, pour la consistance, la viscosité apparente, l'aptitude à l'écoulement, la résistance à la ségrégation, la teneur en air et, si des fibres sont ajoutées dans le camion malaxeur, l'homogénéité de la distribution des fibres dans le béton frais, comme indiqué dans le Tableau 21. Pour les autres propriétés, les évaluations de la conformité doivent être effectuées comme indiqué dans le Tableau 22 durant la production, sur la période d'évaluation qui ne doit pas dépasser 6 mois.

NOTE 1 Lorsqu'un essai d'identification est réalisé afin de déterminer si un volume défini de béton appartient à une population vérifiée conforme aux exigences de consistance du béton, de teneur en air du béton frais ou de teneur minimale en fibres spécifiée, le mode opératoire à appliquer est indiqué dans l'Annexe B.

NOTE 2 Les critères de conformité d'une gâchée individuelle et les critères de l'essai d'identification sont les mêmes.

8.2.3.2 Plan d'échantillonnage et d'essais

(1) Les gâchées pour essai doivent être sélectionnées de façon aléatoire et les échantillons de béton prélevés conformément à l'EN 12350-1. L'échantillonnage doit être effectué sur chaque famille de bétons produite dans des conditions réputées uniformes. Le nombre minimum d'échantillons et les méthodes d'essai doivent être ceux du Tableau 21 ou du Tableau 22, selon le cas.

8.2.3.3 Critères de conformité des propriétés autres que la résistance

(1) La conformité aux propriétés exigées est confirmée si les deux conditions suivantes sont réunies :

- les résultats d'essai individuels se situent dans l'écart maximal admissible indiqué aux Tableaux 21 et 22 ou les tolérances applicables aux valeurs cibles sont conformes au Tableau 23 ;
- et le nombre de résultats d'essais pour l'une des propriétés indiquées au Tableau 22 s'écartant de la valeur limite spécifiée ou se situant hors des limites d'une classe ou ne respectant pas les tolérances applicables aux valeurs cibles, selon le cas, n'est pas supérieur au nombre acceptable du Tableau 24 ; une alternative consiste à fonder cette exigence sur un contrôle par mesures, conformément à l'ISO 3951-1 (NQA = 4 %).

(2) Lorsque la gâchée ne répond pas à ce critère individuel, elle est déclarée non conforme et ce résultat est exclu de toute autre évaluation de conformité sur le béton restant.

Tableau 21 — Évaluation de la conformité pour les classes de consistance, les propriétés du BAP, la teneur en air et l'homogénéité de la distribution des fibres du béton frais sur le lieu de livraison

Propriété	Méthode d'essai ou méthode de détermination	Nombre minimal d'échantillons ou de déterminations	Écart maximal admissible ^a sur le lieu de livraison des résultats d'essai individuels par rapport aux valeurs limites ou aux limites de la classe spécifiée pour la consistance	
			Limite inf.	Limite sup.
Aspect	Comparaison par inspection visuelle de l'aspect du béton considéré avec son aspect normal	Chaque gâchée ; dans le cas de plusieurs livraisons par véhicule, chaque charge	-	-
Affaissement	EN 12350-2	i) Fréquence comme au Tableau 17 pour la résistance à la compression ii) Lors de l'essai de teneur en air iii) En cas de doute après inspection visuelle	-10 mm	+10 mm
Indice de serrage	EN 12350-4		-20 mm ^b	+20 mm ^b
			-0,03	+0,03
Étalement à la table à chocs	EN 12350-5		-10 mm	+10 mm
Étalement au cône d'Abrams	EN 12350-8	-20 mm ^b	+20 mm ^b	
Viscosité apparente	EN 12350-8 ou EN 12350-9	Si spécifiée	Aucun écart admis	Aucun écart admis
Aptitude à l'écoulement	EN 12350-10 ou EN 12350-12			
Résistance à la ségrégation	EN 12350-11			
Teneur en air d'un béton frais contenant de l'air entraîné ^d	EN 12350-7 pour les bétons de masse volumique normale et les bétons lourds ; ASTM C 173 pour les bétons légers	1 échantillon par jour de production ^c	-0,5 % en volume	+5,0 % en volume
Malaxage homogène des fibres dans le béton frais lorsque des fibres sont ajoutées dans le camion malaxeur	Telle que décrite en B.5	Fréquence ^c comme au Tableau 17 pour la résistance à la compression	Tel que décrit en B.5	

^a En l'absence de limite supérieure ou inférieure dans la classe de consistance concernée, ces écarts ne sont pas applicables.

^b Ne s'applique que pour l'essai de consistance effectué sur le déchargement initial du camion malaxeur ou de la cuve agitatrice (voir 5.4.1).

^c Sauf lorsque des dispositions en vigueur sur le lieu d'utilisation exigent des fréquences d'essais minimales supérieures.

^d Voir 6.2.3 (1), quatrième tiret.

Tableau 22 — Évaluation de la conformité pour la teneur en fibres, la masse volumique, le rapport maximal eau/ciment et la teneur minimale en ciment

Propriété	Méthode d'essai ou méthode de détermination	Nombre minimal d'échantillons ou de déterminations	Nombre acceptable	Écart maximal admissible des résultats d'essai individuels par rapport aux valeurs limites, aux tolérances applicables aux valeurs cibles ou aux limites de la classe spécifiée	
				Limite inf.	Limite sup.
Teneur en fibres d'acier du béton frais	Voir 5.4.4	1 détermination par jour	Voir Tableau 24	-5 % en masse	Pas de limite ^a
Teneurs en fibres polymère du béton frais	Voir 5.4.4	1 détermination par jour	Voir Tableau 24	-10 % en masse	Pas de limite ^a
Masse volumique du béton lourd	EN 12390-7	Comme au Tableau 17 pour la résistance à la compression	Voir Tableau 24	-30 kg/m ³	Pas de limite ^a
Masse volumique du béton léger	EN 12390-7	Comme au Tableau 17 pour la résistance à la compression	Voir Tableau 24	-30 kg/m ³	+30 kg/m ³
Rapport maximal eau/ciment ou rapport maximal eau/(ciment + addition) ^b ou rapport maximal eau/(ciment + $k \times$ addition) ^b	Voir 5.4.2	1 détermination par jour	Voir Tableau 24	Pas de limite ^a	+0,02
Teneur minimale en ciment ou teneur minimale (ciment + addition) ^b ou teneur minimale (ciment + $k \times$ addition) ^b	Voir 5.4.2	1 détermination par jour	Voir Tableau 24	-10 kg/m ³	Pas de limite ^a

^a Sauf si des limites sont spécifiées.
^b En fonction du concept d'addition utilisé, voir 5.4.2.

Tableau 23 — Critères de conformité applicables aux valeurs cibles ^a de consistance et de viscosité apparente

Affaïssement			
Valeur cible en mm	≤ 40	50 à 90	≥ 100
Tolérance en mm	± 10	± 20	± 30
Indice de serrage			
Valeur cible	≥ 1,26	1,25 à 1,11	≤ 1,10
Tolérance	± 0,13	± 0,11	± 0,08
Diamètre d'étalement à la table à chocs			
Valeur cible en mm	Toutes les valeurs		
Tolérance en mm	± 40		
Diamètre d'étalement au cône d'Abrams			
Valeur cible en mm	Toutes les valeurs		
Tolérance en mm	± 50		
t₅₀₀			
Valeur cible en s	Toutes les valeurs		
Tolérance en s	± 1		
t_v			
Valeur cible en s	< 9	≥ 9	
Tolérance en s	± 3	± 5	
^a Ces valeurs s'appliquent sauf lorsque des valeurs alternatives sont indiquées à l'Annexe D ou dans les dispositions en vigueur sur le lieu d'utilisation du béton.			

Tableau 24 — Nombre acceptable de résultats en dehors des limites spécifiées pour les critères de conformité du Tableau 22

NQA = 4 %	
Nombre de résultats d'essais	Nombre acceptable
1 à 12	0
13 à 19	1
20 à 31	2
32 à 39	3
40 à 49	4
50 à 64	5
65 à 79	6
80 à 94	7
95 à 100	8

Lorsque le nombre de résultats d'essais dépasse 100, les nombres acceptables appropriés peuvent être repris du Tableau 2-A de l'ISO 2859-1:1999.

8.3 Contrôle de la conformité des bétons à composition prescrite, y compris les bétons à composition prescrite dans une norme

(1) Chaque gâchée ou charge de béton à composition prescrite doit faire l'objet d'une évaluation de la conformité vis-à-vis de la teneur en ciment, de la dimension maximale des granulats et de leurs proportions, si spécifiées, ainsi que du rapport eau/ciment et de la quantité d'adjuvants ou d'additions ajoutée, le cas échéant. Les quantités de ciment, de granulats (chacune des dimensions spécifiées), d'adjuvants et d'additions, telles que consignées sur le registre de production ou telles qu'imprimées à partir de l'enregistreur de gâchées, doivent correspondre aux tolérances applicables aux valeurs spécifiées indiquées dans le Tableau 27. Le rapport eau/ciment doit correspondre à $\pm 0,04$ près à la valeur spécifiée.

(2) Lorsque la conformité de la composition doit être évaluée par analyse du béton frais, les méthodes d'essai et les limites de conformité doivent faire l'objet d'un accord préalable entre l'utilisateur et le producteur, en tenant compte des limites mentionnées ci-dessus et de la précision de la méthode d'essai.

(3) Lorsque la conformité de la consistance est à évaluer, les paragraphes correspondants de 8.2.3 et les Tableaux 21 et 24 s'appliquent.

(4) S'agissant de la conformité :

- du type de ciment et de sa classe de résistance ;
- du type de granulats ;
- du type d'adjuvant, d'addition ou de fibre, le cas échéant ;
- de l'origine des constituants du béton, si spécifiée ;

elle doit être évaluée par comparaison entre les informations du registre de production et les documents accompagnant la livraison des constituants, comprenant les exigences spécifiées.

8.4 Mesures à prendre en cas de non-conformité du produit

(1) Les mesures suivantes doivent être prises par le producteur en cas de non-conformité :

- vérifier les résultats d'essais et, s'ils sont invalidés, prendre des mesures pour éliminer les erreurs ;
- si la non-conformité est confirmée, entreprendre des mesures correctives, notamment une revue de direction des procédures de contrôle de la production concernées ;
- lorsque la non-conformité à la spécification du béton qui n'était pas évidente au moment de la livraison est confirmée, avertir le(s) prescripteur(s) et le(s) utilisateur(s) pour éviter tout dommage consécutif ;
- consigner par écrit les mesures prises concernant les points ci-dessus.

(2) Si la non-conformité du béton résulte d'un ajout d'eau ou d'adjuvants sur le chantier (voir 7.5), le producteur n'est tenu de prendre des mesures que s'il a lui-même autorisé cet ajout.

NOTE Si le producteur a averti d'une non-conformité du béton ou si les résultats des essais de conformité ne sont pas conformes aux exigences, des essais complémentaires réalisés selon l'EN 12504-1 sur des carottes prélevées dans la structure ou dans des éléments, ou une combinaison d'essais sur carottes et d'essais non destructifs sur la structure ou des éléments, par exemple selon l'EN 12504-2 ou l'EN 12504-4, peuvent être requis. L'EN 13791 fournit des recommandations sur l'évaluation de la résistance dans la structure ou les éléments de structure.

9 Contrôle de la production

9.1 Généralités

(1) Tous les bétons doivent être soumis au contrôle de la production sous la responsabilité du producteur.

(2) Le contrôle de la production comprend toutes les mesures nécessaires pour maintenir la conformité des propriétés du béton aux exigences spécifiées. Il comprend :

- la sélection des matériaux ;
- la composition du béton ;
- la production du béton ;
- les inspections et les essais ;
- l'utilisation des résultats des essais sur les constituants, sur le béton frais et durci ;
- l'étalonnage de l'équipement ;
- le cas échéant, l'inspection de l'équipement de transport du béton frais ;
- le contrôle de la conformité dont les dispositions sont données à l'Article 8.

(3) Les exigences relatives à d'autres aspects du contrôle de la production sont décrites dans les paragraphes suivants. Ces exigences doivent être considérées en tenant compte du mode et du volume de la production, de l'ouvrage, des équipements particuliers, des procédures et règles en vigueur sur le lieu de production et d'utilisation du béton. Des exigences complémentaires peuvent être nécessaires selon la situation particulière sur le lieu de production ou les exigences spécifiques de certaines structures ou éléments de structure particuliers.

NOTE L'Article 9 tient compte des principes de la norme EN ISO 9001.

9.2 Systèmes de contrôle de la production

(1) La responsabilité, l'autorité et les interactions entre tous les membres du personnel en charge de la gestion, de l'exécution et de la vérification des travaux ayant une incidence sur la qualité du béton doivent être définies dans un système de contrôle de la production consigné par écrit (manuel de contrôle de la production). Cette exigence concerne particulièrement les membres du personnel ayant besoin d'une certaine liberté d'organisation et d'un certain pouvoir de décision pour réduire au minimum le risque de béton non conforme et pour identifier et consigner tout problème de qualité.

(2) Le système de contrôle de la production doit être révisé au moins tous les deux ans par la direction du producteur pour s'assurer de sa pertinence et de son efficacité. En l'absence de législation imposant une période plus longue, les documents se rapportant à ces revues doivent être conservés pendant trois ans au moins.

(3) Le système de contrôle de la production doit comprendre des procédures et des instructions dûment documentées. Celles-ci doivent, le cas échéant, être établies par rapport aux exigences de contrôle figurant dans les Tableaux 28 et 29. Les fréquences d'essais et d'inspections prévues par le producteur doivent être consignées par écrit. Les résultats des essais et inspections doivent être enregistrés.

9.3 Informations à consigner et autres documents

(1) Toutes les informations pertinentes se rapportant au contrôle de la production doivent être enregistrées, voir Tableau 25. En l'absence de législation imposant une période plus longue, les données se rapportant au contrôle de la production doivent être conservées pendant trois ans au moins.

Tableau 25 — Informations à consigner et autres documents, le cas échéant

Objet	Informations à consigner et autres documents
Exigences spécifiées	Cahier des charges du contrat ou résumé des exigences
Constituants	Noms des fournisseurs, origines et déclaration de performance
Essais sur l'eau de gâchage (non exigés pour l'eau potable)	Date et lieu de l'échantillonnage Résultats d'essai
Essais sur les constituants	Date et résultats d'essai
Composition du béton	Description du béton Enregistrement des masses des constituants pour une gâchée ou une charge (par exemple, teneur en ciment) Rapport eau/ciment Teneur en chlorures Code d'appartenance à une famille
Essais sur béton frais	Date et lieu de l'échantillonnage Destination dans la structure, si connue Consistance (méthode utilisée et résultats) Viscosité apparente, si spécifiée Résistance à la ségrégation, si spécifiée Aptitude à l'écoulement, si spécifiée Masse volumique, si spécifiée Teneur en fibres, si spécifiée Température du béton, si spécifiée Teneur en air, si spécifiée Volume de la gâchée ou de la charge de béton soumis à essai Nombre et codes des éprouvettes pour essai Rapport eau/ciment, si spécifié
Essais sur béton durci	Date des essais Code et âge des éprouvettes Résultats des essais de masse volumique et de résistance Remarques particulières (par exemple, profil de rupture inhabituel de l'éprouvette)
Évaluation de la conformité	Conformité/non-conformité aux spécifications du béton
En complément, pour le béton prêt à l'emploi	Nom de l'acheteur Localisation du chantier, par exemple, site de construction Numéro et date des bons de livraison correspondant aux essais Bons de livraison
En complément, pour les produits préfabriqués en béton	Des données supplémentaires ou différentes peuvent être requises par la norme de produit applicable

9.4 Essais

(1) Les essais doivent être effectués conformément aux méthodes d'essai décrites dans la présente norme (méthode d'essai de référence). D'autres méthodes d'essai peuvent également être utilisées, dans la mesure où la corrélation ou une relation fiable entre les résultats de ces méthodes d'essai et ceux des méthodes de référence a été établie. La validité de cette relation fiable ou de cette corrélation doit être vérifiée à intervalles appropriés. En cas de litige, les méthodes de référence prévalent.

(2) Cette vérification doit être effectuée séparément pour chaque site de production fonctionnant dans des conditions qui lui sont propres, sauf si la corrélation a été établie dans les dispositions en vigueur sur le lieu d'utilisation du béton.

9.5 Composition du béton et essais initiaux

(1) Lorsqu'un béton de composition nouvelle est utilisé, des essais initiaux doivent être effectués afin de vérifier la conformité du béton aux propriétés spécifiées et à la performance prévue, avec une marge de sécurité suffisante (voir l'Annexe A). Si l'on dispose d'une longue expérience avec un béton ou une famille de bétons similaire, il n'est pas nécessaire de procéder aux essais initiaux, sauf dans le cas des bétons auto-plaçants. En cas de modification significative des constituants, la formulation et les règles de formulation du béton doivent être redéfinies. Dans le cas de bétons à composition prescrite ou de bétons à composition prescrite dans une norme, il n'est pas nécessaire que le producteur procède à des essais initiaux.

(2) Les bétons de composition nouvelle obtenue par interpolation de compositions de béton connues ou extrapolations de la résistance à la compression ne dépassant pas 5 N/mm^2 sont réputés satisfaire aux exigences des essais initiaux.

(3) Les compositions de béton doivent être régulièrement revues afin de vérifier qu'elles restent toutes conformes aux exigences en vigueur, en tenant compte des changements dans les propriétés des constituants et des résultats des essais de conformité effectués sur les compositions de béton.

9.6 Personnel, équipement et installation

9.6.1 Personnel

(1) Les connaissances, la formation et l'expérience du personnel impliqué dans la production et le contrôle de la production doivent être adaptées au type de béton, par exemple béton auto-plaçant, béton léger.

(2) Des documents appropriés relatifs à la formation et à l'expérience du personnel impliqué dans la production et le contrôle de la production doivent être tenus à jour.

NOTE Dans certains pays, il existe des exigences particulières relatives aux niveaux de connaissance, de formation et d'expérience pour effectuer les différentes tâches.

9.6.2 Équipement et installation

9.6.2.1 Stockage des constituants

- (1) Les constituants doivent être stockés et manipulés de façon à ce que leurs propriétés ne changent pas de façon significative, notamment en raison des conditions climatiques, de leur mélange ou d'une contamination, et de sorte que leur conformité à la norme applicable soit maintenue.
- (2) Les compartiments de stockage doivent être clairement identifiés de façon à éviter des erreurs d'utilisation des constituants.
- (3) Les instructions spéciales des fournisseurs de constituants doivent être prises en compte.
- (4) Les moyens nécessaires au prélèvement d'échantillons représentatifs sur les tas, silos, trémies, etc. doivent exister.

9.6.2.2 Équipement de dosage

- (1) Les performances de l'équipement de dosage doivent être telles que dans des conditions de fonctionnement réelles, les niveaux de précision indiqués en 9.7 puissent être atteints et maintenus.
- (2) L'équipement de dosage doit être conforme aux exigences indiquées dans le Tableau 26.

Tableau 26 — Exigences relatives à l'équipement de dosage

En cas de dosage en fonction de la masse		
Charge en % de la portée maximale	Charge minimale ^a à 20 % de la portée maximale	20 % de la portée maximale à charge maximale ^a
Erreur maximale admissible en % de la charge	± 2 %	± 1 %
En cas de dosage en fonction du volume		
Volume mesuré	< 30 l	≥ 30 l
Erreur maximale admissible en % du volume	± 3 %	± 2 %
^a La charge minimale et la charge maximale sont indiquées par le fabricant de l'équipement.		

9.6.2.3 Malaxeurs

- (1) Tous les malaxeurs doivent être en mesure d'assurer un mélange homogène des constituants et une consistance homogène du béton pour un temps de malaxage et une capacité de malaxage donnés.
- (2) Les camions malaxeurs et les cuves agitatrices doivent être équipés de façon à pouvoir livrer le béton sous forme d'un mélange homogène. En outre, les camions malaxeurs doivent être dotés d'un matériel de mesure et de distribution approprié dans les cas où de l'eau ou des adjuvants doivent être ajoutés sur le chantier, sous la responsabilité du producteur. Si des fibres doivent être ajoutées dans le camion malaxeur sous la responsabilité du producteur, un matériel de mesure et de distribution approprié doit être disponible à l'endroit où les fibres sont ajoutées.

9.6.2.4 Matériel d’essai

(1) Toutes les installations, tout le matériel et toutes les instructions nécessaires à une utilisation correcte doivent être disponibles lorsqu’ils sont requis pour les inspections et les essais sur les équipements, les constituants et le béton.

(2) Le matériel d’essai approprié doit être correctement étalonné au moment de l’essai et le producteur doit mettre en œuvre un programme d’étalonnage.

9.7 Dosage des constituants

(1) Une procédure de dosage documentée, détaillant le type et la quantité des constituants à utiliser, doit être disponible sur le lieu du dosage du béton.

(2) Pour des volumes de béton de 1 m³ ou plus, la tolérance de dosage des constituants ne doit pas dépasser les limites données dans le Tableau 27, sauf lorsque d’autres tolérances sont indiquées dans les dispositions en vigueur sur le lieu d’utilisation. Lorsque plusieurs gâchées sont malaxées ou remalaxées dans un camion malaxeur, les tolérances du Tableau 27 s’appliquent à la charge.

NOTE Pour de plus amples informations, voir l’Annexe L, ligne 19.

Tableau 27 — Tolérances pour le dosage des constituants

Constituant	Tolérance
Ciment Eau Ensemble des granulats Additions et fibres utilisées en quantités > 5 % de la masse de ciment	± 3 % de la quantité requise
Adjuvants, additions et fibres utilisées en quantités ≤ 5 % de la masse de ciment	± 5 % de la quantité requise
NOTE La tolérance est la différence entre la valeur cible et la valeur mesurée.	

(3) Les ciments, granulats de masse volumique normale, granulats lourds, fibres, ainsi que les additions sous la forme de poudres doivent être dosés en fonction de leur masse, sauf si d’autres méthodes permettent de respecter la tolérance de dosage requise et qu’elles sont documentées.

(4) L’eau de gâchage, les granulats légers, les adjuvants et les additions sous forme de « slurry » doivent être dosés en masse ou en volume.

9.8 Malaxage du béton

(1) Le malaxage des constituants doit être effectué dans un malaxeur conforme à 9.6.2.3 et poursuivi jusqu’à l’obtention d’un mélange de béton d’aspect homogène.

(2) Les malaxeurs ne doivent pas être chargés au-delà de leur capacité nominale de malaxage.

(3) En cas de disposition stipulant d’ajouter les constituants énumérés en 7.5 après le malaxage principal, le béton doit être soumis à un malaxage complémentaire jusqu’à dispersion complète du constituant ajouté dans la gâchée ou la charge et, dans le cas d’un adjuvant, jusqu’à ce qu’il ait pleinement agi.

NOTE Pour de plus amples informations, voir l’Annexe L, ligne 20.

(4) Pour le béton léger préparé avec des granulats non saturés, la période entre le malaxage initial et la fin du malaxage final (par exemple, malaxage complémentaire dans un camion malaxeur) doit être prolongée jusqu'à ce que l'absorption de l'eau par les granulats et l'évacuation de l'air inclus dans les granulats légers n'aient plus d'effet négatif significatif sur les propriétés du béton durci.

(5) La composition du béton frais ne doit pas être modifiée après sa sortie du malaxeur.

9.9 Procédures de contrôle de la production

(1) La conformité des constituants, de l'équipement, des procédures de production et du béton doit être contrôlée par rapport aux spécifications du béton et aux exigences de la présente norme. Le contrôle doit permettre la détection des changements significatifs qui influent sur les propriétés en vue de prendre les mesures correctives appropriées.

(2) Une procédure comprenant les points suivants doit être mise en œuvre afin d'assurer la livraison, le stockage et l'utilisation corrects des constituants :

- vérifier que les matériaux livrés correspondent à ceux commandés ;
- vérifier que les matériaux sont déchargés à l'emplacement correct ;
- éviter le déchargement de tout matériau qui est clairement non conforme ;
- stocker les matériaux de sorte à réduire au minimum le risque de contamination ou de détérioration ;
- conserver les enregistrements des livraisons ;
- soumettre à essai les livraisons suspectes, afin de vérifier toutes les propriétés pour lesquelles il existe un doute quant à leur conformité à la norme applicable ou à une autre spécification ;
- contrôler la teneur en eau des granulats.

NOTE Il est essentiel, pour produire un béton auto-plaçant de qualité constante, de disposer de constituants avec des propriétés stables. Ces propriétés peuvent nécessiter un contrôle plus fréquent que dans le cas d'un béton ordinaire.

(3) Si un producteur de béton fabrique ses propres granulats, il doit être considéré comme un producteur de granulats et doit se conformer aux aspects techniques de la Norme européenne relative aux granulats applicable.

(4) Le contrôle de l'équipement doit assurer le bon état de fonctionnement des dispositifs de stockage, du matériel de dosage en masse et en volume, des appareils de malaxage et de commande (permettant par exemple la détermination de la teneur en eau des granulats). Il doit également permettre de garantir leur conformité aux exigences de la présente norme. La fréquence des inspections et des essais de l'équipement (s'il est utilisé) est donnée au Tableau 28.

(5) L'unité de production, l'équipement et les moyens de transport doivent être soumis à un système de maintenance planifiée et doivent être maintenus en état de fonctionner efficacement, de façon à ne pas affecter négativement les propriétés et le dosage du béton.

(6) Les propriétés du béton à propriétés spécifiées doivent être vérifiées par rapport aux exigences spécifiées au Tableau 29.

(7) La composition du béton à composition prescrite, ainsi que sa consistance et sa température, si elles sont spécifiées, doivent être contrôlées par rapport aux exigences spécifiées au Tableau 29, lorsque les lignes sont applicables au béton à composition prescrite.

(8) Le contrôle doit porter sur la production, le transport jusqu'au lieu de déchargement et la livraison.

(9) Pour certains bétons, des exigences complémentaires peuvent s'avérer nécessaires pour le contrôle de la production. Celles-ci ne sont pas définies dans cette norme. Si le contrat définit des exigences particulières pour le béton, le contrôle de la production doit inclure les mesures appropriées en plus de celles mentionnées au Tableau 29.

(10) Les mesures prévues aux Tableaux 28 et 29 peuvent, dans certains cas particuliers, être adaptées aux conditions spécifiques du lieu de production, et être remplacées par d'autres mesures assurant un niveau équivalent de contrôle de la production.

Tableau 28 — Contrôle de l'équipement

	Équipement	Inspection/essai	Objectif	Fréquence minimale
1	Stockage au sol, trémies, etc.	Inspection visuelle	Pour s'assurer de la conformité aux exigences	Une fois par semaine
2	Matériel de pesage	Inspection visuelle de la performance	Pour s'assurer de la propreté et du bon fonctionnement du matériel de pesage	1 fois par jour
3		Essai du matériel de pesage	Pour satisfaire aux exigences de 9.6.2.2	Lors de l'installation Périodiquement ^a , en fonction des dispositions en vigueur sur le lieu d'utilisation En cas de doute
4	Distributeur d'adjuvants (y compris les équipements montés sur les camions malaxeurs)	Inspection visuelle de la performance	Pour vérifier la propreté et le bon fonctionnement du matériel de dosage	Pour chaque adjuvant, première gâchée de la journée
5		Essai du matériel de dosage et réalisation d'un déchargement complet	Pour satisfaire aux exigences de 9.6.2.2	Lors de l'installation Périodiquement ^a après l'installation En cas de doute
6	Compteur et distributeur d'eau monté sur le camion malaxeur	Essai du matériel de dosage	Pour satisfaire aux exigences de 9.6.2.2	Lors de l'installation Périodiquement ^a après l'installation En cas de doute
7	Matériel de mesure en continu de la teneur en eau des granulats	Comparaison de la quantité réelle avec la valeur affichée à l'humidimètre	Pour vérifier les valeurs correctes	Lors de l'installation Périodiquement ^a après l'installation En cas de doute

	Équipement	Inspection/essai	Objectif	Fréquence minimale
8	Système de dosage	Inspection visuelle	Pour vérifier le bon fonctionnement du matériel de dosage	1 fois par jour
9		Comparaison (par une méthode appropriée selon le système de dosage utilisé) de la masse réelle des constituants présents dans la gâchée avec la masse cible et, en cas d'enregistrement automatique du dosage, avec la masse enregistrée	Pour satisfaire aux exigences de 9.7	Lors de l'installation En cas de doute Périodiquement ^a après l'installation
10	Appareillage d'essai	Étalonnage ou calibrage conformément aux normes nationales ou européennes applicables	Pour vérifier la conformité	Périodiquement ^a Pour les appareils d'essai de résistance, au moins une fois par an
11	Malaxeurs (y compris les camions malaxeurs)	Inspection visuelle	Pour vérifier le degré d'usure de l'équipement de malaxage	Périodiquement ^a
^a La fréquence est fonction du type d'équipement, de sa sensibilité en fonctionnement et des conditions de production de l'unité de production.				

Tableau 29 — Contrôle des procédures de production et des propriétés du béton

	Type d'essai	Inspection/essai	Objectif	Fréquence minimale
1	Propriétés du béton à propriétés spécifiées	Essai initial (voir l'Annexe A)	Pour démontrer que les propriétés spécifiées sont obtenues par la composition proposée avec une marge de sécurité adéquate	Avant d'utiliser une nouvelle composition de béton
2	Teneur en eau des sables	Système de mesure en continu, essai de séchage ou équivalent	Pour déterminer la masse sèche de granulats et l'eau à ajouter	Quotidiennement pour une vérification discontinue. La fréquence requise pour les essais peut varier en fonction des conditions locales et météorologiques
3	Teneur en eau des gravillons	Essai de séchage ou équivalent	Pour déterminer la masse sèche de granulats et l'eau à ajouter	En fonction des conditions locales et météorologiques
4	Teneur en eau du béton frais	Vérification de la quantité d'eau de gâchage ajoutée ^b	Pour fournir des données sur le rapport eau/ciment	Chaque gâchée ou charge
5	Teneur en chlorures du béton	Détermination initiale par calcul	Pour s'assurer que la teneur maximale en chlorures n'est pas dépassée	Au moment d'effectuer l'essai initial En cas d'augmentation de la teneur en chlorures des constituants

	Type d'essai	Inspection/essai	Objectif	Fréquence minimale
6	Consistance	Inspection visuelle	Pour comparer avec un béton d'aspect normal	Chaque gâchée ou charge
7		Essai de consistance selon l'EN 12350-2, l'EN 12350-4 ou l'EN 12350-5	Pour évaluer l'obtention des valeurs de consistance spécifiées et détecter d'éventuelles variations de la teneur en eau, par exemple	Lorsque la consistance est spécifiée, comme au Tableau 17 pour la résistance à la compression Lors de l'essai de la teneur en air En cas de doute après inspection visuelle
8		Essai de consistance selon l'EN 12350-8		Au moins une fois par jour Lors des essais de résistance à la compression (même fréquence) Lors de l'essai de la teneur en air En cas de doute après inspection visuelle
9	Viscosité apparente	EN 12350-8 ou EN 12350-9		Pour évaluer l'obtention des valeurs de consistance déclarées
10	Aptitude à l'écoulement	EN 12350-10 ou EN 12350-12		
11	Résistance à la ségrégation	EN 12350-11		
12	Masse volumique du béton frais	Essai de masse volumique selon l'EN 12350-6	Pour les bétons légers et lourds, pour superviser le dosage et le contrôle de masse volumique	1 fois par jour
13	Teneur en ciment du béton frais	Vérification de la quantité de ciment utilisée ^b	Pour vérifier la teneur en ciment et fournir des données sur le rapport eau/ciment	Chaque gâchée ou charge
14	Teneur en additions du béton frais	Vérification de la quantité d'additions utilisée ^b	Pour vérifier la teneur en additions et fournir des données sur le rapport e/c (voir 5.4.2)	Chaque gâchée ou charge
15	Teneur en adjuvant du béton frais	Vérification du poids ou du volume d'adjuvant utilisé ^b	Pour vérifier la teneur en adjuvant	Chaque gâchée ou charge
16	Rapport eau/ciment du béton frais	Par calcul ou par une méthode d'essai, voir 5.4.2	Pour évaluer l'obtention du rapport eau/ciment spécifié	Quotidiennement, si spécifié

	Type d'essai	Inspection/essai	Objectif	Fréquence minimale
17	Teneur en air du béton frais, si spécifiée	Essai selon l'EN 12350-7 pour le béton de masse volumique normale et le béton lourd, ASTM C 173 pour le béton léger	Pour évaluer l'obtention de la teneur en air entraîné spécifiée	Pour les bétons avec air entraîné : les premières gâchées ou charges de chaque jour de production jusqu'à stabilisation de la valeur
18	Température du béton frais	Mesure de la température	Pour évaluer l'obtention de la température minimale de 5 °C ou une limite spécifiée	En cas de doute Lorsque la température est spécifiée : – périodiquement, selon les cas ; – à chaque gâchée ou charge lorsque la température du béton est proche de la limite
19	Masse volumique du béton léger ou lourd durci	Essai selon l'EN 12390-7 ^a	Pour évaluer l'obtention de la masse volumique spécifiée	Lorsque la masse volumique est spécifiée, aussi fréquemment que l'essai de résistance à la compression
20	Essai de résistance à la compression sur éprouvettes de béton moulées	Essai selon l'EN 12390-3	Pour évaluer l'obtention de la résistance spécifiée	Lorsque la résistance à la compression est spécifiée, aussi fréquemment que le contrôle de la conformité, voir 8.1 et 8.2.1
<p>^a Peut également être soumise à essai en conditions saturées, lorsqu'une corrélation avec la masse volumique après séchage à l'étuve est établie.</p> <p>^b Si le matériel d'enregistrement n'est pas utilisé et que les tolérances de dosage de la gâchée ou de la charge sont dépassées, enregistrer la quantité dosée dans le registre de production.</p>				

10 Évaluation de la conformité

10.1 Généralités

(1) Le producteur est responsable de l'évaluation de la conformité aux exigences spécifiées du béton. Pour ce faire, le producteur doit effectuer les opérations suivantes :

- a) essais initiaux, si exigés (voir 9.5 et l'Annexe A) ;
- b) contrôle de la production (voir l'Article 9), y compris le contrôle de la conformité (voir l'Article 8).

(2) La recommandation de recours à des organismes de contrôle et de certification accrédités pour inspecter le contrôle de la production et certifier sa conformité dépend du niveau d'exigences de performance du béton, de son utilisation prévue, du mode de production et de la marge de sécurité vis-à-vis de la composition du béton.

(3) En général, l'inspection et la certification du contrôle de la production par des organismes de contrôle et de certification accrédités est recommandée. Elles ne sont pas considérées comme nécessaires pour les bétons à composition prescrite dans une norme avec une forte marge de sécurité pour la composition (voir A.5).

(4) Pour les produits préfabriqués, les exigences et les dispositions relatives à l'évaluation de la conformité sont données dans les spécifications techniques correspondantes (normes de produits et agréments techniques).

10.2 Évaluation, surveillance et certification du contrôle de la production

$\overline{A_2}$ (1) Les exigences relatives à l'évaluation, la surveillance et la certification du contrôle de la production du béton sont indiquées dans les contrats et les dispositions en vigueur sur le lieu d'utilisation. Des recommandations relatives à son évaluation figurent à l'Annexe C. $\overline{A_2}$

11 Désignation des bétons à propriétés spécifiées

(1) Lorsque les caractéristiques essentielles d'un béton à propriétés spécifiées doivent être fournies sous forme abrégée, les désignations ci-après doivent être utilisées :

- référence à la présente Norme européenne : EN 206 ;
- classe de résistance à la compression : classe de résistance à la compression telle que définie dans le Tableau 12 ou 13, par exemple C25/30 ;
- classe(s) d'exposition : désignation(s) de la classe ou des classes selon le Tableau 1. Si le béton est exporté, la ou les classes d'exposition suivies de l'abréviation du nom du pays²⁾ qui a donné les dispositions pour les valeurs limites, la composition du béton et ses propriétés ou un autre ensemble d'exigences, exemple XD2(F) lorsque les dispositions françaises sont applicables ;
- teneur maximale en chlorures : classe définie au Tableau 15, par exemple Cl 0,20 ;
- valeur déclarée pour le plus gros granulats effectivement utilisé dans le béton : dimension D_{\max} , par exemple D_{\max} 22 ;
- masse volumique : désignations de classe selon le Tableau 14 ou valeur cible, par exemple D1,8 ;
- consistance : selon les classes définies en 4.2.1 ou une valeur cible et une méthode.

²⁾ Conformément au code international des plaques minéralogiques. D'autres informations concernant les dispositions peuvent être ajoutées à l'abréviation du pays.

Annexe A **(normative)**

Essai initial

A.1 Généralités

- (1) La présente annexe fournit les détails de l'essai initial tel que requis en 5.2.5.1, 6.1 et 9.5.
- (2) L'essai initial doit démontrer qu'une composition de béton satisfait à toutes les exigences spécifiées pour le béton à l'état frais comme à l'état durci. Lorsque le producteur ou le prescripteur peut démontrer qu'une composition de béton est appropriée à partir de données obtenues au cours d'essais précédents ou de l'expérience acquise sur le long terme, cette démonstration peut constituer une alternative aux essais initiaux.

A.2 Partie responsable des essais initiaux

- (1) Les essais initiaux doivent être de la responsabilité du producteur pour les bétons à propriétés spécifiées, de la responsabilité du prescripteur pour les bétons à composition prescrite, et de la responsabilité de l'organisme de normalisation pour les bétons à composition prescrite dans une norme.

A.3 Fréquence des essais initiaux

- (1) Les essais initiaux doivent être réalisés avant d'utiliser un nouveau béton ou une nouvelle famille de bétons.
- (2) De nouveaux essais initiaux doivent être réalisés si un changement significatif intervient au niveau des constituants du béton ou des exigences spécifiées sur lesquelles les essais précédents étaient basés.

A.4 Conditions d'essai

- (1) En règle générale, les essais initiaux doivent être effectués sur le béton à l'état frais, dont la température est comprise entre 15 °C et 22 °C.

NOTE 1 Pour de plus amples informations, voir l'Annexe L, ligne 21.

- (2) Pour chaque essai initial d'une formule de béton, on doit réaliser au moins trois gâchées et à partir de chacune d'entre elles confectionner et soumettre à essai trois éprouvettes. Lorsqu'un essai initial porte sur une famille de bétons, le nombre de formules à échantillonner doit couvrir la gamme des compositions de la famille. Dans ce cas, le nombre de gâchées par formule peut être ramené à une.
- (3) La résistance d'une gâchée ou d'une charge doit être la moyenne des résultats d'essais. Le résultat de l'essai initial sur le béton est la résistance moyenne des gâchées ou charges.
- (4) Le laps de temps qui s'écoule entre le malaxage et l'essai de consistance doit être enregistré avec les résultats de l'essai.

(5) Un nombre d'essais significativement plus élevé est nécessaire pour prescrire la composition d'un béton à composition prescrite dans une norme de façon à prendre en compte tous les constituants autorisés, dont l'utilisation est prévue à l'échelon national. Les résultats des essais initiaux doivent être consignés auprès de l'organisme de normalisation responsable.

(6) Lorsque du béton renforcé par des fibres doit être produit, l'essai initial doit vérifier que le mode opératoire documenté par le producteur permet d'obtenir une distribution homogène des fibres dans l'ensemble de la gâchée. Cette exigence est satisfaite si les résultats de l'essai sont conformes aux critères indiqués en B.5 et si la teneur en fibres dosée est la même que la teneur en fibres spécifiée.

(7) Dans le cas du béton auto-plaçant, les essais initiaux doivent inclure une étude de la robustesse de la formulation eu égard aux variations de la teneur en eau. Cette étude a pour objectif de définir la plage admissible de teneur en eau permettant de respecter les spécifications demandées à l'état frais (consistance, viscosité, aptitude à l'écoulement et résistance à la ségrégation).

(8) Lorsque de l'eau récupérée doit être utilisée dans la production de béton auto-plaçant, les essais initiaux doivent démontrer que les propriétés du béton frais sont adéquates, compte tenu des variations potentielles de la teneur en matières solides et de l'analyse chimique de l'eau récupérée sur le lieu de production prévu.

(9) Lorsque du béton contenant des granulats recyclés doit être produit, la nécessité de réaliser des essais afin de déterminer le retrait de séchage, le fluage et le module d'élasticité doit être prise en compte.

NOTE Pour de plus amples informations, voir l'Annexe L, ligne 22.

A.5 Critères d'adoption des essais initiaux

(1) Pour évaluer les propriétés du béton, en particulier celles du béton frais et, le cas échéant, la distribution des vides d'air du béton durci, les différences entre le type de malaxeur et le processus de malaxage utilisés pour l'essai initial et ceux utilisés pour la production réelle doivent être prises en compte.

(2) La résistance à la compression du béton dont la composition correspond à celle choisie pour le cas réel doit être supérieure aux valeurs f_{ck} du Tableau 12 ou du Tableau 13, avec une marge de sécurité adéquate. Il convient que cette marge corresponde environ au double de l'écart-type attendu, soit au moins une marge de 6 N/mm^2 à 12 N/mm^2 , en fonction des installations de production, des constituants et des informations recueillies sur les variations.

(3) Le critère d'adoption des essais initiaux du béton à composition prescrite dans une norme est le suivant :

$$f_{cm} \geq f_{ck} + 12 \quad (\text{A.1})$$

(4) La consistance du béton doit se situer dans les limites de la classe de consistance au moment où le béton est susceptible d'être mis en place, ou livré dans le cas d'un béton prêt à l'emploi.

(5) Pour le béton auto-plaçant, les essais initiaux doivent démontrer que, dans la plage d'étalement autorisée, la composition du béton conserve les propriétés déclarées de viscosité, d'aptitude à l'écoulement et de résistance à la ségrégation.

(6) Pour les autres propriétés spécifiées, le béton doit être conforme aux valeurs spécifiées avec une marge de sécurité appropriée.

Annexe B (normative)

Essai d'identification

B.1 Généralités

(1) La présente annexe fournit les détails pour la réalisation des essais d'identification tel qu'indiqués en 8.2.1.1 et 8.2.3.1.

(2) Un essai d'identification indique si un volume défini de béton examiné appartient à la même population que celle vérifiée conforme au moyen de l'évaluation de la conformité par le producteur.

B.2 Plan d'échantillonnage et d'essais

(1) Lorsque des essais d'identification doivent être effectués, le volume particulier de béton doit être défini, par exemple :

- une gâchée ou une charge individuelle, en cas de doute sur la qualité ;
- le béton fourni pour chaque étage d'un bâtiment ou d'un ensemble de poutres/dalles ou de poteaux/murs d'un étage d'un bâtiment ou des parties comparables d'autres structures ;
- le béton livré sur un chantier pendant une semaine, mais pas plus de 400 m³.

(2) Le nombre d'échantillons à prélever sur un volume particulier de béton doit être défini.

(3) Les échantillons doivent être prélevés sur différentes gâchées ou charges, conformément à l'EN 12350-1.

(4) Les éprouvettes pour l'essai de résistance à la compression doivent être préparées et conservées conformément à l'EN 12390-2. La résistance à la compression des éprouvettes doit être déterminée conformément à l'EN 12390-3. Le résultat de l'essai doit correspondre à la moyenne des résultats obtenus pour au moins deux éprouvettes confectionnées à partir d'un même échantillon pour essai, au même âge. Lorsque la plage des résultats d'essai s'étend sur plus de 15 % de la moyenne, les résultats ne doivent pas être pris en compte, sauf si un examen plus approfondi permet de trouver une raison valable de ne pas tenir compte de l'un des résultats d'essai individuels.

(5) La consistance, la teneur en air du béton frais, la viscosité apparente, l'aptitude à l'écoulement et la résistance à la ségrégation doivent être soumises à essai conformément au Tableau 21.

B.3 Critères d'identification pour la résistance à la compression

B.3.1 Béton soumis à une certification du contrôle de la production

(1) L'identification du béton est évaluée pour chaque résultat d'essai de résistance individuel et pour la moyenne de n résultats discrets ne se chevauchant pas.

(2) Le béton est présumé issu d'une population conforme si les deux critères du Tableau B.1 sont satisfaits pour n résultats dérivés des résultats de résistance obtenus sur des échantillons prélevés sur le volume défini de béton.

Tableau B.1 — Critères d'identification pour la résistance à la compression

Nombre n de résultats d'essais de résistance à la compression pour le volume défini de béton	Critère 1	Critère 2
	Moyenne de n résultats (f_{cm}) N/mm ²	Tout résultat d'essai individuel (f_{ci}) N/mm ²
1	Non applicable	$\geq f_{ck} - 4$
2 à 4	$\geq f_{ck} + 1$	$\geq f_{ck} - 4$
5 à 6	$\geq f_{ck} + 2$	$\geq f_{ck} - 4$

NOTE Les critères d'identification du Tableau B.1 donnent une probabilité de 1 % de rejeter un volume de béton conforme.

B.3.2 Béton non soumis à une certification du contrôle de la production

(1) Au moins trois échantillons pour essai doivent être prélevés sur le volume défini de béton.

(2) Le béton est présumé issu d'une population conforme si les critères de conformité de 8.2.1.3 pour la production initiale sont satisfaits.

B.4 Critères d'identification pour la consistance et la teneur en air

(1) L'identification du béton est évaluée pour chaque résultat d'essai individuel indiqué au Tableau 21. Le béton est présumé issu d'une population conforme si les critères du Tableau 21 sont satisfaits pour chaque résultat d'essai individuel obtenu à partir des essais effectués sur des échantillons prélevés sur le volume défini de béton.

B.5 Critères d'identification pour la teneur en fibres et l'homogénéité du béton frais

(1) Le mode opératoire d'essai de la teneur en fibres d'acier et de l'homogénéité doit être conforme à l'EN 14721 en utilisant trois échantillons par charge. Le mode opératoire d'essai (à l'exception de l'échantillonnage) de la teneur en fibres et de l'homogénéité des fibres polymère de classe II doit être conforme à l'EN 14488-7. Pour les fibres polymère des classes Ia et Ib, des méthodes d'essai en vigueur sur le lieu d'utilisation du béton doivent être appliquées. Dans tous les cas, il faut prélever trois échantillons par charge, pendant le déchargement du premier, deuxième et dernier tiers de la charge.

(2) Le béton est présumé issu d'une population conforme si les deux critères du Tableau B.2 sont satisfaits.

Tableau B.2 — Critères d'identification combinés pour la teneur en fibres et l'homogénéité du béton frais

Applicable à	Critère
Chaque échantillon	$\geq 0,80$ de la valeur minimale spécifiée
Moyenne de 3 échantillons prélevés sur une charge	$\geq 0,85$ de la valeur minimale spécifiée

Annexe C

A₂ (informative) A₂

Dispositions pour l'évaluation, la surveillance et la certification du contrôle de la production

C.1 Généralités

(1) Si elles sont requises pour le contrôle de la production (voir Article 9), les dispositions pour l'évaluation, la surveillance et la certification du contrôle de la production par un organisme accrédité sont indiquées dans la présente annexe.

C.2 Tâches incombant à l'organisme de contrôle

C.2.1 Évaluation initiale du contrôle de la production

(1) Une inspection initiale de l'unité de production du béton et de son contrôle de la production doit être effectuée par l'organisme de contrôle accrédité. L'inspection initiale a pour objet de déterminer si les conditions initiales, en termes de personnel et d'équipement, semblent être réunies pour une production correcte et pour le contrôle de la production correspondant.

(2) L'organisme de contrôle doit au moins vérifier :

- le manuel de contrôle de la production du producteur et évaluer les dispositions qu'il contient. Il doit en particulier vérifier qu'il est conforme aux exigences de contrôle de la production de l'Article 9 et qu'il tient compte des exigences de la présente norme ;
- la présence aux endroits appropriés et la disponibilité pour les personnes concernées des documents essentiels actuels nécessaires à l'inspection de l'unité de production ;
- la présence de toutes les installations et de tout le matériel nécessaires aux inspections et essais de l'équipement, des constituants et du béton ;
- les connaissances, la formation et l'expérience du personnel chargé de la production et du contrôle de la production ;
- la réalisation d'essais initiaux conformément à l'Annexe A de la présente norme et leur consignation dans un rapport adapté.

(3) En cas d'essais indirects, ou si la conformité de la résistance a été établie sur la base de résultats transposés du concept de famille de bétons, le producteur doit démontrer de façon satisfaisante à l'organisme de contrôle la corrélation ou la relation fiable qui existe entre les essais directs et les essais indirects.

(4) Pour étayer la fiabilité des résultats du contrôle de la production, l'organisme de contrôle doit effectuer des essais ponctuels, en parallèle de ceux du producteur. De tels essais peuvent être remplacés par une surveillance détaillée des données du producteur et du système de contrôle lorsque le laboratoire d'essais du producteur est accrédité et sous la surveillance d'un organisme d'accréditation.

(5) Tous les faits significatifs de l'inspection initiale, notamment en ce qui concerne l'équipement sur le lieu de production, le système de contrôle de la production et l'évaluation de ce système, doivent être consignés dans un rapport d'évaluation.

(6) Lorsqu'une unité de production a été soumise à l'inspection initiale à la satisfaction de l'organisme de contrôle, celui-ci doit rédiger un rapport d'évaluation confirmant la conformité du contrôle de la production à l'Article 9 de la présente norme. Ce rapport doit être transmis au producteur et à l'organisme de certification accrédité.

NOTE L'organisme de certification accrédité décide de la certification du contrôle de la production (voir C.3.1) sur la base de ce rapport.

C.2.2 Surveillance continue du contrôle de la production

C.2.2.1 Inspections périodiques

(1) Les inspections périodiques effectuées par l'organisme de contrôle ont pour principal objectif de vérifier si les conditions initiales pour la production et le contrôle de la production convenu sont maintenues. À cet effet, le rapport d'évaluation de l'inspection initiale est utilisé comme une déclaration du contrôle de la production convenu.

(2) Le producteur est responsable de la maintenance du système de contrôle de la production. Si des changements significatifs sont apportés aux installations du site de production, au système de contrôle de la production ou au manuel de contrôle de la production, le producteur doit en aviser l'organisme de contrôle qui peut, le cas échéant, exiger une nouvelle inspection.

(3) Au cours de l'inspection périodique, l'organisme de contrôle doit procéder au minimum à l'évaluation :

- des procédures de production et des modes opératoires d'échantillonnage et d'essai ;
- des données consignées ;
- des résultats des essais du contrôle de la production durant la période d'inspection ;
- de la réalisation des essais ou de la mise en œuvre des modes opératoires requis, à la fréquence appropriée ;
- de la vérification et de la maintenance des équipements de production selon les échéances prévues ;
- de la maintenance et de l'étalonnage du matériel d'essai selon les échéances prévues ;
- des mesures prises en cas de non-conformité ;
- des bons de livraison et des déclarations de conformité, le cas échéant.

(4) Pour étayer la fiabilité du plan d'échantillonnage et d'essais du contrôle de la production du producteur, l'organisme de contrôle doit, durant l'inspection périodique, prélever des échantillons ponctuels de la production en cours pour les soumettre à essai. La prise d'échantillons ne doit pas être annoncée à l'avance dans ce cas. L'organisme de contrôle doit déterminer la fréquence appropriée pour chaque unité de production pour laquelle il convient de réaliser des essais sur le béton, en tenant compte des conditions particulières. De tels essais peuvent, dans certaines conditions spéciales, être remplacés par une surveillance détaillée des données du producteur et du système de contrôle lorsque le laboratoire d'essais du producteur est accrédité et sous la surveillance d'un organisme d'accréditation.

(5) Les bétons à propriétés spécifiées doivent être soumis à essai par rapport aux propriétés spécifiées, par exemple : résistance, consistance. Pour les bétons à composition prescrite, les essais ne doivent couvrir que la consistance et la composition.

(6) Les résultats des essais de routine du producteur doivent être comparés à ceux de l'organisme de contrôle.

(7) L'organisme de contrôle doit examiner périodiquement la relation fiable entre les essais directs et les essais indirects, ainsi que les relations entre les bétons d'une même famille.

(8) Les résultats des inspections périodiques doivent être consignés dans un rapport, qui doit être transmis au producteur et à l'organisme de certification.

(9) Les inspections périodiques doivent être effectuées au moins deux fois par an, sauf si le programme de vérification ou de certification prévoit des conditions permettant de réduire ou d'augmenter leur fréquence.

C.2.2.2 Inspections exceptionnelles

(1) Une inspection exceptionnelle est nécessaire :

- si d'importantes divergences ont été constatées au cours d'une inspection périodique (nouvelle inspection) ;
- si la production a été interrompue pendant une période supérieure à six mois ;
- si le producteur en fait la demande, par exemple en raison d'un changement des conditions de production ;
- si elle est requise et dûment justifiée par l'organisme de certification.

(2) Le contenu, le type et le calendrier de l'inspection exceptionnelle dépendent de la situation particulière.

C.3 Tâches incombant à l'organisme de certification

C.3.1 Certification du contrôle de la production

(1) L'organisme de certification doit certifier le contrôle de la production sur la base du rapport de l'organisme de contrôle, qui établit que l'unité de production a été soumise à l'évaluation initiale du contrôle de la production à la satisfaction de l'organisme de contrôle.

(2) L'organisme de certification doit décider du maintien de la validité du certificat sur la base des rapports de surveillance continue du contrôle de la production.

C.3.2 Mesures en cas de non-conformité

(1) Si l'organisme de contrôle relève une non-conformité à la spécification du béton ou si des défauts ont été constatés au niveau du processus de production ou au niveau du contrôle de la production et que le producteur n'a pas réagi correctement dans un délai raisonnable (voir 8.4), l'organisme de certification doit demander au producteur d'y remédier dans un délai suffisamment court. Les mesures prises par le producteur doivent être vérifiées par l'organisme de contrôle.

(2) Le cas échéant, il faut procéder à une inspection exceptionnelle et à des essais complémentaires en cas de non-conformité :

- à la résistance ;
- au rapport eau/ciment ;
- aux limites fondamentales imposées à la composition ;
- à la classe de performance du béton renforcé par des fibres ;
- à la masse volumique pour les bétons à propriétés spécifiées légers et lourds ;
- à la composition spécifiée dans le cas des bétons à composition prescrite.

(3) Si les résultats de l'inspection exceptionnelle ne sont pas satisfaisants ou si les résultats des essais complémentaires ne répondent pas aux critères définis, l'organisme de certification doit suspendre ou retirer le certificat de conformité du contrôle de la production sans délai.

NOTE Après suspension ou retrait du certificat de conformité du contrôle de la production, le producteur n'est plus autorisé à faire référence à ce certificat.

(4) En cas d'écarts mineurs, l'organisme de certification peut estimer qu'il n'y a pas lieu de procéder à une inspection exceptionnelle et peut accepter des preuves documentaires attestant que l'écart a été rectifié. Ces preuves doivent être confirmées à l'occasion de l'inspection périodique suivante.

Annexe D (normative)

Exigences complémentaires relatives à la spécification et à la conformité du béton destiné aux travaux géotechniques spéciaux

D.1 Généralités

(1) La présente annexe spécifie les exigences complémentaires relatives à la spécification et à la conformité du béton utilisé dans :

- les pieux forés réalisés conformément à l'EN 1536 ;
- les parois moulées réalisées conformément à l'EN 1538 ;
- les pieux avec refoulement de sol exécutés en place conformément à l'EN 12699 ;
- les micropieux réalisés conformément à l'EN 14199.

NOTE 1 La présente annexe est le résultat de l'intégration à la présente norme des règles normatives relatives au béton destiné aux travaux géotechniques spéciaux, qui étaient jusqu'ici données dans l'EN 1536, l'EN 1538, l'EN 12699 et l'EN 14199, afin d'harmoniser le système de règles de spécification et de conformité du béton utilisé dans la réalisation de divers ouvrages en béton.

(2) Les exigences fournies dans la présente annexe doivent être spécifiées conformément à 6.2.

(3) Pour les applications mentionnées ci-dessus, les dispositions spécifiques de l'Annexe D doivent prévaloir.

NOTE 2 Pour les travaux géotechniques spéciaux, les dispositions relatives aux ciments, à la teneur minimale en ciment, à la teneur minimale en fines, au rapport maximal eau/ciment, aux valeurs cibles de consistance et aux tolérances maximales correspondant aux valeurs cibles peuvent s'écarter des dispositions relatives à d'autres ouvrages.

D.2 Constituants

D.2.1 Ciment

(1) Le ciment doit être conforme aux dispositions en vigueur sur le lieu d'utilisation du béton pour les classes d'exposition spécifiées et son aptitude à l'emploi dans les applications géotechniques couvertes par la présente annexe doit être établie.

(2) Le ciment doit répondre à l'un des types suivants définis dans l'EN 197-1 ou à un type autorisé en (3) :

- ciment Portland CEM I ;
- ciment Portland au laitier CEM II/A-S et II/B-S ;
- ciment Portland à la fumée de silice CEM II/A-D ;

- ciment Portland à la pouzzolane CEM II/A-P et II/B-P ;
- ciment Portland aux cendres volantes CEM II/A-V et II/B-V ;
- ciment Portland au schiste calciné CEM II/A-T et II/B-T ;
- ciment Portland au calcaire CEM II/A-LL ;
- ciment Portland composé CEM II/A-M (S-V) et CEM II/B-M (S-V) ;
- ciment Portland composé CEM II/A-M (S-LL, V-LL) et CEM II/B-M (S-LL, V-LL) ;
- ciment de haut-fourneau CEM III/A, III/B et III/C.

(3) Les types de ciment autorisés en 5.1.2 mais pas cités en (2) peuvent être utilisés lorsque l'aptitude à l'emploi dans les applications géotechniques couvertes par la présente annexe est établie dans les dispositions en vigueur sur le lieu d'utilisation du béton.

D.2.2 Granulats

(1) Afin de réduire au minimum la ségrégation, il convient que la granularité des granulats soit continue. On privilégiera les granulats ronds.

NOTE Le maintien dans le temps de la consistance peut être affecté par l'utilisation de granulats recyclés ou poreux.

(2) La dimension D_{sup} . spécifiée ne doit pas dépasser :

- pour les pieux forés et les parois moulées : 32 mm et 1/4 de l'espacement nu à nu des barres longitudinales ;
- pour les pieux avec refoulement de sol : 32 mm et 1/3 de l'espacement nu à nu des barres longitudinales ;
- pour les micropieux : 16 mm et 1/4 de l'espacement nu à nu entre les barres longitudinales ;
- en cas de mise en place en conditions immergées : 1/6 du diamètre intérieur du tube plongeur ou du tube d'alimentation du béton ;

la plus petite valeur étant retenue.

(3) Une dimension D_{inf} . doit être spécifiée.

D.3 Béton

D.3.1 Exigences générales relatives à la spécification et à l'acceptation de la formulation

(1) La formulation du béton doit respecter la spécification du béton, qui doit tenir compte :

- de la nécessité de présenter une grande résistance à la ségrégation ;
- de la nécessité de posséder une plasticité adéquate et une bonne consistance ;
- de la nécessité de s'écouler facilement ;

- de la nécessité d'être apte à être serré de manière adéquate sous l'effet de la gravité ;
- de la nécessité d'être suffisamment maniable pendant toute la durée de bétonnage, y compris lors du retrait de tout tubage provisoire.

NOTE Le choix du ciment et l'utilisation d'additions peut améliorer certaines propriétés du béton.

(2) La formulation proposée doit être acceptée avant la production.

D.3.2 Teneur minimale en fines et teneur minimale en ciment

(1) Pour les pieux forés et les pieux avec refoulement de sol exécutés en place, la teneur minimale en fines et la teneur minimale en ciment doivent être spécifiées conformément au Tableau D.1 :

Tableau D.1 — Teneurs minimale en ciment et en fines du béton destiné aux pieux forés et aux pieux à refoulement de sol exécutés en place

Teneur en ciment :		
mise en place dans des conditions sèches		$\geq 325 \text{ kg/m}^3$
mise en place dans des conditions immergées (sous eau ou fluides stabilisateurs)		$\geq 375 \text{ kg/m}^3$
Teneur en fines ^a		
Gravillon	$D_{\text{inf.}} > 8 \text{ mm}$ $D_{\text{sup.}} > 8 \text{ mm}$	$\geq 400 \text{ kg/m}^3$
Gravillon	$D_{\text{inf.}} \geq 4 \text{ mm}$ $D_{\text{sup.}} \leq 8 \text{ mm}$	$\geq 450 \text{ kg/m}^3$
^a Fines : taille des particules $\leq 0,125 \text{ mm}$ (additions et ciment inclus).		

(2) Pour le béton « semi-sec » pilonné pendant l'installation de pieux à refoulement de sol exécutés en place, la teneur en ciment doit être spécifiée avec une valeur minimale de 350 kg/m^3 et la classe de résistance doit être au moins C25/30.

(3) Pour les micropieux, la teneur minimale en fines et en ciment doit être spécifiée avec une valeur minimale de 375 kg/m^3 et la dimension $D_{\text{sup.}}$ spécifiée ne doit pas dépasser 16 mm.

(4) En fonction de la dimension D_{max} sélectionnée par le producteur du béton, la teneur minimale en ciment du béton utilisé pour les parois moulées doit être conforme au Tableau D.2.

Tableau D.2 — Teneur minimale en ciment pour le béton destiné aux parois moulées

D_{max} mm	Teneur minimale en ciment kg/m^3
32	350
22,4	380
16	400

(5) Le béton avec un $D_{\max} = 32$ mm utilisé pour les parois moulées doit être conforme aux critères suivants :

- teneur pondérale en sable ($D \leq 4$ mm) des granulats supérieure à 40 % ;
- masse totale des particules fines ($D \leq 0,125$ mm) dans le mélange de béton (intégrant le ciment et autres fines) comprise entre 400 kg/m^3 et 550 kg/m^3 .

D.3.3 Rapport eau/ciment

(1) Le rapport maximal eau/ciment spécifié ne doit pas être supérieur à :

- celui indiqué dans les dispositions en vigueur sur le lieu d'utilisation du béton afin d'obtenir une résistance correspondant aux classes d'exposition spécifiées ; et
 - 0,60 ;
- la plus petite valeur étant retenue.

D.3.4 Béton frais

(1) Sauf pour le béton « semi-sec », la consistance doit être spécifiée en tant qu'étalement à la table à chocs cible, affaissement cible ou étalement au cône d'Abrams cible. Les valeurs cibles à spécifier pour le diamètre d'écoulement et l'affaissement sont indiquées dans le Tableau D.3.

NOTE Pour de plus amples informations, voir l'Annexe L, ligne 23.

Tableau D.3 — Valeurs cibles de consistance du béton frais dans différentes conditions

Diamètre d'étalement à la table à chocs selon l'EN 12350-5 mm	Affaissement selon l'EN 12350-2 mm	Conditions types d'utilisation (exemples)
500	150	— bétonnage en conditions sèches
560	180	— béton mis en place par pompage ou — béton coulé par tube plongeur sous eau en conditions immergées
600	200	— béton coulé par tube plongeur sous fluide stabilisateur en conditions immergées

(2) Les dispositions en vigueur sur le lieu d'utilisation du béton peuvent définir des valeurs cibles s'écartant de celles du Tableau D.3, par exemple pour garantir qu'un mélange de masse volumique élevée est fourni avec la formulation de béton satisfaisant aux exigences liées aux classes d'exposition.

(3) Les tolérances maximales correspondant aux valeurs cibles de consistance doivent être de ± 30 mm pour un étalement à la table à chocs et un affaissement ≥ 100 mm du béton utilisé dans les travaux géotechniques spéciaux.

(4) Il convient de spécifier la consistance à l'issue d'un laps de temps donné après le malaxage, lorsque cette indication est pertinente.

Annexe E (informative)

Recommandations relatives à l'utilisation des granulats

E.1 Généralités

(1) La présente annexe fournit des recommandations sur l'utilisation :

- des granulats naturels de masse volumique normale, des granulats lourds, ainsi que du laitier de haut-fourneau refroidi par air conforme à l'EN 12620 ;
- des gravillons recyclés conformes à l'EN 12620 ;
- les granulats légers conformes A_1 à l'EN 13055 A_1 .

E.2 Granulats naturels de masse volumique normale ou lourds et laitier de haut-fourneau refroidi par air

(1) Le Tableau E.1 fournit des recommandations relatives aux propriétés des granulats naturels de masse volumique normale ou lourds et du laitier de haut-fourneau refroidi par air.

Tableau E.1 — Recommandations relatives aux granulats naturels de masse volumique normale ou lourds, et au laitier de haut-fourneau refroidi par air

Propriété ^a	Article de l'EN 12620:2002+A1:2008	Catégorie selon l'EN 12620 ^a
Teneur en fines	4.6	Catégorie ou valeur à déclarer
Coefficient d'aplatissement	4.4	$\leq FI_{50}$ ou $\leq SI_{55}$
Teneur en éléments coquilliers ^b	4.5	SC_{10}
Résistance à la fragmentation	5.2	$\leq LA_{50}$ ou $\leq SZ_{32}$
Masse volumique après séchage à l'étuve ρ_{rd}	5.5	Valeur à déclarer
Coefficient d'absorption d'eau	5.5	Valeur à déclarer
Sulfates solubles dans l'acide	6.3.1	Granulats naturels : $\leq AS_{0,8}$ Laitier de haut-fourneau refroidi par air : $\leq AS_{1,0}$
Teneur totale en soufre	6.3.2	Granulats naturels : ≤ 1 % par masse Laitier de haut-fourneau refroidi par air : ≤ 2 % par masse
Teneur en ions chlorure solubles dans l'eau	6.2	Valeur à déclarer

^a La catégorie NR (non requis) peut s'appliquer à d'autres propriétés non indiquées dans ce tableau, pour lesquelles une catégorie NR peut être déclarée selon l'EN 12620.

^b S'applique uniquement aux granulats d'origine marine.

E.3 Recommandations pour l'utilisation de gravillons recyclés

(1) Le présent article fournit des recommandations sur l'utilisation de gravillons recyclés dont $d \geq 4$ mm.

(2) Le Tableau E.2 indique des limites pour le remplacement de gravillons naturels de masse volumique normale par des gravillons recyclés en fonction des classes d'exposition. Le Tableau E.2 est applicable aux gravillons recyclés conformes à l'EN 12620 et aux catégories mentionnées dans le Tableau E.3.

Tableau E.2 — Pourcentage maximal de remplacement des gravillons (% en masse)

Type de granulat recyclé	Classes d'exposition			
	X0	XC1, XC2	XC3, XC4, XF1, XA1, XD1	Toutes les autres classes d'exposition ^a
Type A : (<i>Rc</i> ₉₀ , <i>Rcu</i> ₉₅ , <i>Rb</i> ₁₀₋ , <i>Ra</i> ₁₋ , <i>FL</i> ₂₋ , <i>XRg</i> ₁₋)	50 %	30 %	30 %	0 %
Type B ^b : (<i>Rc</i> ₅₀ , <i>Rcu</i> ₇₀ , <i>Rb</i> ₃₀₋ , <i>Ra</i> ₅₋ , <i>FL</i> ₂₋ , <i>XRg</i> ₂₋)	50 %	20 %	0 %	0 %

^a Les granulats recyclés de type A d'origine connue peuvent être utilisés avec les classes d'exposition pour lesquelles le béton d'origine a été formulé, avec un pourcentage de remplacement maximal de 30 %.

^b Il convient de ne pas utiliser les granulats recyclés de type B dans des bétons dont les classes de résistance à la compression sont supérieures à C30/37.

NOTE Pour les risques de réaction alcali-silice avec des granulats recyclés, voir l'EN 12620:2002+A1:2008, G.3.2.

Tableau E.3 — Recommandations relatives aux gravillons recyclés selon l'EN 12620

Propriété ^a	Paragraphe de l'EN 12620:2002+A.1:2008	Type	Catégorie selon l'EN 12620
Teneur en fines	4.6	A + B	Catégorie ou valeur à déclarer
Coefficient d'aplatissement	4.4	A + B	$\leq FI_{50}$ ou $\leq SI_{55}$
Résistance à la fragmentation	5.2	A + B	$\leq LA_{50}$ ou $\leq SZ_{32}$
Masse volumique après séchage à l'étuve ρ_{rd}	5.5	A	$\geq 2\ 100\ \text{kg/m}^3$
		B	$\geq 1\ 700\ \text{kg/m}^3$
Coefficient d'absorption d'eau	5.5	A + B	Valeur à déclarer
Constituants ^b	5.8	A	<i>Rc</i> ₉₀ , <i>Rcu</i> ₉₅ , <i>Rb</i> ₁₀₋ , <i>Ra</i> ₁₋ , <i>FL</i> ₂₋ , <i>XRg</i> ₁₋
		B	<i>Rc</i> ₅₀ , <i>Rcu</i> ₇₀ , <i>Rb</i> ₃₀₋ , <i>Ra</i> ₅₋ , <i>FL</i> ₂₋ , <i>XRg</i> ₂₋
Teneur en sulfates solubles dans l'eau	6.3.3	A + B	<i>SS</i> _{0,2}
Teneur en ions chlorure solubles dans l'acide	6.2	A + B	Valeur à déclarer
Incidence sur le temps de début de prise	6.4.1	A + B	$\leq A_{40}$

^a La catégorie NR (non requis) s'applique à toutes les autres propriétés non indiquées dans ce tableau, pour lesquelles une catégorie NR peut être déclarée selon l'EN 12620.

^b Pour les applications spéciales nécessitant un fini de surface de haute qualité, il convient que le constituant *FL* soit limité à la catégorie *FL*_{0,2-}.

E.4 Recommandations relatives à l'utilisation de granulats légers

(1) Le Tableau E.4 fournit des recommandations relatives aux propriétés des granulats légers.

Tableau E.4 — Recommandations relatives aux granulats légers selon $\boxed{A_1}$ l'EN 13055 $\langle A_1 \rangle$

Propriété	Exigence
Masse volumique réelle	Valeur à déclarer
Granularité	Granularité à déclarer
Teneur en fines	Valeur à déclarer
Coefficient d'absorption d'eau (5 min, 60 min et 24 h)	Valeur à déclarer
Résistance à l'écrasement en vrac	Valeur à déclarer
Teneur en ions chlorure solubles dans l'eau	Valeur à déclarer
Sulfates solubles dans l'acide	$\leq 0,8$ % en masse
Teneur totale en soufre	$\leq 0,8$ % en masse
Contaminants organiques ^a	Exigence $\boxed{A_1}$ de l'EN 13055 $\langle A_1 \rangle$
^a Uniquement pour les granulats naturels légers.	

NOTE Pour les risques d'alcali-réaction avec des granulats légers, voir $\boxed{A_1}$ l'EN 13055 $\langle A_1 \rangle$.

Annexe F (informative)

Recommandations sur les valeurs limites de composition du béton

(1) La présente annexe fournit des recommandations sur le choix des valeurs limites pour la composition du béton et de ses propriétés en fonction des classes d'exposition selon 5.3.2.

A1 (2) La durée d'utilisation d'une structure en béton dépend de sa conception, des propriétés du béton et de l'exécution. Les valeurs du Tableau F.1 sont basées sur l'hypothèse d'une durée d'utilisation prévue au projet de la structure d'au moins 50 ans ; toutefois, la structure en béton peut être conçue pour une durée d'utilisation inférieure (par exemple, 20 ans) ou supérieure (par exemple, 100 ans) **A1**.

(3) Les valeurs du Tableau F.1 se réfèrent à l'utilisation de ciments courants conformes à l'EN 197-1, pour lesquels l'aptitude à l'emploi dans une classe d'exposition donnée a été établie dans les dispositions en vigueur sur le lieu d'utilisation du béton, et à l'emploi de granulats de masse volumique normale, dont D_{\max} est comprise dans la plage de 20 mm à 32 mm.

(4) Les classes de résistance minimale ont été déduites de la relation entre le rapport eau/ciment et la classe de résistance du béton fabriqué avec le ciment appartenant à la classe de résistance 32,5.

(5) Les valeurs limites du rapport maximal eau/ciment et de la teneur minimale en ciment s'appliquent dans tous les cas, tandis que les exigences relatives à la classe de résistance du béton peuvent être spécifiées en sus.

Tableau F.1 — Recommandations relatives aux valeurs limites pour la composition et les propriétés du béton

Aucun risque de corrosion ni d'attaque		Classes d'exposition																												
		Corrosion par carbonatation				Corrosion par les chlorures				Attaque par le gel-dégel					Environnements chimiques agressifs															
		Eau de mer		Chlorures autres que ceux de l'eau de mer		XF1	XF2	XF3	XF4	XA1	XA2	XA3	XC1	XC2	XC3	XC4	XS1	XS2	XS3	XD1	XD2	XD3								
<i>e/c</i> maximal ^c	X0	0,65	0,60	0,55	0,50																		0,45	0,45	0,55	0,55	0,55	0,45	0,55	0,55
Classe de résistance minimale	C12/15	C20/25	C25/30	C30/37	C30/37	C35/45	C35/45	C30/37	C30/37	C30/37	C35/45	C30/37	C30/37	C30/37	C35/45	C30/37	C30/37	C30/37	C30/37	C30/37	C30/37	C30/37	C30/37	C30/37	C30/37	C30/37	C30/37	C30/37	C35/45	
Teneur minimale en ciment ^c (kg/m ³)	-	260	280	280	300	300	320	340	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	360
Teneur minimale en air (%)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Autres exigences	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

^a Lorsque le béton ne contient pas d'air entraîné volontairement, il convient de soumettre à essai la performance du béton selon une méthode d'essai appropriée et de la comparer à un béton pour lequel la résistance au gel-dégel pour la classe d'exposition concernée est établie.

^b Lorsque la présence de sulfates conduit à des classes d'exposition XA2 et XA3, il est essentiel d'utiliser un ciment résistant aux sulfates conforme à l'EN 197-1 ou à des normes nationales complémentaires.

^c Lorsque le concept de coefficient *k* est appliqué, le rapport maximal *e/c* et la teneur minimale en ciment sont modifiés conformément à 5.2.5.2.

Annexe G (informative)

Lignes directrices pour les exigences relatives au béton auto-plaçant à l'état frais

G.1 Généralités

(1) Les exigences spécifiques relatives au béton auto-plaçant à l'état frais dépendent du type d'application, et notamment :

- des conditions de confinement liées à la géométrie de l'élément en béton et au type, à l'emplacement et au nombre d'inserts (densité, espacement et recouvrement d'armatures et recoins éventuels, etc.) ;
- du matériel de mise en œuvre (pompe, camion malaxeur, benne) ;
- des méthodes de mise en œuvre (distance entre les points de remplissage des levées de béton) ;
- de la méthode de finition.

(2) Le système de classification conforme à l'Article 4 prévoit une spécification appropriée du béton auto-plaçant destinée à couvrir les exigences caractérisées par quatre paramètres d'essai clés :

- étalement au cône d'Abrams SF ;
- viscosité VS ou VF ;
- aptitude à l'écoulement PL ou PJ ;
- résistance à la ségrégation SR.

(3) Il convient de sélectionner les caractéristiques du béton auto-plaçant adaptées à une application donnée à partir de ces quatre paramètres, puis de les spécifier par classe ou valeur cible selon 5.4.1.

(4) Il est de coutume, dans le cas du béton préfabriqué et du béton de chantier, de démontrer directement la qualité du béton final dans le produit. Pour le béton prêt à l'emploi, il convient de sélectionner, contrôler et justifier les paramètres et les classes avec la plus grande attention, sur la base de l'expérience du maître d'œuvre et du producteur de béton, ou par des essais spécifiques. Il est par conséquent important que le prescripteur et le producteur du béton débattent et définissent clairement ces paramètres avant de commencer le bétonnage.

(5) L'étalement fait normalement l'objet d'une spécification.

(6) Lorsque la densité d'armatures est faible, voire nulle, il peut ne pas être nécessaire de spécifier l'aptitude à l'écoulement en qualité d'exigence, voir G.2.3. La viscosité du béton auto-plaçant peut s'avérer importante lorsqu'un état de surface correct est requis ou lorsque la densité d'armatures est importante, voir G.2.2. La stabilité devient de plus en plus importante lorsque la fluidité du béton auto-plaçant augmente et que sa viscosité diminue.

(7) Le temps requis de maintien de la consistance dépend du temps de transport et de mise en œuvre, ainsi que de la température du béton. Il convient de déterminer et de spécifier ces éléments, de même qu'il convient que le BAP conserve ses propriétés à l'état frais pendant cette période.

(8) Il convient que la mise en œuvre du béton auto-plaçant se fasse si possible en une seule coulée continue. Il convient de ce fait qu'en accord avec le producteur, la vitesse de livraison du béton soit adaptée à celle de la mise en œuvre afin d'éviter toute interruption de celle-ci en raison de retards d'approvisionnement ainsi que d'éviter toute attente prolongée une fois le béton livré sur chantier.

NOTE Pour de plus amples recommandations sur le BAP, voir [2].

G.2 Recommandations concernant la classification du béton auto-plaçant

G.2.1 Consistance

(1) La valeur d'étalement est associée à la consistance et sera normalement spécifiée.

G.2.2 Viscosité

(1) L'écoulement d'un BAP à faible viscosité est très rapide au départ, puis s'interrompt. Un BAP à viscosité élevée peut continuer à s'écouler pendant une durée plus longue. La viscosité apparente du béton auto-plaçant peut être évaluée par la mesure du temps t_{500} (au cours de l'essai d'étalement au cône d'Abrams) ou par la mesure du temps t_v (au cours de l'essai d'écoulement à l'entonnoir en V).

(2) Il peut s'avérer utile de mesurer le temps t_{500} tout en effectuant l'essai d'étalement pour pouvoir s'en servir comme un moyen permettant de confirmer l'uniformité du béton auto-plaçant d'une gâchée à l'autre.

G.2.3 Aptitude à l'écoulement

(1) L'aptitude à l'écoulement est associée à la capacité du mélange à l'état frais à s'écouler sans perte d'homogénéité, ou sans provoquer de blocage dans des zones confinées et des ouvertures étroites, telles que des zones de forte densité de ferrailage. La définition de l'aptitude à l'écoulement doit tenir compte de la géométrie du ferrailage.

(2) La dimension déterminante est la plus petite maille d'armatures à travers laquelle le BAP doit s'écouler de manière continue pour remplir le coffrage (« intervalle d'écoulement »).

(3) Pour des structures complexes avec un intervalle d'écoulement inférieur à 60 mm, des essais en vraie grandeur spécifiques peuvent s'avérer nécessaires.

G.2.4 Résistance à la ségrégation

(1) La résistance à la ségrégation décrit la stabilité du béton auto-plaçant, qui est fondamentale pour son homogénéité et sa qualité in situ.

(2) Le BAP peut subir à la fois une ségrégation dynamique lors de la mise en œuvre et une ségrégation statique après ladite mise en œuvre, mais avant son durcissement. La ségrégation statique aura des conséquences négatives plus graves sur les éléments de grande dimension, mais également sur les dalles de faible épaisseur, et peut entraîner des défauts de surface tels qu'une fissuration ou une surface fragile.

(3) L'essai de résistance à la ségrégation n'est pas applicable au béton contenant des fibres ou du granulats légers.

(4) D'autres recommandations sur la production et d'autres aspects des bétons auto-plaçants sont fournis en [2].

Annexe H (informative)

Règles d'application de la méthode C de 8.2.1.3

H.1 Introduction

(1) La production de béton est basée sur l'hypothèse que lorsque des quantités identiques de constituants du même type sont dosées et mélangées, le béton possédera les mêmes propriétés. Les cartes de contrôle utilisent les données des productions antérieures afin de vérifier si cette supposition est valide, en comparant les résultats actuellement obtenus avec les résultats attendus. Elles permettent de détecter les changements des propriétés qui requièrent une ou plusieurs mesures correctives.

(2) Les règles d'application suivantes satisfont aux exigences de la méthode C décrite en 8.2.1.3 pour une LQMAC inférieure ou égale à 5 %.

NOTE Le CEN/TR 16369 fournit des recommandations sur l'utilisation des cartes de contrôle, des informations de fond sur les méthodes d'acceptation des cartes de contrôle suggérées et en particulier un choix d'autres options pour la sélection des paramètres et valeurs cibles du masque en V CUSUM pour satisfaire à une LQMAC inférieure ou égale à 5 %.

H.2 Contrôle basé sur le système CUSUM

(1) Un système de contrôle des sommes cumulées basé sur l'ISO 7870-4 et possédant les caractéristiques suivantes satisfait aux exigences de la méthode C de 8.2.1.3 :

— lorsque la conformité est basée sur des résistances à 28 jours, un système de prévision de la résistance à 28 jours fondé sur des essais de résistance à plus jeune âge est recommandé. Ces valeurs de résistance prévue sont ensuite remplacées par les résistances réelles à 28 jours, lorsqu'elles sont disponibles ;

NOTE 1 Si les essais de résistance initiaux indiquent des résistances supérieures à celles requises à 28 jours, les essais à 28 jours ne sont pas requis.

— le cas échéant, des familles de bétons peuvent être utilisées ;

— trois propriétés font l'objet d'une surveillance et d'une représentation graphique continues : la résistance moyenne, l'écart-type et, le cas échéant, la corrélation entre la résistance initiale et les données de résistance à 28 jours. La conformité est uniquement basée sur la résistance moyenne ;

— la résistance moyenne cible est fixée à un niveau $\geq (f_{ck} + 1,96 \sigma)$;

— l'écart-type minimal estimé est de $3,0 \text{ N/mm}^2$;

— le masque en V pour la résistance moyenne (pour déterminer la conformité/non-conformité) n'a qu'une branche supérieure avec un intervalle de décision de 9σ , un gradient de $0,5 \sigma$ et une hauteur de 35 résultats ;

— le masque en V des lignes d'avertissement a une branche supérieure et une branche inférieure. Les lignes d'avertissement appropriées pour la résistance moyenne et la corrélation sont données par un intervalle de décision de $8,1 \sigma$ et un gradient de $\sigma / 6$.

NOTE 2 Un franchissement de telles lignes d'avertissement ne conduit pas à une non-conformité.

- la conformité/non-conformité est basée sur les données de résistance réelle à 28 jours et évaluée sur les 35 derniers résultats d'essais, obtenus sur une période ne dépassant pas 12 mois ;
- lorsque le graphique des sommes cumulées de la résistance moyenne coupe la ligne de non-conformité, la non-conformité est déclarée sur les 35 résultats d'essai évalués, à moins qu'il ne puisse être démontré que la déclaration de non-conformité est due à certains résultats spécifiques de faible résistance, auquel cas la déclaration de non-conformité peut être limitée à la période d'occurrence de ces résultats de faible résistance.

(2) Lorsque la résistance moyenne réelle s'avère supérieure à la résistance moyenne cible ou lorsque l'écart-type réel est inférieur à la valeur actuelle, une modification des proportions du mélange est facultative.

H.3 Contrôle basé sur des cartes de Shewhart à limites modifiées par mesures

(1) L'ISO 7870-2 fournit des informations générales sur les cartes de contrôle de Shewhart et l'ISO 7870-3 spécifie des informations générales sur les cartes de contrôle de Shewhart pour acceptation. Les cartes de contrôle de Shewhart à limites modifiées par mesures sont une application spécifique de ce type de cartes, dont l'objectif est d'évaluer si la résistance caractéristique du béton produit est supérieure à une valeur requise.

(2) Une carte de contrôle de Shewhart possédant les caractéristiques suivantes satisfait aux exigences de la méthode C de 8.2.1.3 :

- le cas échéant, des familles de bétons peuvent être utilisées ;
- deux propriétés font l'objet d'une surveillance et d'une représentation graphique continues : la résistance moyenne et l'écart-type. La conformité est uniquement basée sur la résistance moyenne ;
- l'écart-type minimal estimé est de 3,0 N/mm² ;
- une non-conformité est déclarée lorsque la moyenne de n résultats de résistance mesurés est inférieure à une ligne inférieure L_1 située à une distance donnée de f_{ck} , avec :

$$L_1 \geq f_{ck} + (q_n \sigma) \quad (\text{H.1})$$

où

q_n dépend de n et de la LQMAC choisie ;

σ est un écart-type estimé, contrôlé par la carte de contrôle de l'écart-type.

Si $15 \leq n \leq 35$ et si $q_n \geq 1,48$, les cartes de Shewhart satisfont aux exigences de la méthode C décrite en 8.2.1.3.2 ;

- la conformité/non-conformité est basée sur les données de résistance réelle à 28 jours et évaluée sur les n derniers résultats d'essai obtenus sur une période ne dépassant pas 12 mois.

Annexe J **(informative)**

Dérogation afin de s'adapter à une réglementation espagnole notifiée

(1) Dans la réglementation espagnole ayant force de loi (Instrucción de Hormigón Estructural (en français : Code pour le béton de structure), approuvée le 18 juillet 2008 par le décret royal 1247/2008), une exigence requiert que le risque pour les consommateurs ne soit pas supérieur à 50 % lorsque 5 % exactement de tous les résultats possibles pour la population de la période d'évaluation sont au-dessous de la résistance caractéristique. La modification de cette réglementation nationale ne fait pas partie du domaine de compétence des membres du CEN/CENELEC. S'agissant de l'application de l'EN 206 en Espagne, la réglementation nationale reste valide et l'Espagne est libre d'utiliser des coefficients supérieurs dans les formules présentées au paragraphe 8.2.1.3.2 (méthode B).

Annexe K (informative)

Familles de bétons

K.1 Généralités

(1) Cette annexe fournit des détails sur l'utilisation de familles de bétons telle qu'autorisée en 8.2.1.1.

NOTE Pour de plus amples recommandations, voir le CR 13901 et le CEN/TR 16369.

K.2 Sélection de la famille de bétons

(1) Lors de la sélection de la famille pour le contrôle de la production et de la conformité, le producteur doit réaliser le contrôle de tous les bétons appartenant à la famille. Lorsque l'expérience d'utilisation du concept de famille de bétons est limitée, les dispositions suivantes sont recommandées :

- ciment d'un seul type, d'une seule classe de résistance et d'une seule origine ;
- granulats similaires de façon démontrable et additions de type I ;
- bétons avec ou sans adjuvant réducteur d'eau/plastifiant ;
- gamme complète des classes de consistance ;
- bétons avec un domaine limité de classes de résistance.

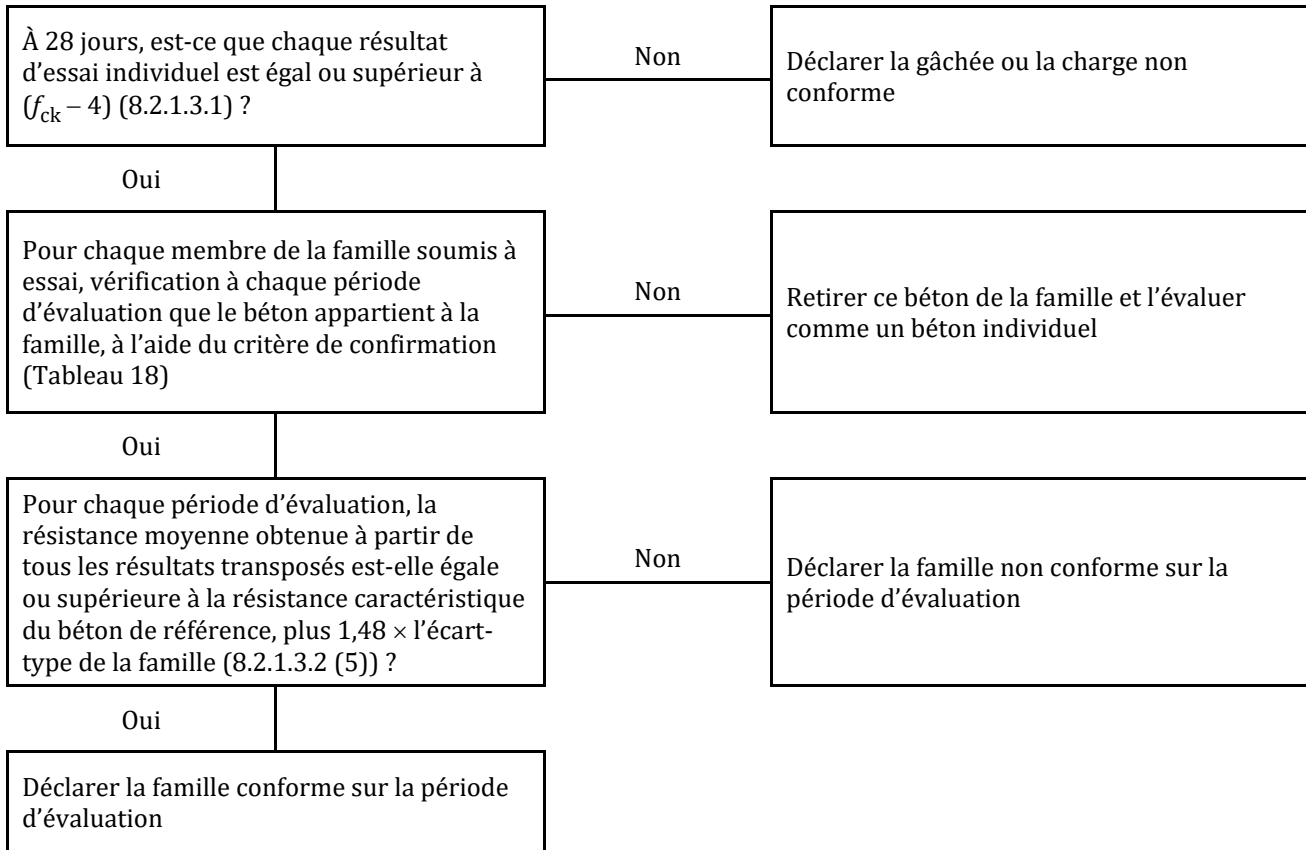
(2) Il convient de classer les bétons contenant une addition de type II, c'est-à-dire une addition à caractère pouzzolanique ou hydraulique latent, dans une famille distincte.

(3) Il convient que les bétons contenant des adjuvants pouvant avoir un impact sur la résistance à la compression, par exemple : haut réducteur d'eau/superplastifiant, accélérateur, retardateur ou entraîneur d'air, soient traités isolément ou en familles séparées.

(4) Afin que leur similarité soit prouvée, il convient que les granulats aient la même origine géologique, soient du même type, par exemple concassés, et assurent des performances similaires dans le béton.

(5) Avant d'utiliser le concept de famille ou d'étendre les familles indiquées ci-dessus, il convient que les relations soient soumises à essai sur les données des productions antérieures, afin de prouver qu'elles aboutissent à un contrôle de la production et de la conformité adéquat et efficace.

K.3 Arbre de décision pour l'évaluation d'un membre et la conformité d'une famille de bétons



Annexe L (informative)

Recommandations complémentaires concernant certains paragraphes particuliers

Concernant certains paragraphes particuliers de la présente norme, noter les informations suivantes :

Ligne	Paragraphe	Note
1	4.2.1 (2)	Il convient de spécifier la consistance par des valeurs cibles uniquement dans des cas spéciaux.
2	4.3.1 (1)	Dans certains cas particuliers, il est possible d'utiliser des niveaux de résistance intermédiaires par rapport aux valeurs indiquées dans le Tableau 12 ou 13.
3	5.1.2 (2)	Lorsque des ciments conformes à l'EN 14647 ou à l'EN 15743 sont utilisés, il convient que les véhicules de transport de ciment, les silos et les systèmes de convoyage soient vidés avant le passage à d'autres ciments et une fois qu'ils ne sont plus employés.
4	5.2.3.5 (1)	En fonction de l'origine géologique des granulats, il convient d'observer des précautions appropriées, en tenant compte de l'expérience à long terme acquise au sujet de l'utilisation du ciment avec les granulats en question. Le CEN/TR 16349 donne un cadre pour spécifier les exigences permettant de réduire au minimum le risque de réaction alcali-silice délétère.
5	5.2.5.1 (1)	Il convient que l'effet des additions sur les propriétés autres que la résistance soit pris en compte.
6	5.2.5.1 (5)	Il convient que l'établissement de l'aptitude à l'emploi mentionnée en (4) et (5) résulte des dispositions en vigueur sur le lieu d'utilisation du béton.
7	5.2.5.2.4 (1)	Un coefficient k de 0,6 pour le béton dont le ciment est de type CEM I ou CEM II/A selon l'EN 197-1 est recommandé pour le laitier granulé de haut-fourneau moulu conforme à l'EN 15167-1. Il convient que la quantité maximale de laitier granulé de haut-fourneau moulu soit conforme à la recommandation : laitier granulé de haut-fourneau moulu/ciment $\leq 1,0$ en masse. Si une plus grande quantité de laitier granulé de haut-fourneau moulu est utilisée, il convient que l'excédent ne soit pas pris en compte, ni pour le calcul du rapport eau/(ciment + $k \times$ laitier granulé de haut-fourneau moulu), ni pour le dosage minimal en ciment.
8	5.2.6 (4)	Si l'essai de compatibilité pour l'agent entraîneur d'air combiné à d'autres adjuvants n'a pas été effectué par le fournisseur de l'adjuvant, il convient qu'il soit réalisé dans le cadre de l'essai initial.
9	5.2.7 (1)	La présente norme fournit des règles pour la production de béton contenant une quantité spécifiée de fibres. Lorsque des paramètres de conception spécifiques sont requis, il convient que les modes opératoires d'essais et la documentation de la conformité fassent l'objet d'un accord.

- 10 5.4.1 (1) En raison du manque de précision des méthodes d'essai au-delà de certaines valeurs de consistance, il est recommandé d'utiliser les essais indiqués uniquement pour :
- un affaissement ≥ 10 mm et ≤ 210 mm ;
 - un indice de serrage $\geq 1,04$ et $< 1,46$;
 - un diamètre d'écoulement > 340 mm et ≤ 620 mm ;
 - un diamètre d'étalement au cône d'Abrams > 550 mm et ≤ 850 mm.
- 11 5.4.2 (2) Pour les éléments fins des granulats légers, il convient que la méthode d'essai et les critères suivent les dispositions en vigueur sur le lieu d'utilisation du béton.
- 12 5.5.1.2 (5) Il convient que l'évaluation de la résistance dans la structure ou l'élément de structure soit fondée sur l'EN 13791.
- 13 6.2.3 (1) Avant de spécifier la teneur en air à la livraison, il convient que le prescripteur prenne en compte les pertes éventuelles en air lors des opérations de pompage, de mise en place, de serrage, etc. ultérieures à la livraison.
- 14 6.3.2 (1), d) Il convient que la valeur spécifiée du rapport cible e/c soit inférieure de 0,02 au moins à toute valeur limite prévue.
- 15 7.5 (4) Si, sur le chantier, des adjuvants, des pigments, des fibres ou de l'eau sont ajoutés au béton dans le camion malaxeur sans l'autorisation/la supervision du personnel chargé du management de la qualité du producteur, ou si la quantité ajoutée est supérieure à la quantité autorisée par la spécification du béton, il convient que la gâchée ou la charge de béton soit enregistrée comme « non conforme » sur le bon de livraison. La partie qui a autorisé cet ajout est responsable des conséquences et il convient qu'elle soit enregistrée sur le bon de livraison.
- 16 8.2.1.3.2 (8) Ces limites sont basées sur la formule suivante :
- $$\boxed{A_1} \sqrt{\frac{\chi_{0,025;n-1}^2}{(n-1)}} \sigma \leq s_n \leq \sqrt{\frac{\chi_{0,975;n-1}^2}{(n-1)}} \sigma \quad (L.1) \boxed{A_1}$$
- où $\chi_{\alpha; \nu}^2$ est le quantile α d'une distribution chi-carré, avec $\nu = n - 1$ degrés de liberté.
- 17 8.2.1.3.2 (10) Étant donné qu'une carte de contrôle comprend des plans d'échantillonnage successifs (avec un écart-type connu), la courbe caractéristique d'exploitation du plan d'échantillonnage individuel peut être établie. La courbe QMAC est ensuite déterminée en multipliant chaque pourcentage de tous les résultats possibles inférieurs à la résistance caractéristique requise en production par la probabilité d'acceptation correspondante.
- 18 8.2.2.1 (1) La même approche peut être utilisée lorsque la résistance à la flexion est spécifiée.
- 19 9.7 (2) Il convient que les tolérances de dosage pour les gâchées inférieures à 1 m³ soient indiquées dans les dispositions en vigueur sur le lieu d'utilisation.

- 20 9.8 (3) Dans un camion malaxeur, il convient que la durée du malaxage complémentaire suivant le malaxage principal ne soit pas inférieure à 1 min/m³, ni inférieure à 5 min après l'ajout des adjuvants ou des fibres.
- 21 A.4 (1) Si le bétonnage sur le chantier est effectué dans une grande variété de conditions de température ou si un traitement thermique est appliqué, il convient que le producteur en soit informé pour qu'il puisse prendre en compte les effets problématiques sur les propriétés du béton et la nécessité de réaliser d'éventuels essais complémentaires.
- 22 A.4 (9) Les proportions du Tableau E.2, basées sur l'expérience, donnent un béton avec des propriétés de déformation normales et aucun essai n'est normalement nécessaire. Dans des cas spéciaux, par exemple poutres de travées, un essai est requis et il convient que la nécessité de réaliser cet essai fasse l'objet d'un accord entre le producteur et l'utilisateur.
- 23 D.3.4 (1) Le béton mis en place par pompage ou en conditions immergées (diamètre d'écoulement minimal de 560 mm ou affaissement minimal de 180 mm) peut être produit sans utiliser d'adjuvant de type haut réducteur d'eau/superplastifiant.

Annexe M (informative)

Informations relatives aux dispositions en vigueur sur le lieu d'utilisation

Les dispositions en vigueur sur le lieu d'utilisation du béton sont requises ou autorisées dans les paragraphes suivants de la présente norme :

Paragraphe	Titre	Alinéa
1	Domaine d'application	Alinéas (5) et (6)
4.1	Classes d'exposition en fonction des actions dues à l'environnement	Alinéas (1) et (2)
5.1.1	Généralités	Alinéa (2)
5.1.2	Ciment	Alinéa (2)
5.1.3	Granulats	Alinéas (1) et (2)
5.1.5	Adjuvants	Alinéa (2)
5.2.1	Généralités	Alinéas (2) et (5)
5.2.3.5	Résistance aux réactions alcali-silice	Alinéa (1)
5.2.5.1	Généralités	Alinéas (2), (4) et (5)
5.2.5.2.3	Coefficient k pour les fumées de silice de classe 1 conformes à l'EN 13263-1	Alinéa (4)
5.2.5.2.4	Coefficient k pour le laitier granulé de haut-fourneau moulu conforme à l'EN 15167-1	Alinéa (1)
5.2.5.3	Concept de performance équivalente du béton	Alinéa (3)
5.2.8	Teneur en chlorures	Tableau 15, « Teneur maximale en chlorures du béton », notes de bas de tableau a et c
5.3.2	Valeurs limites pour la composition du béton	Alinéas (1) et (3)
5.3.3	Méthodes performantielles	Alinéa (1)
5.4.2	Teneur en ciment et rapport eau/ciment	Alinéa (2)
6.1	Généralités	Alinéa (2)
6.4	Spécification des bétons à composition prescrite dans une norme	Alinéa (2)
7.2	Informations fournies par le producteur du béton à l'utilisateur	Alinéa (4)

7.3	Bon de livraison pour le béton prêt à l'emploi	Alinéa (3)
8.2.1.2	Plan d'échantillonnage et d'essais	Tableau 17, « Fréquence minimale d'échantillonnage pour l'évaluation de la conformité », note de bas de tableau d
8.2.1.3.2	Critères pour les résultats moyens	Alinéa (11)
8.2.3.3	Critères de conformité des propriétés autres que la résistance	Tableau 21, « Évaluation de la conformité pour les classes de consistance, les propriétés du BAP, la teneur en air et l'homogénéité de la distribution des fibres du béton frais sur le lieu de livraison », note de bas de tableau c
8.2.3.3	Critères de conformité des propriétés autres que la résistance	Tableau 23, « Tolérances applicables aux valeurs cibles de consistance et de viscosité apparente », note de bas de tableau a
9.4	Essais	Alinéa (2)
9.7	Dosage des constituants	Alinéa (2)
9.9	Procédures de contrôle de la production	Tableau 28 « Contrôle de l'équipement », ligne 3, colonne 4
10.2	Évaluation, surveillance et certification du contrôle de la production	Alinéa (1)
A.4	Conditions d'essai	Alinéa (5)
D.2.1	Ciment	Alinéas (1) et (3)
D.3.3	Rapport eau/ciment	Alinéa (1)
D.3.4	Béton frais	Alinéa (2)
Annexe F	Recommandations sur les valeurs limites de composition du béton	Alinéa (3)
Annexe F	Recommandations sur les valeurs limites de composition du béton	Tableau F.1, « Recommandations relatives aux valeurs limites pour la composition et les propriétés du béton », note de bas de tableau b

Bibliographie

- [1] CASPEELE R., TAERWE L. "Combined production and conformity control of concrete with acceptance cusum control charts". P.H.A.J.M. Van Gelder, D. Proske & J.K. Vrijling (Eds.), Proc. 7th International Probabilistic Workshop, 25-26 November 2008, Delft, The Netherlands, 2009, pp. 73-86.
- [2] THE EUROPEAN GUIDELINES FOR SELF-COMPACTING CONCRETE — SPECIFICATION — PRODUCTION AND USE. May 2005 (<http://www.efnarc.org/pdf/SCCGuidelinesMay2005.pdf>)
- [3] 94/611/CE : Décision de la Commission, du 9 septembre 1994, en application de l'Article 20 de la Directive 89/106/CEE sur les produits de construction
- [4] EN 1992-1-1, *Eurocode 2 : Calcul des structures en béton — Partie 1-1 : Règles générales et règles pour les bâtiments*
- [5] EN 12390-5, *Essais pour béton durci — Partie 5 : Résistance à la flexion sur éprouvettes*
- [6] EN 12390-8, *Essais pour béton durci — Partie 8 : Profondeur de pénétration d'eau sous pression*
- [7] CEN/TS 12390-9, *Essai du béton durci — Partie 9 : Résistance au gel/dégel — Écaillage*
- [8] CEN/TS 12390-10, *Essai pour béton durci — Partie 10 : Détermination de la résistance relative à la carbonatation du béton*
- [9] CEN/TS 12390-11, *Essai sur béton durci — Partie 11 : Détermination de la résistance du béton à la pénétration des chlorures, diffusion unidirectionnelle*
- [10] EN 12504-1, *Essais pour béton dans les structures — Partie 1 : Carottes — Prélèvement, examen et essais en compression*
- [11] EN 12504-2, *Essais pour béton dans les structures — Partie 2 : Essais non destructifs — Détermination de l'indice de rebondissement*
- [12] EN 12504-4, *Essais pour béton dans les structures — Partie 4 : Détermination de la vitesse de propagation du son*
- [13] EN 13369, *Règles communes pour les produits préfabriqués en béton*
- [14] EN 13670, *Exécution des structures en béton*
- [15] EN 13791, *Évaluation de la résistance à la compression sur site des structures et des éléments préfabriqués en béton*
- [16] EN 13877-1, *Chaussées en béton — Partie 1 : Matériaux*
- [17] CR 13901, *The use of the concept of concrete families for the production and conformity control of concrete*
- [18] CR 13902, *Test methods for determining the water/cement ratio of fresh concrete*
- [19] EN 14487-1, *Béton projeté — Partie 1 : Définitions, spécifications et conformité*

- [20] EN 14647, *Ciment d'aluminates de calcium — Composition, spécifications et critères de conformité*
- [21] CEN/TR 15177, *Testing freeze-thaw resistance of concrete — Internal structural damage*
- [22] EN 15743, *Ciment sursulfaté — Composition, spécifications et critères de conformité*
- [23] CEN/TR 16349, *Cadre d'une spécification destinée à prévenir les dégradations causées au béton par l'alcali-réaction*
- [24] CEN/TR 16369, *Utilisation des cartes de contrôle pour la production du béton*
- [25] CEN/TR 16563, **A1** *Principes de la procédure de durabilité équivalente* **A1**
- [26] CEN/TR 16639, *Utilisation du concept de coefficient k, concept d'équivalence de performance et concept d'équivalence de performance en combinaison*
- [27] EN ISO 9001, *Systèmes de management de la qualité — Exigences (ISO 9001)*
- [28] ISO 2859-1:1999, *Règles d'échantillonnage pour les contrôles par attributs — Partie 1 : Procédures d'échantillonnage pour les contrôles lot par lot, indexés d'après le niveau de qualité acceptable (NQA)*
- [29] ISO 3951-1, **A1** *Règles d'échantillonnage pour les contrôles par mesures — Partie 1 : Spécification pour les plans d'échantillonnage simples indexés d'après une limite de qualité acceptable (LQA) pour un contrôle lot par lot pour une caractéristique qualité unique et une LQA unique* **A1**
- [30] ISO 7870-2, *Cartes de contrôle — Partie 2 : Cartes de contrôle de Shewhart*
- [31] ISO 7870-3, *Cartes de contrôle — Partie 3 : Cartes de contrôle pour acceptation*
- [32] ISO 7870-4, *Cartes de contrôle — Partie 4 : Cartes de contrôle de l'ajustement de processus*
- [33] ISO 16204, *Durabilité — Conception de la durée de vie des structures en béton*
- [34] DIN 4030-2, *Évaluation des liquides, sols et gaz nocifs pour le béton — Partie 2 : Prélèvement et analyse des échantillons d'eau et de sol*

Commission SIA 262, Construction en béton

		Représentant de
Président	Walter Kaufmann, Prof. Dr., dipl. Bau-Ing. ETH/SIA, Zurich	ETH Zürich
Membres	Daniel Buschor, dipl. Bau-Ing. EPF/SIA, Berthoud Christoph Czaderski, Dr., dipl. Bau-Ing. ETH/SIA, Dübendorf Stephan Etter, Dr., dipl. Bau-Ing. ETH/SIA, Zurich Hans-Rudolf Ganz, Dr., dipl. Bau-Ing. ETH/SIA, Bösingen Peter Lunk, Dr., Dipl. Ing. TU, Würenlingen Aurelio Muttoni, Prof. Dr., ing. civil dipl. EPF/SIA, Lausanne Sylvain Plumey, Dr., ing. dipl. EPF/SIA, Porrentruy Yves Schiegg, Dr., dipl. Bau-Ing. ETH/SIA, Wildegg Kerstin Wassmann, Dipl. Ing. TU, Würenlingen Hannes Wegscheider, Dipl. Bau-Ing. TU, Schlieren Volker Wetzig, Dipl. Ing. TU/SIA, Berne	Bureau d'études Empa Bureau d'études Bureau de conseils Industrie EPFL Bureau d'études Laboratoire de matériaux Industrie Entreprise Industrie
Procès-verbal	Simon Karrer, MSc ETH Bau-Ing., Zurich	

Responsable Heike Mini, dipl. Bau-Ing. TU/SIA, Zurich
Bureau SIA

Copyright © 2022 by SIA Zurich

Tous les droits de reproduction, même partielle, de copie intégrale ou partielle, d'enregistrement ainsi que et de traduction sont réservés.