



Institut luxembourgeois de la normalisation
de l'accréditation, de la sécurité et qualité
des produits et services

ILNAS-EN 206:2013+A2:2021/
prDNA-LU:2022

BETON – SPECIFICATION,
PERFORMANCES, PRODUCTION ET
CONFORMITE – DOCUMENT NATIONAL
D'APPLICATION DE LA NORME EN 206



Sommaire

	Page
Avant-propos national.....	5
Avant-propos européen	6
Introduction	9
DNA Introduction	10
1 Domaine d'application	11
DNA 1 Domaine d'application.....	12
2 Références normatives	13
DNA 2 Références normatives	15
DNA 2.1 Calcul des structures en béton	15
DNA 2.2 Liants hydrauliques	16
DNA 2.3 Agrégats.....	16
DNA 2.4 Eau.....	17
DNA 2.5 Additions.....	17
DNA 2.6 Adjuvants.....	17
DNA 2.7 Essais sur béton frais.....	18
DNA 2.8 Essais sur béton durci	19
DNA 2.9 Résistance du béton dans les structures.....	20
DNA 2.10 Produits préfabriqués en béton	20
DNA 2.11 Exécution des structures en béton.....	21
DNA 2.13 Exposition du béton	21
DNA 2.14 Protection du béton	21
3 Termes, définitions, symboles et abréviations.....	22
3.1 Termes et définitions.....	22
3.1.1 Généralités	22
3.1.2 Constituants	25
3.1.3 Béton frais	27
3.1.4 Béton durci	30
3.1.5 Contrôle de la conformité et de la production.....	30
DNA 3.1.6 Classification.....	32
3.2 Symboles et abréviations	32
4 Classification.....	35
4.1 Classes d'exposition en fonction des actions dues à l'environnement	35
4.2 Classes de propriétés du béton frais.....	44
4.2.1 Classes de consistance	44
4.2.2 Classes de propriétés supplémentaires du BAP.....	46
4.3 Classes de propriétés du béton durci	48
4.3.1 Classes de résistance à la compression.....	48
4.3.2 Classes de masse volumique du béton léger.....	49
5 Exigences relatives au béton et méthodes de vérification	50
5.1 Exigences fondamentales relatives aux constituants	50
5.1.1 Généralités	50
5.1.2 Ciment.....	50
5.1.3 Granulats	51
DNA 5.1.3 Granulats	51
5.1.4 Eau de gâchage.....	52
5.1.5 Adjuvants.....	52
5.1.6 Additions (y compris les fillers minéraux et les pigments).....	52
5.1.7 Fibres	52
DNA 5.1.7 Fibres	52
5.2 Exigences fondamentales relatives à la composition du béton	53
5.2.1 Généralités	53

5.2.2	Choix du ciment.....	53
5.2.3	Choix des granulats	54
5.2.4	Utilisation de l'eau de gâchage.....	55
5.2.5	Utilisation d'additions.....	56
5.2.6	Utilisation d'adjuvants	61
5.2.7	Utilisation de fibres	61
5.2.8	Teneur en chlorures	62
5.2.9	Température du béton.....	63
5.3	Exigences liées aux classes d'exposition	64
5.3.1	Généralités	64
5.3.2	Valeurs limites pour la composition du béton	64
5.3.3	Méthodes performantielles.....	66
5.4	Exigences relatives au béton frais	67
5.4.1	Consistance, viscosité apparente, aptitude à l'écoulement et résistance à la ségrégation	67
5.4.2	Teneur en ciment et rapport eau/ciment.....	68
5.4.3	Teneur en air	68
5.4.4	Teneur en fibres.....	69
5.5	Exigences relatives au béton durci	70
5.5.1	Résistance.....	70
5.5.2	Masse volumique.....	71
5.5.3	Résistance à la pénétration de l'eau	72
DNA 5.5.3	Résistance à la pénétration de l'eau	72
5.5.4	Réaction au feu.....	72
DNA 5.5.5	Résistance au gel-dégel et au gel-dégel avec agents de déverglaçage	72
DNA 5.5.6	Résistance à l'usure par abrasion	73
6	Spécification du béton.....	74
6.1	Généralités	74
6.2	Spécification des bétons à propriétés spécifiées.....	75
6.2.1	Généralités	75
6.2.2	Données de base	75
6.2.3	Données complémentaires.....	76
6.3	Spécification du béton à composition prescrite	77
6.3.1	Généralités	77
6.3.2	Données de base	77
6.3.3	Données complémentaires.....	78
6.4	Spécification des bétons à composition prescrite dans une norme	78
7	Livraison de béton frais.....	79
7.1	Informations fournies par l'utilisateur du béton au producteur.....	79
7.2	Informations fournies par le producteur du béton à l'utilisateur	79
7.3	Bon de livraison pour le béton prêt à l'emploi	81
7.4	Informations fournies à la livraison pour le béton de chantier	83
7.5	Ajustements du mélange après le malaxage principal et avant le déchargement	84
7.6	Transport du béton.....	85
8	Contrôle de la conformité et critères de conformité.....	86
8.1	Généralités	86
8.2	Contrôle de la conformité des bétons à propriétés spécifiées.....	87
8.2.1	Contrôle de la conformité de la résistance à la compression	87
8.2.2	Contrôle de la conformité de la résistance en traction par fendage.....	93
8.2.3	Contrôle de la conformité des propriétés autres que la résistance.....	94
8.3	Contrôle de la conformité des bétons à composition prescrite, y compris les bétons à composition prescrite dans une norme	98
8.4	Mesures à prendre en cas de non-conformité du produit.....	99
9	Contrôle de la production.....	100
9.1	Généralités	100
9.2	Systèmes de contrôle de la production	100
9.3	Informations à consigner et autres documents	100
9.4	Essais	102

9.5	Composition du béton et essais initiaux.....	102
9.6	Personnel, équipement et installation	102
9.6.1	Personnel.....	102
9.6.2	Équipement et installation	103
9.7	Dosage des constituants	104
9.8	Malaxage du béton.....	105
9.9	Procédures de contrôle de la production	106
10	Évaluation de la conformité	112
10.1	Généralités	112
10.2	Évaluation, surveillance et certification du contrôle de la production	112
11	Désignation des bétons à propriétés spécifiées	113
Annexe A (normative) Essai initial.....		114
Annexe B (normative) Essai d'identification		116
Annexe C ☒ (informative) ☒ Dispositions pour l'évaluation, la surveillance et la certification du contrôle de la production.....		119
Annexe D (normative) Exigences complémentaires relatives à la spécification et à la conformité du béton destiné aux travaux géotechniques spéciaux.....		123
Annexe E (informative) Recommandations relatives à l'utilisation des granulats.....		127
Annexe F (informative) Recommandations sur les valeurs limites de composition du béton		133
Annexe DNA F (normative) Exigences luxembourgeoises pour les limites de composition du béton		135
Annexe G (informative) Lignes directrices pour les exigences relatives au béton auto-plaçant à l'état frais		141
Annexe H (informative) Règles d'application de la méthode C de 8.2.1.3.....		143
Annexe J (informative) Dérogation afin de s'adapter à une réglementation espagnole notifiée		145
Annexe K (informative) Familles de bétons.....		146
Annexe L (informative) Recommandations complémentaires concernant certains paragraphes particuliers.....		148
Annexe M (informative) Informations relatives aux dispositions en vigueur sur le lieu d'utilisation.....		151
Annexe DNA U (normative) Compositions granulométriques des granulats dans les bétons		153
Annexe DNA V (normative) Contrôle et analyse sur chantier du béton frais et durci.....		158
Annexe DNA W (informative) Recommandations pour le choix et la spécification d'une qualité de béton		167
Bibliographie		173

Avant-propos national

L'EN 206 autorise la définition de dispositions d'application nationales afin de prendre en compte les expériences régionales bien établies.

Le comité national de normalisation luxembourgeois ILNAS/TC 102 « Béton » a rédigé le Document National d'Application (DNA) de la norme européenne EN 206:2013+A2:2021 qui permet la mise en application de cette dernière au Luxembourg.

Le présent document combine le texte de la version française de la norme européenne ILNAS EN 206:2013+A2:2021 et les dispositions luxembourgeoises.

Ces dispositions annulent et remplacent, complètent ou modifient les dispositions initiales de la norme européenne. Ces dispositions sont normatives ou informatives et s'appliquent au Luxembourg. A ce titre, le présent document est d'application lorsqu'un document national fait référence à la norme EN 206.

Les dispositions du DNA sont placées dans un cadre avec une trame de fond grise à la suite des éléments correspondant de la norme européenne. Les numéros d'articles, de paragraphes, de figures ou de tableaux du DNA correspondent aux numéros des mêmes éléments de l'EN 206:2013+A2:2021 qu'ils remplacent, complètent ou modifient. Le cas échéant, lorsque de nouveaux éléments sont ajoutés, la numérotation est poursuivie. Les numéros se rapportant aux dispositions du DNA sont précédés de la mention « DNA ».

Le présent document fait référence à l'EN 13670 et à l'EN 13670/DNA-LU pour l'exécution des structures en béton, ainsi qu'à l'EN 13369 et à l'EN 13369/DNA-LU en ce qui concerne les règles communes pour les produits préfabriqués en béton. Ces DNA sont en cours de rédaction au sein du comité technique ILNAS/TC 102. En attendant leur publication et en l'absence de contradiction formelle, le CDC-BET – Cahier des Charges concernant les Travaux de Bétonnage, tel qu'approuvé par décision ministérielle n° 85559/013887 du 29 mai 2007, s'applique pour l'exécution des structures en béton et l'EN 13369 s'applique telle quelle pour les produits préfabriqués en béton à l'exception des références normatives à l'EN 206, norme remplacée par le présent document et à l'EN 1992-1-1 et EN 1992-1-1 remplacées par les références normatives de l'article DNA 2.1 du présent document.

Certaines notes de l'Annexe L (informative) – *Recommandations complémentaires concernant certains paragraphes particuliers* de la norme européenne utiles à la compréhension, sont citées sous formes de notes additionnelles dans les paragraphes concernés. Elles sont précédées de la mention « Annexe L ».

Avant-propos européen

✗ 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 C ne saurait être tenu pour responsable de ne pas avoir identifié de tels droits de propriété et averti de leur existence.

Basée sur 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[es] amendement[s] est indiqué dans le texte par des repères ✗ ✗.

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. ✗

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.

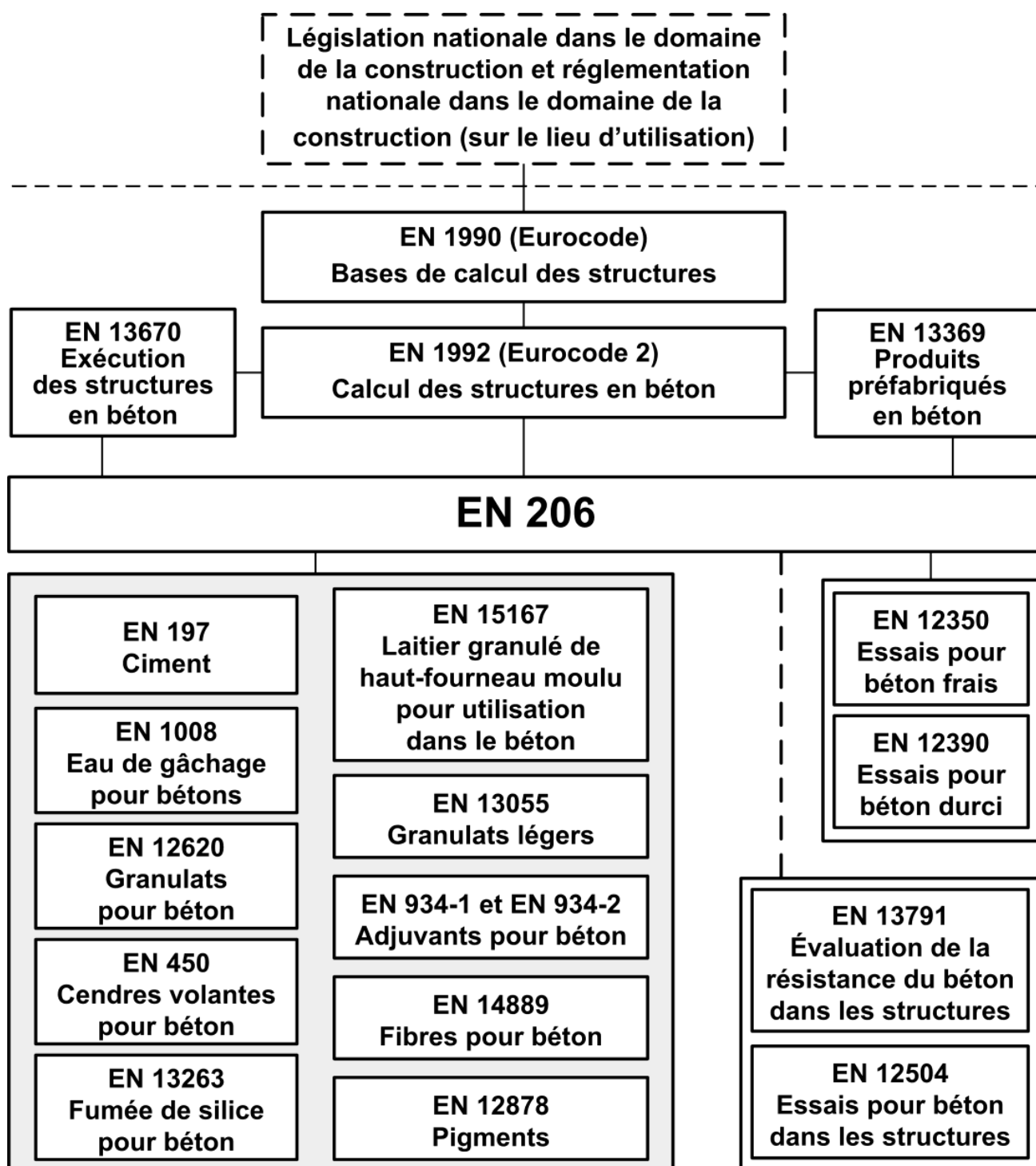
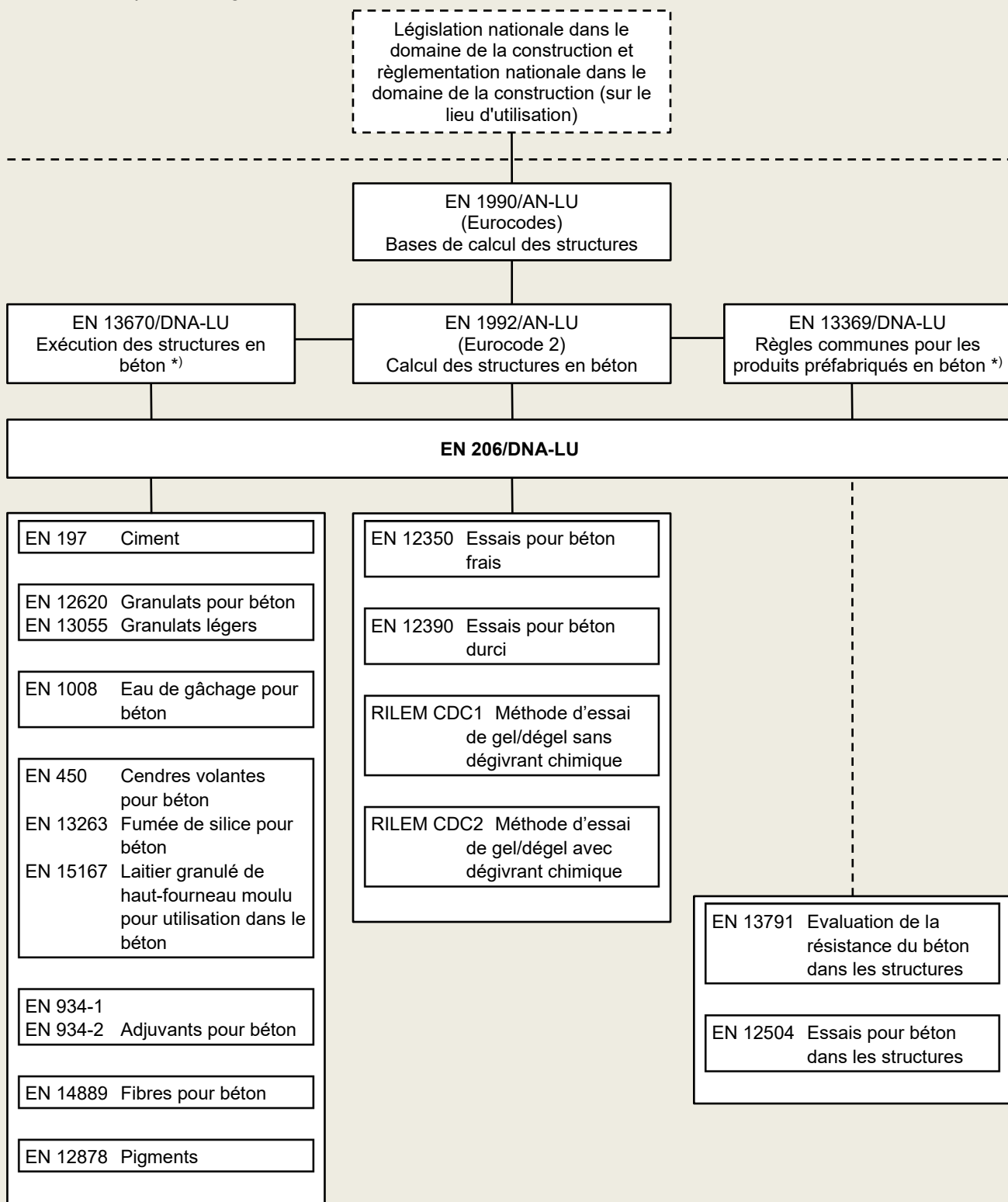


Figure 1 — Relations entre l'EN 206 et les normes de calcul et d'exécution, les normes relatives aux constituants et les normes d'essais

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, Ancienne République Yougoslave de Macédoine, 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 Tchèque, Roumanie, Royaume-Uni, Slovaquie, Slovénie, Suède, Suisse et Turquie.

DNA Figure 1 – Relations entre l'EN 206 et les normes de calcul et d'exécution, ainsi que les normes relatives aux constituants et les normes d'essais au Luxembourg

Annule et remplace la Figure 1



*) Dispositions transitoires en attendant la publication des DNA concernés : voir l'Avant-propos national.

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.

DNA Introduction

Complément à l'Introduction

La norme européenne EN 206 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.

Chacun est responsable de la transmission des exigences spécifiées et des éventuelles exigences complémentaires au maillon suivant de la chaîne et ce jusqu'au producteur. Au sens de la norme européenne EN 206, la compilation finale est désignée par le terme « spécification du béton ».

Dans le cas du béton prêt à l'emploi et au sens du présent document, **l'entité passant commande du béton frais est le prescripteur final qui fournit la spécification complète du béton au producteur.**

Dans le cadre des dispositions du DNA, les bétons à composition prescrite (BCP) tels que définis sous 3.1.1.10 sont exclus du présent document.

L'attention est par ailleurs attirée sur le fait que :

- la prescription d'un béton auto-plaçant a des conséquences sur la mise en œuvre (contraintes relatives e.a. à l'étanchéité et à la pression exercée sur le coffrage).
- les valeurs figurant dans l'Annexe DNA F pour la composition et les propriétés du béton ne sont pas des valeurs nominales mais des valeurs limites applicables avec les tolérances définies à l'Article 8 « Contrôle de conformité et critères de conformité »

Le béton est soumis aux contrôles et essais et doit satisfaire à l'ensemble des exigences définies dans les normes et documents nationaux d'application relatifs aux calculs et à l'exécution des structures ainsi que dans les normes et documents nationaux d'application relatifs aux constituants, à la spécification et aux performances du béton.

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.

DNA 1 Domaine d'application

Complément et modification de l'Article 1

Complément à l'alinéa (1) :

Les bétons destinés aux produits préfabriqués en usine et couverts par une norme, doivent également satisfaire aux dispositions de l'EN 13369 complétées par l'EN 13369/DNA-LU ^{*)} ainsi qu'aux normes de produits concernées.

Modification de l'alinéa (6) et complément à l'alinéa (7) :

La présente norme ne s'applique pas aux bétons avec une dimension $D_{\max} \leq 4$ mm (mortier).

^{*)} Dispositions transitoires en attendant la publication des DNA concernés : voir l'Avant-propos national.

2 Références normatives

- (1) 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

✗ EN 13055, Granulats légers ✗

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

DNA 2 Références normatives

Annule et remplace l'Article 2

(1) 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).

DNA 2.1 Calcul des structures en béton

EN 1992-1-1	Eurocode 2: Calcul des structures en béton : Partie 1-1 : Règles générales et règles pour les bâtiments
EN 1992-1-1/AN-LU	Eurocode 2: Calcul des structures en béton : Partie 1-1 : Règles générales et règles pour les bâtiments Annexe Nationale Luxembourgeoise Paramètres déterminés au niveau national à utiliser pour le dimensionnement de bâtiments et d'ouvrages de génie civil à construire au Luxembourg
EN 1992-1-2	Eurocode 2: Calcul des structures en béton – Partie 1-2 : Règles générales - Calcul du comportement au feu
EN 1992-1-2/AN-LU	Eurocode 2: Calcul des structures en béton – Partie 1-2 : Règles générales – Calcul du comportement au feu Annexe Nationale Luxembourgeoise Paramètres déterminés au niveau national à utiliser pour le dimensionnement de bâtiments et d'ouvrages de génie civil à construire au Luxembourg
EN 1992-2	Eurocode 2 - Calcul des structures en béton – Partie 2 : Ponts en béton – Calcul et dispositions constructives
EN 1992-2/AN-LU	Eurocode 2 – Calcul des structures en béton – Partie 2 : Ponts en béton – Calcul et dispositions constructives Annexe Nationale Luxembourgeoise Paramètres déterminés au niveau national à utiliser pour le dimensionnement de bâtiments et d'ouvrages de génie civil à construire au Luxembourg
EN 1992-3	Eurocode 2 – Calcul des structures en béton – Partie 3 : Silos et réservoirs
EN 1992-3/AN-LU	Eurocode 2 – Calcul des structures en béton – Partie 3. Silos et réservoirs Annexe Nationale Luxembourgeoise Paramètres déterminés au niveau national à utiliser pour le dimensionnement de bâtiments et d'ouvrages de génie civil à construire au Luxembourg

DNA 2.2 Liants hydrauliques

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 197-2	Ciment – Partie 2. : Evaluation de la conformité
EN 197-5	Ciment —Partie 5. : Ciment Portland composé CEM II/C-M et Ciment composé CEM VI
EN 14216	Ciment : Composition, spécifications et critères de conformité des ciments spéciaux à très faible chaleur d'hydratation

DNA 2.3 Agrégats

EN 12620	Granulats pour béton
EN 13055	Granulats légers
EN 933-1	Essais pour déterminer les caractéristiques géométriques des granulats – Partie 1. Détermination de la granularité – Analyse granulométrique par tamisage
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 1744-6	Essais pour déterminer les propriétés chimiques des granulats – Partie 6 : Détermination de l'influence d'un extrait de granulat recyclé sur le temps de prise initial du ciment

DNA 2.4 Eau

EN 1008	Eau de gâchage pour béton : 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 ISO 7980	Qualité de l'eau – Dosage du calcium et du magnésium – Méthode par spectrométrie d'absorption atomique
ISO 7150-1	Qualité de l'eau – Dosage de l'ammonium – Partie 1 : Méthode spectrométrique manuelle

DNA 2.5 Additions

EN 450-1	Cendres volantes pour béton – Partie 1 : Définition, spécification et critères de conformité
EN 13263-1	Fumée de silice pour béton – Partie 1 : Définitions, exigences et critères de 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
EN 12878	Pigments de coloration des matériaux de construction à base de ciment et/ou de chaux: Spécifications et méthodes d'essai
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
DIN 51043: 1979-09	Traß : Anforderungen, Prüfung
DIN 1100	Hartstoffe für zementgebundene Hartstoffestriche: Anforderungen und Prüfverfahren

DNA 2.6 Adjuvants

EN 934-1: 2008	Adjuvants pour béton, mortier et coulis – Partie 1 : Exigences communes
EN 934-2	Adjuvants pour béton, mortier et coulis – Partie 2 : Adjuvants pour béton – Définitions, exigences, conformité, marquage et étiquetage

DNA 2.7 Essais sur béton frais

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 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
ASTM C 173	Standard Test Method for Air Content of Freshly Mixed Concrete by the Volumetric Method
Non normalisé	Teneur en eau du béton frais : Méthode DARR d'après la norme annulée DIN 1048-1

DNA 2.8 Essais sur béton durci

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 12390-4	Essais pour béton durci – Partie 4 : Résistance à la compression - Caractéristiques des machines d'essai
EN 12390-5	Essai pour béton durci – Partie 5 : Résistance à la flexion sur 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 12390-8	Essai pour béton durci – Partie 8 : Profondeur de pénétration d'eau sous pression.
EN 12390-10	Essai pour béton durci – Partie 10 : Détermination de la résistance à la carbonatation du béton à des niveaux atmosphériques de dioxyde de carbone
EN 12390-11	Essai pour béton durci – Partie 11 : Détermination de la résistance du béton à la pénétration des chlorures, diffusion unidirectionnelle
EN 12390-12	Essai pour béton durci – Partie 12 : Détermination de la résistance à la carbonatation du béton - Méthode de la carbonatation accélérée
EN 12390-13	Essai pour béton durci – Partie 13 : Détermination du module sécant d'élasticité en compression
EN 12390-14	Essai pour béton durci – Partie 14 : Méthode semi-adiabatique de détermination de la chaleur dégagée par le béton au cours de son processus de durcissement
EN 12390-15	Essai pour béton durci – Partie 15 : Méthode adiabatique de détermination de la chaleur dégagée par le béton au cours de son processus de durcissement
EN 12390-16	Essai pour béton durci – Partie 16 :

	Détermination du retrait du béton
EN 12390-17	Essai pour béton durci – Partie 17 : Détermination du fluage du béton en compression
EN 12390-18	Essai pour béton durci – Partie 18 : Détermination du coefficient de migration des chlorures
RILEM CDC 1	Méthode d'essai de gel/dégel sans dégivrant chimique
RILEM CDC 2	Méthode d'essai de gel/dégel avec dégivrant chimique
DIN 52108	Prüfung anorganischer nichtmetallischer Werkstoffe – Verschleißprüfung mit der Schleifscheibe nach Böhme - Schleifscheiben-Verfahren

DNA 2.9 Résistance du béton dans les structures

EN 12504-1	Essais pour béton dans les structures – Partie 1 : Carottes – Prélèvement, examen et essais en compression.
EN 12504-2	Essais pour béton dans les structures – Partie 2 : Essais non destructifs – Détermination de l'indice de rebondissement.
EN 12504-3	Essais pour béton dans les structures – Partie 3 : Détermination de la force d'arrachement.
EN 12504-4	Essais pour béton dans les structures – Partie 4 : Détermination de la vitesse de propagation du son.
EN 13791	Evaluation de la résistance à la compression du béton dans les structures ou les éléments structuraux.

DNA 2.10 Produits préfabriqués en béton

EN 13369	Règles communes pour les produits préfabriqués en béton
EN 13369/DNA-LU	Règles communes pour les produits préfabriqués en béton Document National d'Application Luxembourgeois de la norme EN 13369 *)

DNA 2.11 Exécution des structures en béton

EN 13670	Exécution des structures en béton
EN 13670/DNA-LU	Exécution des structures en béton Document National d'Application Luxembourgeois de la norme EN 13670 *)
EN 1536	Exécution de travaux géotechniques spéciaux - Pieux forés
EN 1538	Exécution de travaux géotechniques spéciaux - Parois moulées
EN 12699	Exécution de travaux géotechniques spéciaux - Pieux avec refoulement de sol
EN 14199	Exécution des travaux géotechniques spéciaux - Micropieux

DNA 2.13 Exposition du béton

EN 13577	Attaque chimique du béton : Détermination de la teneur en dioxyde de carbone agressif de l'eau
EN 16502	Méthode d'essai pour la détermination du degré d'acidité des sols selon Baumann-Gully

DNA 2.14 Protection du béton

EN 1504	Produits et systèmes pour la protection et la réparation des structures en béton : Parties 1 à 10
---------	--

*) Dispositions transitoires en attendant la publication des DNA concernés : voir l'Avant-propos national.

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 : Bemessungslebensdauer

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 Elément 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

Complément au paragraphe 3.1.1.10

NOTE : Le béton à composition prescrite n'est pas normalisé au Luxembourg.

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

Complément au paragraphe 3.1.1.14

Le béton autoplaçant est un béton normal de consistance fluide, dont les caractéristiques rhéologiques à l'état frais confèrent l'aptitude à remplir un moule de forme quelconque ainsi que les espacements entre les armatures sans ségrégation et de se compacter par désaération de façon autonome par la seule force gravitationnelle.

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

Complément au paragraphe 3.1.17

NOTE : La spécification des exigences techniques relatives au béton frais et durci peut résulter de plusieurs prescriptions complémentaires provenant de plusieurs prescripteurs. La spécification finale du béton, résultant de la compilation de l'ensemble des exigences spécifiées, est transmise au producteur de béton.

3.1.1.18 Prescripteur

en : specifier

de : Verfasser der Festlegung

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

Complément au paragraphe 3.1.18

NOTE : Est responsable de la transmission exhaustive de la spécification finale du béton, la personne physique ou morale qui commande le béton auprès du producteur.

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]

DNA 3.1.2.18 Teneur en fines

Complément

Quantité totale de fines, exprimée en kg par m³ de béton, calculée à partir de la somme de la teneur en ciment et de la teneur en fines ≤ 0.125 mm provenant des granulats et des additions.

3.1.3 Béton frais

3.1.3.1 Cuve agitatrice

en : agitating equipment
de : Rührwerk

équipement habituellement monté sur un châssis autottracté 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

Complément au paragraphe 3.1.3.4

Conformément à 5.4.2 (2), l'eau absorbée se déduit du coefficient d'absorption des granulats déterminé selon l'EN 1097-6. La teneur en eau efficace est notée $E_{\text{eff.}}$.

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 Etalement 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

Annule et remplace le paragraphe 3.1.3.13

Somme de l'eau d'apport, de l'eau déjà contenue dans et à la surface des granulats, de l'eau des adjuvants, de l'eau des additions utilisés sous la forme de suspensions, 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 : Fahrmischer

unité de malaxage du béton montée sur un châssis autotracteur 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).

DNA 3.1.3.17 Rapport eau/ciment équivalent

Complément

Le terme « rapport eau/ciment équivalent » est défini par la formule :

$$(e/c)_{\text{éq.}} = e_{\text{eff.}} / (c + k \cdot a)$$

avec : $(e/c)_{\text{éq.}}$: rapport eau/ciment équivalent
 $e_{\text{eff.}}$: teneur en eau efficace conformément à 3.1.3.4
 c : masse de ciment par mètre cube de béton [kg/m³]
 k : coefficient de prise en compte de l'addition considérée conformément à 5.2.5.2
 a : masse d'addition par mètre cube de béton [kg/m³]

DNA 3.1.3.18 Liant équivalent

Complément

Le terme « liant équivalent » est défini par la formule :

$$L_{\text{éq.}} = c + k \cdot a$$

avec $L_{\text{éq.}}$: liant équivalent
 c : masse de ciment par mètre cube de béton [kg/m³]
 k : coefficient de prise en compte de l'addition considérée conformément à 5.2.5.2
 a : masse d'addition par mètre cube de béton [kg/m³]

Le rapport eau /ciment équivalent noté $(e/c)_{\text{éq.}}$ correspond ainsi à $e_{\text{eff.}}/L_{\text{éq.}}$.

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 : Schwebeton

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

DNA 3.1.4.5 Béton à haute résistance

Complément

Béton de classe de résistance supérieure ou égale à C55/67 pour les bétons de masses volumiques normales et lourdes et supérieure ou égale à LC55/67 pour les bétons légers suivant tableaux 12 et 13 du paragraphe 4.3.1

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 Evaluation 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

DNA 3.1.6 Classification**DNA 3.1.6.1 Classes d'exposition***Complément*

Classification des conditions d'environnement chimiques et physiques auxquelles le béton peut être exposé et qui peuvent influencer dans le temps sa durabilité et son intégrité structurelle ainsi que celle des armatures, indépendamment des hypothèses de calcul de dimensionnement.

DNA 3.1.6.2 Catégories de bétons*Complément*

Les catégories de bétons couvrent des combinaisons de classes d'exposition possibles pour des domaines d'utilisation courants. Des valeurs limites pour la composition du béton sont définies pour chaque catégorie.

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

Complément au paragraphe 3.2

XM1 à XM3	Classes d'exposition pour le risque d'attaque du béton par abrasion
c	Masse de ciment par mètre cube de béton [kg/m ³]
a	Masse d'addition par mètre cube de béton [kg/m ³]
e _{eff.}	Eau efficace
(e/c) _{éq.}	Rapport eau sur ciment équivalent
L _{eq.}	Liant équivalent

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 (1 sur 2)

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

Tableau 1 — Classes d'exposition (2 sur 2)

Désignation de la classe	Description de l'environnement	Exemples informatifs illustrant le choix des classes d'exposition
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
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	
^a Les sols argileux dont la perméabilité est inférieure à 10 ⁻⁵ m/s peuvent être affectés à une classe inférieure.				
^b La méthode d'essai prescrit l'extraction du SO ₄ ²⁻ 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.				
^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.				

Complément au paragraphe 4.1

- (4) Les valeurs limites pour les classes d'exposition aux attaques chimiques des sols naturels et eaux souterraines ou de surface données dans le Tableau 2 s'appliquent également aux effluents en contact avec la surface du béton, pour autant que leur vitesse d'écoulement soit suffisamment faible au sens de l'alinéa (3) du paragraphe 4.1 et que leur température soit comprise entre 5°C et 25°C.
- (5) Des études spécifiques et des dispositions particulières relatives aux exigences de performances et/ou de protection du béton sont nécessaires pour les attaques chimiques ne répondant pas aux descriptions du Tableau DNA 1 et du Tableau 2, e.a.:
 - Environnements agressifs dans les milieux industriels ;
 - Milieux gazeux agressifs ;
 - Attaque par des eaux faiblement minéralisées ;
 - Valeurs limites dépassant les seuils du tableau 2. ;
 - Présence d'autres substances chimiques agressives ;
 - Vitesse d'écoulement de l'eau élevée et exposition aux substances chimiques suivant Tableau 2. ;
 - Température de l'eau < 5°C ou > 25°C et exposition aux substances chimiques suivant Tableau 2.
- (6) Certaines actions de corrosion et/ou d'attaques, respectivement la combinaison de celles-ci, peuvent rendre nécessaire la mise en œuvre de dispositions constructives et/ou de mesures de protection spécifiques telles qu'évoquées à la Note 1 de l'alinéa (1) du paragraphe 4.1. Ceci est d'application, sauf si une étude spécifique démontre que cela n'est pas nécessaire, e.a. et de manière non exhaustive pour des éléments d'ouvrages tels que :
 - Dalles et rampes de parcs de stationnement de véhicules ;
 - Silos d'ensilage ;
 - Éléments d'ouvrages de stations d'épuration, p.ex. chemins de roulement de racleurs
 - Points singuliers d'éléments d'ouvrages soumis à des actions complémentaires à celles par ailleurs définies pour ces éléments, p.ex. pieds de voiles soumis à des agents de déverglaçage
 - etc.
- (7) La détermination de l'enrobage nominale des armatures tient entre autres compte des classes d'exposition définies ci-après. Des prescriptions complémentaires sont définies dans l'EN 1992-1 à 3 et leurs annexes nationales AN-LU, dans l'EN 13670/DNA-LU *) et dans l'EN 13369/DNA-LU *)
- (8) Les peintures et simples enduits ne sont pas considérés comme une protection suffisante face aux actions dues à l'environnement. Seuls peuvent être pris en compte des systèmes de protection de surface conforme à l'EN 1504 assurant une protection suffisante contre ces actions pendant la durée d'utilisation de l'ouvrage.

*) Dispositions transitoires en attendant la publication des DNA concernés : voir l'Avant-propos national.

Le Tableau DNA 1 suivant annule et remplace le Tableau 1 de l'EN 206 :

Tableau DNA 1 – Classes d'exposition (1 de 7)

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		
Un béton est non armé au sens de la classe X0 s'il ne contient aucune armature ou pièce métallique noyée.		
X0	Pour le béton non armé ou sans pièces métalliques noyées : toutes les expositions sauf l'abrasion, l'attaque chimique ou l'attaque par le gel-dégel.	Fondations hors gel sans armatures ; Béton non armé à l'intérieur de bâtiments

Tableau DNA 1 – Classes d'exposition (2 de 7)

Désignation de la classe	Description de l'environnement	Exemples informatifs illustrant le choix des classes d'exposition
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 d'habitation où le taux d'humidité de l'air ambiant est usuel (y compris cuisines et salles de bains) ; 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, parties de réservoirs d'eau enterrées
XC3	Humidité modérée	Béton extérieur abrité de la pluie Béton à l'intérieur de bâtiments où le taux d'humidité de l'air ambiant est moyen ou élevé ;
XC4	Alternance d'humidité et de séchage	Surfaces de béton exposées à la pluie y compris les surfaces soumises aux rejaillissements, ruissellements et embruns

Tableau DNA 1 – Classes d'exposition (3 de 7)

Désignation de la classe	Description de l'environnement	Exemples informatifs illustrant le choix des classes d'exposition
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 et rampes de parcs de stationnement de véhicules ^a
Les classes d'exposition XF2 et XF4 couvrent les risques de corrosion liés aux chlorures véhiculés par les agents de déverglaçage. Lorsqu'elles s'appliquent et qu'une autre source de chlorures est exclue, il n'est pas nécessaire de les combiner avec les classes d'exposition XD.		
^a A moins qu'une étude spécifique démontre que cela n'est pas nécessaire, des systèmes de protection de surface assurant une protection suffisante contre la pénétration de chlorures pendant la durée d'utilisation de l'ouvrage sont à mettre en oeuvre. Les systèmes de protection de surface retenues doivent être conforme à l'EN 1504.		

Tableau DNA 1 – Classes d'exposition (4 de 7)

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

Tableau DNA 1 – Classes d'exposition (5 de 7)

Désignation de la classe	Description de l'environnement	Exemples informatifs illustrant le choix des classes d'exposition
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 humide, les classes d'exposition doivent être définies comme suit :		
XF1 ^a	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 exposées au gel et aux embruns ou projections véhiculant des agents de déverglaçage pour autant que leur saturation en eau ne nécessite la classification en XF4
XF3	Forte saturation en eau sans agent de déverglaçage	Surfaces horizontales de bétons exposées à la pluie et au gel ; Réservoirs d'eau ouverts ; Éléments d'ouvrage dans la zone de marnage d'eau douce
XF4 ^b	Forte saturation en eau avec agents de déverglaçage	Routes et tabliers de pont exposés aux agents de déverglaçage ; Surfaces horizontales de bétons soumis au gel-dégel avec agents de déverglaçage ; Surfaces de bétons directement exposées aux projections d'agents de déverglaçage et au gel
^a A moins qu'une étude spécifique démontre que cela n'est pas nécessaire, des dispositions constructives ou des mesures de protection spécifiques du béton, telles que des systèmes de protection des surfaces conformes l'EN 1504, sont à mettre en œuvre pour des points singuliers d'éléments d'ouvrages soumis à des actions complémentaires à celles par ailleurs définies pour ces éléments, p.ex. en pieds de voiles, pour éviter une saturation en eau avec agents de déverglaçage. ^b A moins qu'une étude spécifique démontre que cela n'est pas nécessaire, des dispositions particulières sont nécessaires pour garantir la résistance au gel-dégel avec agent de déverglaçage de surfaces lissées mécaniquement.		

Tableau DNA 1 – Classes d'exposition (6 de 7)

Désignation de la classe	Description de l'environnement	Exemples informatifs illustrant le choix des classes d'exposition
6 Attaque chimique		
Lorsque le béton est soumis à une attaque chimique par les sols et les eaux souterraines ou de surface naturelles, les classes d'exposition doivent être définies comme suit :		
XA1	Environnement à faible agressivité chimique	Béton exposé à des sols et des eaux naturels selon le Tableau 2
XA2	Environnement d'agressivité chimique modérée	Béton exposé à des sols et des eaux naturels selon le Tableau 2
XA3 ^a	Environnement à forte agressivité chimique	Béton exposé à des sols et des eaux naturels selon le Tableau 2
^a A moins qu'une étude spécifique démontre que cela n'est pas nécessaire, des systèmes de protection de surface assurant une protection suffisante contre les attaques chimiques pendant la durée d'utilisation de l'ouvrage sont à mettre en œuvre. Les systèmes de protection de surface retenues doivent être conforme à l'EN 1504		

Tableau DNA 1 – Classes d'exposition (7 de 7)				
Désignation de la classe	Description de l'environnement	Exemples informatifs illustrant le choix des classes d'exposition		
7 Attaque du béton par abrasion				
Lorsque le béton est soumis à une attaque mécanique par abrasion, les classes d'exposition doivent être définies comme suit :				
XM1	Usure par abrasion modérée	Dalles ou radiers industriels sollicités par véhicules sur pneumatiques		
XM2	Usure par abrasion forte	Dalles ou radiers industriels sollicités par chariots à fourches sur pneumatiques ou bandages pleins en caoutchouc		
XM3	Usure par abrasion très forte	Dalles ou radiers industriels sollicités par chariots à fourches sur bandages durs élastomères ou métalliques ; Surfaces sollicitées par véhicules sur chenilles ; Ouvrages hydrauliques sollicités par des eaux chargées avec des vitesses d'écoulement moyennes à fortes		
Complément aux notes du Tableau 2				
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 ^d	EN 196-2	≥ 200 et ≤ 600	> 600 et ≤ 3 000	> 3 000 et ≤ 6 000
pH ^e	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	

- a Les sols argileux dont la perméabilité est inférieure à 10⁻⁵ m/s peuvent être affectés à une classe inférieure.
- b La méthode d'essai prescrit l'extraction du SO_4^{2-} 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.
- 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.
- d Si la concentration en sulfate est supérieure à 600 mg/l ou 3000 mg/kg, la concentration est à indiquer lors de la spécification.
- e Si le pH est inférieur à 5,5, le pH est à indiquer lors de la spécification.

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:

Annexe L, ligne 1 : Il convient de spécifier la consistance par des valeurs cibles uniquement dans des cas spéciaux.

Complément au paragraphe 4.2.1

NOTE 3 Le mode de compactage du béton doit être adapté à sa consistance afin d'atteindre les propriétés mécaniques et de durabilité requises.

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.	

*Complément au Tableau 5***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]	Consistance
F1 ^a	≤ 340	ferme
F2	350 à 410	plastique
F3	420 à 480	molle
F4	490 à 550	très molle
F5	560 à 620	fluide
F6 ^a	≥ 630	très fluide
^a Voir la NOTE 1 du 5.4.1.		

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 granulats 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.

Annexe L, ligne 2 : 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.

Complément au paragraphe 4.3.1

NOTE 2 Voir les spécifications du paragraphe 5.5.1.2 pour la détermination de la résistance à la compression à des échéances plus courtes ou plus longues que 28 jours.

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.

- (5) 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.

Annule et remplace l'alinéa (1) du paragraphe 5.1.2

- (1) L'aptitude à l'emploi en fonction des classes d'exposition est établie pour les ciments conformes à l'EN 197-1 ainsi qu'à l'EN 197-5 suivant le Tableau DNA F.2 de l'annexe normative DNA F. L'aptitude à l'emploi pour le béton destiné aux structures massives (par exemple, les barrages, voir Article 1 alinéa (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.

Annexe L, ligne 3 : 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.

Complément au paragraphe 5.1.2

(3) Pour les bétonnages par temps chaud suivant l'EN 13670/DNA-LU *) un ciment refroidi à une température inférieure ou égale à + 70°C est à utiliser. Ceci afin de contribuer à limiter la température du béton frais à une température inférieure ou égale à + 30°C.

(4) Dans le cas des bétons destinés aux structures massives, le choix s'orientera vers des ciments à faible chaleur d'hydratation.

*) Dispositions transitoires en attendant la publication des DNA concernés : voir l'Avant-propos national.

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 ☒ à l'EN 13055 ☒ ;
- les granulats récupérés conformes à 5.2.3.3 ;

et conformes aux catégories indiquées dans l'EN 12620 ou dans ☒ l'EN 13055 ☒, 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.

Annule et remplace le paragraphe 5.1.3

DNA 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 conformes à l'EN 12620 et satisfaisants aux exigences du Tableau DNA E.1 de l'Annexe normative DNA E ;
- les granulats recyclés conformes à l'EN 12620 et satisfaisants aux exigences du Tableau E.3 de l'Annexe normative DNA E ;
- les granulats récupérés conformes à 5.2.3.3 ;
- les granulats légers conformes à l'EN 13055 et satisfaisants aux exigences du Tableau E.4 de l'Annexe normative DNA E.

(2) Outre le laitier de haut-fourneau refroidi par air, les autres granulats artificiels produits industriellement peuvent être employés comme granulats pour le béton, pour autant que leur aptitude à l'emploi soit établie conformément à l'EN 12620 et qu'ils satisfassent aux exigences du Tableau DNA E.1 de l'Annexe normative DNA E.

(3) La constance des performances des agrégats doit être évaluée et vérifiée suivant le système AVCP 2+ conformément à l'Annexe ZA de l'EN 12620.

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 ☒ à l'EN 13055 ☒ ;
 - 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.

Complément au paragraphe 5.1.6

- (3) L'aptitude générale à l'emploi en tant qu'addition de type II est également établie pour du Trass conforme à la DIN 51043.
- (4) En application de 5.2.5.1 (2), les additions de type I et de type II autres que celles définies en 5.1.6 peuvent être prise en compte, si leur aptitude à l'emploi a été validé par le Laboratoire de l'Administration des Ponts et Chaussées du Grand-Duché de Luxembourg.

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.

Annule et remplace le paragraphe 5.1.7

DNA 5.1.7 Fibres

- (1) L'aptitude générale à l'emploi est établie pour :
- les fibres d'acier conformes à l'EN 14889-1 dont la constance des performances a été évaluée et vérifiée suivant le système AVCP 1 conformément à l'Annexe ZA de l'EN 14889-1 ;
 - les fibres polymère conformes à l'EN 14889-2 dont la constance des performances a été évaluée et vérifiée suivant le système AVCP 1 conformément à l'Annexe ZA de 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.

Complément à l'alinéa (5) du paragraphe 5.2.1

NOTE : Les bétons à composition prescrite ne sont pas normalisés au Luxembourg.

- (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.

Complément au paragraphe 5.2.2

- (2) Comme indiqué au paragraphe 5.3.2, les domaines d'application des ciments en fonction des classes d'exposition sont définis dans le Tableau DNA F.2.
- (3) L'association de deux qualités de ciment dans la formulation d'un béton est soumise au respect des conditions définies au paragraphe 5.3.2.

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 $\leq D_{sup.}$

Complément au paragraphe 5.2.3.1

- (4) La composition granulométrique des granulats est caractérisée par les fuseaux granulométriques définis dans l'Annexe U.

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.

Complément au paragraphe 5.2.3.3

- (5) Les granulats récupérés par lavage peuvent être utilisés sans criblage en interne par le producteur comme granulats pour béton :
 - jusqu'à 5 % (en masse) de la quantité totale de granulats, pour les bétons jusqu'à la classe de résistance C30/37 sauf pour les bétons soumis aux classes d'exposition XA3 et XF4 ;
 - jusqu'à 10 % (en masse) de la quantité totale de granulats, pour les bétons jusqu'à la classe de résistance C20/25 Cat.1 ;
 - jusqu'à 25 % (en masse) de la quantité totale de granulats, pour les bétons jusqu'à la classe de résistance C12/15.

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

Annule et remplace le paragraphe 5.2.3.4

- (1) Les granulats recyclés doivent être conformes à l'EN 12620 et satisfaire aux exigences du Tableau E.3 de 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 déverglaçage 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.

Annexe L, ligne 4 : 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.

Complément au paragraphe 5.2.3.5

- (2) L'origine géologique des granulats doit être documentée par le producteur.
- (3) Lorsque la résistance aux réactions alcali-silice des granulats n'est pas établie, la réactivité aux alcalins des granulats est à qualifier par une méthode d'essai définie par le Laboratoire de l'Administration des Ponts et Chaussées du Grand-Duché de Luxembourg.
- (4) L'aptitude à l'emploi est établie par le Laboratoire de l'Administration des Ponts et Chaussées du Grand-Duché de Luxembourg en fonction de la qualification retenue.

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.

Complément au paragraphe 5.2.4

- (2) L'utilisation d'eau récupérée issue de la production de béton n'est pas autorisée pour les bétons de classes de résistance supérieures à C50/60 ou LC50/55 ainsi que pour les bétons avec entraîneurs d'air. La centrale doit être équipée d'un dispositif de dosage de l'eau récupérée.
- (3) L'influence potentielle de l'utilisation d'eau récupérée doit être prise en compte en cas d'exigences particulières (p.ex. béton apparent, environnements agressifs, ...).

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.

Annexe L, ligne 5 : Il convient que l'effet des additions sur les propriétés autres que la résistance soit pris en compte.

- (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.

Annexe L, ligne 6 : 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.

- (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 × addition) » ; et
 - la quantité de (ciment + k × addition) ne doit pas être inférieure à l'exigence de teneur minimale en ciment pour la classe d'exposition concernée (voir 5.3.2).

Annule et remplace l'alinéa (2) du paragraphe 5.2.5.2.1

- (2) Le concept de coefficient k autorise la prise en compte des additions de type II et de certaines additions de type I :

- le terme « rapport eau/ciment » suivant 3.1.3.16 est alors remplacé par le terme « rapport eau/ciment équivalent » suivant DNA 3.1.3.17

$$(e/c)_{\text{éq.}} = e_{\text{eff.}} / (c + k \cdot a)$$

avec

(e/c)_{éq.} : rapport eau/ciment équivalent

e_{eff.} : teneur en eau efficace conformément à 3.1.3.4 et DNA 3.1.3.4

c : masse de ciment par mètre cube de béton [kg/m³]

k : coefficient de prise en compte de l'addition considérée

a : masse d'addition par mètre cube de béton [kg/m³]

- la quantité de liant équivalent suivant DNA 3.1.3.18

$$L_{\text{éq.}} = c + k \cdot a$$

ne doit pas être inférieure à l'exigence de teneur minimale en ciment par mètre cube de béton pour la classe d'exposition concernée (voir 5.3.2).

- la masse de ciment c ne doit pas être inférieure à 85% en masse de l'exigence de teneur minimale en ciment par mètre cube de béton 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'EN197-1, sont définies dans les paragraphes suivants.

Annule et remplace l'alinéa (3) du paragraphe 5.2.5.2.1

- (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 des ciments conformes à l'EN197-1 de type CEM I ou CEM II/A ainsi que d'autres types de ciments spécifiquement nommés le cas échéant, sont définies dans les paragraphes suivants.

Complément au paragraphe 5.2.5.2.1

- (4) En référence au paragraphe 5.2.5.1, l'application du concept du coefficient k peut être étendue à d'autres additions de type II ou de certaines additions du type I pour lesquelles la performance de durabilité ou la

résistance en tant que critère d'approximation de la durabilité, le cas échéant, a été démontrée comme équivalente par comparaison suivant l'alinéa (1) du paragraphe 5.2.5.2.1.

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.

Annule et remplace l'alinéa (1) du paragraphe 5.2.5.2.2

- (1) Les valeurs autorisées pour le coefficient k sont définies dans le Tableau DNA 2 en fonction du type de ciment utilisé, l'aptitude générale à l'emploi étant établie pour les ciments de qualité :

- CEM I
- CEM II/A
- CEM II/B-S
- CEM III/A

- (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 :

cendres volantes/ciment $\leq 0,33$, 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 :

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

Annule et remplace l'alinéa (3) du paragraphe 5.2.5.2.2

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

cendres volantes / ciment $\leq 0,25$, 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.

Complément au paragraphe 5.2.5.2.2

Tableau DNA 2 – Valeurs k à prendre en compte pour les cendres volantes conformes à l'EN 450 en fonction de la qualité de ciment employée

Qualité de ciment suivant EN 197-1 ¹⁾		Valeur k						
		32,5 N	32,5 R	42,5 N	42,5 R	52,5 L	52,5 N	52,5 R
CEM I	CEM I	0,2	0,2	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4
CEM II	CEM II/A	0,2	0,2	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4
	CEM II/B-S	0,2	0,2	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4
CEM III	CEM III/A	0,2	0,2	0,2	0,4	0,4	0,4	0,4

¹⁾ Voir le Tableau DNA F.2 pour les classes d'exposition XF et XA

- (5) Le concept du coefficient k pour les cendres volantes conformes à l'EN 450 peut être étendue à d'autres types de ciment conformes à l'EN 197-1 pour lesquelles la performance de durabilité a été démontrée comme équivalente par application des principes du paragraphe 5.2.5.3.

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 :
fumées de silice/ciment $\leq 0,11$, 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.

Complément à la NOTE du paragraphe 5.2.5.2.3

L'utilisation de fumées de silice de classe 2 n'est pas prévue dans les dispositions nationales.

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.

Annule et remplace l'alinéa (1) du paragraphe 5.2.5.2.4

- (1) Un coefficient k de 0,6 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 laitier granulé de haut-fourneau moulu à prendre en compte doit respecter l'exigence :
laitier granulé de haut-fourneau moulu / ciment $\leq 0,33$, en masse.
- (3) Pour une utilisation avec du ciment de type CEM II/A, la quantité maximale de laitier granulé de haut-fourneau moulu à prendre en compte doit respecter l'exigence :
laitier granulé de haut-fourneau moulu / ciment $\leq 0,25$, en masse.
- (4) Si une plus grande quantité de laitier granulé de haut-fourneau moulu est utilisée, l'excédent ne doit pas être 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.
- (5) L'application du concept du coefficient k pour le laitier granulé de haut-fourneau moulu n'est pas autorisée pour les classes d'exposition XF2 et XF4.
- (6) L'utilisation conjointe de laitier granulé de haut-fourneau moulu avec des cendres volantes ou des fumées de silice n'est pas autorisée.

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

Annexe L, ligne 7 : 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.

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.

Annexe L, ligne 8 : 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.

Complément au paragraphe 5.2.6

- (5) La compatibilité de l'adjuvant respectivement d'une combinaison d'adjuvants avec le ciment ou la combinaison de ciments employé(e) pour la production du béton doit être validée par des essais initiaux.
- (6) Les teneurs minimales en ciment telles que prescrites dans l'Annexe F ne peuvent être réduites par l'utilisation d'adjuvants.
- (7) Les adjuvants ne doivent pas contenir de substances en quantités telles qu'elles seraient nuisibles au béton ou affecteraient la protection contre la corrosion des éléments métalliques noyés dans le béton ou le mortier. Voir les dispositions du paragraphe 5.2.8 en ce qui concerne la teneur en chlorures.
- (8) Les bétons de classe de consistance supérieure ou égale à S4, V4, C3 ou F4 doivent être produits avec des adjuvants fluidifiants.
- (9) La teneur en eau des adjuvants liquides dosés à plus de 3 l/m³ de béton doit être prise en compte dans le calcul du rapport eau efficace / liant équivalent.

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.

Annexe L, ligne 9 : 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.

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.

Complément au paragraphe 5.2.8

- (5) L'aptitude à l'emploi est établie pour les adjuvants présentant une teneur totale en chlorures $\leq 0,10\%$ en masse.
- (6) Les adjuvants avec déclaration de la teneur en chlorures peuvent être utilisés si la teneur maximale en chlorures du béton rapportée à la masse de ciment ne dépasse pas la valeur mentionnée dans le Tableau 15 pour la classe sélectionnée.

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.

Complément au paragraphe 5.2.9

(2) En référence à l'EN 13670/DNA-LU*) les dispositions suivantes sont à respecter :

- de façon générale la température du béton frais ne doit pas dépasser +30°C, à moins que des dispositions particulières n'aient été prises pour éviter des incidences négatives sur la qualité du béton durci ;
- lorsque la température de l'air est comprise entre -3°C et +5°C, la température du béton ne doit pas être inférieure à +8°C lors de sa mise en œuvre. Elle doit être au-moins égale à +10°C lorsque du ciment à faible chaleur d'hydratation est utilisé ou en cas de dosage en ciment inférieur à 280 kg/m³ ;
- lorsque la température de l'air est inférieure à -3°C, la température du béton doit être au-moins égale à +10°C lors de sa mise en œuvre.

*) Dispositions transitoires en attendant la publication des DNA concernés : voir l'Avant-propos national

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.

Modification de l'alinéa (2) du paragraphe 5.3.2

Le 4^e tiret est remplacé par :

- classe minimale de résistance à la compression 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.

✗ 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. ✗

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

Complément au paragraphe 5.3.2

- (5) Les exigences relatives à la composition et aux propriétés du béton sont déterminées par le Tableau DNA F.1 de l'Annexe DNA F et par les dispositions suivantes :
- (6) Les valeurs du Tableau DNA F.1 s'appliquent aux ciments conformes à l'EN 197-1, à l'EN 197-5 ainsi qu'aux ciments conformes à l'EN 14216.
- (7) Les domaines d'application des différentes qualités de ciment en fonction des classes d'exposition sont définis dans le Tableau DNA F.2
- (8) En cas d'attaque chimique due aux sulfates, un ciment résistant aux sulfates est à utiliser à partir de la classe d'exposition XA2.
- (9) L'association de deux qualités de ciment conformément à l'EN 197-1 dans la formulation d'un béton est possible à condition de respecter les dispositions et restrictions suivantes :
- les domaines d'application des deux qualités de ciment suivant le Tableau DNA F.2 couvrent les classes d'exposition spécifiées ;
 - les exigences du Tableau DNA F.1 de même que les prescriptions complémentaires éventuelles portant sur le ciment s'appliquent au mélange des deux qualités de ciment ;
 - deux qualités de ciment de type et de notation identiques mais de classes de résistance différentes peuvent être associées sans restriction ;
 - la prise en compte d'une addition pour le calcul de la teneur en liant équivalent n'est pas autorisée.
- (10) Cas particulier d'association d'un ciment avec du ciment de haut fourneau de type CEM III/C :
- en fonction des classes d'exposition à couvrir et du type de ciment choisi pour cette association, le pourcentage maximale autorisé de ciment de type CEM III/C dans le mélange de ciments est donné dans le Tableau DNA F.3.
- (11) La teneur maximale en fines $< 0,125$ mm en fonction de la teneur en ciment du béton est donnée dans les Tableaux DNA F.4 et DNA F.5.
- (12) Conformément au paragraphe 4.1, certaines actions de corrosion et/ou d'attaques, respectivement la combinaison de celles-ci, peuvent rendre nécessaire la mise en œuvre de dispositions constructives et/ou de mesures de protection spécifiques telles que des systèmes de protection des surfaces conformes l'EN 1504. Ceci est d'application, sauf si une étude spécifique démontre que cela n'est pas nécessaire.
- (13) En présence d'agents chimiques agressifs autres que ceux repris au Tableau 2., il convient de se reporter au paragraphe 4.1.

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.

Annule et remplace la NOTE du paragraphe 5.3.3

NOTE Des méthodes d'essai performantielles européennes sont en cours d'élaboration ou on fait l'objet d'une publication, par exemple l'EN 12390-10, l'EN 12390-11, l'EN 12390-12, l'EN 12390-18 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.

Annexe L, ligne 10 : 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.

- (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.
- (5) 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).
- (6) 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.
- (7) 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.
- (8) 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.

Complément au paragraphe 5.4.1

- (9) Les méthodes d'essais préférentielles à utiliser pour la mesure de la consistance sont l'essai d'affaissement pour les bétons de consistance ferme et l'essai d'étalement à la table à chocs pour les bétons de consistance plastique à fluide.
- (10) Lorsque l'utilisateur souhaite vérifier la consistance du béton, la mesure de consistance doit être effectuée par un responsable des essais qualifié désigné par l'utilisateur conformément à l'Annexe V.
- (11) La vérification est effectuée au début du déchargement du béton et au plus tard dans les 30 min suivant l'arrivée du camion sur le lieu de livraison.
- (12) La vérification est effectuée à partir d'un échantillon d'au-moins 60 dm³ de béton prélevé après un remalaxage d'au moins 60 secondes à une vitesse de rotation au moins égale à 12 tours/minutes.

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.

Annexe L, ligne 11 : 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.

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) ;
- (4) en fonction du concept utilisé (voir 5.2.5).
- (5) 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.

Complément au paragraphe 5.4.3

- (2) Pour les bétons devant satisfaire à la classe d'exposition XF4 par recours à un entraîneur d'air, les valeurs minimales d'air entraîné au moment de la mise en œuvre du béton sont données dans le Tableau DNA 3 en fonction de la dimension maximale déclarée des granulats.

Tableau DNA 3 – Valeurs minimales en air entraîné pour la classe d'exposition XF4

D_{max} [mm]	Valeur minimale^a de la teneur en air entraîné [%-Vol.]
8	≥ 6,0 %
16	≥ 5,5 %
22	≥ 5,0 %
32	≥ 4,5 %
63	≥ 4,0 %
^a La fréquence minimale de contrôle sur chantier est définie dans le Tableau DNA V.2 de l'Annexe V	

- (3) Les valeurs du Tableau DNA 3 sont à augmenter de 1% pour les bétons de classe de consistance ≥ F4.

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.

Complément au paragraphe 5.5.1.1

- (3) En règle générale, la résistance à la compression nominale du béton est déterminée
 - à partir d'échantillons prélevés conformément à l'EN 12350-1 ;
 - sur cubes de 150 mm d'arête conformes à l'EN 12390-1 ;
 - confectionnés et conservés suivant l'EN 12390-2.
- (4) Si une armoire climatique permettant de garantir une humidité relative > 95 % n'est pas disponible pour la conservation des éprouvettes dès le démoulage, celles-ci doivent être conservées sous eau jusqu'à leur transport vers le laboratoire d'essais. Les éprouvettes doivent être protégées contre la dessiccation dès leur démoulage jusqu'à la remise au laboratoire d'essais.
- (5) Les résistances déterminées sur cubes dits « de chantier », confectionnés et conservés dans des conditions de température et d'humidité autres que celles décrites dans l'EN 12390-2, peuvent uniquement servir pour le contrôle du durcissement du béton et non pas au contrôle de qualité, c'est-à-dire à l'attribution à une classe de résistance nominale.

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.

Annexe L, ligne 12 : Il convient que l'évaluation de la résistance dans la structure ou l'élément de structure soit fondée sur l'EN 13791.

Complément au paragraphe 5.5.1.2

- (6) L'attribution à une classe de résistance nominale d'un béton confectionné avec un ciment de haut fourneau CEM III de classe de résistance 32,5 N, se fait par la détermination de la résistance à la compression à l'échéance de 56 jours.
- (7) Les résultats d'essais de durcissement, pour lesquels les conditions de conservation des éprouvettes correspondent à celle du béton de l'ouvrage lui-même, ne sont pas opposables au producteur de béton.
- (8) L'évaluation de la résistance à la compression du béton dans les ouvrages ou parties d'ouvrages est effectuée conformément l'EN 13791.

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 kg/m³ et inférieure ou égale à 2 600 kg/m³. 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 kg/m³. Lorsque la masse volumique est spécifiée en termes de valeur cible, une tolérance de ± 100 kg/m³ 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.

Annule et remplace le paragraphe 5.5.3

DNA 5.5.3 Résistance à la pénétration de l'eau

- (1) La résistance à la pénétration de l'eau est déterminée conformément à l'EN 12390-8.
- (2) Pour les bétons spécifiés à haute résistance à la pénétration de l'eau, la profondeur moyenne de pénétration, mesurée conformément à l'EN 12390-8 sur des éprouvettes conservées sous eau pendant 28 jours, ne doit pas dépasser 50 mm.
- (3) Le nombre d'éprouvettes à tester par phase de bétonnage est déterminé dans l'EN 13670/DNA-LU *).
- (4) Un béton spécifié à haute résistance à la pénétration de l'eau doit être formulé avec un rapport eau/ciment $\leq 0,55$ et une teneur en ciment $\geq 300 \text{ kg/m}^3$.

*) Dispositions transitoires en attendant la publication des DNA concernés : voir l'Avant-propos national.

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⁾

Complément

DNA 5.5.5 Résistance au gel-dégel et au gel-dégel avec agents de déverglaçage

- (1) La composition de bétons soumis aux classes d'exposition XF doit tenir comptes des exigences pour les limites de composition du béton de l'Annexe DNA F.
- (2) La Résistance au gel-dégel du béton doit être évaluée conformément à la méthode RILEM CDC 1 : Méthode d'essai de gel/dégel sans dégivrant chimique.
- (3) La Résistance au gel-dégel avec agents de déverglaçage doit être évaluée conformément à la méthode RILEM CDC 2 : Méthode d'essai de gel/dégel avec dégivrant chimique.
- (4) Conformément au paragraphe 5.3.3, les exigences liées aux classes d'exposition XF peuvent être établies en utilisant des méthodes performantielles et peuvent être spécifiées en termes de paramètres performantielles.

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

Complément

DNA 5.5.6 Résistance à l'usure par abrasion

- (1) La composition de bétons soumis aux classes d'exposition XM doit tenir comptes des exigences pour les limites de composition du béton de l'Annexe DNA F.
- (2) Le béton doit présenter une résistance à l'abrasion mesurée conformément à la DIN 52108 suivant Böhme avec des limites de valeurs d'abrasion :
 - $\leq 12 \text{ cm}^3/50 \text{ cm}^2$ pour la classe d'exposition XM1 ;
 - $\leq 9 \text{ cm}^3/50 \text{ cm}^2$ pour la classe d'exposition XM2 ;
 - $\leq 7 \text{ cm}^3/50 \text{ cm}^2$ pour la classe d'exposition XM3.

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).
- (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.

Annule et remplace l'alinéa (2) du paragraphe 6.2.1

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

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 ;

Complément au b) de l'alinéa (1) du paragraphe 6.2.2

- b) le cas échéant, spécifier la résistance à la compression à des échéances plus courtes ou plus longues que 28 jours conformément au paragraphe 5.5.1.2. ;

- c) les classes d'exposition (voir l'Article 11 pour les désignations abrégées) ;

Annule et remplace le c) de l'alinéa (1) du paragraphe 6.2.2

- c) la ou les classe(s) d'exposition (voir Article 11 pour les désignations abrégées) et la catégorie de béton correspondante le cas échéant (voir Article 11 et Annexe DNA W) ;

- d) $D_{\text{sup.}}$ et $D_{\text{inf.}}$;

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

Annule et remplace le d) de l'alinéa (1) de l'article 6.2.2

- d) $D_{\text{inf.}}$ / Valeur nominale D_{max} des granulats ;

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

Complément au e) de l'alinéa (1) du paragraphe 6.2.2

NOTE 2 alternativement à la classe de teneur en chlorures, il est possible d'indiquer le type d'utilisation du béton : béton non-armé, béton armé, béton précontraint.

- (2) Pour le béton léger, la spécification doit en outre comprendre :
la classe de masse volumique ou la masse volumique cible.
- (3) Pour le béton lourd, la spécification doit en outre comprendre :
la masse volumique cible.
- (4) Pour le béton prêt à l'emploi et le béton de chantier, la spécification doit en outre comprendre :
la classe de consistance ou une valeur cible de consistance.

Complément à l'alinéa (4) du paragraphe 6.2.2

pour un béton autoplaçant : une classe de viscosité apparente suivant le Tableau 7 ou 8 resp. pour des cas particuliers une valeur cible pour t_{500} ou t_v .

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.

Annexe L, ligne 13 : 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.

- 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).

Complément à l'alinéa (1) du paragraphe 6.2.3

- module d'élasticité lorsque la structure est considérée comme sensible aux écarts par rapport aux valeurs générales indicatives de l'EN 1992-1-1 et de son Annexe Nationale Luxembourgeoise.

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.

Complément au paragraphe 6.3.1

- (2) Le prescripteur a l'obligation de fournir une formulation complète et exhaustive au producteur.
- (3) La responsabilité du producteur se limite au respect de la formulation prescrite. Le producteur n'est pas responsable des performances du béton produit.

6.3.2 Données de base

- (1) La spécification du béton doit comprendre :
 - a) l'exigence de conformité à la présente norme ;
 le type de ciment et sa classe de résistance ;
 la teneur cible en ciment ;
 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.

Annexe L, ligne 14 : Il convient que la valeur spécifiée du rapport cible e/c soit inférieure de 0,02 au moins à toute valeur limite prévue

les types, les catégories de granulats et la teneur maximale en chlorures des granulats ;

pour le béton léger ou le béton lourd, la masse volumique maximale ou minimale des granulats, le cas échéant ;

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.

le type et la quantité des adjuvants, additions ou fibres, le cas échéant ;

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

(2) 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.

Complément au paragraphe 6.4 :

NOTE Les bétons à composition prescrite ne sont pas normalisés au Luxembourg.

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) $D_{\max}$

Complément à l'alinéa (1) du paragraphe 7.2

- j) en cas de fourniture d'un béton destiné à être fluidifié sur chantier : la classe de consistance ou la consistance visée avant la modification de la consistance par adjuvantation sur le chantier.

- (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	$< 0,15$

Complément au Tableau 16

Tableau 16 – Evolution de la résistance du béton à 20°C

Classe d'évolution de la résistance	Evolution de la résistance	Estimation du rapport des résistances $r = f_{cm,2} / f_{cm,28}$
R	Rapide	$\geq 0,5$
M	Moyenne	$\geq 0,3$ à $< 0,5$
L	Lente	$\geq 0,15$ à $< 0,3$
TL	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.

Complément à l'alinéa (3) du paragraphe 7.2

Lorsque qu'il est convenu que la résistance à la compression est déterminée à un terme ultérieur à 28 jours, la classe d'évolution de la résistance selon le Tableau 16 est déterminée à partir du rapport entre la résistance à la compression moyenne après 2 jours ($f_{cm,2}$) et la résistance moyenne à la compression au moment ultérieur défini.

NOTE Des durées de cures nettement plus longues peuvent résulter de cette procédure.

- (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 ;

Annule et remplace le 9^e tiret de l'alinéa (1) du paragraphe 7.3

- la déclaration de conformité ou de non-conformité à l'EN 206/DNA-LU:
 - « Conforme à l'EN 206/DNA-LU »
 - « Non conforme à l'EN 206/DNA-LU » ;

- le nom ou logotype de l'organisme de certification, le cas échéant ;

Complément à l'alinéa (1) du paragraphe 7.3

- l'heure limite de validité pour le déchargement ;

- l'heure d'arrivée du béton sur le chantier ;
- l'heure de début du déchargement ;
- l'heure de la fin du déchargement.

Complément à l'alinéa (1) du paragraphe 7.3

- en cas d'ajout d'eau, d'adjuvants ou d'additions sur le chantier dans les conditions prévues à l'article 7.5 :
 - l'heure exacte de l'ajout ;
 - la quantité ajoutée ;
 - le volume du béton dans le malaxeur au moment de l'ajout ;
 - le temps de malaxage après l'ajout.

(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 ;

Annule et remplace la partie a) de l'alinéa (2) du paragraphe 7.3

- a) pour un béton à propriétés spécifiées :
 - la classe de résistance avec indication du terme de sa détermination si celle-ci est déterminée à un terme ultérieur à 28 jours ;
 - les classes d'exposition ou la catégorie de béton suivant l'Annexe DNA W avec indication des classes d'exposition les plus contraignantes (Annexe DNA W, paragraphe W.3) le cas échéant ;
 - la classe ou la valeur cible de consistance ;
 - $D_{\max}$;
 - les propriétés particulières, si elles sont prescrites (p.ex. teneur en air, haute résistance à la pénétration de l'eau, module d'élasticité, etc) ;
 - la classe d'évolution de la résistance ;
 - le rapport eau/ciment ;
 - la classe de teneur en chlorures ou alternativement le type d'utilisation du béton : béton non-armé, béton armé, béton précontraint. ;
 - dans le cas de bétons légers ou lourds : la classe de masse volumique ou la masse volumique cible ;
 - 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 ;

- 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.

Complément à la partie b) de l'alinéa (2) du paragraphe 7.3

- la pesée des constituants par gâché
- la teneur en eau des granulats ;
- les types de granulats.

- (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.

Complément au paragraphe 7.5

- (5) Les dispositions du paragraphe 7.5 s'appliquent à tous les ajouts.
- (6) La responsabilité relative à la qualité du béton est transférée à la partie qui a demandé d'effectuer ou effectue elle-même une modification du béton sur le chantier en dehors des dispositions du paragraphe 7.5. Cette modification annule la conformité du béton à l'EN 206/DNA-LU. Cette annulation doit être notifiée sur le bon de livraison du béton concerné.
- (7) Les dispositions du paragraphe 9.6.2.3 relatives au malaxeur transportant le béton s'appliquent

NOTE Pour de plus amples informations, voir l'Annexe L, ligne 15.

Annexe L, ligne 15 : 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.

7.6 Transport du béton

- (1) Le béton frais de consistance ferme peut être transporté dans des bennes. Le matériel de la benne en contact avec le béton ne doit pas réagir avec celui-ci (aluminium p.ex.).
- (2) Le béton frais de consistance autre que ferme doit être transporté dans des camions malaxeurs ou camions équipés d'une cuve agitatrice. Avant son déchargement sur chantier, le béton doit être re-malaxé de façon à ce qu'il puisse être mis en œuvre dans un état de consistance homogène.
- (3) La durée de re-malaxage après ajout d'adjuvant dans un camion malaxeur ne sera pas inférieure à 1 min/m³ ni inférieure à 5 minutes pour une charge inférieure à 5 m³. Lors de l'ajout d'adjuvant dans un camion malaxeur, le volume de la charge de béton contenu devra être supérieur à 0,5 fois le volume de la cuve de malaxage.
- (4) Les camions malaxeurs ou camions avec cuve agitatrice doivent être déchargés complètement au plus tard 90 minutes après la confection du béton en centrale. En cas d'ajout d'un adjuvant retardateur, la durée maximale d'attente avant déchargement ne doit pas dépasser la durée déterminée lors des essais initiaux avec le dosage en adjuvant correspondant.

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.

Annule et remplace l'alinéa (2) du paragraphe 8.2.1.2 :

- (2) Nonobstant les exigences relatives à l'échantillonnage définies en 8.1, les échantillons doivent être prélevés après le dosage et le malaxage de l'ensemble des constituants du béton sous la responsabilité du producteur.

En cas d'ajustements du mélange après le malaxage principal et avant le déchargement dans les conditions définies par le paragraphe 7.5, un premier prélèvement d'échantillons se fera avant les ajouts sur chantier et un deuxième prélèvement au déchargement.

- (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.

Annule et remplace l'alinéa (3) du paragraphe 8.2.1.2

- (3) Le résultat d'essai doit être celui obtenu à partir de la moyenne des résultats d'au moins deux éprouvettes provenant d'un même échantillon et soumises à l'essai à la même échéance.

- (4) Lorsque l'écart 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 m³ de la production	Au-delà des 50 premiers m³ 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 m³ ou 1 échantillon tous les 3 jours de production ^d	1 échantillon tous les 150 m³ ou 1 échantillon par jour de production ^d
Continue ^b (une fois que 35 résultats au moins sont disponibles)	---	1 échantillon tous les 400 m³ 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 :

$$f_{ci} \geq (f_{ck} - 4) \quad [\text{N/mm}^2] \quad (1)$$

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 :

$$f_{cm} \geq (f_{ck} + 4) \quad [\text{N/mm}^2] \quad (2)$$

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 :
- $$f_{cm} \geq (f_{ck} + 1,48\sigma) \quad [\text{N/mm}^2] \quad (3)$$
- (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.

Annexe L, ligne 16 : Ces limites sont basées sur la formule suivante :

$$\sqrt{\frac{\chi^2_{0,025;n-1}}{(n-1)}} \sigma \leq s_n \leq \sqrt{\frac{\chi^2_{0,975;n-1}}{(n-1)}} \sigma \quad (\text{L.1})$$

où $\chi^2_{\alpha; \nu}$ est le quantile α d'une distribution chi-carré, avec $\nu = n - 1$ degrés de liberté.

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  Formule (L.1)  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 N/mm² au moins à la valeur appliquée, modifier la valeur appliquée.

NOTE 4 Pour de plus amples informations, voir l'Annexe L, ligne 17.

Annexe L, ligne 17 : 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.

- (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.

Annexe L, ligne 18 : La même approche peut être utilisée lorsque la résistance à la flexion est spécifiée.

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
			-0,04 ^b	+0,04 ^b
Étalement à la table à chocs	EN 12350-5		-10 mm -20 mm ^b	+10 mm +20 mm ^b
Étalement au cône d'Abrams	EN 12350-8	Si spécifiée	Aucun écart admis	Aucun écart admis
Viscosité apparente	EN 12350-8 ou EN 12350-9			
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

Affaissement			
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		
t_{500}			
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.

Modification de l'alinéa (1) du paragraphe 8.3, dernière phrase

Le rapport eau/ciment doit correspondre à $\pm 0,02$ 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.

Modification de l'alinéa (1) du paragraphe 9.3, dernière phrase

En l'absence de législation imposant une période plus longue, les données se rapportant au contrôle de la production doivent être conservées pendant cinq 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/mm² 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.

Complément au paragraphe 9.6

- (3) Le producteur doit nommer un responsable qualifié pour le contrôle de la production. Cette personne doit disposer d'une expérience et d'une connaissance étendues en technologie de production et de contrôle du béton. Le producteur veille à ce que le personnel d'encadrement, le personnel technique responsable de la production et du transport du béton, ainsi que le personnel technique responsable du contrôle de la production, suivent, à des intervalles ne dépassant pas trois ans, une formation continue sur la production, le contrôle et la mise en oeuvre du béton, Ceci de manière à être en capacité de prendre toutes les mesures nécessaires pour assurer une production, un contrôle de la production et une livraison conformes aux dispositions de la présente norme.
- (4) Le personnel d'encadrement sera à minima titulaire du du brevet Q tel que défini dans l'Annexe V, paragraphe V.7.2. Le personnel technique sera à minima titulaire du brevet C tel que défini dans l'Annexe V, paragraphe V.7.1.

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 la 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.		

Le Tableau DNA 26 suivant annule et remplace le Tableau 26 de l'EN 206

Tableau DNA 26 — Exigences relatives à l'équipement de dosage

Pour un dosage en fonction de la masse	Charge en % de la charge maximale ^a	
	Charge minimale ^a jusqu'à 20 % de la charge maximale	20 % de la charge maximale jusqu'à la charge maximale
Erreur maximale admissible en % de la charge	± 2 %	± 1 %
Pour un 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 re-malaxées 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.

Annexe L, ligne 19 : 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.

Tableau 27 — Tolérances pour le dosage des constituants

Constituant	Tolérance
Ciment	± 3 % de la quantité requise
Eau	
Ensemble des granulats	
Additions et fibres utilisées en quantités > 5 % de la masse de ciment	
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.	

Modification du Tableau 27

3^e ligne de la 2^e colonne

Adjuvants, additions et fibres utilisées en quantités ≤ 5 % de la masse de ciment	± 3 % de la quantité requise
---	------------------------------

- (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.

Complément au paragraphe 9.8

- (4) 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 pour des volumes de béton < 5 m³ après l'ajout des adjuvants ou des fibres. Lors de l'ajout d'adjuvant dans un camion malaxeur, le volume de béton contenu devra être supérieur à 0,5 fois le volume nominal de la cuve de malaxage.

NOTE Pour de plus amples informations, voir l'Annexe L, ligne 20.

Annexe L, ligne 20 : 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.

- (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
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 (1 sur 2)

	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
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	Au moment d'effectuer l'essai initial Avant d'utiliser une nouvelle composition de béton En cas de modification des constituants En cas de doute après inspection visuelle ou essai d'étalement au cône d'Abrams
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

*Modification du Tableau 29 (1 sur 2)**Ajout d'une ligne*

15	Eau récupérée des processus de l'industrie du béton	Contrôle de l'aptitude à l'utilisation suivant EN 1008	Pour s'assurer que l'eau de récupération est exempte de substances nocives pour le béton	Hebdomadairement durant le 1^{er} mois suivant la mise en service des installations de récupération Mensuellement du 2^e au 6^e mois inclus suivant la mise en service des installations de récupération Semestriellement après le 6^e mois suivant la mise en service des installations de récupération Au moins journalièrement durant la production en cas de doute concernant les teneurs en chlorides et en sulfates
----	---	--	--	---

Tableau 29 — Contrôle des procédures de production et des propriétés du béton (2 sur 2)

	Type d'essai	Inspection/essai	Objectif	Fréquence minimale
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
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
^a Peut également être soumise à essai en conditions saturées, lorsqu'une corrélation avec la masse volumique après séchage à l'étuve est établie. ^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.				

Modification du Tableau 29 (2 sur 2)

Modification de la ligne 18

18	Température du béton frais	Mesure de la température	Pour évaluer l'obtention de la température minimale de 5°C, 8°C ou 10°C conformément à 5.2.9 ; Pour évaluer l'évolution vers la température limite de 30°C conformément à 5.2.9; ou évaluer l'évolution vers une limite spécifiée	En cas de doute Lorsque la température extérieure est $\leq 5^{\circ}\text{C}$ ou $\geq 25^{\circ}\text{C}$ Lorsque la température est spécifiée : – périodiquement, selon les cas ; – à chaque gâchée ou charge lorsque la température du béton est proche de la limite
----	----------------------------	--------------------------	---	--

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

- (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. ☒

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 granulat 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.

Annule et remplace l'alinéa (1) de l'Article 11

- (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 ;
avec indication du terme de sa détermination si celle-ci est déterminée à un terme ultérieur à 28 jours ;
 - 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(L) lorsque les dispositions luxembourgeoises sont applicables ;
ou la catégorie de béton suivant l'annexe DNA W avec indication des classes d'exposition les plus contraignantes ;
 - consistance : selon les classes définies en 4.2.1 ou une valeur cible et une méthode ;
 - valeur déclarée pour le plus gros granulat 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 ;
 - teneur maximale en chlorures : classe définie au Tableau 15, par exemple Cl 0,20 ou
alternativement le type d'utilisation du béton : béton non-armé, béton armé, béton précontraint ;
 - propriétés particulières du béton si elles sont prescrites
(p.ex. teneur en air, haute résistance à la pénétration de l'eau, module d'élasticité, etc).
- (2) Il est recommandé d'appliquer les dispositions de l'Annexe DNA W.

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.

Annexe L, ligne 21 : 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.

- (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.

Annexe L, ligne 22 : 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.

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/mm² à 12 N/mm², 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 :

$$f_{cm} \geq (f_{ck} + 12) \quad [\text{N/mm}^2] \quad (\text{A.1})$$

- (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.

Complément à l'Article B.1

- (3) Les essais d'identification pour la résistance à la compression d'un béton de masse volumique normale, légère ou lourd livré sur chantier se font suivant les dispositions de l'Annexe DNA V.

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.

Annule et remplace l'alinéa (1) de l'Article B.2

- (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 ;

Par défaut en l'absence d'autres spécifications :

 - le béton livré sur un chantier pendant les périodes et dans les quantités telles que définies dans le Tableau DNA V.2 de l'Annexe DNA V.

- (2) Le nombre d'échantillons à prélever sur un volume particulier de béton doit être défini.

Annule et remplace l'alinéa (2) de l'Article B.2

- (1) Le nombre minimal d'échantillons à prélever et la fréquence minimale de prélèvement sur un volume particulier de béton sont définis dans le Tableau DNA V.2 de l'Annexe DNA V.

- (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.

Annule et remplace l'alinéa (4) de l'Article B.2

- (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. Conformément aux dispositions de l'Annexe DNA V, le résultat de l'essai doit correspondre à la moyenne des résultats individuels obtenus sur une série d'au-moins trois éprouvettes de même âge, chacune ayant été confectionnée à partir d'un échantillon prélevé séparément. Lorsque la plage des résultats d'essai individuel 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 individuel. Dans ce cas, le résultat de l'essai correspond à la moyenne des deux résultats d'essai individuel restants.

- (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.

Complément au paragraphe B.3.1

- (3) Les dispositions de l'Annexe DNA V sont d'application.

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 (informative)

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/m³ 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/m³ 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 $D_{\text{max}} = 32 \text{ mm}$ utilisé pour les parois moulées doit être conforme aux critères suivants :
- teneur pondérale en sable ($D \leq 4 \text{ mm}$) des granulats supérieure à 40 % ;
 - masse totale des particules fines ($D \leq 0,125 \text{ mm}$) dans le mélange de béton (intégrant le ciment et autres fines) comprise entre 400 kg/m³ et 550 kg/m³.

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.

Annexe L, ligne 23 : 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.

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  à l'EN 13055 .

Annule et remplace l'alinéa (1) de l'Article E.1

- (1) La présente annexe est normative en ce qui concerne son Article E.2 relatif granulats naturels de masse volumique normale, des granulats lourds, ainsi que du laitier de haut-fourneau refroidi par air conforme à l'EN 12620.
- (2) La présente annexe est normative en ce qui concerne son Article E.4 relatif granulats légers conforme à l'EN 13055.
- (3) La présente annexe fournit des recommandations sur l'utilisation des gravillons recyclés conformes à l'EN 12620.

E.2 Granulats naturels de masse volumique normale ou lourde et laitère 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.

Annule et remplace l'alinéa (1) de l'Article E.2

- (1) Le Tableau DNA E.1 définit les exigences relatives aux propriétés des granulats naturels de masse volumique normale, des granulats lourds, ainsi que du laitier de haut-fourneau refroidi par air conformes à l'EN 12620.

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.

Tableau DNA E.1 — Exigences relatives aux granulats naturels de masse volumique normale ou lourds, et au laitier de haut-fourneau refroidi par air conformes à l'EN 12620.

Granularité		Ouvrages en béton
gravillon		G _{C85/20} / G _{C90/15}
D/d<4		G _{T15}
D/d/4		G _{T17.5}
sable		G _{F85}
Granularité des fillers		
Dimension des tamis	Pourcentage en masse du passant	
mm		
	Fuseau globale pour résultats individuels	Etendue maximum déclarée par le fournisseur
2	100	-
0.125	85 – 100	10
0.063	70 – 100	10
Forme des gravillons		Fl ₃₅ Sl ₄₀
Teneur en éléments coquilliers des gravillons		SC ₁₀
Teneur en fines		
gravillon	f _{1.5}	
sable	f ₄	
sable LHF/EAF	f ₁₀	
sable correcteur	f ₁₀	
Qualité des fines *		
sable	MB ₁	
sable correcteur	MB _{1.5}	
Equivalent de sable		à déclarer
Résistance à la fragmentation		LA ₄₀
Résistance à l'usure		M _{DE} NR
Résistance au polissage		PSV _{NR}
Résistance à l'abrasion		AAV _{NR}
Résistance à l'abrasion par les pneus à crampons		A _N NR
Masse volumique réelle		à déclarer
Absorption d'eau		à déclarer
Masse volumique en vrac		NR

Sensibilité au gel-dégel Sensibilité à l'action du sulfate de magnésium	Bétons suivant EN 206/DNA-LU suivant catégorie	
	0 et 1	F _{NR}
	2(XF1)	F ₄
	3, 3HRS 6(XF2+XF3) et 6HRS	F ₂
	4 LP(XF4)	F _{NaCl6}
Stabilité volumique - retrait au séchage	NR	
Réaction alcali-silice	à déclarer en cas de doute	
Chlorures	≤ 0.04 % en masse	
Sulfates solubles dans l'acide		
- Granulats autres que LHF refroidi par air	AS _{0.8}	
- Granulats LHF refroidi par air	AS _{1.0}	
Soufre total		
- Granulats autres que LHF refroidi par air	S _{1.0}	
- Granulats LHF refroidi par air	S _{2.0}	
Constituants affectant la stabilité volumique des LHF refroidi par air	aucune désintégration du silicate bicalcique et du fer	
* Cet essai s'applique à tous les sables indifféremment de leur teneur en fines.		

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 : (Rc_{90} , Rcu_{95} , Rb_{10-} , Ra_{1-} , FL_{2-} , XRg_{1-})	50 %	30 %	30 %	0 %
Type B ^b : (Rc_{50} , Rcu_{70} , Rb_{30-} , Ra_{5-} , FL_{2-} , XRg_{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	$\leq LA_{50}$
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	Rc_{90} , Rcu_{95} , Rb_{10-} , Ra_{1-} , FL_{2-} , XRg_{1-}
		B	Rc_{50} , Rcu_{70} , Rb_{30-} , Ra_{5-} , FL_{2-} , XRg_{2-}
Teneur en sulfates solubles dans l'eau	6.3.3	A + B	$SS_{0,2}$
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 $FL_{0,2-}$.			

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 le  l'EN 13055 

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	≤ 0,8 % en masse
Teneur totale en soufre	≤ 0,8 % en masse
Contaminants organiques ^a	Exigence  de l'EN 13055 
^a Uniquement pour les granulats naturels légers.	

NOTE Pour les risques d'alcali-réaction avec des granulats légers, voir  l'EN 13055 .

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.
- (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) ☒.
- (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

	Classes d'exposition																	
	Aucun risque de corrosion ni d'attaque	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									
		X0	XC1	XC2	XC3	XC4	XS1	XS2	XS3	XD1	XD2	XD3	XF1	XF2	XF3	XF4	XA1	XA2
<i>e/c</i> maximal ^c	–	0,65	0,60	0,55	0,50	0,50	0,45	0,45	0,55	0,55	0,45	0,55	0,55	0,50	0,45	0,55	0,50	0,45
Classe de résistance minimale	C12/15	C20/25	C25/30	C30/37	C30/37	C30/37	C35/45	C35/45	C30/37	C30/37	C35/45	C30/37	C25/30	C30/37	C30/37	C30/37	C30/37	C35/45
Teneur minimale en ciment ^c (kg/m³)	–	260	280	280	300	300	320	340	300	300	320	300	300	320	340	300	320	360
Teneur minimale en air (%)	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	4,0 ^a	4,0 ^a	4,0 ^a	–	–	–
Autres exigences	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	Granulats selon l'EN 12620, présentant une résistance au gel- dégel suffisante				–	Ciment résistant aux sulfates ^b	

^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.

Annule et remplace l'Annexe informative F:

Annexe DNA F **(normative)**

Exigences luxembourgeoises pour les limites de composition du béton

- (1) La présente annexe est normative et 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.
- (2) Le Tableau DNA F.1 détermine les exigences relatives aux valeurs limites pour la composition ainsi que les propriétés du béton en fonction des classes d'exposition..
- (3) Le Tableau DNA F.2 définit les domaines d'application des différentes qualités de ciment en fonction des classes d'exposition.
- (4) Le Tableau DNA F.3 fixe les valeurs maximales du rapport de masse d'un mélange de ciment en association avec un ciment de qualité CEM III/C en fonction des classes d'exposition à couvrir et du type de ciment choisi pour cette association.
- (5) Les Tableaux DNA F.4 et DNA F.5 établissent la teneur maximale en fines < 0,125 mm en fonction de la teneur en ciment du béton.
- (6)  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 DNA 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) .
- (7) L'hypothèse d'une durée d'utilisation prévue au projet de la structure d'au moins 50 ans présuppose des conditions d'entretien et de réparation usuelles de la structure.
- (8) Les valeurs du Tableau DNA F.1 se réfèrent à l'utilisation de ciments courants conformes à l'EN 197-1 ainsi qu'à l'EN 197-5, pour lesquels l'aptitude à l'emploi dans une classe d'exposition donnée a été établie et reprise dans le Tableau DNA F.2, et à l'emploi de granulats de masse volumique normale et lourde, dont $D_{\max}$ est comprise dans la plage de 16 mm à 32 mm.

Tableau DNA F.1 - Exigences luxembourgeoises pour les valeurs limites spécifiées applicables à la composition et aux propriétés du béton																					
Classe d'exposition	X0	XC1	XC2	XC3	XC4	XS1	XS2	XS3	XD1	XD2	XD3	XF1	XF2	XF3	XF4	XA1	XA2	XA3	XM1	XM2	XM3
Rapport e/c équivalent maximal ^a	—	0,65	0,65	0,60	0,60	0,55	0,50	0,45	0,55	0,50	0,45	0,60	0,50	0,50	0,45	0,60	0,50	0,45	0,55	0,45	0,45
Classe de résistance minimale ^b	C12/15	C20/25	C20/25	C25/30	C25/30	C30/37	C30/37	C35/45 ^c	C30/37	C30/37	C35/45 ^c	C25/30	C30/37	C30/37	C30/37	C25/30	C30/37	C35/45 ^c	C30/37	C35/45 ^c	C35/45
Teneur minimale en ciment ^a [kg/m³]	—	240	240	280	280	320	320	340	320	320	340	280	320	320	340	280	320	340	320 ^d	340 ^d	340 ^d
Teneur minimale en air entraîné [%-Vol.]	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	^e	—	—	—			
Qualité de ciment	f	f	f	f	f	f	f	f	f	f	f	f	f	f	f	f	f, g	f, g	f	f	f
Cat. de gélivité des granulats EN 12620												F ₄	F ₂	F ₂	F _{NaCl} 6						
Autres exigences	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—					—			h	h	h
^a Lorsque le concept de coefficient <i>k</i> est appliqué, le rapport maximal e/c équivalent et la teneur minimale en ciment sont calculés conformément à 5.2.5.2. ^b Ne s'applique pas au béton léger ^c En cas d'utilisation d'entraîneur d'air, p.ex. lorsque la classe d'exposition XF4 s'applique simultanément, la classe de résistance minimale est abaissée d'une classe ^d La teneur maximale en ciment est limitée à 360 kg/m³. Cette limite ne s'applique pas au béton à haute résistance ^e La teneur minimale en air entraîné avant la mise en œuvre du béton est dépendante du diamètre maximal nominal des granulats : ≥ 5,5 % pour d_{max} = 8 mm ; ≥ 5,0 % pour d_{max} = 16 mm ; ≥ 4,5 % pour d_{max} = 22 mm ; ≥ 4,0 % pour d_{max} = 32 mm (Voir 5.4.3) ^f Tableau DNA F.2 détermine les domaines d'application des ciments conformes à l'EN 197-1 ainsi qu'à l'EN 197-5 pour la confection de bétons en fonction des classes d'exposition Les ciments utilisables pour les classes d'expositions XD sont également utilisables pour les classes d'exposition XS correspondantes. ^g Conformément à 5.3.2, un ciment résistant aux sulfates est à utiliser à partir de la classe d'exposition XA2 en cas d'attaque chimique due à la présence de sulfates ^h Le béton doit présenter une résistance à l'abrasion mesurée conformément à la DIN 52108 suivant Böhme avec des limites de valeurs d'abrasion ≤ 12 cm³/50 cm² pour la classe d'exposition XM1 ≤ 9 cm³/50 cm² pour la classe d'exposition XM2 ≤ 7 cm³/50 cm² pour la classe d'exposition XM3																					

Tableau DNA F.2 – Domaines d'application des ciments conformes à l'EN 197-1 et à l'EN 197-5 pour la confection de bétons en fonction des classes d'exposition

Qualité de ciment suivant EN 197-1		Classes d'exposition suivant Tableau DNA 1																	
		X0	XC1	XC2	XC3	XC4	XD1	XD2	XD3	XF1	XF2	XF3	XF4	XA1	XA2 ^a	XA3 ^a	XM1	XM2	XM3
Ciment Portland	CEM I	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Ciment Portland au laitier	CEM II/A-S	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
	CEM II/B-S	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Ciment Portland à la fumée de silice	CEM II/A-D	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Ciment Portland à la pouzzolane	CEM II/A-P	X	X	X	X	X	X	X	X	X	–	X	–	X	X	X	X	X	X
	CEM II/B-P	X	X	X	X	X	X	X	X	X	–	X	–	X	X	X	X	X	X
	CEM II/A-Q	X	X	X	X	X	X	X	X	X	–	X	–	X	X	X	X	X	X
	CEM II/B-Q	X	X	X	X	X	X	X	X	X	–	X	–	X	X	X	X	X	X
Ciment Portland aux cendres volantes	CEM II/A-V	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X ^j	X	X	X
	CEM II/B-V	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X ^j	X	X	X
	CEM II/A-W	X	X	X	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
	CEM II/B-W	X	–	X		–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
Ciment Portland au schiste calciné	CEM II/A-T	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
	CEM II/B-T	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Ciment Portland au calcaire	CEM II/A-L	X	X	X	X	X	X	X	X	–	–	–	–	X	–	–	–	–	–
	CEM II/B-L	X	X	X	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
	CEM II/A-LL	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
	CEM II/B-LL	X	X	X	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
Ciment Portland composé	CEM II/A-M	X	X	X	X	X	X	X	X	X ^b	X ^{b, f}	X ^b	X ^{b, f}	X ^b	X ^b	X ^b	X ^b	X ^b	X ^b
	CEM II/B-M	X	X	X	X ^c	X ^c	X ^c	X ^c	X ^c	X ^c	X ^{c, g}	X ^c	X ^{c, g}	X ^c	X ^c	X ^c	X ^c	X ^c	X ^c
Ciment de Haut Fourneau	CEM III/A	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X ^d	X	X	X	X	X	X
	CEM III/B	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X ^e	X	X	X	X	X	X
	CEM III/C	X	X	X	–	–	–	X	–	–	–	–	–	X	X	X	–	–	–
Ciment pouzzolanique	CEM IV/A	X	–	X	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
	CEM IV/B	X	–	X	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
Ciment composé	CEM V/A	X	–	X	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
	CEM V/B	X	–	X	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–

Qualité de ciment suivant EN 197-5		Classes d'exposition suivant Tableau DNA 1																	
		X0	XC1	XC2	XC3	XC4	XD1	XD2	XD3	XF1	XF2	XF3	XF4	XA1	XA2 ^a	XA3 ^a	XM1	XM2	XM3
Ciment Portland composé	CEM II/C-M	X	X	X	X	X ^h	X ^h	X ^h	X ^h	X ^h	-	-	-	X ^h	X ^h	X ^h	X ^h	X ^h	X ^h
Ciment composé	CEM VI (S-P)	X	-	X	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	CEM VI (S-V)	X	-	X	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	CEM VI (S-L)	X	-	X	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	CEM VI (S-LL)	X	-	X	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
X qualité de ciment utilisable pour cette application – qualité de ciment non utilisable pour cette application ^a Si l'eau en contact avec la surface du béton accuse une teneur en sulfates SO₄²⁻ > 600 mg/l ou si le sol en contact avec le béton accuse une teneur en sulfates SO₄²⁻ > 3000 mg/kg, un ciment à haute résistance aux sulfates doit être employé. ^b sont uniquement utilisables les qualités de ciment CEM II/A-M (S-D), (S-V), (S-T) et (S-LL) ainsi que les qualités CEM II/A-M (S-P) et (P-LL) avec restrictions (voir ^f) ^c sont uniquement utilisables les qualités de ciment CEM II/B-M (S-D), (S-V) et (S-T) ainsi que la qualité CEM II/B-M (S-P) avec restrictions (voir ^g) ^d uniquement pour une classe de résistance ≥ 42,5 ^e uniquement sous conditions suivantes : - rapport e/c ≤ 0,45 - classe de résistance minimale : C40/50 - teneur minimale en ciment : 360 kg/m³ - le recours à un adjuvant entraîneur d'air n'est pas obligatoire ^f Les classes d'exposition XF2 et XF4 ne sont pas couvertes pour les qualités CEM II/A-M (S-P) et (P-LL) ^g Les classes d'exposition XF2 et XF4 ne sont pas couvertes pour la qualité CEM II/B-M (S-P) ^h Uniquement valable pour un CEM II/C-M (S-LL)																			

**Tableau DNA F.3 – Mélange composé d'un ciment suivant EN 197-1 et d'un ciment de qualité CEM III/C suivant EN 197-1 :
pourcentage maximale autorisé de ciment de type CEM III/C dans le mélange en fonction des classes d'exposition à
couvrir et du type de ciment choisi**

Qualité de ciment suivant EN 197-1		Valeur maximale du rapport de masse CEM III/C / Ciment suivant EN 197-1																		
		X0	XC1	XC2	XC3	XC4	XD1	XD2	XD3	XF1	XF2	XF3	XF4	XA	XA2 ^b	XA3 ^b	XM1	XM2	XM3	
Ciment Portland	CEM I	50%												–	50%					
Ciment Portland au laitier	CEM II/A-S	35%												–	35%					
	CEM II/B-S	20%												–	20%					
Ciment Portland à la fumée de silice	CEM II/A-D	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	
Ciment Portland à la pouzzolane	CEM II/A-P	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	
	CEM II/B-P	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	
	CEM II/A-Q	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	
	CEM II/B-Q	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	
Ciment Portland aux cendres volantes	CEM II/A-V	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	
	CEM II/B-V	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	
	CEM II/A-W	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	
	CEM II/B-W	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	
Ciment Portland au schiste calciné	CEM II/A-T	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	
	CEM II/B-T	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	
Ciment Portland au calcaire	CEM II/A-L	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	
	CEM II/B-L	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	
	CEM II/A-LL	20%												–	20%					
	CEM II/B-LL	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	
Ciment Portland composé	CEM II/A-M	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	
	CEM II/B-M	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	
Ciment de Haut Fourneau	CEM III/A	20%												–	20%					
	CEM III/B	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	
	CEM III/C	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	
Ciment pouzzolanique	CEM IV/A	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	
	CEM IV/B	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	
Ciment composé	CEM V/A	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	
	CEM V/B	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	

– mélange non utilisable pour cette application

^a Si l'eau en contact avec la surface du béton accuse une teneur en sulfates $\text{SO}_4^{2-} > 600 \text{ mg/l}$ ou si le sol en contact avec le béton accuse une teneur en sulfates $\text{SO}_4^{2-} > 3000 \text{ mg/kg}$, chacun des deux ciments constituant le mélange doit être certifié à haute résistance aux sulfates.

F.1 Teneur maximale en fines des bétons

(1) La teneur maximale en fines < 0,125 mm en fonction de la teneur en ciment du béton est donnée dans les Tableaux DNA F.4 et DNA F.5 :

Tableau DNA F.4 – Teneur maximale en fines des bétons avec grain maximal de 16 – 63 mm pour les bétons de classe de résistance $\leq$ C 50/60 resp. $\leq$ LC 50/60

Teneur en ciment du béton [kg/m ³]	Teneur maximale en fines <0,125 mm [kg/m ³] *
≤ 300	400
300 - 400	Teneur en ciment + 100
≥ 400	500

* à l'exception des bétons autoplaçants

Tableau DNA F.5 – Teneur maximale en fines des bétons avec grain maximal de 16 – 63 mm pour les bétons de classe de résistance > C 50/60 resp. > LC 50/60

Teneur en ciment du béton (kg/m ³)	Teneur maximale en fines <0,125 mm [kg/m ³] *
≤ 400	500
400 - 450	Teneur en ciment + 100
≥ 450	550

* à l'exception des bétons autoplaçants

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 granulat léger.
- (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 N/mm² ;
- 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 $3,0 \text{ N/mm}^2$;
 - une non-conformité est déclarée lorsque la moyenne de n résultats de résistance mesurés est inférieure à une ligne inférieure L_I située à une distance donnée de f_{ck} , avec :

$$L_I \geq f_{ck} + (q_n \sigma) \quad (\text{H.1})$$

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

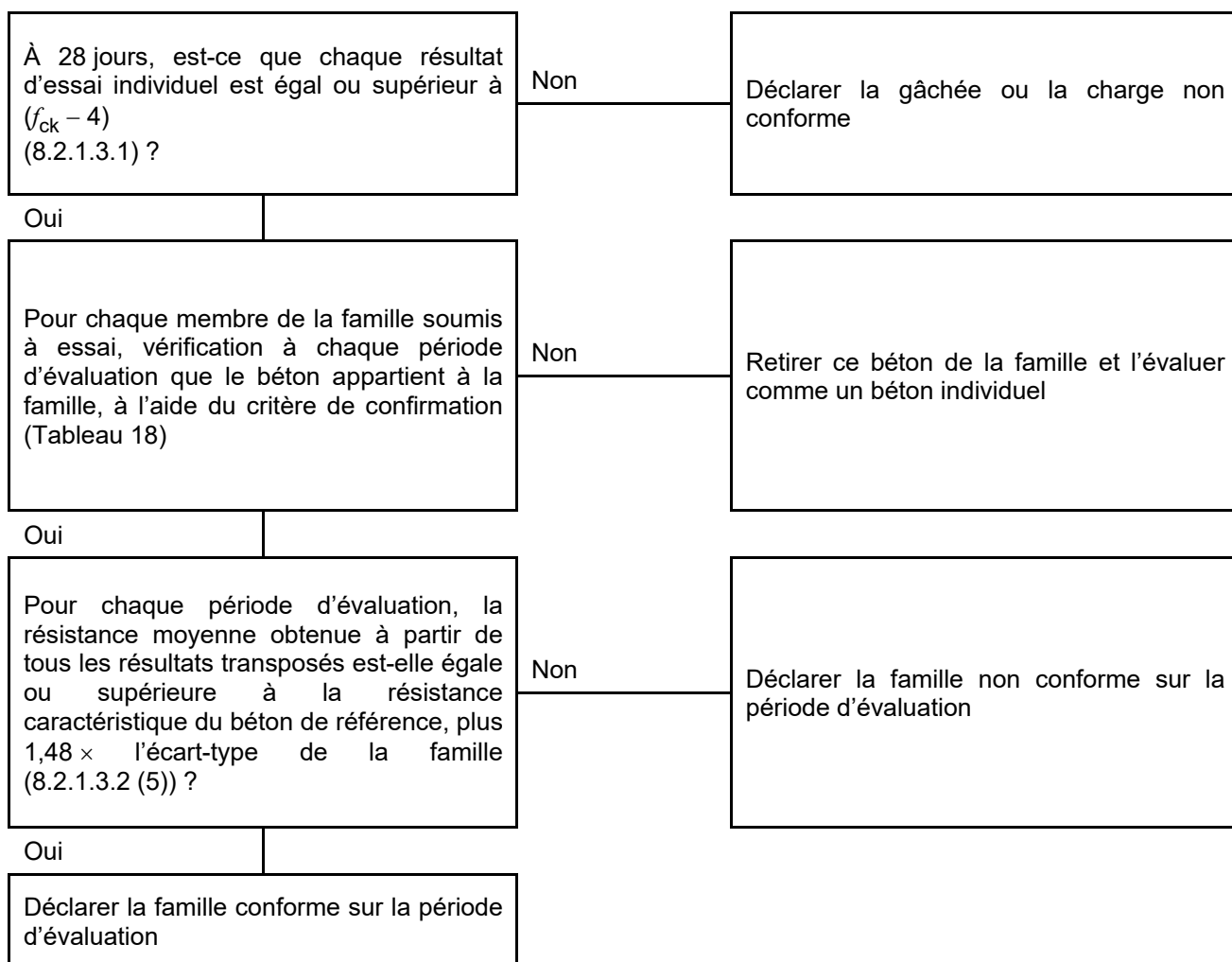
- (1) Cette annexe fournit des détails sur l'utilisation de familles de bétons telle qu'autorisée en 8.2.1.1.

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 : |

$$\sqrt{\frac{\chi_{0,025;n-1}^2}{(n-1)}} \sigma \leq s_n \leq \sqrt{\frac{\chi_{0,975;n-1}^2}{(n-1)}} \sigma \quad (L.1)$$

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 m ³ 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/m ³ , 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

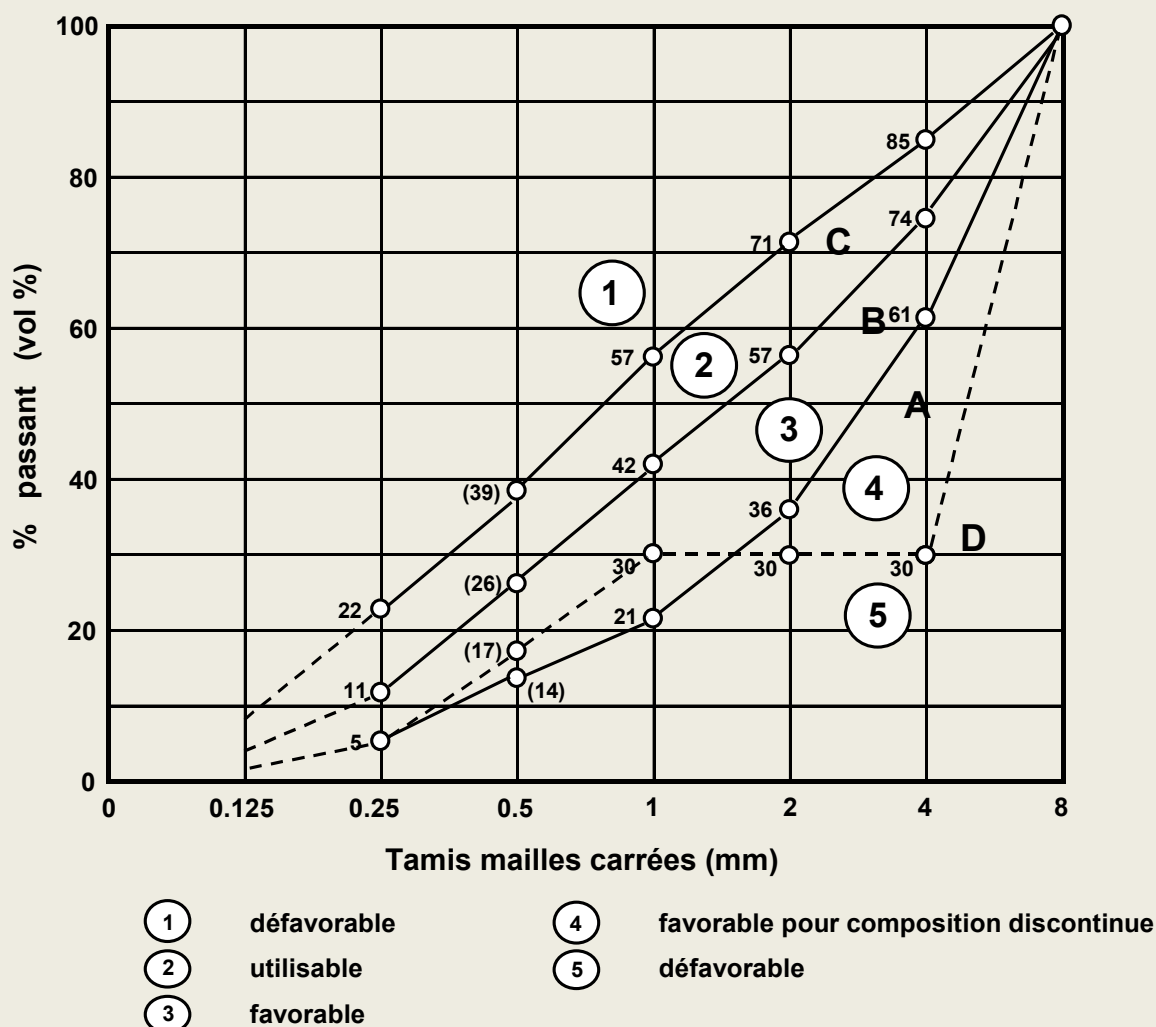
L'Annexe DNA U complète les annexes de l'EN 206 :

Annexe DNA U (normative)

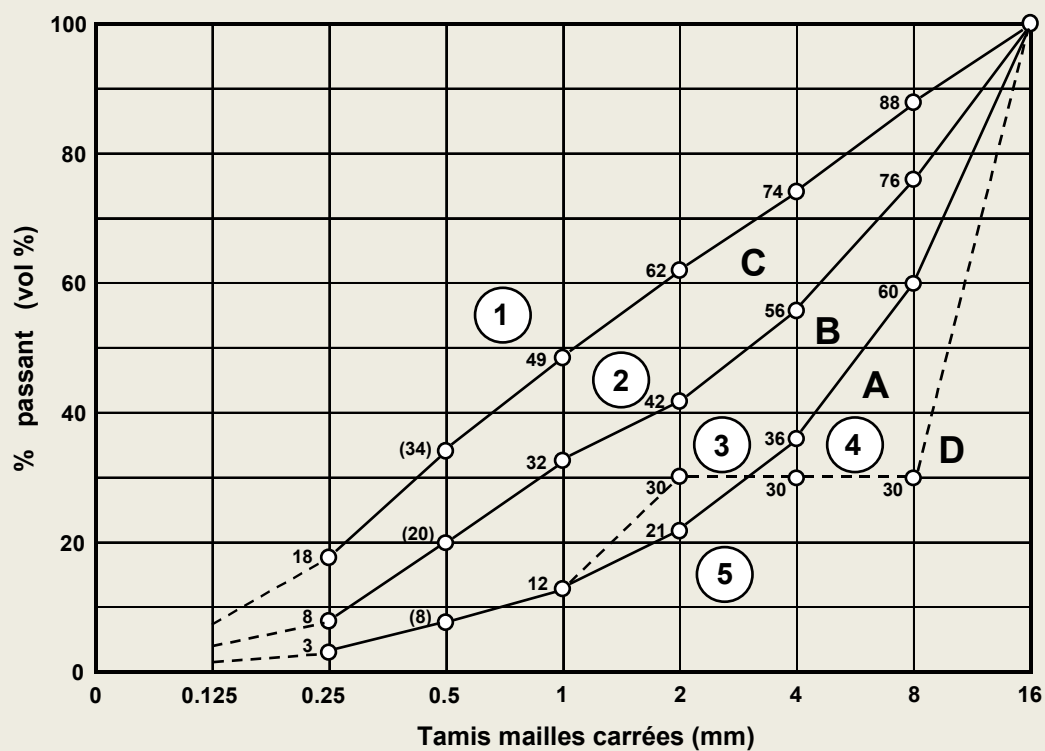
Compositions granulométriques des granulats dans les bétons

- (1) Les compositions granulométriques des granulats qui composent le béton sont décrites par les pourcentages en volume des passants aux tamis à mailles carrées d'ouverture 0.125 mm, 0.25 mm, 0.5 mm, 1 mm, 2 mm, 4 mm, 8 mm, 16 mm, 22 mm resp. 32 mm et 63 mm.
- (2) Les compositions granulométriques de granulats individuels ou des granulats composés sont déterminées suivant les normes européennes EN 933-1 sur des tamis suivant ISO 3310.
- (3) Les graphiques DNA U.1. à DNA U.5 des fuseaux granulométriques en fonction de Dmax.

Graphique DNA U.1 – Fuseaux granulométriques pour un granulat maximal de 8 mm

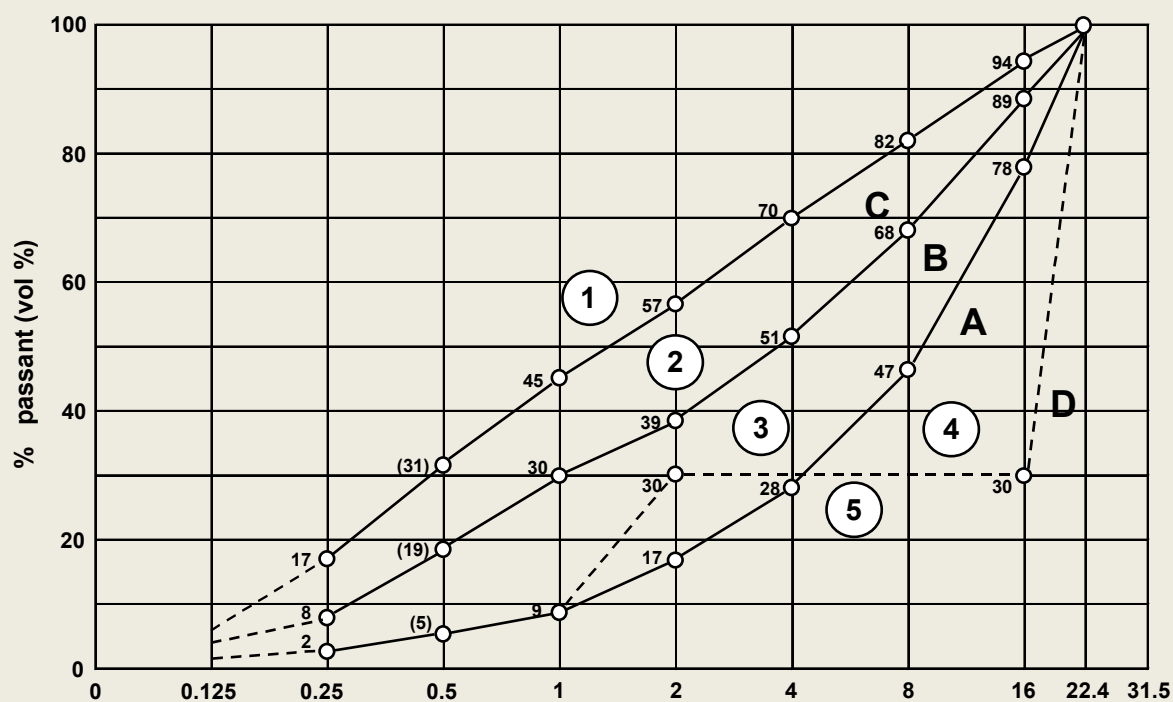


Graphique DNA U.2 – Fuseaux granulométriques pour un granulat maximal de 16 mm



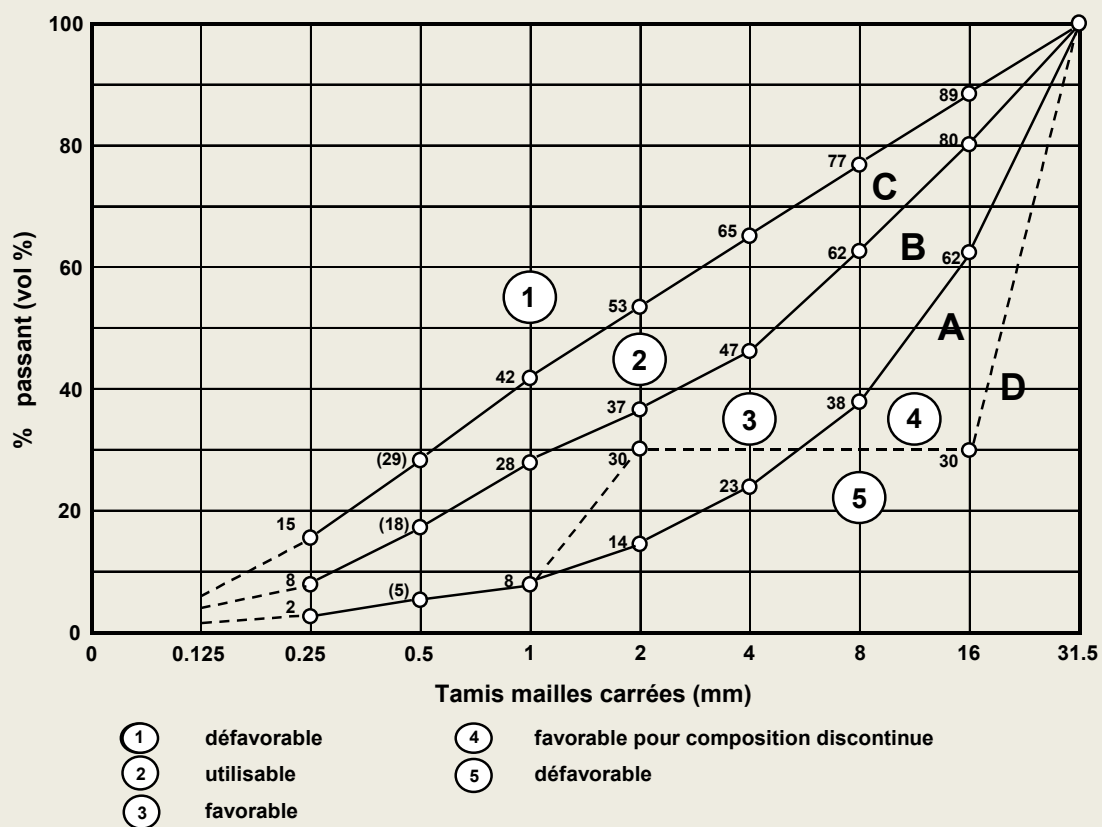
- | | |
|---------------|--|
| ① défavorable | ④ favorable pour composition discontinue |
| ② utilisable | ⑤ défavorable |
| ③ favorable | |

Graphique DNA U.3 – Fuseaux granulométriques pour un granulat maximal de 22 mm

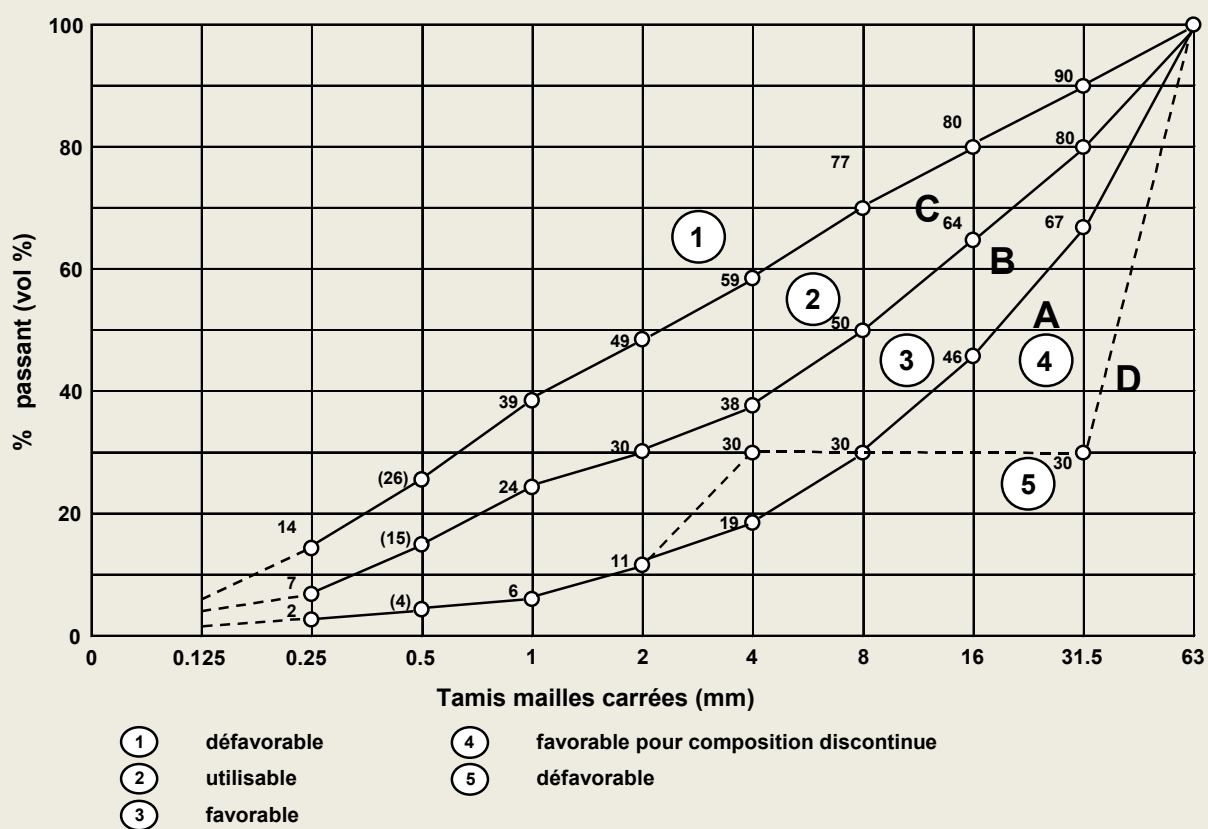


- | | | | |
|---|-------------|---|--|
| ① | défavorable | ④ | favorable pour composition discontinue |
| ② | utilisable | ⑤ | défavorable |
| ③ | favorable | | |

Graphique DNA U.4 – Fuseaux granulométriques pour un granulat maximal de 32 mm



Graphique U.5 – Fuseaux granulométriques pour un granulat maximal de 63 mm



L'Annexe DNA V complète les annexes de l'EN 206 :

Annexe DNA V (normative)

Contrôle et analyse sur chantier du béton frais et durci

- (1) Cette annexe définit les règles à appliquer pour le contrôle du béton frais et durci ainsi que pour les tests d'identification réalisés sur des éprouvettes préparées séparément sur chantier.
- (2) Cette annexe est applicable au béton de masse volumique légère, normale et lourde telles que définies par la présente norme.
- (3) Cette annexe n'est pas applicable au contrôle et à l'évaluation de la résistance à la compression du béton durci dans les ouvrages ou parties d'ouvrage, pour lesquels les normes EN 12504 et EN 13791 sont d'application.

V.1 Classes de surveillance

- (1) Le contrôle sur chantier des qualités du béton frais et durci est effectué en fonction de l'attribution à une des trois classes de surveillance définies dans le Tableau DNA V.1. En cas d'attribution d'un béton à plusieurs classes de surveillance, la classe la plus élevée est déterminante.

Tableau DNA V.1 – Classes de surveillance

Critères	Classes de surveillance		
	1	2	3
Classe de résistance pour béton normal et lourd	$\leq C25/30^{(a)}$	$\geq C30/37$ et $\leq C50/60$	$\geq C55/67$
Classe de résistance pour béton léger de masse volumique	non applicable		
D 1,0 à D 1,4		$\leq LC25/28$	$\geq LC30/33$
D 1,6 à D 2,0		$\leq LC35/38$	$\geq LC40/44$
Classe d'exposition	X0, XC, XF1	XD, XA, $\geq$ XF2	
Propriétés particulières		- béton à haute résistance à la pénétration de l'eau - béton étanche - béton coulé sous eau - béton pour température de service élevée - applications particulières suivant EN 13670/DNA-LU	

^(a) Le béton précontraint de la classe C25/30 est à attribuer à la classe de surveillance 2.

V.2 Contrôles et fréquences minimales des contrôles du béton sur chantier

- (1) Les principaux contrôles sur le béton frais et durci à effectuer sur le chantier ainsi que les fréquences minimales requises en fonction de la classe de surveillance attribuée sont définis dans le Tableau DNA V.2.

Tableau DNA V.2 – Principaux contrôles sur chantier et fréquences minimales requises

Elément de contrôle	Fréquence minimale par classe de surveillance		
	1	2	3
Bon de livraison	chaque livraison		
Consistance	en cas de doute	A la 1 ^{ère} mise en œuvre d'une qualité de béton. Lors de la confection d'éprouvettes destinées aux essais de résistance à la compression. En cas de doute.	
Contrôle visuel de la régularité du béton	ponctuellement	chaque livraison	
Résistance à la compression sur cubes (a)	3 échantillons ^(b) par 300 m ³ ou par 5 jours de bétonnage ^(c)	3 échantillons ^(b) par 300 m ³ ou par 3 jours de bétonnage ^(c)	3 échantillons ^(b) par 150 m ³ ou par 2 jours de bétonnage ^(c)
Teneur en air sur béton avec entraîneur d'air ^(d)	non applicable	5 premières livraisons de chaque bétonnage puis chaque 5 ^{ème} livraison	

(a) Le prélèvement d'échantillons et la détermination de la résistance à la compression sont effectués séparément pour chaque formulation de béton $\geq$ C 20/25.

(b) Les trois échantillons sont prélevés le même jour, au début de chaque volume particulier (300 m³ ou 150 m³) resp. le premier jour de chaque période de bétonnage (5 jours, 3 jours ou 2 jours) de façon aléatoire conformément à l'EN 12350-1. Une éprouvette cubique est confectionnée conformément à l'article V.3.2 par échantillon prélevé, le cas échéant après adaptation de la consistance. Trois éprouvettes forment une série.

(c) Le cas qui fournit le nombre d'échantillons le plus élevé doit être retenu.

(d) Ce contrôle est exigé pour les bétons mis en œuvre dans le cadre de la classe d'exposition XF4 (Cat.4 LP)

- (2) Pour le contrôle de béton avec propriétés particulières, p.ex. résistance au gel dégel en présence d'agents de déverglaçage, résistance à la pénétration de l'eau, module d'élasticité, résistance à la traction, résistance à la flexion, etc., la confection d'éprouvettes supplémentaires et les fréquences minimales de contrôle sont spécifiées séparément ou se font en conformité avec le Tableau DNA V.3.

Tableau DNA V.3 – Contrôles sur chantier et fréquences minimales requises pour des propriétés particulières

Elément de contrôle	Normes et méthodes applicables	Type d'éprouvette	Fréquence minimale de contrôle
Résistance au gel-dégel avec agents de déverglaçage Classe d'exposition XF4	RILEM/CDC 2	cube de 150 mm d'arête	2 éprouvettes par jour de bétonnage
Résistance à la pénétration de l'eau	EN 12390-8	cube de 150 mm d'arête	2 éprouvettes par phase de bétonnage d'un élément d'ouvrage
Module d'élasticité	DIN 1048 T.5	cylindre Ø 150 mm ; hauteur 300 mm	6 éprouvettes à la première livraison du béton sur le chantier
Masse volumique apparente à l'état frais	EN 12350-6	fréquence minimale du contrôle à spécifier par le prescripteur ou l'utilisateur respectivement à réaliser en cas de doute justifié	
Teneur en eau du béton frais	DARR		
Analyse granulométrique sur béton frais	EN 933-1		
Résistance à la traction par fendage	EN 12390-6		
Résistance à la flexion	EN 12390-5		
Température du béton frais	-	par temps chaud resp. par temps froid en début de livraison puis chaque 5 ^{ème} livraison	
Masse volumique du béton durci	EN 12390-7	cube de 150 mm d'arête	lors des essais de compression
Evolution du durcissement	-	réalisation du contrôle à spécifier par le prescripteur ou l'utilisateur	
Résistance structurale	EN 12504 EN 13791	réalisation du contrôle à spécifier par le prescripteur ou l'utilisateur respectivement en cas de doute justifié	

V.3 Prélèvement des échantillons, confection et conservation des cubes destinées au test d'identification**V.3.1 Prélèvement des échantillons**

- (1) Les échantillons sont prélevés le même jour de façon aléatoire conformément à l'EN 12350-1.
- (2) Ils doivent être prélevés sur différentes gâchées ou charges, conformément à l'EN 12350-1.

V.3.2 Confection des éprouvettes

- (1) Les tests d'identification pour la résistance à la compression du béton s'effectuent uniquement sur des cubes de géométrie conforme à l'EN 12390-1, de 150 mm d'arête pour un diamètre maximale nominal du béton inférieur ou égale à 32 mm, confectionnés conformément à l'EN 12390-2.

V.3.3 Conservation des éprouvettes

V.3.3.1 Conservation avant démoulage

- (1) La conservation des éprouvettes avant démoulage se fait obligatoirement sur le chantier.
- (2) Après confection des éprouvettes, les moules doivent obligatoirement être couverts de manière à empêcher la dessiccation des éprouvettes et être conservés sur le lattis d'un bac de conditionnement conforme à l'Article V.4 garantissant un taux d'humidité relative $\geq 65\%$ et une température ambiante de $(20 \pm 5)^\circ\text{C}$. Le fond du bac doit être en permanence rempli d'eau.
- (3) Le bac est placé dans un local spécifiquement dédié aux contrôles du béton sur chantier, chauffé, garantissant une température ambiante minimale de 16°C .
- (4) Les éprouvettes sont à démouler le lendemain, au plus tôt 16 h après leur confection.
- (5) A défaut de pouvoir démouler les éprouvettes le jour suivant leur confection (fin de semaine, jours fériés), les moules doivent rester stockés dans le bac de conditionnement jusqu'au décoffrage. Le décoffrage doit avoir lieu au plus tard 3 jours après confection.
- (6) La date et l'heure de décoffrage doivent être notées dans un registre.
- (7) La température de l'air dans le bac de conditionnement doit être enregistrée au moins 2 fois par jour le matin et l'après-midi.

V.3.3.2 Conservation après démoulage

- (1) Après démoulage les éprouvettes doivent être conservées conformément à l'EN 12390-2 dans des conditions normalisées sous eau à $(20 \pm 2)^\circ\text{C}$ ou en chambre climatisée à $(20 \pm 2)^\circ\text{C}$ et $\geq 95\%$ d'humidité relative.
- (2) En cas de conservation par l'Utilisateur (p.ex. sur le chantier ou de façon centralisée par l'entreprise de construction), les éprouvettes sont stockées sous eau, dans un bac de conditionnement à réglage thermostatique à $(20 \pm 2)^\circ\text{C}$ conforme à l'Article V.4 jusqu'à leur transport vers un laboratoire d'essai.
- (3) Le bac est placé dans un local climatisé garantissant une température ambiante de $(20 \pm 5)^\circ\text{C}$.
- (4) La date de la transmission au laboratoire doit être notée dans un registre.
- (5) La température de l'eau du bac de conditionnement doit être enregistrée au moins 2 fois par jour le matin et l'après-midi.

V.4 Equipement nécessaire au contrôle du béton sur chantier

- (1) Les contrôles du béton, la confection et la conservation des éprouvettes sont à effectuer avec un équipement conforme au Tableau DNA V.4.

Tableau DNA V.4 – Equipement de contrôle du béton

Objet	Equipement
Mesure de la consistance par étalement	Table d'étalement, moule tronconique et accessoires conformes à l'EN 12350-5.
Mesure de la teneur en air	Appareil à manomètre et accessoires conformes à l'EN 12350-7.
Confection sur chantier d'éprouvettes cubiques	Moules cubiques de 150 mm d'arêtes et accessoires conformes à l'EN 12390-1. Table vibrante ou aiguille vibrante et accessoires conformes à l'EN 12390-2.
Conservation sur chantier des éprouvettes avant démoulage	Local chauffé garantissant une température ambiante minimale de 15°C .

	Bac de conditionnement ^(a) garantissant une température ambiante de $(20 \pm 5)^{\circ}\text{C}$ et une humidité relative $\geq 65\%$.
Conservation par l'utilisateur des éprouvettes après démoulage (stockage normalisé)	Local climatisé garantissant une température ambiante de $(20 \pm 5)^{\circ}\text{C}$. Bac de conditionnement ^(a) garantissant une température de l'eau de $(20 \pm 2)^{\circ}\text{C}$.

- (a) Bac de conditionnement (ou bac thermostatique) dont le fond est rempli avec de l'eau. Il est composé d'un lattis sur lequel sont posées les éprouvettes avant démoulage. Après démoulage, les éprouvettes sont posées dans le fond du bac de façon à être entièrement immergés dans l'eau. Le bac permet la conservation de éprouvettes suivant norme à une température de l'eau de $(20 \pm 2)^{\circ}\text{C}$. Il garantit une température de l'air ambiant de $(20 \pm 5)^{\circ}\text{C}$ et une humidité relative $\geq 65\%$ sur le lattis. Les éprouvettes doivent être protégées contre la perte d'eau par évaporation, les courants d'air, la chaleur, le froid et les chocs.
- (2) Les équipements y compris accessoires sont exclusivement dédiés aux contrôles du béton sur chantier. Ils sont conservés dans un local spécifique, dans un état propre et opérationnel. Ils font l'objet d'un contrôle annuel de conformité par un organisme de contrôle externe (voir Article V.10).

V.5 Critères d'identification pour la résistance en compression

- (1) Dans le cadre du test d'identification, la résistance à la compression est déterminée conformément à l'EN 12390-3 sur des éprouvettes de béton confectionnées sur chantier et conservés suivant l'EN 12390-2.
- (2) Un résultat d'essai suivant le Tableau DNA V.5. est issu de la moyenne des résultats d'essais individuels de compression réalisés sur une série de trois éprouvettes de même âge issues d'échantillons prélevées sur chantier à partir d'une même formulation de béton.
- (3) Lorsqu'une éprouvette présente un résultat d'essai individuel variant de plus ou de moins 15% par rapport à la moyenne des résultats de sa série, cette série n'est pas considérée dans le cadre de l'évaluation des critères d'identification, sauf si un examen plus approfondi permet de trouver une raison valable de ne pas tenir compte de l'un des résultats d'essai individuel. Dans ce cas, le résultat de l'essai correspond à la moyenne des deux résultats d'essai individuel restants.
- (4) Le béton est présumé issu d'une population conforme lorsque les critères du Tableau DNA V.5 sont satisfaits.

Tableau DNA V.5 – Critères d'identification pour la résistance à la compression

Nombre n de résultats d'essais considérés	Critères d'identification ^(a)	
	Critère 1	Critère 2
	Moyenne f_{cm} des n résultats [N/mm ²]	Chaque résultat individuel f_{ci} [N/mm ²]
1	pas applicable	$f_{ci} \geq f_{ck} - 4$
2-4	$f_{cm} \geq f_{ck} + 1$	$f_{ci} \geq f_{ck} - 4$
5-6	$f_{cm} \geq f_{ck} + 2$	$f_{ci} \geq f_{ck} - 4$
>6	$f_{cm} \geq f_{ck} + 2,5$	$f_{ci} \geq f_{ck} - 4$

(a) résistances à 28 jours, sauf stipulations particulières suivant. 5.5.1.2

V.6 Documentation des essais et des résultats

- (5) Tous les contrôles réalisés doivent être documentés de façon à garantir la traçabilité de l'échantillon de béton analysé. Chaque éprouvette doit être identifiable par un marquage indiquant le nom du chantier, un numéro d'éprouvette et sa date de confection. Ce marquage doit être noté sur un bulletin d'échantillonnage accompagnant l'éprouvette lors de sa remise au laboratoire d'essai et dans un registre de chantier avec indication de la qualité nominale du béton contrôlé, du numéro du bon de livraison du béton, de l'élément d'ouvrage bétonné et des résultats d'essai. L'attribution des numéros d'éprouvettes doit être continue et se faire par incrémentation de 1. L'ensemble de la documentation doit être consultable sur le chantier. L'ensemble des résultats d'essais est à transmettre à la Direction des Travaux.
- (6) La Direction des Travaux est constituée de la ou des personnes responsables désignée(s) par le Maître de l'ouvrage et représente celui-ci lors de l'exécution des travaux.

V.7 Contrôle interne

- (1) Les contrôles du béton sur chantier doivent être assurés par du personnel qualifié de l'Utilisateur dans le cadre d'un contrôle interne.
- (2) Le contrôle interne fait partie d'un système d'assurance qualité à mettre en place par l'Utilisateur et structurant les phases d'organisation, de préparation, de contrôles et de documentation des travaux de bétonnage afin de satisfaire aux exigences de qualité, d'information et de traçabilité de la présente norme.
- (3) Le personnel qualifié chargé du contrôle du béton est composé d'un ou de plusieurs responsables des essais et d'un responsable qualité béton.

V.7.1 Responsable des essais

- (1) Le prélèvement d'échantillons, les essais d'étalement et la confection d'éprouvettes sont à effectuer par un responsable des essais désigné par l'Utilisateur parmi son personnel de chantier.
- (2) Le responsable des essais sur chantier doit être titulaire du brevet C.
- (3) Le brevet C est délivré par un organisme de formation professionnelle continue agréé après suivi d'une formation qualifiante traitant des principes de base :
 - de la formulation,
 - de la production,
 - du contrôle,
 - de l'évaluation,
 - de la mise en œuvre,
 - de la protection et de la cure,
 - du béton

sanctionnée par un examen. Le programme de formation est arrêté par le Laboratoire de l'Administration des Ponts et Chaussées du Grand-Duché de Luxembourg. La validité du brevet C est de trois ans. Elle peut être reconduite tous les trois ans par attestation d'une formation continue.

- (4) Les contrôles du béton livré sur chantier peuvent être délégués à un prestataire externe de contrôle du béton conformément à l'Article V.9. Ils ne peuvent en aucun cas être délégués au Producteur ou à un organisme de contrôle externe de conformité.

V.7.2 Responsable qualité béton

- (1) L'Utilisateur doit nommer parmi son personnel un responsable qualité béton.
- (2) Le responsable qualité béton doit être titulaire du brevet Q.
- (3) Le brevet Q est délivré par un organisme de formation professionnelle continue agréé après suivi et réussite d'une formation qualifiante traitant de façon élargie de la technologie et de la mise en œuvre du béton sanctionnée par un examen. Le programme de formation est arrêté par le Laboratoire de l'Administration des Ponts et Chaussées du Grand-Duché de Luxembourg. La validité du brevet Q est de trois ans. Elle peut être reconduite tous les trois ans par attestation d'une formation continue.
- (4) Le responsable qualité béton doit plus particulièrement remplir les missions suivantes :
 - mise en place au sein de l'entreprise de construction d'un système d'assurance qualité relatif aux travaux de bétonnage ;
 - conseil et assistance technique auprès de l'entreprise de construction ;
 - conseil et assistance technique sur le chantier, plus particulièrement en ce qui concerne la mise en œuvre, la cure et la protection du béton ;
 - formation du personnel de chantier, plus particulièrement en ce qui concerne la mise en œuvre, la cure et la protection du béton ;
 - gestion et documentation de la formation continue du / des titulaire(s) du brevet C ;
 - gestion des relations avec le laboratoire chargé des essais sur béton durci (voir Article V.8) ;
 - le cas échéant, gestion des relations techniques avec l'organisme de contrôle béton (voir Article V.9) ;
 - gestion des relations avec l'organisme de contrôle externe (voir Article V.10) ;
 - gestion et documentation de l'équipement et de la conformité de l'équipement de contrôle du béton (voir Article V.4) ;
 - contrôle sur chantier du béton frais et durci pour autant que ces contrôles ne soient pas effectués par le responsable des essais du chantier ;
 - contrôle de la qualité des essais effectués par le responsable des essais sur chantier ;
 - surveillance sur chantier des essais et de la mise en œuvre de béton de la classe de surveillance 3 et des essais et de la mise en œuvre de béton dans le cadre de la classe d'exposition XF4 (Cat.4 LP) ;
 - contrôle, évaluation et documentation continus de la conformité du béton mis en œuvre.
- (5) Les missions du responsable qualité béton ne peuvent être déléguées à un organisme externe.

V.8 Laboratoire chargé des essais sur béton durci

- (1) Les essais sur béton durci effectués dans le cadre du test d'identification sont réalisés suivant l'EN 12390. Le laboratoire d'essai est à déclarer par l'Utilisateur avant le début des travaux de bétonnage auprès de la Direction des Travaux et de l'organisme de contrôle externe.

V.9 Prestataire externe de contrôle du béton

- (1) Le prélèvement des échantillons, le contrôle des propriétés du béton frais et la confection d'éprouvettes peuvent être délégués pour toutes les classes de surveillance à un prestataire externe de contrôle du béton. L'équipement nécessaire à la conservation des éprouvettes avant démoulage doit rester disponible sur le chantier. Le prestataire externe de contrôle du béton doit être titulaire d'un brevet Q valide. L'opérateur en charge des essais doit être titulaire d'un brevet C valide.

V.10 Contrôle externe de conformité

- (2) Pour les bétons de classes de surveillance 2 et 3, un contrôle externe de l'application des dispositions de la présente annexe doit être effectué par un organisme de contrôle externe de conformité. De façon générale, l'organisme de contrôle externe vérifie l'application et la conformité des procédures à mettre en œuvre conformément à la présente norme.
- (3) L'organisme de contrôle externe est mandaté par l'Utilisateur.
- (4) Les renseignements suivants sont à transmettre par écrit à l'organisme de contrôle externe :
 - coordonnés du chantier ;
 - coordonnés du responsable des travaux ;
 - coordonnés de la Direction des Travaux ;
 - coordonnés du responsable qualité béton ;
 - coordonnés du responsable des essais ;
 - le cas échéant coordonnés de l'organisme agréé contrôle béton ;
 - coordonnés du laboratoire d'essai ;
 - quantités de béton à mettre en œuvre en fonction des classes de surveillances ;
 - début et fin prévus des travaux ;
 - arrêts éventuels du chantier dépassant quatre semaines.
- (5) L'organisme de contrôle externe est à désigner par l'Utilisateur à la Direction des Travaux avant le début des travaux de bétonnage.
- (6) Les missions de l'organisme de contrôle externe et les fréquences de contrôle sont définies aux paragraphes V.10.1 et V.10.2.
- (7) Les constatations résultant du contrôle externe sont documentées par un rapport de visite transmis à l'Utilisateur et à la Direction des Travaux.

V.10.1 Missions de l'organisme de contrôle externe

- (1) Avant le début des travaux :
 - contrôle de la validité du brevet C du responsable des essais et du brevet Q du responsable qualité béton ;
 - le cas échéant, contrôle de la validité de la délégation du contrôle du béton livré sur le chantier à un organisme de contrôle externe du béton conformément à l'Article V.9 ;
 - contrôle de la conformité de l'équipement de contrôle suivant l'Article V.4 ;
 - contrôle de la déclaration d'un laboratoire d'essai suivant l'Article V.8 ;
 - contrôle de la / des classe(s) de surveillance du béton à mettre en œuvre en fonction des spécifications ;
 - contrôle de la validité de la certification du contrôle de production suivant la présente norme de la / des centrale(s) de production du béton.
- (2) Durant les travaux :
 - contrôle du suivi et de la mise à jour par l'Utilisateur de la documentation conformément à l'Article M.6 ;
 - contrôle de la conformité, de la fréquence et de l'exécution du contrôle sur chantier du béton frais et durci suivant la présente annexe ;

- établissement d'une liste des non-conformités du béton aux critères d'identification pour la résistance à la compression et autres propriétés particulières spécifiées ;
- contrôle relatif à l'exécution des missions du responsable des essais conformément au paragraphe V.7.1 et du responsable qualité béton conformément au paragraphe V.7.2.

V.10.2 Fréquences

- (1) Un premier contrôle à lieu avant le début des travaux de bétonnage.
- (2) Un deuxième contrôle suit endéans un délai de huit semaines après le début des travaux de bétonnage.
- (3) Un contrôle périodique est ensuite effectué tous les 3 mois, le dernier contrôle ayant obligatoirement lieu après la fin des travaux de bétonnage.

L'Annexe DNA W complète les annexes de l'EN 206 :

Annexe DNA W (informative)

Recommandations pour le choix et la spécification d'une qualité de béton

- (1) L'Annexe DNA W a pour but d'informer le prescripteur, le producteur et l'utilisateur des recommandations pour le choix d'une qualité de béton parmi un nombre restreint de combinaisons possibles. Ce choix se fera en fonction de la classe de résistance suivant calcul statique ainsi que des classes d'exposition préalablement et spécifiquement déterminées par le prescripteur et des exigences minimales pour la qualité du béton suivant selon le Tableau DNA F.2 de l'Annexe DNA F. Différentes combinaisons de classes d'exposition sont proposées et regroupées par catégories de béton.
- (2) L'utilisation de catégories de béton fait implicitement référence à la présente norme et implique l'exigence de conformité à celle-ci.

W.1 Catégories de bétons

- (1) Les catégories de bétons sont définies dans le Tableau DNA W.1. Les catégories regroupent des combinaisons de classes d'exposition possibles pour des domaines d'utilisation courants. Des classes de résistance possibles sont proposées pour chaque catégorie. La catégorie de béton est choisie après détermination de la classe d'exposition exigeant les valeurs limites et caractéristiques les plus contraignantes. Toutes les classes d'exposition déterminées pour un élément d'ouvrage donné doivent être couvertes par la catégorie choisie.
- (2) **!!Attention !!** La couverture de plusieurs classes d'expositions indiquée pour une catégorie ne signifie pas que celles-ci peuvent être combinées aléatoirement au sein de cette catégorie. Ainsi les classes d'exposition XD (corrosion induite par **chlorures**) ne peuvent en aucun cas être combinées avec les classes d'exposition XF1 et XF3 (attaque gel/dégel **sans** agent de déverglaçage). Il est donc impératif de déterminer spécifiquement d'abord la ou les classes d'exposition et de choisir ensuite une catégorie correspondante.
- (3) Du fait des exigences particulières à satisfaire pour les classes d'exposition XM – Attaque du béton par abrasion, celles-ci ne sont pas reprises dans les catégories de béton. L'Article W.3 alinéa (4) s'applique.

W.2 Combinaisons recommandées classes de résistance – catégories de béton

- (1) Les tableaux DNA W.1 et DNA W.2 définissent des plages de choix possibles par catégorie de béton en fonction de la classe de résistance résultant du calcul statique. La classe de résistance déterminante est la classe de résistance la plus élevée entre celle exigée suivant calcul statique et la classe de résistance minimale exigée suivant la catégorie de béton déterminée.
- (2) En ce qui concerne la catégorie 4 LP, seule la classe de résistance C 30/37 peut être prescrite par défaut, les classes de résistance inférieures étant exclues. Les classes de résistance supérieures, avec ou sans entraineur d'air, doivent faire l'objet d'un contrôle de conformité dont les modalités sont définies entre le producteur, les prescripteur et l'utilisateur. Tenant compte de cette exception, des classes de résistance supérieures à C35/45 peuvent être prescrites à partir de la catégorie 2 le cas échéant.
- (3) La classe de résistance à la compression à retenir est choisie **après** la détermination de la catégorie de béton suivant l'article W.1 alinéa (1). La classe de résistance la plus élevée entre la classe de résistance minimale définie par la catégorie de béton et celle résultant du calcul statique est retenue. **Choisir une catégorie de béton en fonction de la classe de résistance minimale qu'elle définit, afin de faire correspondre cette dernière avec la classe de résistance résultant du calcul statique est contreproductif et peut nuire à la durabilité de l'ouvrage.**

W.3 Dénomination des catégories, documentation du choix et désignation complète d'un béton pour la spécification et pour la commande de béton

- (1) La dénomination des catégories se fait suivant le Tableau DNA W.4 pour la spécification et la commande de béton. Le choix d'une catégorie pour un élément d'ouvrage est à documenter par le prescripteur sur les plans d'exécution en indiquant la catégorie choisie, suivie entre parenthèses de la/des classe(s) d'exposition déterminée(s) pour cet élément d'ouvrage.
- (2) En conformité avec les dispositions de l'Article 11 de la présente norme, la désignation complète d'un béton à propriétés spécifiées est établie de la façon suivante :
- référence à la présente Norme européenne ainsi qu'à son Document National d'Application : EN 206/DNA-LU ;
 - 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 ; avec indication du terme de sa détermination si celle-ci est déterminée à un terme ultérieur à 28 jours ;
 - type d'utilisation du béton : béton non-armé, béton armé, béton précontraint ;
 - classe(s) d'exposition : indication de la classe ou des classes déterminée(s) suivant le Tableau DNA 1. ou indication de la catégorie de béton suivant la présente annexe avec indication entre parenthèses de la ou des classes d'exposition les plus contraignantes ayant déterminé son choix ;
 - consistance : selon les classes définies en 4.2.1 ou une valeur cible et une méthode.
 - valeur déclarée pour le plus gros granulats effectivement utilisé dans le béton : dimension D_{max} , par exemple D_{max} 22 ;
- (4) Au cas où aucune des catégories de béton définies ne satisfait à la combinaison de classes d'exposition déterminée, cette dernière sera indiquée conformément à l'alinéa (2), 4^e tiret de l'Article W.3 : indication de la classe ou des classes déterminées selon le Tableau DNA 1.
- (5) Le cas échéant, des prescriptions complémentaires sont à spécifier comme par exemple : (voir également paragraphe 6.2.3 de la présente norme)
- domaine d'application ;
 - masse volumique : désignations de classe selon le Tableau 14 ou valeur cible, par exemple $D_{1,8}$;
 - teneur maximale en chlorures : classe définie au Tableau 15, par exemple Cl 0,20 ;
 - propriétés particulières du béton si elles sont prescrites ;
 - température du béton frais ;
 - résistance à la pénétration de l'eau ;
 - module d'élasticité ;
 - autres exigences techniques.

Exemples pour un béton de masse volumique normale:

EN 206/DNA-LU

C30/37 ; Béton armé; Cat.2 (XC4, XF1) ; F4 ; D_{max} = 22, E= 37.000 MPa ; Béton apparent

EN 206/DNA-LU

C25/30 ; Béton armé; Cat.5 (XC4, XA1) ; F3 ; D_{max} = 16 ; Haute résistance à la pénétration de l'eau

- (6) Le paragraphe suivant de l'introduction à la présente norme est rappelé pour mémoire :

« 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 (...) »

- (7) Dans le sens de la présente norme et pour les domaines d'utilisation courants, il appartient au prescripteur en tant que concepteur de l'ouvrage de définir toutes les spécifications et exigences pertinentes pour obtenir les propriétés nécessaires du béton durci, y compris le cas échéant des exigences concernant le béton frais si celles-ci s'avèrent nécessaires à l'obtention des propriétés du béton durci, p.ex. dégagement de chaleur au cours de l'hydratation, exigences particulières pour la température du béton frais, développement de la résistance, etc.
- (8) Dans la compilation finale, en plus des informations à fournir suivant 7.1, il appartient à l'utilisateur en tant qu'acheteur du béton d'inclure dans la spécification donnée au producteur toutes les exigences sur les propriétés du béton relatives à la mise en œuvre, p.ex. transport après livraison, mise en place, compactage (classe ou valeur cible de consistance) respectivement influençant le déroulement des travaux, p.ex. prise retardée, développement de la résistance si pas encore spécifiée, etc.
- (9) En cas d'exigences contradictoires et pour les cas particuliers, le prescripteur, l'utilisateur et le producteur doivent se mettre d'accord sur la compilation finale de la spécification (voir 6.1)

Tableau DNA W.1 - Catégories de bétons en fonction de combinaisons de classes d'exposition pour des domaines d'utilisation courants et classes de résistance possibles

Catégorie	Domaine d'utilisation	Classes d'exposition couvertes ^{a)}															Classe(s) de résistance f_{ck} possible(s) ^{b)}				
		X0	XC				XD			XF				XA			C12/15	C20/25	C25/30	C30/37	≥ C35/45
			1	2	3	4	1	2	3	1	3	2	4	1	2 ^{c)}	3 ^{c)}					
0	Béton non-armé.	X															X	X			
1	Béton armé à l'intérieur de bâtiments. Béton armé hors gel, contact à long terme avec l'eau. (Grand nombre de fondations)	X	X	X														X	X		
2	Béton armé à l'intérieur de bâtiments avec un taux d'humidité élevé. Béton armé extérieur, surfaces horizontales abritées de la pluie. Béton armé extérieur, surfaces verticales. Faible agressivité chimique.	X	X	X	X	X				X				X					X	X	X
3	Béton armé extérieur, surfaces horizontales sans agents de déverglaçage, surfaces verticales avec agents de déverglaçage. Agressivité chimique modérée mais teneur en $SO_4^{2-} \leq 600$ mg/l dans l'eau ou ≤ 3000 mg/kg dans le sol.	X	X	X	X	X	X	X		X	X	X		X	X					X	X
3HRS ^{d)}	Béton armé extérieur, surfaces horizontales sans agents de déverglaçage, surfaces verticales avec agents de déverglaçage. Agressivité chimique modérée, teneur en $SO_4^{2-} > 600$ mg/l dans l'eau ou > 3000 mg/kg dans le sol.	X	X	X	X	X	X	X		X	X	X		X	X					X	X
4LP ^{e)}	Béton armé extérieur, surfaces horizontales avec agents de déverglaçage. Agressivité chimique modérée, teneur en $SO_4^{2-} \leq 600$ mg/l dans l'eau ou ≤ 3000 mg/kg dans le sol.	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X					X	
5	Béton armé à haute résistance à la pénétration de l'eau Faible agressivité chimique	X	X	X	X	X				X				X					X	X	X
6	Béton armé extérieur, surfaces horizontales sans agents de déverglaçage, surfaces verticales avec agents de déverglaçage. Béton armé hors gel, présence de chlorures. Agressivité chimique forte mais teneur en $SO_4^{2-} \leq 600$ mg/l dans l'eau ou ≤ 3000 mg/kg dans le sol.	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X		X	X	X					X
6HRS ^{d)}	Béton armé extérieur, surfaces horizontales sans agents de déverglaçage, surfaces verticales avec agents de déverglaçage. Agressivité chimique forte, teneur en $SO_4^{2-} > 600$ mg/l dans l'eau ou > 3000 mg/kg dans le sol.	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X		X	X	X					X

a) Voir l'Article W.1 alinéa (2). Pour les classes d'exposition XM voir W.3. alinéa (4).

b) Voir tableaux DNA W.2.1 et DNA W.2.2.

c) Utiliser un ciment SR – résistant aux sulfates – en présence de SO_4^{2-} (> 600 mg/l dans l'eau ou > 3000 mg/kg dans le sol).

d) Détermination de la résistance à la compression nominale à 56 jrs si utilisation de ciments de haut fourneau CEM III de classe 32,5 N SR.

e) Teneur minimale en air en fonction (D_{MAX}) : 4,5% (32), 5% (22), 5,5% (16), 6% (8). Voir également les dispositions de l'article W.2 alinéa (2).

Tableau DNA W.2 - Possibilités de combinaisons entre classes de résistance et catégories

	Cat.0	Cat.1	Cat.2	Cat.3	Cat.3HRS	Cat.4LP	Cat.5	Cat.6	Cat.6HRS
C12/15									
C20/25									
C25/30									
C30/37									
≥ C35/45									

	Exclue
	Possible
	Non recommandée

Tableau DNA W.3 - Valeurs limites applicables à la composition et aux propriétés du béton par catégorie de béton

Catégorie	Classe de résistance	Facteur E/C maximal	Teneur min. en ciment	Teneur min. en air	Qualité ciment	Cat. gel granulats
0	≥ C12/15	---	---	---	a	---
1	≥ C20/25	0,65	240	---	a	---
2	≥ C25/30	0,60	280	---	a	F ₄
3	≥ C30/37	0,50	320	---	a	F ₂
3HRS	≥ C30/37	0,50	320	---	^a / SR	F ₂
4LP	C30/37	0.45	340	≥ 4,0%	a	F _{NaCl} 6
5	≥ C25/30	0.55	300	---	a	F ₄
6	≥ C35/45	0,45	340	---	a	F ₂
6HRS	≥ C35/45	0,45	340	---	^a / SR	F ₂

^a Le Tableau DNA F.2 détermine les domaines d'application des ciments conformes à l'EN 197-1 ainsi qu'à l'EN 197-5 pour la confection de bétons en fonction des classes d'exposition. Les ciments utilisables pour les classes d'expositions XD sont également utilisables pour les classes d'exposition XS correspondantes.

Tableau DNA W.4 - Dénomination des catégories pour la spécification de béton

Catégorie	Dénomination
0	Cat.0
1	Cat.1
2	Cat.2
3	Cat.3
3 HRS	Cat.3 HRS
4 LP	Cat.4 LP
5	Cat.5
6	Cat.6
6 HRS	Cat.6 HRS

Bibliographie

- [1] Caspeele, R and 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 novembre 2008, Delft, Pays-Bas, 2009, pp. 73-86.
- [2] *The European Guidelines for Self-Compacting Concrete — Specification — Production and Use*. Mai 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, *☒Principes de la procédure de durabilité équivalente ☒*

[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)*

ISO 3951-1, *☒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 ☒*

[29] ISO 7870-2, *Cartes de contrôle — Partie 2 : Cartes de contrôle de Shewhart*

[30] ISO 7870-3, *Cartes de contrôle — Partie 3 : Cartes de contrôle pour acceptation*

[31] ISO 7870-4, *Cartes de contrôle — Partie 4 : Cartes de contrôle de l'ajustement de processus*

[32] ISO 16204, *Durabilité — Conception de la durée de vie des structures en béton*

[33] 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*