

# **DOCUMENT COMBINÉ « BÉTON »**

**constitué de la**

## **NORME EN 206-1: BETON**

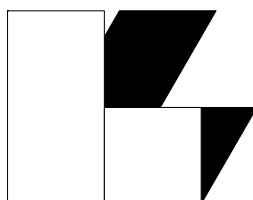
**Partie 1: Spécification, performances,  
production et conformité**

**modifiée et complétée par le**

**Document National d'Application  
luxembourgeois de l'EN 206-1: 2000**

**Centre de Ressources des Technologies de  
l'Information pour le Bâtiment**

**Document combiné**



## Remarque importante:

La Norme européenne EN 206 a été adoptée par le CEN le 12 mai 2000.

Les membres du CEN sont les organismes nationaux de normalisation des pays suivants: Allemagne, Autriche, Belgique, Danemark, Espagne, Finlande, France, Grèce, Irlande, Islande, Italie, Luxembourg, Norvège, Pays-Bas, Portugal, République Tchèque, Royaume-Uni, Suède et Suisse.

Le présent document est une compilation de la norme EN 206-1 : 2000 et du Document National d'Application luxembourgeois, DNA EN 206, élaboré au sein du CRTI-B.

Les **modifications** et **dispositions complémentaires** appliquées à l'EN 206-1 :2000 en conformité avec le DNA EN 206 sont signalées par un trait en bord de la page.

Les passages originaux de l'EN 206-1: 2000 **modifiés** ou **supprimés** ne sont plus repris dans le présent document.

En cas de litige, les textes originaux de l'EN 206-1: 2000 et du DNA EN 206 font référence.

Nonobstant ce fait et **afin d'en faciliter la lecture**, le terme «présente norme» utilisé ci-après fait référence à l'EN 206-1 :2000 **et** au DNA EN 206.

**Le présent document tient compte de l'amendement EN 206-1 : 2000 / A1 : 2004**

**Le présent document tient compte de l'amendement EN 206-1 : 2000 / A2 : 2005**

Octobre 2007

Document élaboré par

le CRTI-B

# Table des Matières

<b>Avant-propos .....</b>	<b>9</b>
<b>Introduction .....</b>	<b>12</b>
<b>1.     Domaine d'application .....</b>	<b>13</b>
<b>2.     Références normatives et informatives .....</b>	<b>15</b>
2.1.   Références normatives .....	15
<b>2.2.</b> Références informatives .....	17
2.3.   Clause de reconnaissance mutuelle.....	17
<b>3.     Définitions, symboles et abréviations .....</b>	<b>18</b>
3.1.   Termes et définitions .....	18
3.1.1. Béton .....	18
3.1.2. Béton frais.....	18
3.1.3. Béton durci.....	18
3.1.4. Béton de chantier.....	18
3.1.5. Béton prêt à l'emploi .....	18
3.1.6. Produit préfabriqué en béton .....	18
3.1.7. Béton de masse volumique normale .....	18
3.1.8. Béton léger .....	18
3.1.9. Béton lourd .....	19
3.1.10. Béton à haute résistance.....	19
3.1.11. Béton à propriétés spécifiées .....	19
3.1.12. Béton à composition prescrite .....	19
3.1.13. Béton à composition prescrite dans une norme .....	19
3.1.14. Famille de bétons .....	19
3.1.15. Mètre cube de béton.....	19
3.1.16. Camion malaxeur.....	19
3.1.17. Cuve agitatrice.....	19
3.1.18. Cuve non agitatrice.....	19
3.1.19. Gâchée .....	20
3.1.20. Charge .....	20
3.1.21. Livraison .....	20
3.1.22. Adjuvant.....	20
3.1.23. Addition.....	20
3.1.24. Granulat.....	20
3.1.25. Granulat courant.....	20
3.1.26. Granulat léger.....	20
3.1.27. Granulat lourd.....	20
3.1.28. Ciment (liant hydraulique).....	20
3.1.29. Teneur en eau totale.....	21
3.1.30. Teneur en eau efficace.....	21
3.1.31. Rapport eau/ciment .....	21
3.1.32. Résistance caractéristique .....	21
3.1.33. Air entraîné .....	21

3.1.34. Air occlus .....	21
3.1.35. Chantier .....	21
3.1.36. Spécification .....	21
3.1.37. Prescripteur .....	21
3.1.38. Producteur .....	21
3.1.39. Utilisateur .....	21
3.1.40. Durée de vie .....	22
3.1.41. Essai initial .....	22
3.1.42. Essai d'identification .....	22
3.1.43. Essai de conformité .....	22
3.1.44. Evaluation de conformité .....	22
3.1.45. Actions dues à l'environnement .....	22
3.1.46. Vérification .....	22
<b>3.1.47. Béton auto-plaçant (BAP) .....</b>	<b>22</b>
<b>3.1.48. Teneur en fines .....</b>	<b>22</b>
<b>3.1.49. Classes d'exposition .....</b>	<b>23</b>
<b>3.1.50. Catégories de bétons .....</b>	<b>23</b>
3.2. Symboles et abréviations .....	24
<b>4. Classification .....</b>	<b>25</b>
4.1. Classes d'exposition en fonction des actions dues à l'environnement .....	25
4.2. Béton frais .....	28
4.2.1. Classes de consistance .....	28
4.2.2. Classes en fonction de la dimension maximale des granulats .....	29
4.3. Béton durci .....	30
4.3.1. Classes de résistance à la compression .....	30
4.3.2. Classes de masse volumique pour le béton léger .....	31
<b>5. Exigences relatives au béton et méthodes de vérification .....</b>	<b>32</b>
5.1. Exigences de base relatives aux constituants .....	32
5.1.1. Généralités .....	32
5.1.2. Ciments .....	32
5.1.3. Granulats .....	32
5.1.4. Eau de gâchage .....	33
5.1.5. Adjuvants .....	33
5.1.6. Additions (y compris les fillers minéraux et les pigments) .....	33
5.2. Exigences de base pour la composition du béton .....	35
5.2.1. Généralités .....	35
5.2.2. Choix du ciment .....	35
5.2.3. Utilisation des granulats .....	37
5.2.4. Utilisation des eaux recyclées .....	39
5.2.5. Utilisation des additions .....	39
5.2.6. Utilisation d'adjuvants .....	41
5.2.7. Teneur en chlorures .....	42
5.2.8. Température du béton .....	43
5.3. Exigences liées aux classes d'exposition .....	43
5.3.1. Généralités .....	43
5.3.2. Valeurs limites pour la composition du béton .....	43

5.3.3.	Méthodes de conception performantielles.....	47
5.4.	Exigences pour le béton frais .....	47
5.4.1.	Consistance .....	47
5.4.2.	Dosage en ciment et rapport eau/ciment.....	48
5.4.3.	Teneur en air .....	49
5.4.4.	Dimension maximale des granulats.....	49
5.5.	Exigences pour le béton durci .....	50
5.5.1.	Résistance .....	50
5.5.2.	Masse volumique.....	51
5.5.3.	Résistance à la pénétration de l'eau .....	51
5.5.4.	Réaction au feu.....	52
5.5.5.	Résistance au gel-dégel et au gel-dégel avec agents de déverglaçage.....	52
6.	<b>Spécification du béton .....</b>	<b>53</b>
6.1.	Généralités .....	53
6.2.	Spécification des bétons à propriétés spécifiées .....	53
6.2.1.	Généralités .....	53
6.2.2.	Données de base.....	54
6.2.3.	Exigences complémentaires.....	54
6.3.	Spécification des bétons à composition prescrite .....	55
6.3.1.	Généralités .....	55
6.4.	Spécification des bétons à composition prescrite dans une norme .....	55
7.	<b>Livraison du béton frais.....</b>	<b>56</b>
7.1.	Information de l'utilisateur du béton au producteur <sup>3</sup> .....	56
7.2.	Information du producteur du béton à l'utilisateur .....	56
7.3.	Bon de livraison pour le béton prêt à l'emploi.....	57
7.4.	Information à la livraison pour le béton de chantier.....	58
7.5.	Consistance à la livraison .....	59
7.6.	Transport du béton .....	59
8.	<b>Contrôle de conformité et critères de conformité.....</b>	<b>60</b>
8.1.	Généralités .....	60
8.2.	Contrôle de conformité des bétons à propriétés spécifiées .....	60
8.2.1.	Contrôle de conformité de la résistance à la compression.....	60
8.2.2.	Contrôle de conformité de la résistance à la traction par fendage .....	64
8.2.3.	Contrôle de conformité pour les propriétés autres que la résistance.....	65
8.3.	Contrôle de conformité du béton à composition prescrite y compris les bétons à composition prescrite dans une norme. ....	68
8.4.	Actions à entreprendre en cas de non conformité du produit .....	68
9.	<b>Contrôle de production .....</b>	<b>69</b>
9.1.	Généralités .....	69
9.2.	Systèmes de contrôle de production .....	69
9.3.	Données enregistrées et autres documents.....	70
9.4.	Essais .....	71
9.5.	Composition du béton et essai initial .....	71
9.6.	Personnel, équipement et installation.....	71
9.6.1.	Personnel.....	71
9.6.2.	Équipement et installation .....	72

9.7.	Dosage des constituants .....	73
9.8.	Malaxage du béton .....	73
9.9.	Procédures de contrôle de production.....	75
<b>10.</b>	<b>Évaluation de la conformité.....</b>	<b>81</b>
10.1.	Généralités .....	81
<b>10.2.</b>	<b>Évaluation, surveillance et certification du contrôle de production.....</b>	<b>81</b>
<b>11.</b>	<b>Désignation des bétons à propriétés spécifiées.....</b>	<b>82</b>

## Annexes

Annexe A (normative)	Essai initial .....	83
<b>Annexe B (normative)</b>	<b>Test d'identification pour la résistance à la compression.....</b>	<b>85</b>
Annexe C (normative)	Dispositions pour l'évaluation, la surveillance, et la certification du contrôle de production.....	86
<b>Annexe D (informative)</b>	<b>Bibliographie.....</b>	<b>90</b>
Annexe E (informative)	Lignes directrices d'application du concept de performance équivalente des propriétés du béton .....	91
<b>Annexe F (normative)</b>	<b>Exigences luxembourgeoises pour les limites de compositions du béton .....</b>	<b>92</b>
<b>Annexe G (informative)</b>	<b>Exigences relatives à la précision de l'équipement de dosage.....</b>	<b>94</b>
Annexe H (informative)	Dispositions supplémentaires relatives aux bétons à haute résistance .....	95
Annexe J (informative)	Méthode de formulation basée sur les performances pour le respect de la durabilité.....	97
Annexe K	99	
<b>(normative)</b>	<b>99</b>	
Familles de béton .....		99
<b>Annexe L (normative)</b>	<b>Composition granulométrique des granulats dans les bétons .....</b>	<b>101</b>
<b>Annexe M (normative)</b>	<b>Contrôle et analyse sur chantier du béton frais et durci.....</b>	<b>104</b>
<b>Annexe N (informative)</b>	<b>Recommandations pour le choix et la spécification d'une qualité de béton .....</b>	<b>113</b>

## Tableaux

<b>Figure 1 - Relations entre l'EN 206-1 et les normes pour la conception et l'exécution, ainsi que les normes relatives aux constituants et les normes d'essais (cadre normatif 'Béton') .....</b>	<b>11</b>
Tableau 1 – Classes d'exposition .....	26
Tableau 2 – Valeurs limites pour les classes d'exposition correspondant aux attaques des sols naturels et eaux souterraines .....	28
Tableau 3 – Classes d'affaissement .....	29

Tableau 4 – Classes Vébé.....	29
Tableau 5 – Classes de serrage .....	29
Tableau 6 – Classes d'étalement .....	29
Tableau 7 – Classes de résistance à la compression pour les bétons de masse volumique normale et les bétons lourds .....	30
Tableau 8 – Classes de résistance pour les bétons légers.....	31
Tableau 9 – Classification de la masse volumique du béton léger .....	31
Tableau T1 - Caractéristiques des ciments traditionnellement employés au Luxembourg et exemples de domaines d'utilisation .....	36
Tableau T2 - Valeurs k à prendre en compte pour les cendres volantes conformes à l' EN 450 en fonction de la qualité de ciment employée .....	40
Tableau 10 – Teneur maximale en ions chlorure du béton .....	42
Tableau T3 - 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. $\leq LC 50/60$ .....	45
Tableau T4 - Teneur maximale en fines des bétons avec grain maximal de 16 – 63 mm pour les bétons de classe de résistance $> C 50/60$ resp. $> LC 50/60$ .....	45
Tableau T5 - Domaines d'application des ciments conformes à l'EN 197 pour la confection de bétons en fonction des différentes classes d'exposition .....	46
Tableau 11 – Tolérances relatives aux valeurs cibles de consistance.....	48
Tableau T6 - Teneurs minimales en air occlus des bétons de la classe d'exposition XF4 en fonction de la dimension maximale des granulats .....	49
Tableau 12 – Evolution de la résistance du béton à 20 °C .....	57
Tableau 13 – Fréquence minimale d'échantillonnage pour l'évaluation de la conformité .....	62
Tableau 14 – Critères de conformité pour les résultats d'essai de résistance à la compression.....	63
Tableau 15 – Critère de confirmation pour un béton appartenant à une famille de béton .....	63
Tableau 16 – Critères de conformité pour la résistance à la traction par fendage.....	65
Tableau 17 – Critères de conformité pour les propriétés autres que la résistance .....	66
Tableau 18 – Critères de conformité applicables à la consistance.....	67
Tableaux 19a et 19b – Table du nombre acceptable de résultats en dehors des limites spécifiées pour les critères de conformité applicables aux propriétés autres que la résistance.....	67
Tableau 20 – Données à enregistrer et autres documents, le cas échéant.....	70
Tableau 21 – Tolérances pour dosage des constituants .....	73
Tableau 22 – Contrôle des matériaux constituants .....	76
Tableau 23 – Contrôle du matériel.....	78
Tableau 24 – Contrôle des procédures de production et des propriétés du béton.....	79
Tableau F.2 - Exigences luxembourgeoises pour les valeurs limites spécifiées applicables à la composition et aux propriétés du béton .....	93
Tableau H.1 – Contrôle des matériaux constituants.....	95
Tableau H.2 – Contrôle de l'équipement.....	96

<b>Tableau H.3 – Contrôle des procédures de production et des propriétés du béton .....</b>	<b>96</b>
<b>Tableau M.1 - Classe de surveillance .....</b>	<b>104</b>
<b>Tableau M.2 - Principaux contrôles sur chantier et fréquences minimales requises .....</b>	<b>105</b>
<b>Tableau M.4 - Equipement de contrôle du béton .....</b>	<b>107</b>
<b>Tableau M.5 - Critères d'identification des résistances déterminées sur cubes prélevés sur chantier, confectionnés et conservés suivant l'EN 12390-2.....</b>	<b>108</b>
<b>Tableau N.1 : Catégories de bétons en fonction de combinaisons de classes d'exposition pour des domaines d'utilisation courants et classe(s) de résistance possible(s) .....</b>	<b>116</b>
<b>Tableau N.2.1 : Possibilités de combinaisons entre classes de résistance et catégories .....</b>	<b>117</b>
<b>Tableau N.2.2 : Valeurs limites applicables à la composition et aux propriétés du béton par catégorie de béton .....</b>	<b>118</b>
<b>Tableau N.3 : Dénomination des catégories pour la spécification de béton .....</b>	<b>119</b>



## Avant-propos

La norme européenne EN 206-1 : 2000 a été élaborée par le Comité Technique CEN TC 104 «Béton et produits relatifs au béton» dont le secrétariat est tenu par le DIN.

La norme européenne EN 206-1 : 2000 remplace l'ENV 206 :1990.

Cette norme européenne devra recevoir le statut de norme nationale, soit par publication d'un texte identique, soit par entérinement, au plus tard en juin 2001, et toutes les normes nationales en contradiction devront être retirées au plus tard en décembre 2003.

Selon le Règlement Intérieur du CEN/CENELEC, les instituts de normalisation nationaux des pays suivants sont tenus de mettre cette norme européenne en application: Allemagne, Autriche, Belgique, Danemark, Espagne, Finlande, France, Grèce, Irlande, Islande, Italie, Luxembourg, Norvège, Pays-Bas, Portugal, République Tchèque, Royaume-Uni, Suède et Suisse.

L'EN 206-1 : 2000 ainsi que différentes parties du ENV 13670-1 (Exécution des structures en béton) annulent et remplacent la prénorme européenne ENV 206:1990 "Béton -Performance, production, mise en place et critères de conformité" qui a servi de base à la préparation de l'EN 206-1 : 2000.

En particulier, la préparation de la présente norme a donné lieu à la révision des points suivants:

- extension du système de classification du béton, principalement par rapport aux conditions environnementales;
- exigences pour la durabilité;
- extension des classes de résistance;
- classes de résistance pour le béton léger;
- prise en compte des additions dans la détermination du rapport eau/ciment et de la teneur en ciment;
- identification de la répartition des responsabilités techniques entre le prescripteur, le producteur et l'utilisateur;
- réexamen de la précision du matériel de pesage;
- réexamen des exigences de cure;
- dispositions relatives aux essais de conformité et aux critères de conformité et aux essais d'identification;
- dispositions relatives à l'évaluation de la conformité.

Les aspects relatifs à l'exécution ont été en général, transférés dans le CDC-BET.

Le contexte de fonctionnement de la présente norme est illustré à la Figure 1.

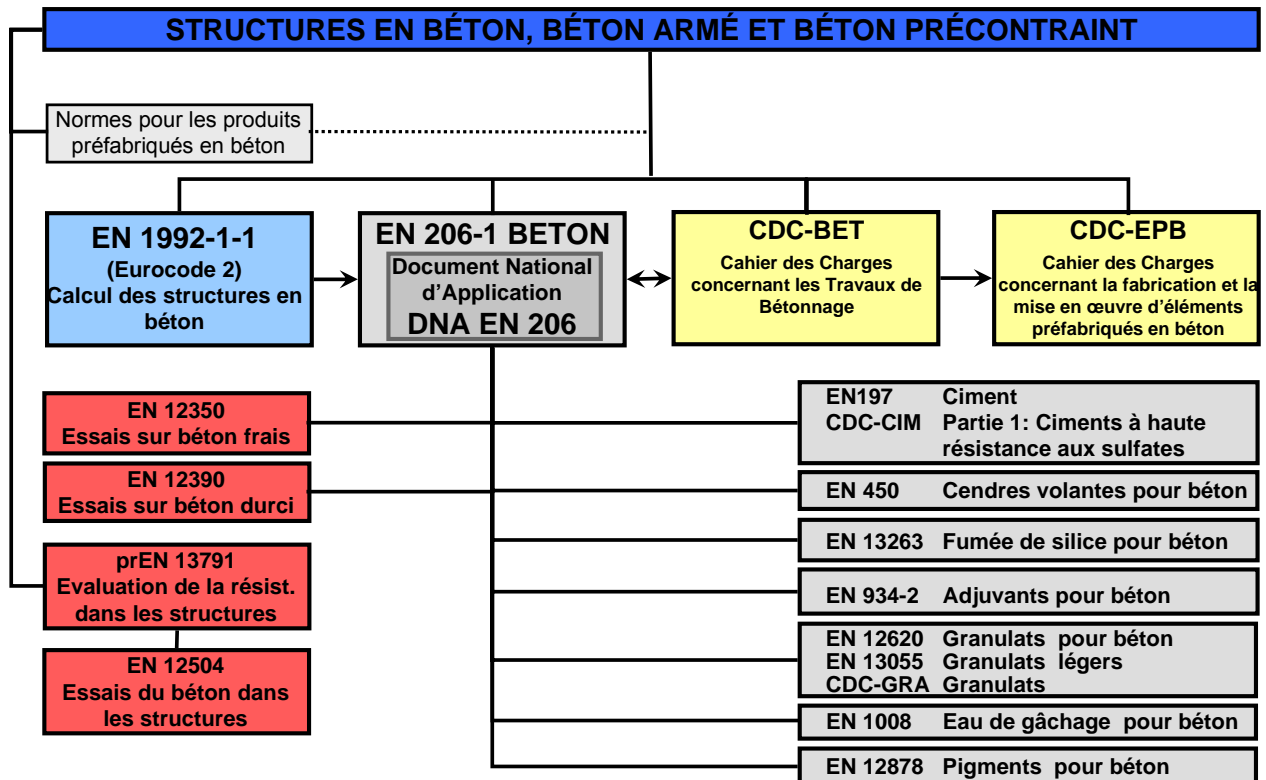
La présente norme ne peut être utilisée qu'en association avec les normes produites relatives aux constituants (ciment, granulats, additions, adjuvants et eau de gâchage) et aux méthodes d'essai du béton correspondantes. Ces normes de produits et d'essais sont en préparation au CEN, mais elles ne seront pas toutes disponibles en tant que normes européennes à la date de publication de la présente norme. Pour cette raison, la date de retrait (dow) des normes nationales en contradiction avec la présente norme coïncidera avec la date à laquelle les normes énumérées ci-après, ainsi que les normes de méthodes d'essai correspondantes, seront disponibles et

prises en application en tant que normes européennes ou internationales, selon les cas, ou qu'elles auront le statut requis par la présente norme.

EN 197-1	Ciment -Composition, spécifications et critères de conformité - Partie 1 : Ciments courants.
EN 197-4	Ciment - Composition, spécification et critères de conformité - Partie 4 : Ciments de haut fourneau et à faible résistance à court terme
EN 450	Cendres volantes pour béton -Définitions, exigences et contrôle de qualité.
EN 934-2	Adjuvants pour béton, mortiers et coulis -Partie 2 : Adjuvants pour béton -Définitions et exigences.
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 de processus de l'industrie du béton, telle que l'eau de gâchage pour béton.
EN 12390-3	Essais pour béton durci – Partie 3 : Résistance à la compression des éprouvettes
EN 12620	Granulats pour béton, incluant les bétons de chaussée.
EN 13055-1	Granulats légers - Partie 1 : Granulats légers pour bétons et mortiers.
EN 13263	Fumée de silice pour béton -Terminologie, spécifications et contrôle de conformité.

Les annexes A, B, C, F, K, L et M sont normatives. Les annexes D, E, H, J et N  
sont informatives.

**Figure 1 - Relations entre l'EN 206-1 et les normes pour la conception et l'exécution, ainsi que les normes relatives aux constituants et les normes d'essais  
(cadre normatif 'Béton')**



## Introduction

La norme européenne EN 206-1 est destinée à être appliquée en Europe, dans des conditions climatiques et géographiques diverses, avec différents niveaux de protection, et différentes traditions et expériences régionales bien établies. C'est pourquoi des classes de bétons et de propriétés du béton ont été introduites dans la présente norme. Lorsque de telles solutions générales n'ont pu être trouvées, les articles concernés autorisent l'application des normes nationales ou des dispositions en vigueur là où le béton est utilisé.

Lors de l'élaboration de cette Norme européenne, une attention particulière a été apportée à une approche performantielle pour les spécifications concernant la durabilité. Pour cela un recensement des méthodes de formulations fondées sur la performance et des méthodes d'essai a été effectué. Toutefois le CEN/TC 104 a conclu que ces méthodes n'ont pas encore atteint un degré de développement suffisant pour être décrites en détail dans cette norme. Cependant il prend acte que certains états membres ont atteint un niveau de confiance suffisant dans des essais et des critères locaux. Pour cette raison la présente norme permet la continuation et le développement de telles pratiques valides sur le lieu d'utilisation du béton en tant qu'alternative à l'approche prescriptive. CEN/TC 104 continuera à développer des méthodes performantielles pour l'évaluation de la durabilité au niveau européen.

Cette Norme européenne contient des règles d'utilisation des constituants qui sont couverts par une norme européenne. Les autres co-produits de procédés industriels, les matériaux recyclés, etc. sont, pour les emplois courants, fondés sur l'expérience locale. Jusqu'à l'élaboration et la mise à disposition de normes européennes pour ces produits, cette norme ne contiendra pas de règles pour leur usage mais fera référence aux normes nationales ou aux dispositions valides sur le lieu d'utilisation du béton.

Cette 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 de la conformité et du contrôle de production, articles 8 et 9. L'utilisateur est responsable de la mise en place du béton dans la structure. En pratique, il peut se faire que plusieurs entités spécifient des exigences à différents stades de la conception et de la construction, par exemple le client, le concepteur, l'entrepreneur, le sous-traitant responsable du bétonnage. Chacun est responsable de transmettre les exigences spécifiées en même temps que les 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". Inversement, le prescripteur, le producteur et l'utilisateur peuvent être la même personne (par exemple 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 et il doit fournir les spécifications au producteur. Cette norme européenne traite également des échanges d'informations nécessaires entre les différentes personnes. Les questions contractuelles ne sont pas abordées. Lorsque des responsabilités sont attribuées aux parties en cause, ce ne sont que des responsabilités techniques.

Les notes dans les tableaux et les notes de bas de tableaux de cette norme sont normatives sauf spécifications contraires, 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 par exemple des rapports CEN.

## 1. Domaine d'application

Le présent document est une combinaison de la norme européenne EN 206 « Béton » et du Document National d'Application luxembourgeois DNA EN 206. Il constitue l'application de la norme européenne EN 206-1 au Luxembourg et s'applique au béton destiné aux structures coulées en place, aux structures préfabriquées, aux éléments de structure préfabriqués pour bâtiments et structures de génie civil.

Le béton peut être du béton fabriqué sur chantier, du béton prêt à l'emploi ou du béton fabriqué dans une usine de production de produits préfabriqués.

La présente norme spécifie les exigences applicables:

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

La présente norme européenne s'applique uniquement aux bétons compactés de telle manière que la quantité d'air occlus autre que l'air entraîné soit négligeable. La présente norme s'applique au béton de masse volumique normale, au béton lourd et au béton léger.

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 par rapport à la présente norme.

Des exigences complémentaires ou différentes peuvent être données dans d'autres parties de cette norme ou dans d'autres normes européennes spécifiques, par exemple:

- béton destiné aux routes et autres aires de circulation;
- béton utilisant d'autres matériaux (par exemple: fibres) ou des constituants non couverts en 5.1;
- béton avec une taille maximale de granulats inférieure ou égale à 4 mm (mortier);
- technologies spéciales (par exemple: béton projeté);
- béton pour le stockage de déchets liquides et gazeux;
- béton pour des réservoirs de stockage de substances polluantes;
- béton pour les structures massives (par exemple: barrages)
- -béton prémélangé à sec.

**Note:** Aussi longtemps que ces normes ne seront pas disponibles, les dispositions valides sur le lieu d'utilisation peuvent être appliquées. Des normes européennes sont en préparation pour:

- le béton destiné aux routes et autres aires de circulation;

- le béton projeté.

Cette norme s'applique également aux bétons autoplaçants (BAP) et aux bétons fabriqués avec des granulats provenant de bétons recyclés, pour autant que l'aptitude à l'emploi de ces granulats soit certifiée et contrôlée suivant les critères appliqués aux granulats naturels.

Cette norme ne s'applique pas:

- au béton aéré;
- au béton mousse;
- au béton à structure ouverte (bétons caverneux);
- au béton de masse volumique inférieure à  $800 \text{ kg/m}^3$ ;
- au béton réfractaire.

Cette norme ne couvre pas les exigences relatives à la santé et à la sécurité pour la protection des opérateurs lors de la production et de la livraison de béton.

## 2. Références normatives et informatives

### 2.1. Références normatives

Cette Norme européenne comporte par référence datée ou non datée des dispositions issues d'autres publications. Ces références normatives sont citées aux endroits appropriés dans le texte et les publications sont énumérées ci-après. Pour les références datées, les amendements ou révisions ultérieurs de l'une quelconque de ces publications ne s'appliquent à cette Norme européenne que s'ils y ont été incorporés par amendement ou révision. Pour les références non datées, la dernière édition de la publication à laquelle il est fait référence s'applique (y compris les amendements).

Dans le cas de référence à une Norme européenne, les dispositions valides sur le lieu d'utilisation du béton peuvent être appliquées jusqu'à ce que la norme soit disponible.

EN 196-2	Méthodes d'essais des ciments -Partie 2: Analyse chimique des ciments.
EN 197-1	Ciments -Composition, spécifications et critères de conformité -Partie 1 : Ciments courants.
EN 197-4	Ciment - Composition, spécification et critères de conformité - Partie 4 : Ciments de haut fourneau et à faible résistance à court terme
EN 450	Cendres volantes pour béton -Définitions, exigences et contrôle de qualité.
EN 933-1	Essais pour déterminer les caractéristiques géométriques des granulats - Partie 1: Détermination de la granularité -Analyse granulométrique par tamisage.
EN 934-2	Adjuvants pour béton, mortiers et coulis -Partie 2 : Adjuvants pour béton - Définitions et exigences.
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 de 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 de granulats -Partie 3: Méthode pour la détermination de la masse volumique en vrac et de la porosité intergranulaire.
EN 1097-6	Essais pour déterminer les caractéristiques mécaniques et physiques des granulats -Partie 6: Détermination de la masse volumique réelle et du coefficient d'absorption d'eau.
EN 12350-1	Essai pour béton frais -Partie 1: Prélèvement.
EN 12350-2	Essai pour béton frais -Partie 2: Essai d'affaissement.
EN 12350-3	Essai pour béton frais -Partie 3: Essai Vébé.
EN 12350-4	Essai pour béton frais -Partie 4: Indice de serrage.
EN 12350-5	Essai pour béton frais -Partie 5: Essai d'étalement à la table à choc.
EN 12350-6	Essai pour béton frais -Partie 6: Masse volumique.
EN 12350-7	Essai pour béton frais -Partie 7: Teneur en air -Méthode de la compressibilité.
EN 12390-1	Essai pour béton durci -Partie 1: Forme, dimensions et autres exigences relatives aux éprouvettes et aux moules.
EN 12390-2	Essai pour béton durci -Partie 2: Confection et conservation des éprouvettes pour essais de résistance.
EN 12390-3	Essai pour béton durci -Partie 3: Résistance en compression des éprouvettes.
EN 12390-4	Essai pour béton durci – Partie 4: Résistance en compression – caractéristiques des machines d'essai

EN 12390-5	Essai pour béton durci – Partie 5: Résistance à la flexion sur éprouvettes
EN 12390-6	Essai pour béton durci -Partie 6: Résistance en traction par fendage d'éprouvettes.
EN 12390-7	Essai pour béton durci -Partie 7: Masse volumique du béton.
EN 12390-8	Essai pour béton durci – Partie 8: Profondeur de pénétration d'eau sous pression.
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 – Partie2 : Essais non destructifs – Détermination de l'indice de rebondissement.
EN 12504-3	Essais pour béton dans les structures – Partie3 : Détermination de la force d'arrachement.
EN 12504-4	Essais pour béton dans les structures – Partie4 : Détermination de la vitesse de propagation du son.
EN 12620	Granulats pour béton.
EN 12878	Pigments de coloration des matériaux de construction à base de ciment et de chaux -Spécifications et méthodes d'essais.
EN 13055-1	Granulats légers -Partie 1: Granulats légers pour bétons et mortiers.
EN 13263-1	Fumée de silice pour béton – Partie 1 : Définitions, exigences et critères de conformité
EN 13263-2	Fumée de silice pour béton – Partie 2 : Evaluation de la conformité
prEN 13577: 1999	Qualité de l'eau: Détermination de la teneur en dioxyde de carbone agressif.
EN 13791	Evaluation de la résistance à la compression du béton dans les structures ou les éléments structuraux.
EN 14216	Ciments - Composition, spécifications et critères de conformité de ciments spéciaux a très faible chaleur d'hydratation
EN 45501 :1992	Aspects métrologiques des instruments de pesage à fonctionnement non automatique.
ISO 2859-1: 1999	Règles d'échantillonnage pour les contrôles par attributs -Partie 1 : Plans d'échantillonnage pour les contrôles lot par lot, indexés d'après le niveau de qualité acceptable (NQA).
ISO 3951 :1994	Règles et tables d'échantillonnage pour les contrôles par mesures des pourcentages de non conformes.
ISO 4316	Agents de surface actifs -Détermination du pH des solutions aqueuses – Méthode potentiométrique.
ISO 7150-1	Qualité de l'eau -Dosage de l'ammonium -Partie 1: Méthode spectrométrique manuelle.
ISO 7150-2	Qualité de l'eau -Dosage de l'ammonium -Partie 2: Méthode spectrométrique automatique.
ISO 7980	Qualité de l'eau -Dosage du calcium et du magnésium -Méthode par spectrométrie d'absorption atomique.
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.
ASTM C 173	Méthode d'essai pour la détermination de l'air entraîné du béton frais par méthode volumétrique.
OIML R 117	Système de mesure pour liquides.
Directive 90/384/EEC	Directive du conseil du 20 juin 1990 pour l'harmonisation des règles des états membres concernant les équipements de pesée non automatiques.



Dans l'attente de normes européennes harmonisées ou non, il y a lieu d'ajouter :

CDC-CIM	Cahier des charges ciments- Partie 1 : Ciments à haute résistance aux sulfates.
CDC-GRA	Cahier des charges granulats et sables.
CDC-BET	Cahier des charges concernant les travaux de bétonnage.
CDC-EPB	Cahier des charges concernant la fabrication et la mise en œuvre d'éléments préfabriqués en béton.

## 2.2. Références informatives

CEN CR-Report 1901 :1995:

- Regional specifications and Recommendations for the avoidance of damaging alkali-silica reactions in concrete.

Directives du DAfStb :

- Richtlinie für Herstellung von Beton unter Verwendung von Restwasser, Restbeton und Restmörtel.
- Richtlinie für Beton mit verlängerter Arbeitszeit (Verzögerter Beton) – Eignungsprüfung, Herstellung, Verarbeitung und Nachbehandlung.
- Richtlinie Betonbau beim Umgang mit wassergefährdenden Stoffen.
- Richtlinie Beton mit rezykliertem Zuschlag.

DBV - Merkblätter :

- Zugabewasser für Beton.

## 2.3. Clause de reconnaissance mutuelle

Les bétons et les composants de béton provenant d'autres États membres de l'Union Européenne sont reconnus équivalents s'ils remplissent les exigences de l'EN 206-1 et du DNA EN 206.

Conformément à la décision 1/95 du Conseil d'association CE / Turquie du 22 décembre 1995 relative à la mise en place de la phase définitive de l'union douanière et aux articles 11 et 13 de l'accord sur l'Espace économique européen (EEE), cette clause de reconnaissance mutuelle est étendue aux bétons et aux composants de béton en provenance de Turquie et des États de l'Association européenne de libre-échange (AELE) signataires de l'accord EEE.

### **3. Définitions, symboles et abréviations**

#### **3.1. Termes et définitions**

Pour les besoins de la présente Norme européenne, les termes et définitions suivantes s'appliquent.

##### **3.1.1. Béton**

Matériau formé par mélange de ciment, de sable, de gravillons et d'eau, et éventuellement d'adjuvants et d'additions, et dont les propriétés se développent par hydratation du ciment.

##### **3.1.2. Béton frais**

Béton entièrement mélangé et encore dans un état permettant de le compacter avec la méthode choisie.

##### **3.1.3. Béton durci**

Béton à l'état solide ayant acquis une résistance notable.

##### **3.1.4. Béton de chantier**

Béton produit sur le lieu de la construction par l'utilisateur du béton pour son propre usage.

##### **3.1.5. Béton prêt à l'emploi**

Béton délivré à l'état frais à l'utilisateur par une personne physique ou morale qui n'est pas l'utilisateur. Au sens de cette norme le béton prêt à l'emploi est également:

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

##### **3.1.6. Produit préfabriqué en béton**

Produit en béton dont le coulage et la cure sont effectués dans un lieu différent de celui où il sera utilisé.

##### **3.1.7. Béton de masse volumique normale**

Béton dont la masse volumique après séchage à l'étuve est supérieure à 2 000 kg/m<sup>3</sup> mais inférieure ou égale à 2 600 kg/m<sup>3</sup>.

##### **3.1.8. Béton léger**

Béton dont la masse volumique après séchage à l'étuve est supérieure ou égale à 800 kg/m<sup>3</sup> mais inférieure ou égale à 2 000 kg/m<sup>3</sup>. Il est produit entièrement ou partiellement à partir de granulats légers.

### **3.1.9. Béton lourd**

Béton dont la masse volumique après séchage à l'étuve est supérieure à 2 600 kg/m<sup>3</sup>.

### **3.1.10. Béton à haute résistance**

Béton appartenant à une classe de résistance à la compression supérieure à C50/60, s'agissant de béton de masse volumique normale ou de béton lourd, et supérieure à LC 50/55, s'agissant de béton léger.

### **3.1.11. Béton à propriétés spécifiées**

Béton pour lequel les propriétés requises et les caractéristiques supplémentaires sont spécifiées au producteur qui est responsable de fournir un béton qui satisfait à ces propriétés requises et à ces caractéristiques supplémentaires.

### **3.1.12. Béton à composition prescrite**

Béton pour lequel la composition du béton et les constituants à utiliser sont spécifiés au producteur qui est responsable de fournir un béton respectant cette composition prescrite.

### **3.1.13. Béton à composition prescrite dans une norme**

Béton à composition prescrite dont la composition est définie dans une norme applicable là où le béton est utilisé.

### **3.1.14. Famille de bétons**

Groupe de compositions de béton pour lesquelles une relation fiable entre les propriétés pertinentes a été démontrée; cette démonstration étant consignée par écrit et conservée.

### **3.1.15. Mètre cube de béton**

Quantité de béton frais qui, une fois compactée conformément à la méthode donnée dans l'EN 12350-6, occupe un volume d'un mètre cube.

### **3.1.16. Camion malaxeur**

Unité de malaxage du béton habituellement monté sur un châssis autopropulsé capable de malaxer et de délivrer un béton homogène.

### **3.1.17. Cuve agitatrice**

Équipement habituellement monté sur châssis autopropulsé et capable de conserver un béton frais homogène pendant le transport.

### **3.1.18. Cuve non agitatrice**

Équipement utilisé pour le transport du béton sans agitateur, dans le sens défini en 3.1.17, par exemple, camion à benne basculante ou trémie de transport.

### **3.1.19. Gâchée**

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

### **3.1.20. Charge**

Quantité de béton transporté dans un véhicule et comprenant une ou plusieurs gâchées.

### **3.1.21. Livraison**

Action de remise du béton frais par le producteur.

### **3.1.22. Adjuvant**

Produit ajouté au béton durant le processus de mélange, en petites quantités par rapport à la masse de ciment, pour modifier les propriétés du béton frais ou durci.

### **3.1.23. Addition**

Matériau minéral finement divisé utilisé dans le béton afin d'améliorer certaines propriétés ou pour lui conférer des propriétés particulières. Cette norme traite deux types d'additions minérales.

- les additions quasiment inertes (de Type I); et
- les additions à caractère pouzzolanique ou hydraulique latent (de Type II).

### **3.1.24. Granulat**

Matériau minéral granulaire apte à être utilisé dans du béton. Les granulats peuvent être naturels, artificiels, ou recyclés à partir de matériaux précédemment utilisés en construction.

### **3.1.25. Granulat courant**

Granulat ayant après séchage à l'étuve, une masse volumique  $> 2\ 000\ \text{kg/m}^3$  et  $< 3\ 000\ \text{kg/m}^3$  déterminée selon l'EN 1097-6.

### **3.1.26. Granulat léger**

Granulat d'origine minérale ayant après séchage à l'étuve, une masse volumique  $\leq 2000\ \text{kg/m}^3$  déterminée selon l'EN 1097-6, ou une masse volumique en vrac  $\leq 1200\ \text{kg/m}^3$ , déterminée selon l'EN 1097-3

### **3.1.27. Granulat lourd**

Granulat ayant après séchage à l'étuve, une masse volumique  $\geq 3\ 000\ \text{kg/m}^3$  déterminée selon l'EN 1097-6.

### **3.1.28. Ciment (liant hydraulique)**

Matériau minéral finement moulu qui, après avoir été mélangé avec de l'eau, forme une pâte qui fait prise et durcit par l'effet de réaction et processus d'hydratation, et qui, après durcissement, conserve sa résistance et sa stabilité même sous l'eau.

### **3.1.29. Teneur en eau totale**

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

### **3.1.30. Teneur en eau efficace**

Différence entre la quantité d'eau totale contenue dans le béton frais et la quantité d'eau absorbable par les granulats.

### **3.1.31. Rapport eau/ciment**

Rapport en masse de la teneur en eau efficace à la teneur en ciment dans le béton frais.

### **3.1.32. Résistance caractéristique**

Valeur de résistance en dessous de laquelle peuvent se situer 5 % de la population de tous les résultats des mesures de résistance possibles effectués pour le volume de béton considéré.

### **3.1.33. Air entraîné**

Bulles d'air microscopiques intentionnellement incorporées au béton lors du malaxage, habituellement par l'utilisation d'agents tensioactifs; les bulles sont pratiquement sphériques et leur diamètre est généralement compris entre 10  $\mu$  et 300  $\mu$ m.

### **3.1.34. Air occlus**

Vides d'air dans le béton qui ne sont pas intentionnellement créés.

### **3.1.35. Chantier**

Lieu où le travail de construction est réalisé.

### **3.1.36. Spécification**

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

### **3.1.37. Prescripteur**

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

### **3.1.38. Producteur**

Personne physique ou morale produisant du béton frais.

### **3.1.39. Utilisateur**

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

#### **3.1.40. Durée de vie**

Période durant laquelle le comportement du béton dans la structure demeurera à un niveau compatible avec les exigences de performance de la structure si celle-ci est correctement entretenue.

#### **3.1.41. Essai initial**

Essai ou essais destinés à vérifier, avant le début de la production, la façon dont un béton nouveau ou une nouvelle famille de bétons doit être formulée pour satisfaire, à l'état frais comme à l'état durci, à toutes les exigences spécifiées.

#### **3.1.42. Essai d'identification**

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

#### **3.1.43. Essai de conformité**

Essai effectué par le producteur pour évaluer la conformité du béton.

#### **3.1.44. Evaluation de conformité**

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

#### **3.1.45. Actions dues à l'environnement**

Les 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.

#### **3.1.46. Vérification**

Confirmation par examen de preuves objectives du respect des exigences spécifiées.

#### **3.1.47. Béton auto-plaçant (BAP)**

Le béton auto-plaçant 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.

#### **3.1.48. Teneur en fines**

Quantité totale de fines, exprimée en kg par m<sup>3</sup> de béton, calculée à partir de la somme de la teneur en ciment et de la teneur en fines  $\leq 0.125$  mm provenant des granulats et des additions.

### **3.1.49. Classes d'exposition**

Classification des conditions d'environnement chimiques et physiques, auxquelles le béton peut être exposé et qui peuvent influencer dans le temps la surface du béton, sa structure ou encore les armatures, indépendamment des hypothèses de calcul de dimensionnement.

### **3.1.50. Catégories de bétons**

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 absence de risque de corrosion ou d'attaque
XC...	Classe d'exposition pour le risque de corrosion par carbonatation
XD...	Classe d'exposition pour le risque de corrosion par les chlorures autres que ceux de l'eau de mer
XS...	Classe d'exposition pour le risque de la corrosion par les chlorures de l'eau de mer
XF...	Classe d'exposition pour l'attaque par le gel-dégel
XA...	Classe d'exposition pour les attaques d'origines chimiques
S1 à S5	Classes de consistance selon l'affaissement
V0 à V4	Classes de consistance selon l'essai Vébé
C0 à C3	Classes de consistance selon l'indice de serrage
F1 à F6	Classes de consistance selon le diamètre de l'essai d'écoulement
C.../....	Classes de résistance à la compression dans le cas des bétons normaux et lourds
LC.../...	Classes de résistance à la compression dans le cas des bétons légers
$f_{ck,cyl}$	Résistance caractéristique en compression du béton déterminée par essais sur éprouvettes cylindriques
$f_{c,cyl}$	Résistance en compression du béton déterminée par essais sur éprouvettes cylindriques
$f_{ck,cube}$	Résistance caractéristique en compression du béton déterminée par essais sur éprouvettes cubiques
$f_{c,cube}$	Résistance en compression du béton déterminée par essais sur éprouvettes cubiques
$f_{cm}$	Résistance moyenne en compression du béton
$f_{cm,j}$	Résistance moyenne en compression du béton à (j) jours
$f_{ci}$	Résultat d'essai individuel de résistance en compression du béton
$f_{tk}$	Résistance caractéristique en traction par fendage du béton
$f_{tm}$	Résistance moyenne en traction par fendage du béton
$f_{ti}$	Résultat d'essai individuel de résistance en traction par fendage du béton
D...	Classe de densité du béton léger
$D_{max}$	Dimension nominale supérieure du plus gros granulat
CEM...	Type de ciment selon la série EN 197
$\sigma$	Estimation de l'écart type d'une population
$s_n$	Écart type de n résultats d'essai consécutifs
NQA	Niveau de qualité acceptable (voir ISO 2859-1)
w/c	Rapport eau/ciment
k	Facteur qui prend en compte l'activité d'une addition de type II
e	Echelon de vérification de l'équipement de pesée
m	Charge exercée sur l'équipement de pesée
n	Nombre



## 4. Classification

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

Ces actions dues à l'environnement sont réparties en classes d'exposition dans le Tableau 1. Les exemples sont donnés à titre informatif.

Les classes XS1, XS2 et XS3, qui font référence à l'eau de mer, ne sont pas d'application au Luxembourg.

Les valeurs limites pour les classes d'exposition aux attaques chimiques des sols naturels et aux eaux souterraines données dans le tableau 2 s'appliquent également aux eaux non souterraines en contact avec la surface du béton.

**Note:** Le choix des classes d'exposition dépend des dispositions en vigueur là où le béton est utilisé. Cette classification des expositions n'exclut pas la prise en compte des conditions particulières existant là où le béton est utilisé, 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.

Le béton peut être soumis à plusieurs des actions décrites au Tableau 1; dans ce cas, les conditions environnementales auxquelles il est soumis, peuvent nécessiter d'être exprimées sous la forme de combinaison de classes d'exposition.

Pour un élément de structure donné, différentes surfaces de béton peuvent être soumises à différentes actions dues à l'environnement.

**Tableau 1 – Classes d'exposition**

Désignation de la classe	Description de l'environnement	Exemples informatifs illustrant le choix des classes d'exposition
<b>1. Aucun risque de corrosion ni d'attaque</b>		
XO	Béton non armé et sans pièces métalliques noyées: toutes les expositions sauf en cas de gel dégel, d'abrasion et d'attaques chimiques	
	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
<b>2. Corrosion induite par carbonation</b>		
<p>Lorsque le béton contenant des armatures ou des pièces métalliques noyées est exposé à l'air et à l'humidité, les différentes classes d'exposition sont classifiées ci-après:</p> <p><b>Note:</b> On entend par condition d'humidité celle du béton recouvrant les armatures ou les pièces métalliques noyées, mais, dans de nombreux cas, cette humidité peut être considéré comme le reflet de l'humidité ambiante. Dans ces cas-là, une classification fondée sur les différents milieux ambiants peut être appropriée; il peut ne pas en être de même s'il existe une barrière entre le béton et son environnement.</p>		
XC1	Sec ou humide en permanence	<p>Béton à l'intérieur de bâtiments où le taux d'humidité de l'air ambiant est faible.</p> <p>Béton submergé en permanence dans de l'eau</p>
XC2	Humide, rarement sec	<p>Surfaces de béton soumises au contact à long terme de l'eau.</p> <p>Un grand nombre de fondations</p>
XC3	Humidité modérée	<p>Béton à l'intérieur de bâtiments où le taux d'humidité de l'air ambiant est moyen ou élevé.</p> <p>Béton extérieur abrité de la pluie</p>
XC4	Alternance d'humidité et de séchage	Surfaces soumises au contact de l'eau, mais n'entrant pas dans la classe d'exposition XC2
<b>3. Corrosion induite par les chlorures, ayant une origine autre que marine</b>		
<p>Lorsque le béton contenant des armatures ou des pièces métalliques noyées est soumis au contact d'une eau ayant une origine autre que marine, contenant des chlorures, y compris des sels de déverglaçage, les différentes classes d'exposition sont classées comme suit:</p> <p><b>Note:</b> A propos des conditions d'humidité, voir aussi la section 2 de ce tableau</p>		
XD1	Humidité modérée	Surfaces de bétons exposées à des chlorures transportés par voie aérienne
XD2	Humide, rarement sec	<p>Piscines.</p> <p>Béton exposé à des eaux industrielles contenant des chlorures</p>
XD3	Alternance d'humidité et de séchage	<p>Eléments de ponts exposés à des projections contenant des chlorures; Chaussées.</p> <p>Dalles de parc de stationnement de véhicules</p>

« à suivre »

**Tableau 1 (suite et fin)**

Désignation de la classe	Description de l'environnement	Exemples informatifs illustrant le choix des classes d'exposition
<b>4. Corrosion induite par les chlorures présents dans l'eau de mer</b>		
Lorsque le béton contenant une armature ou des pièces métalliques noyées est soumis au contact des chlorures présents dans l'eau de mer ou à l'action de l'air véhiculant du sel marin, les différentes classes d'exposition sont:		
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	Eléments de structures marines
XS3	Zones de marnage, zones soumises à des projections ou à des embruns	Eléments de structures marines
<b>5. Attaque gel/dégel avec ou sans agent de déverglaçage</b>		
Lorsque le béton est soumis à une attaque significative due à des cycles de gel/dégel alors qu'il est mouillé, les différentes classes d'exposition sont:		
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 agents 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 et surfaces de bétons verticales directement exposées aux projections d'agents de déverglaçage et au gel : Zones des structures marines soumises aux projections et exposées au gel
<b>6. Attaques chimiques</b>		
Lorsque le béton est exposé aux attaques chimiques, se produisant dans les sols naturels, les eaux de surface, les eaux souterraines, comme indiqué au Tableau 2, les classes d'exposition doivent être données ci-après. La classification de l'eau de mer dépend de la localisation géographique, par conséquent la classification valide sur le lieu d'utilisation du béton s'applique.		
<b>Note:</b> Une étude particulière peut être nécessaire pour déterminer la classe d'exposition adéquate dans les environnements tels que: n'entrant pas dans les limites du Tableau 2; contenant d'autres substances chimiques agressives; sol ou eau polluée chimiquement; présentant une vitesse d'écoulement de l'eau élevée, en combinaison avec certaines substances chimiques du Tableau 2.		
XA1	Environnement à faible agressivité chimique, selon le Tableau 2	
XA2	Environnement d'agressivité chimique modérée, selon le Tableau 2	
XA3	Environnement à forte agressivité chimique, selon le Tableau 2	

**Tableau 2 – Valeurs limites pour les classes d'exposition correspondant aux attaques des sols naturels et eaux souterraines**

Les environnements chimiques agressifs classés ci-dessous sont fondés sur des sols et eaux souterraines naturels à une température eau/sol 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 conduisant à l'agression la plus élevée.				
Lorsqu'au moins deux caractéristiques agressives conduisent 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.				
Caractéristique chimique	Méthode d'essai de référence	XA1	XA2	XA3
Eaux de surfaces et souterraines				
SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> 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 <sub>2</sub> agressif, en mg/l	prEN 13577: 1999	≥ 15 et ≤ 40	> 40 et ≤ 100	> 100 jusqu'à saturation
NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> , en mg/l	ISO 7150-1 ou ISO 7150-2	≥ 15 et ≤ 30	> 30 et ≤ 60	> 60 et ≤ 100
Mg <sub>2</sub> <sup>+</sup> , en mg/l	ISO 7980	≥ 300 et ≤ 1 000	> 1 000 et ≤ 3 000	> 3 000 jusqu'à saturation
Sol				
SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> mg/kg <sup>a</sup> total	EN 196-2 <sup>b</sup>	≥ 2 000 et ≤ 3 000 <sup>c</sup>	> 3 000 <sup>c</sup> et ≤ 12 000	> 12 000 et ≤ 24 000
Acidité ml/kg	DIN 4030-2	> 200 Baumann Gully	N'est pas rencontré dans la pratique	
<sup>a</sup> Les sols argileux dont la perméabilité est inférieure à 10-5 m/s peuvent être classés dans une classe inférieure.				
<sup>b</sup> La méthode d'essai prescrit l'extraction du SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> à l'acide chlorhydrique; alternativement il est possible de procéder à cette extraction à l'eau si c'est l'usage sur le lieu d'utilisation du béton.				
<sup>c</sup> La limite doit être ramenée de 3 000 mg/kg à 2000 mg/kg, en cas de risque d'accumulation d'ions sulfate dans le béton due à l'alternance de périodes sèches et de périodes humides, ou par remontée capillaire.				

## 4.2. Béton frais

### 4.2.1. Classes de consistance

Les Tableaux 3, 4, 5 ou 6 sont applicables dans le cas où la consistance du béton est classifiée.

**Note:** Il n'existe pas de relation directe entre les classes de consistance indiquées dans les Tableaux 3 à 6. Dans certains cas particuliers, la consistance peut également être spécifiée au moyen de valeurs cibles. Pour les bétons à consistance terre humide, c'est à dire un béton à faible teneur en eau étudié pour être compacté avec un procédé particulier, la consistance n'est pas classifiée.

**Tableau 3 – Classes d'affaissement**

Classe	Affaissement en mm
S1	de 10 à 40
S2	de 50 à 90
S3	de 100 à 150
S4	de 160 à 210
S5 <sup>1)</sup>	≥ 220

<sup>1)</sup> Voir la note du 5.4.1

**Tableau 4 – Classes Vébé**

Classe	Vébé en s
V0 <sup>1)</sup>	≥ 31
V1	de 30 à 21
V2	de 20 à 11
V3	de 10 à 6
V4 <sup>1)</sup>	de 5 à 3

<sup>1)</sup> Voir la note du 5.4.1

**Tableau 5 – Classes de serrage**

Classe	Indice de serrage
C0 <sup>1)</sup>	≥ 1,46
C1	de 1,45 à 1,26
C2	de 1,25 à 1,11
C3	de 1,10 à 1,04
C4 <sup>a)</sup>	< 1,04

<sup>1)</sup> Voir la note du 5.4.1

<sup>a)</sup> La classe C4 s'applique uniquement au béton léger

**Tableau 6 – Classes d'étalement**

Classe	Diamètre d'étalement en mm
F1 <sup>1)</sup>	≤ 340
F2	de 350 à 410
F3	de 420 à 480
F4	de 490 à 550
F5	de 560 à 620
F6 <sup>1)</sup>	≥ 630

<sup>1)</sup> Voir la note du 5.4.1

#### 4.2.2. Classes en fonction de la dimension maximale des granulats

Lorsque le béton est classé selon la dimension maximale des granulats, la classification doit se faire à partir de la dimension nominale supérieure du plus gros granulat présent dans le béton ( $D_{max}$ ) conformément à l'EN 12620.

**Note:** D est la dimension maximale du tamis par laquelle la dimension des granulats est déterminée selon EN 12620.

### 4.3. Béton durci

#### 4.3.1. Classes de résistance à la compression

Lorsque le béton est classé selon sa résistance à la compression, le Tableau 7 est applicable s'il s'agit de bétons de masse volumique normale et de bétons lourds, ou le Tableau 8, s'il s'agit de bétons légers. La valeur  $f_{ck-cyl}$  est la résistance caractéristique exigée à 28 jours mesurée sur des cylindres de 150 mm de diamètre sur 300 mm de haut, et la valeur  $f_{ck-cube}$  à la résistance caractéristique exigée à 28 jours mesurée sur des cubes de 150 mm de côté.

**Note:** Dans certains cas particuliers, il est possible d'utiliser des niveaux de résistance intermédiaires par rapport aux valeurs indiquées dans les Tableaux 7 et 8, si ceci est permis par les normes de calcul correspondantes.

**Tableau 7 – 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 <sup>2</sup>	Résistance caractéristique minimale sur cubes $f_{ck-cube}$ N/mm <sup>2</sup>
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 8 – Classes de résistance pour les bétons légers**

<b>Classe de résistance à la compression</b>	<b>Résistance caractéristique minimale sur cylindres</b> <i>f<sub>ck-cyl</sub></i> N/mm <sup>2</sup>	<b>Résistance caractéristique minimale sur cubes<sup>a)</sup></b> <i>f<sub>ck-cube</sub></i> N/mm <sup>2</sup>
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
<sup>a)</sup> D'autres valeurs peuvent être utilisées si une relation avec la valeur de référence sur cylindre est établie et documentée avec une précision suffisante.		

#### 4.3.2. Classes de masse volumique pour le béton léger

Lorsque le béton léger est classé selon sa masse volumique, le Tableau 9 est applicable.

**Tableau 9 – Classification de la masse volumique du béton léger**

<b>Classe de masse volumique</b>	D 1,0	D 1,2	D 1,4	D 1,6	D 1,8	D2,0
<b>Plages de masse volumique en kg/m<sup>3</sup></b>	≥ 800 et ≤ 1000	> 1000 et ≤ 1200	> 1200 et ≤ 1400	> 1400 et ≤ 1600	> 1600 et ≤ 1800	> 1800 et ≤ 2000

**Note:** Il est également possible de spécifier la masse volumique du béton léger en termes de valeur cible.

## 5. Exigences relatives au béton et méthodes de vérification

### 5.1. Exigences de base relatives aux constituants

#### 5.1.1. Généralités

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 être aptes à l'emploi pour l'utilisation envisagée du béton.

Lorsque l'aptitude générale à l'emploi d'un constituant est établie, cela ne signifie pas qu'il puisse être utilisé dans tous les cas ou quelle que soit la composition du béton.

Seuls les constituants dont l'aptitude à l'emploi pour l'utilisation prescrite est établie doivent être utilisés dans les bétons conformes à l'EN 206-1.

**Note:** En l'absence de norme européenne pour un constituant particulier faisant spécifiquement référence à l'utilisation de ce constituant dans du béton conforme à l'EN 206-1 ou lorsqu'une norme européenne existante ne traite pas d'un produit particulier ou 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 l'EN 206-1;
- par une norme luxembourgeoise, DIN ou NBN pour autant que les dispositions de celle-ci soit compatible avec les dispositions du présent document.

#### 5.1.2. Ciments

L'aptitude générale à l'emploi est établie pour les ciments conformes EN 197-1.

Les ciments à haute résistance aux sulfates doivent être conformes aux CDC-CIM Partie 1 : Ciments à haute résistance aux sulfates.<sup>1</sup>

Pour le bétonnage par temps chaud suivant l'article 5.2.6 du CDC-BET on utilisera un ciment refroidi à une température inférieure ou égale à + 60°C afin de contribuer à limiter la température du béton frais à une température inférieure ou égale à + 30°C.

Dans le cas des bétons destinés à être mis en œuvre en grande masse, le choix s'orientera vers des ciments à faible chaleur d'hydratation.

#### 5.1.3. Granulats

L'aptitude générale à l'emploi est établie pour:

- les granulats de masse volumique normale et les granulats lourds conformes à l'EN 12620;
- les granulats légers conformes à l'EN 13055-1.

Les granulats de masse volumique normale doivent être certifiés conformes à l'EN 12620 : Granulats pour béton et au CDC-GRA Granulats et sables. Ils doivent bénéficier d'une certification valable délivrée par un organisme agréé ou être soumis

---

<sup>1</sup> Voir également article 2.3



par le producteur aux contrôles prévus par le règlement du CDC-GRA pour la certification des granulats et sables.

Les granulats de béton recyclé sont soumis à une certification d'aptitude à l'emploi par un organisme agréé dans le cadre de la directive Beton mit rezykliertem Zuschlag du DAfStb.<sup>2</sup>

#### 5.1.4. Eau de gâchage

L'aptitude générale à l'emploi est établie pour l'eau de gâchage et les eaux de lavage récupérées de la production du béton, conformes à l'EN 1008, et aux directives du DAfStb Richtlinie für Herstellung von Beton unter Verwendung von Restwasser, Restbeton und Restmörtel ainsi qu'au DBV Merkblatt Zugabewasser für Beton.

Sont considérées comme eaux de gâchage aptes à l'emploi dans les bétons:

- eau potable;
- eau de rivière ou de fleuve, pour autant qu'elle ne contienne pas de matières organiques ou inorganiques qui pourraient influencer négativement la prise et le durcissement du ciment ou qui risqueraient d'augmenter le risque de corrosion des armatures. En cas de doute, une étude démontrant l'aptitude de l'eau est à réaliser;
- eau de recyclage du béton, uniquement en forte dilution avec les eaux reprises ci-dessus.

L'eau de gâchage doit être propre, non polluée et ne doit chimiquement pas modifier le temps de prise des bétons.

#### 5.1.5. Adjuvants

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

Les adjuvants employés doivent être certifiés par un organisme agréé.

La compatibilité des adjuvants avec le ciment employé et la combinaison de plusieurs adjuvants doivent être vérifiées par des essais initiaux.

Ils ne peuvent pas être utilisés dans le but de réduire la teneur minimale en ciment prescrite suivant le tableau F.2. Ils doivent être exempts de chlorures pour les bétons armés.

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

L'aptitude générale à l'emploi comme addition de Type I (voir 3.1.23) est établie :

- pour les fillers conformes à l'EN 12620 ;
- pour les pigments conformes l'EN 12878

Les additions de type I doivent être certifiées conforme par un organisme agréé.

Pour les autres additions de type I, l'aptitude à l'emploi doit faire l'objet d'un agrément technique européen.

L'aptitude générale à l'emploi comme addition de Type II (voir 3.1.23) est établie :

- pour les cendres volantes conformes à l'EN 450 ;

---

<sup>2</sup> voir également article 2.3.

- pour les fumées de silice conformes à l'EN 13263

Les additions de type II doivent être certifiées conforme par un organisme agréé.

Pour les autres additions de type II, l'aptitude à l'emploi doit faire l'objet d'un agrément technique européen.

## 5.2. Exigences de base pour la composition du béton

### 5.2.1. Généralités

La composition du béton et les constituants des bétons à propriétés spécifiées doivent être choisis (voir 6.1) de manière à satisfaire aux exigences spécifiées pour le béton frais et durci, y compris la consistance, la masse volumique, la résistance, la durabilité, la protection contre la corrosion des pièces en acier noyées, tout en tenant compte du procédé de production et de la méthode choisie pour l'exécution des ouvrages en béton.

Lorsque ce n'est pas précisé dans la spécification, le producteur doit sélectionner les types et les classes de constituants parmi ceux dont l'aptitude à l'emploi est établie pour les conditions d'environnement spécifiées.

**Note 1:** Il convient de formuler le béton en vue de minimiser les phénomènes de ségrégation et de ressuage du béton frais, sauf prescriptions contraires.

**Note 2:** En général, les propriétés du béton requises pour son utilisation dans une structure ne seront atteintes qu'en respectant certaines procédures d'exécution concernant le béton frais sur le lieu d'utilisation. Aussi, outre les exigences stipulées dans la présente norme, il convient que les exigences relatives au transport, à la mise en place, au compactage, à la cure et aux traitements ultérieurs soient prises en compte avant de spécifier le béton (voir CDC-BET ou d'autres normes pertinentes). Ces exigences sont souvent interdépendantes. Si toutes ces exigences sont satisfaites, toute différence entre la qualité du béton dans la structure et celle des éprouvettes d'essai normalisées, sera prise en compte par le coefficient partiel de sécurité du matériau (voir l'EN 1992-1-1).

Pour les bétons à composition prescrite dans une norme, la composition est limitée à:

- des granulats naturels de masse volumique normale;
- des additions en poudre à condition qu'elles ne soient pas prise en compte pour calculer le dosage en ciment et le rapport eau/ciment;
- des adjuvants, à l'exception des entraîneurs d'air;
- des compositions remplissant les critères des tests initiaux décrits en A.5 annexe A.

**Note 3:** Les dispositions valides sur le lieu d'utilisation peuvent lister les types et classes de constituants dont l'aptitude à l'emploi est établie pour l'environnement local.

Les granulats employés dans les bétons de hautes performances doivent être des granulats de dureté adaptée.

### 5.2.2. Choix du ciment

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 finale du béton;
- les conditions de cure (par exemple chauffage);
- les dimensions de la structure (développement de chaleur);
- les agressions environnementales auxquelles la structure est exposée (voir 4.1);
- la réactivité potentielle des granulats aux alcalins des constituants.

Le tableau T1 ci-après donne un résumé des caractéristiques des ciments traditionnellement employés au Luxembourg avec indication des domaines d'aptitude et des domaines dans lesquels leur emploi est déconseillé.

**Tableau T1 - Caractéristiques des ciments traditionnellement employés au Luxembourg et exemples de domaines d'utilisation**

Désignation du ciment	Résistance au jeune âge	Développement de la chaleur d'hydratation	Durcissement ultérieur	Utilisations particulières	Contre-indications	Observations particulières
CEM I 52,5 N	●●●●●	●●●●●	●●●●●	Préfabrication Bétonnage par temps froid	Béton de masse Bétonnage par temps chaud Mortiers, chapes, enduits	
CEM I 42,5 R	●●●●●	●●●●●	●●●●●	Préfabrication Bétonnage par temps froid	Béton de masse Bétonnage par temps chaud	
CEM I 42,5 R HRS	●●●●●	●●●●●	●●●●●	Préfabrication Bétonnage par temps froid Béton résistant aux sulfates	Béton de masse Bétonnage par temps chaud	
CEM II/B-S 42,5 N	●●●●●	●●●●●	●●●●●	ciment polyvalent particulièrement adapté au BPE		
CEM II/B-S 32,5 R	●●●●●	●●●●●	●●●●●	Mortiers, chapes, enduits	Béton haute résistance	Ciment utilisé en sacs sur chantier
CEM III/A 52,5 L	●●●●●	●●●●●	●●●●●	Particulièrement adapté à la confection de béton apparent de teinte claire en BPE et en préfabrication		
CEM III/A 32,5 N	●●●●●	●●●●●	●●●●●	Béton de masse Bétonnage par temps chaud	Bétonnage par temps froid Béton haute résistance Chapes, enduits	Demande une cure prolongée
CEM III/B 32,5 N FCH HRS	●●●●●	●●●●●	●●●●●	Béton de masse Bétonnage par temps chaud Béton en milieu agressif, résistant aux sulfates	Bétonnage par temps froid Béton haute résistance Chapes, enduits	Demande une cure prolongée

Pour les restrictions d'utilisation de différentes qualités de ciment dans la confection de béton suivant les différentes classes d'exposition voir sous 5.3.2. du présent document.

### 5.2.3. Utilisation des granulats

#### 5.2.3.1. Généralités

Le type, la dimension et les catégories de granulats, concernant par exemple l'aplatissement, la résistance au gel-dégel, l'abrasion, la résistance, la teneur en fines, etc. doivent être sélectionnés en tenant compte de:

- l'exécution de l'ouvrage;
- l'utilisation finale du béton;
- les conditions environnementales auxquelles sera soumis le béton;
- toutes les exigences pour les granulats apparents ou les granulats pour bétons talochés.

Le maximum de la dimension nominale supérieure des granulats ( $D_{max}$ ) sera sélectionné en prenant en compte l'épaisseur de recouvrement et la dimension minimale des sections.

Les fuseaux granulométriques pour les bétons sont donnés dans les graphiques 1 à 5 de l'annexe L pour les dimensions nominales des granulats 0/8, 0/16, 0/22, 0/32 et 0/64 mm.

Pour les bétons de résistance supérieure à la classe C 12/15, les granulats sont à recomposer par au moins deux calibres séparés, dont un sable 0/4 mm.

Pour les bétons à résistance supérieure à la classe C 30/37 et à grain maximal > 8 mm, les granulats sont à recomposer par au moins 3 calibres (2 calibres pour une composition discontinue) séparés, dont un sable 0/4 ou 0/2 mm.

#### 5.2.3.2. Graves

Les graves conformes à l'EN 12620 ne doivent être utilisées que dans des bétons de classes de résistance à la compression  $\leq$  C 12/15.

#### 5.2.3.3. Granulats récupérés

Les granulats récupérés à partir des eaux de lavage ou du béton frais peuvent être utilisés comme granulats pour le béton.

La proportion de granulats récupérés non triés ajoutés ne doit pas être supérieure à 5 % de la quantité totale de granulats. Lorsque des quantités supérieures à 5 % sont ajoutées, elles doivent être de même type que les granulats primaires utilisés dans le béton et doivent être triés, en séparant les gravillons et les sables, et ils doivent satisfaire les exigences de l'EN 12620.

#### 5.2.3.4. Résistance à la réaction alcali-silice

Lorsque les granulats contiennent des variétés de silice sensibles aux attaques des alcalins ( $Na_2O$  et  $K_2O$  présents dans le ciment ou provenant d'autres origines) et que le béton est exposé à l'humidité, des actions doivent être entreprises pour prévenir une réaction alcali silice délétère en utilisant des procédures à l'efficacité établie.

**Note:** 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 en

ce qui concerne l'utilisation du ciment avec les granulats en question. Le Rapport Technique du CEN CR 1901 décrit l'ensemble de ces précautions valides dans différents pays européens.

L'origine géologique des granulats employés doit être connue. Lorsqu'il s'agit d'un granulat d'une origine géologique susceptible de contenir des constituants réactifs aux alcalis, il y a lieu de faire analyser les granulats et en cas de doute de prendre les mesures nécessaires pour réduire la teneur en alcalis « réactifs » dans le béton à  $< 3.0 \text{ kg alcalis} / \text{m}^3$ . (voir CEN CR-Report 1901 :1995).

#### 5.2.4. Utilisation des eaux recyclées

Les eaux recyclées issues de la production de béton doivent être utilisées en conformité avec l'annexe A de l'EN 1008 et aux directives du DAfStb Richtlinie für Herstellung von Beton unter Verwendung von Restwasser, Restbeton und Restmörtel ainsi qu'au DBV Merkblatt Zugabewasser für Beton.

L'utilisation d'eaux recyclées issues de la production de béton est limitée aux bétons de classe de résistance inférieure à C 35/45. La centrale doit disposer d'un dispositif qui permet d'ajouter de l'eau recyclée à l'eau de gâchage de façon contrôlée.

Il y a lieu de tenir compte de la teneur en fines dans cette eau.

#### 5.2.5. Utilisation des additions

##### 5.2.5.1. Généralités

Les quantités d'additions de type I et de type II pouvant être utilisées dans un béton doivent faire l'objet d'essais initiaux (voir annexe A).

**Note 1:** Il convient que l'influence de quantités élevées d'additions sur les propriétés autres que les résistances soit prise en compte.

Les additions de type II peuvent être prises en compte dans la composition du béton pour le respect de la teneur en ciment et du rapport eau/ciment, dans la mesure où leur aptitude à l'emploi est établie.

L'aptitude à l'emploi du concept du coefficient  $k$  est établie pour les cendres volantes et les fumées de silice (voir 5.2.5.2). Si d'autres concepts, comme le concept de performance équivalente (voir 5.2.5.3) ou les modifications des règles du concept du coefficient  $k$ , des valeurs plus élevées de  $k$  comme défini en 5.2.5.2.2 et 5.2.5.2.3, ou l'utilisation d'autres additions (y compris de type I) ou des mélanges d'additions, doivent être utilisés, alors leur aptitude à l'emploi doit être établie.

**Note 2:** L'établissement de l'aptitude à l'emploi peut se faire:

- soit sur la base d'un agrément technique européen faisant spécifiquement référence à l'utilisation de l'addition dans du béton conforme à l'EN 206-1;
- soit sur la base d'une norme nationale correspondante ou de dispositions en vigueur là où le béton est utilisé, faisant spécifiquement référence à l'utilisation de l'addition dans du béton conforme à l'EN 206-1.

##### 5.2.5.2. Concept du coefficient $k$

###### 5.2.5.2.1. Généralités

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

- en remplaçant le terme "rapport eau/ciment" (défini en 3.1.31) par celui de "rapport eau/(ciment +  $k$  x addition)";
- pour l'exigence relative au dosage minimal en ciment (voir 5.3.2).

La valeur réelle de  $k$  dépend de l'addition elle-même.

L'application du concept du coefficient  $k$  aux cendres volantes conformes à l'EN 450, et aux fumées de silice conformes à l'EN 13263, utilisées avec un ciment de type

CEM I conforme à l'EN 197-1, est définie dans les paragraphes suivants. Le concept de coefficient k peut être appliqué aux cendres volantes et aux fumées de silice utilisées avec d'autres types de ciment ainsi qu'à d'autres additions, dans la mesure où l'aptitude à l'emploi est établie.

Le concept du coefficient k ne peut être appliqué qu'aux cendres volantes de type A certifiées conformes à l'EN 450 « Cendres volantes pour bétons » par un organisme de certification, ainsi qu'aux fumées de silice certifiées conformes à l'EN 13263.

#### 5.2.5.2.2. Concept du coefficient k pour les cendres volantes conformes à l'EN 450

La quantité maximale de cendres volantes à prendre en compte pour le concept de coefficient k doit respecter l'exigence:

cendres volantes / ciment  $\leq 0,33$  (en masse)

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 x cendres volantes), ni pour le dosage minimal en ciment.

Les valeurs k autorisées en fonction de la qualité de ciment sont données dans le tableau T2 suivant:

**Tableau T2 - 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		Valeur k (cendres volantes) pour la classe de résistance ciment						
		32,5 N	32,5 R	42,5 N	42,5 R	52,5 L	52,5 N	52,5 R
Ciment Portland	CEM I	0.2	0.2	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4
Ciment Portland au laitier	CEM II/A-S	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
Ciment Portland au calcaire	CEM II/A-LL	0.2	0.2	0.2	0.4	0.4	0.4	0.4
Ciment de Haut Fourneau	CEM III/A	0.2	0.2	0.2	0.4	0.4	0.4	0.4
Autres Ciments		0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0

Le dosage minimal en ciment en fonction de la classe d'exposition pertinente (voir 5.3.2), peut être diminué d'une quantité maximale de: k x (dosage minimal en ciment -200) kg/m<sup>3</sup>. En outre, la quantité de (ciment + cendres volantes) ne doit pas être inférieure à l'exigence de teneur minimale en ciment, conformément à 5.3.2.

**Note:** L'application du concept du coefficient k n'est pas recommandée pour les bétons contenant une combinaison de cendres volantes et de ciment CEM I résistant aux sulfates, pour les classes d'exposition XA2 et XA3, lorsque la substance agressive est du sulfate.



### 5.2.5.2.3. Concept du coefficient $k$ pour les fumées de silice conformes au **EN 13263**

La quantité maximale de fumées de silice à prendre en compte pour le calcul du rapport eau/ciment et pour le dosage minimal en ciment doit respecter l'exigence:

fumées de silice/ciment  $\leq 0,11$  (en masse)

Si une plus grande quantité de fumées de silice est utilisée, l'excédent ne doit pas être pris en compte dans le concept du coefficient  $k$ .

Les valeurs suivantes de  $k$  sont autorisées pour un béton dont le ciment est de type CEM I, conforme à 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, où  $k = 1,0$ .

La quantité de (ciment +  $k$  x fumée de silice) ne doit pas être inférieure à l'exigence de dosage minimal en ciment pour la classe d'exposition concernée (voir 5.3.2). Le dosage minimal en ciment ne doit pas être diminué de plus de  $30 \text{ kg/m}^3$  dans le béton destiné à être utilisé dans des classes d'exposition pour lesquelles le dosage minimal en ciment est  $\leq 300 \text{ kg/m}^3$ .

### 5.2.5.3. Concept de performance équivalente du béton

Le concept de performance équivalente du béton permet de modifier les exigences énoncées dans la présente norme en ce qui concerne le dosage minimal en ciment et le rapport maximal eau/ciment dans les cas où une addition spécifique est utilisée avec un ciment spécifique dont l'origine et les caractéristiques de chacun sont clairement définies et consignées.

Conformément aux exigences de 5.2.5.1, il doit être prouvé que le béton a une équivalence de performance avec celle d'un béton de référence, en particulier pour ce qui concerne son comportement vis-à-vis des agressions de l'environnement et sa durabilité, conformément aux exigences pour la classe d'exposition concernée (voir 5.3.2).

L'annexe E donne les principes d'évaluation du concept de performance équivalente. Lorsque le béton est confectionné selon ces procédures, il doit être soumis à une évaluation continue, tenant compte des variations du ciment et de l'addition.

La validité du concept de performance équivalente du béton est établie dans la mesure où les dispositions mentionnées ci-dessus sont respectées (voir note 2 de 5.2.5.1).

### 5.2.6. Utilisation d'adjuvants

La quantité totale d'adjuvants éventuellement utilisés ne doit pas dépasser le dosage maximal recommandé, défini par le fabricant de l'adjuvant, et ne doit pas excéder  $50 \text{ g}$  d'adjuvant (tel que vendu) par  $\text{kg}$  de ciment, sauf si l'influence d'un dosage plus fort sur les performances et la durabilité du béton est établie.

Les adjuvants utilisés en quantités inférieures à  $2 \text{ g/kg}$  ne sont autorisés que s'ils sont dispersés dans une partie de l'eau de gâchage.

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

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

**Les bétons de classe de consistance  $\geq$  S4, V4, C3 ou  $\geq$  F4 doivent être confectionnés avec des adjuvants fluidifiants adaptés.**

### 5.2.7. Teneur en chlorures

La teneur en chlorures d'un béton, exprimée en pourcentage en masse d'ions chlorures rapportée à la masse de ciment, ne doit pas dépasser la valeur mentionnée dans le Tableau 10 pour la classe sélectionnée.

**Tableau 10 – Teneur maximale en ions chlorure du béton**

Utilisation du béton	Classe de chlorures <sup>a</sup>	Teneur maxi. en Cl rapportée à la masse de ciment <sup>b</sup>
Ne contenant ni armatures en acier ni pièces métalliques noyées (à l'exception des pièces de levage résistant à la corrosion).	CI 1,0	1,0 %
Contenant des armatures en acier ou des pièces métalliques noyées	CI 0,20	0,20 %
	CI 0,40	0,40 %
Contenant des armatures de précontrainte en acier	CI 0,10	0,10 %
	CI 0,20	0,20 %
<sup>a</sup> Pour un usage spécifique du béton, la classe à utiliser dépend des dispositions valides sur le lieu d'utilisation du béton. <sup>b</sup> Lorsque des additions de type II sont utilisées et sont prises en compte pour le dosage en ciment, la teneur en chlorures est exprimée comme le pourcentage en masse des ions chlorures rapportée à la masse de ciment plus la masse totale des additions qui sont prises en compte.		

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

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

- calcul fondé sur la teneur maximale en chlorure du constituant fixée dans la norme relative au constituant, ou sur celle déclarée par le producteur, pour chacun des constituants;
- calcul basé sur la teneur en chlorure des constituants, calculée mensuellement sur la base de la somme des moyennes des 25 dernières déterminations de la teneur en chlorure, augmentée de 1,64 fois l'écart type calculé pour chaque constituant.

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

### 5.2.8. Température du béton

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 maximum ou minimum du béton frais est nécessaire, elles doivent être spécifiées ainsi que les tolérances. Toute exigence de refroidissement ou de chauffage artificiel du béton doit être établie d'un commun accord entre le producteur et l'utilisateur.

En général, la température du béton ne doit pas dépasser 30 °C, à moins que des dispositions spéciales n'aient été prises pour assurer qu'il n'y ait pas de conséquences négatives sur la qualité du béton durci. (p.ex. essais préalables avec ajout de retardateur).

Lorsque la température de l'air se situe entre + 5 °C et – 3 °C, la température du béton ne doit pas être inférieure à + 8 °C lors de sa mise en œuvre. Elle doit être supérieure à + 10 °C, lorsque du ciment de classe 32,5 N ou 42,5 N est utilisé.

Lorsque la température de l'air est entre – 3 °C et – 10 °C, la température du béton doit être supérieure à + 10 °C lors de sa mise en œuvre et des dispositions spéciales doivent être prises sur chantier pour que le béton soit protégé du froid.

Il est recommandé d'utiliser dans ce cas des ciments à dégagement de chaleur élevé et/ou des accélérateurs de durcissement.

La mise en œuvre du béton n'est pas autorisée lors de températures inférieures à -10 °C.

### 5.3. Exigences liées aux classes d'exposition

#### 5.3.1. Généralités

Pour que le béton résiste aux agressions environnementales, les exigences sont souvent données en terme de valeurs limites pour la composition du béton et de propriétés définies du béton (voir 5.3.2); alternativement les exigences peuvent résulter de méthodes de conception performantielles (voir 5.3.3). Les exigences devront prendre en compte la durée de vie prévue de la structure.

Les exigences fondées sur des méthodes de conception performantielles doivent se baser sur des valeurs de performance, pour la mesure desquelles des essais sont décrits dans des normes européennes ou des recommandations RILEM (Réunion Internationale des Laboratoires d'Essais des Matériaux).

#### 5.3.2. Valeurs limites pour la composition du béton

En l'absence de norme européenne relative aux essais directs de performance du béton, en raison d'expériences à long terme différentes, les exigences sur la méthode de spécification en vue de résister aux agressions de l'environnement sont données dans la présente norme en termes de propriétés établies du béton et de valeur limites de composition.

**Note 1 :** En raison du manque d'expérience sur l'efficacité de la classification des actions de l'environnement sur le béton à refléter les différences locales pour des classes nominales identiques, les valeurs spécifiques d'exigences pour les classes d'environnement applicables sont données par les dispositions valides sur le lieu d'utilisation du béton.

Le tableau F.2. « Valeurs limites spécifiées applicables à la composition et aux propriétés du béton au Luxembourg » de l'annexe F est d'application.

Les exigences relatives à chaque classe d'exposition doivent être spécifiées en termes de :

- type et classes de constituants permis;
- rapport maximal eau/ciment;
- dosage minimal en ciment;
- classe de résistance à la compression minimale du béton;

et, le cas échéant:

- teneur minimale en air dans le béton.

**Note 2 :** Dans les dispositions valides sur le lieu d'utilisation du béton, il convient que le rapport eau/ciment maximal, soit indiqué par incréments de 0,05, et la teneur minimale en ciment, par incréments de 20 kg/m<sup>3</sup>. Quant à la résistance à la compression, il convient qu'elle soit indiquée en classes, conformément au tableau 7, pour les bétons de masse volumique normale et les bétons lourds, et conformément au Tableau 8, pour les bétons légers.

**Note 3:** Il convient que les dispositions valides sur le lieu d'utilisation du béton incluent des exigences sur la base d'une durée de vie présumée d'au moins 50 ans dans des conditions d'entretien anticipées. Pour des durées de vie inférieures ou supérieures, des valeurs limites spécifiées plus sévères ou moins sévères peuvent être nécessaires. Dans ces cas-là ou pour des compositions spécifiques de béton, ou en présence d'exigences particulières en matière de protection contre la corrosion relatives à l'épaisseur de béton couvrant l'armature (par ex. lorsque l'épaisseur est inférieure aux spécifications de l'EN 1992 - 1-1 relative à la protection contre la corrosion), il convient que des études particulières soient effectuées par le prescripteur pour un chantier particulier, ou, plus généralement, par des dispositions nationales.

Si le béton est conforme aux valeurs limites spécifiées, le béton dans la structure doit être présumé capable de satisfaire les exigences de durabilité par rapport à l'utilisation envisagée dans les conditions environnementales spécifiques, dans la mesure où:

- le béton est correctement mis en place, compacté et soumis à une cure conformément au CDC-BET;
- l'épaisseur de béton recouvrant l'armature est l'épaisseur minimale requise dans le CDC-BET, exigée pour la condition environnementale spécifique;
- la classe d'environnement a été correctement sélectionnée;
- la maintenance préventive est réalisée.

Des dispositions de protection particulières du béton (p.ex. protection de surface) sont à prendre en cas d'attaque chimique de classe d'exposition XA3 ou plus forte resp. en cas d'importantes vitesses d'écoulement de l'eau conjuguées à des attaques chimiques suivant le tableau 2. Le cas échéant d'autres dispositions peuvent être proposées après expertise. Ceci vaut également en présence d'agents chimiques agressifs autres que ceux repris au tableau 2.

### 5.3.2.1. Teneurs minimales en ciment

Les teneurs minimales en ciment données dans le tableau F.2 de l'annexe F sont d'application.

### 5.3.2.2. Teneur maximale en fines des bétons

La teneur maximale en fines < 0,125 mm en fonction de la teneur en ciment du béton est donnée dans les tableaux suivants:

**Tableau T3 - 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 <sup>3</sup> )	Teneur maximale en fines <0,125 mm (kg/m <sup>3</sup> ) *
$\leq 300$	400
300 - 400	Teneur en ciment + 100
$\geq 400$	500

\* à l'exception des bétons auto-plaçants

**Tableau T4 - 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 <sup>3</sup> )	Teneur maximale en fines <0,125 mm (kg/m <sup>3</sup> ) *
$\leq 400$	500
400 - 450	Teneur en ciment + 100
$\geq 450$	550

\* à l'exception des bétons auto-plaçants

Les valeurs données dans ces tableaux peuvent être augmentées de 50 kg/m<sup>3</sup> pour les bétons à grain maximal de 8 mm.

La teneur en fines des bétons déclarés auto-plaçants doit se situer entre 450 et 650 kg/m<sup>3</sup>.

### 5.3.2.3. Choix de la qualité de ciment en fonction des classes d'exposition

– Les qualités de ciment à employer pour la confection de béton répondant aux exigences du tableau F.2 de l'annexe F pour les différentes classes d'exposition sont données dans le tableau T5:

**Tableau T5 - Domaines d'application des ciments conformes à l'EN 197 pour la confection de bétons en fonction des différentes classes d'exposition**

Qualité de ciment suivant EN 197		Classes d'exposition suivant Tableau 1															
		sans risque de corrosion	corrosion induite par carbonatation					corrosion induite par chlorures (autres que marines)			attaque gel/dégel avec ou sans agents de déverglaçage				attaque chimique		
			X0	XC1	XC2	XC3	XC 4	XD1	XD2	XD3	XF1	XF2	XF3	XF4	XA1	XA2	XA3
Ciment Portland	CEM I	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X <sup>b)</sup>	X <sup>b)</sup>	
Ciment Portland au laitier	CEM II/A-S	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X <sup>c)</sup>	X <sup>c)</sup>	
	CEM II/B-S	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X <sup>c)</sup>	X <sup>c)</sup>	
Ciment Portland à la fumée de silice	CEM II/A-D	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	---	X	---	X	---	
Ciment Portland à la pouzzolane	CEM II/A-P	X	X	X	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	
	CEM II/B-P	X	X	X	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	
	CEM II/A-Q	X	X	X	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	
	CEM II/B-Q	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 <sup>c)</sup>	
	CEM II/B-V	X	X	X	---	---	---	---	---	---	---	---	---	X	---	---	
	CEM II/A-W	X	X	X	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	
	CEM II/B-W	X	X	X	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	
Ciment Portland au schiste calciné	CEM II/A-T	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	---	X	---	X	---	
	CEM II/B-T	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	---	---	
	CEM II/B-LL	X	X	X	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	
Ciment Portland composé	CEM II/A-M	X	X	X	X	X	X	X	X	X/---	---	X/---	---	X/---	---	---	
	CEM II/B-M	X	X	X	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	
Ciment de Haut Fourneau	CEM III/A	X	X	X	X	X	X	X	X	X	---	X	---	X	X <sup>c)</sup>	X <sup>c)</sup>	
	CEM III/B	X	X	X	X	X	X	X	X	X	---	X	---	X	X <sup>b)</sup>	X <sup>b)</sup>	
	CEM III/C	X	X	X	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	
Ciment pouzzolanique	CEM IV/A	X	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	
	CEM IV/B	X	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	
Ciment composé	CEM V/A	X	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	
	CEM V/B	X	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	

X => domaine d'application pour la qualité de ciment considérée

--- => qualité de ciment non utilisable pour cette application

X/---<sup>a)</sup> => sont uniquement utilisables les qualités de ciment CEM II/A-M (S-V), (S-D), (S-T) et (S-LL)

b) Si l'eau en contact avec la surface du béton accuse une teneur en sulfates  $SO_4^{2-} > 600$  mg/l ou si le sol en contact avec le béton accuse une teneur en sulfates  $SO_4^{2-} > 3000$  mg/kg, un ciment "à haute résistance aux sulfates" suivant CDC-CIM Partie 1 ou conforme à la norme DIN ou NBN pour ciments résistants aux sulfates doit être employé.

c) Si l'eau en contact avec la surface du béton accuse une teneur en sulfates  $SO_4^{2-} > 600$  mg/l ou si le sol en contact avec le béton accuse une teneur en sulfates  $SO_4^{2-} > 3000$  mg/kg, cette qualité de ciment ne peut pas être employée

### 5.3.3. Méthodes de conception performantielles

Les exigences relatives aux classes d'exposition peuvent être établies en utilisant les méthodes de conception performantielles pour la durabilité et elles peuvent être établies en termes de paramètres performantiels, par exemple une mesure d'écaillage dans un essai de gel/dégel. L'annexe J (informative) de la présente norme donne des conseils relatifs à l'utilisation d'une autre méthode de conception en fonction des performances pour la durabilité. L'utilisation d'une variante est soumise aux dispositions en vigueur là où le béton est utilisé.

## 5.4. Exigences pour le béton frais

### 5.4.1. Consistance

Lorsque la consistance du béton doit être déterminée, elle doit être mesurée par un des essais suivants:

- l'essai d'affaissement selon l'EN 12350-2;
- l'essai Vébé selon l'EN 12350-3;
- l'essai d'indice de serrage selon l'EN 12350-4;
- l'essai d'étalement sur table selon l'EN 12350-5;
- ou par des méthodes d'essai spécifiques ayant fait l'objet d'un accord entre le prescripteur et le producteur pour le béton destiné aux applications spéciales (par exemple : béton à consistance terre humide).

Les méthodes d'essais préférentielles à utiliser pour la mesure de la consistance sont l'essai d'étalement (pour les bétons plastiques) et l'essai d'affaissement (pour les bétons à consistance ferme).

Pour les bétons déclarés auto-plaçants, l'étalement mesuré sans chocs avec cône suivant EN 12350-2 doit être supérieur ou égale à 70 cm.

**Note:** En raison du manque de sensibilité des méthodes d'essai au-delà de certaines valeurs, il est recommandé d'utiliser les essais indiqués ci-dessus uniquement pour:

- une hauteur d'affaissement  $\geq 10$  mm et  $\leq 210$  mm;
- un temps à l'essai de Vébé  $\leq 30$  s et  $> 5$  s;
- un indice de serrage  $\geq 1,04$  et  $< 1,46$ ;
- un diamètre d'étalement  $> 340$  mm et  $\leq 620$  mm.

Lorsque la consistance du béton doit être déterminée, l'exigence spécifiée s'applique au moment de l'utilisation du béton ou à l'instant de la livraison dans le cas du béton prêt à l'emploi.

Si le béton est livré dans un camion malaxeur ou une cuve agitatrice, il est possible de mesurer la consistance sur un échantillon ponctuel prélevé sur le premier déversement. L'échantillon ponctuel doit être prélevé après un déversement de 0,3 m<sup>3</sup> environ, conformément à l'EN 12350-1.

La consistance peut être spécifiée soit par référence à une classe de consistance, conformément à 4.2.1, soit, dans les cas particuliers, par une valeur cible. Dans ce cas, les tolérances sont données au Tableau 11.

**Tableau 11 – Tolérances relatives aux valeurs cibles de consistance**

<b>Affaissement</b>			
Plage des valeurs cibles en mm	≤ 40	50 à 90	≥ 100
Tolérances en mm	± 10	± 20	± 30
<b>Temps Vébé</b>			
Plage des valeurs cibles en s	≥ 11	10 à 6	≤ 5
Tolérances en s	± 3	± 2	± 1
<b>Indice de serrage</b>			
Plage des valeurs cibles	≥ 1,26	1,25 à 1,11	≤ 1,10
Tolérances	± 0,10	± 0,08	± 0,05
<b>Étalement</b>			
Plage des valeurs cibles en mm	toutes les valeurs		
Tolérances en mm	± 30		

#### 5.4.2. Dosage en ciment et rapport eau/ciment

Lorsque le dosage en ciment, en eau ou en addition doit être déterminé, la quantité de ciment, la quantité d'addition et la quantité d'eau apportée doivent être relevées, soit telles qu'enregistrées sur l'imprimante de l'enregistreur de gâchée, ou, lorsque l'enregistreur n'est pas utilisé à partir du registre de production, en relation avec les instructions de pesées.

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

La quantité d'eau totale (y compris la teneur en eau calculée à partir des humidités des granulats) par m<sup>3</sup> de béton doit être documentée sur le bon de livraison émis par le fabricant du béton.

L'ajout d'eau sur chantier doit être notée sur toutes les copies de bons de livraison avant leur remise à la réception au responsable du chantier (v. 7.5).

**Note 1:** Pour les éléments fins des granulats légers, il convient que la méthode d'essai et les critères suivent les dispositions valides sur le lieu d'utilisation du béton.

Lorsque le dosage minimum en ciment est remplacé par la teneur minimale (ciment + addition) ou lorsqu'à la place du rapport eau/ciment, on utilise le rapport eau/(ciment +  $k \times$  addition) ou le rapport eau/(ciment + addition) (voir C 5.2.5), la méthode doit être adaptée en conséquence.

Aucune valeur individuelle du rapport eau/ciment ne doit dépasser de plus de 0,02 la valeur limite spécifiée.

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



**Note 2:** Voir le Rapport Technique CEN CR 13902 «Méthode d'essais de détermination du rapport eau/ciment du béton frais».

#### 5.4.3. Teneur en air

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. La teneur en air entraîné est prescrite par une valeur minimale.

La limite supérieure maximale pour la teneur en air est la valeur minimale spécifiée augmentée de 4% en valeur absolue.

Pour les bétons de la classe d'exposition XF4, les valeurs minimales moyennes d'air occlus sont données dans le tableau T6 en fonction de la dimension maximale des granulats.

**Tableau T6 - Teneurs minimales en air occlus des bétons de la classe d'exposition XF4 en fonction de la dimension maximale des granulats**

Grain maximal des granulats (mm)	Teneur moyenne en air entraîné (en % volume)	Mesures individuelles en air entraîné (en % volume)
8	≥ 6,0	≥ 5,5
16	≥ 5,5	≥ 5,0
22	≥ 5,0	≥ 4,5
32	≥ 4,5	≥ 4,0
63	≥ 4,0	≥ 3,5

#### 5.4.4. Dimension maximale des granulats

Les dimensions maximales des grains du béton  $D_{max}$  recommandées sont les suivantes (v. annexe L):

8 mm  
16 mm  
22 mm  
32 mm  
63 mm

Lorsque le maximum de la dimension nominale supérieure des granulats doit être déterminé sur le béton frais, il doit être mesuré en conformité avec l'EN 933-1.

La dimension maximale des granulats telle que définie dans l'EN 12620 ne doit pas être supérieure à celle spécifiée.

## 5.5. Exigences pour le béton durci

### 5.5.1. Résistance

#### 5.5.1.1. Généralités

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

En règle générale, la résistance à la compression nominale du béton est déterminée sur cubes de 150 mm d'arête, conformes à l'EN 12390-1, fabriqués et conservés suivant l'EN 12390-2 à partir d'échantillons pris conformément à l'EN 12350-1.

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 durant ce transport.

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, 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.

Pour évaluer la résistance, d'autres dimensions d'éprouvettes et d'autres modes de conservation peuvent être utilisés à condition que les relations avec ceux de référence aient été établies avec une précision suffisante et qu'elles soient enregistrées.

#### 5.5.1.2. Résistance à la compression

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

Le choix de l'essai sur cube ou sur cylindre pour l'évaluation de la résistance, doit être déclaré à temps par le producteur avant la livraison. Si une méthode différente doit être utilisée, ceci doit être établi d'un commun accord entre le prescripteur et le producteur.

Sauf prescription contraire la résistance à la compression est mesurée sur des éprouvettes écrasées à 28 jours. Pour des utilisations 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 structuraux), ou après stockage dans des conditions particulières (par exemple, traitement thermique).

L'attribution à une classe de résistance d'un béton confectionné avec un ciment de haut fourneau CEM III de classe 32,5 N, se fait par la détermination de la résistance à la compression à l'échéance de 56 jours.

La résistance caractéristique du béton doit être égale ou supérieure à la résistance caractéristique minimum pour la classe de résistance spécifiée, voir Tableaux 7 et 8.

Lorsqu'il est probable que l'essai de résistance à la compression donne des valeurs non représentatives, par exemple béton de classe de consistance C0, ou plus raide que S1, ou le "vacuum concrete", alors la méthode d'essai doit être modifiée ou la résistance à la compression peut être évaluée dans la structure existante ou dans l'élément de structure.

Les résultats d'essais de durcissement, pour lesquels la conservation des éprouvettes est celle du béton de l'ouvrage lui-même, ne sont pas opposables au producteur de béton.

L'évaluation de la résistance à la compression du béton dans les ouvrages ou parties d'ouvrages se fait suivant l'EN13791.

#### **5.5.1.3. Résistance à la traction par fendage <sup>3</sup>**

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

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

#### **5.5.1.4. Résistance à la flexion**

Lorsque la résistance à la flexion doit être déterminée, elle doit être mesurée conformément à l'EN 12390-5. Sauf prescription contraire, la résistance à la flexion est déterminée sur des éprouvettes à 28 jours.

La résistance à la flexion du béton doit être égale ou supérieure à la résistance à la flexion caractéristique spécifiée.

#### **5.5.2. Masse volumique**

Selon sa masse volumique sèche, le béton est défini comme normal, léger ou lourd (voir les définitions en 3.1).

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

Pour le béton normal, la masse volumique après séchage à l'étuve doit être supérieure à 2 000 kg/ m<sup>3</sup> et inférieure à 2 600 kg/m<sup>3</sup>. Pour le béton léger la masse volumique après séchage à l'étuve doit être comprise entre les limites de la classe prescrite, voir Tableau 9. Pour le béton lourd la masse volumique après séchage à l'étuve doit être supérieure à 2600 kg/ m<sup>3</sup>. Lorsque, dans des cas particuliers, la masse volumique est spécifiée en termes de valeur cible, une tolérance de  $\pm 100$  kg/ m<sup>3</sup> est appliquée.

#### **5.5.3. Résistance à la pénétration de l'eau**

Un béton «à haute résistance à la pénétration de l'eau» doit être mis en œuvre avec un rapport eau/ciment  $\leq 0.55$  et doit avoir une teneur en ciment supérieure à 300 kg/m<sup>3</sup>.

La profondeur moyenne mesurée conformément à l' EN 12390-8 «Profondeur de pénétration d'eau sous pression» (500 kPa pendant 72 heures) sur des éprouvettes conservées sous eau pendant 28 jours ne doit pas dépasser 50 mm.

---

<sup>3</sup> Pour déterminer la résistance à la flexion, il est possible d'utiliser le même procédé. Dans ce cas, la norme d'essai appropriée est l'EN 12390-5.

#### **5.5.4. Réaction au feu**

Les bétons composés de granulats naturels 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 et d'autres matériaux minéraux conformes à 5.1.1 sont classifiés EURO classe A et ne requièrent pas d'essais<sup>4</sup>.

#### **5.5.5. Résistance au gel-dégel et au gel-dégel avec agents de déverglaçage**

Les exigences relatives aux classes d'expositions XF doivent être validées en termes de paramètres performantiels déterminés et évalués suivant la méthode décrite dans le CDC-BET.

---

<sup>4</sup> Selon la décision de la commission du 9 septembre 1994 (94/611/EC) publiée au Journal Officiel des Communautés Européennes N° L 241/25, du 9 septembre 1994.

## 6. Spécification du béton

### 6.1. Généralités

Le prescripteur du béton doit s'assurer que toutes les exigences pertinentes pour obtenir les propriétés nécessaires du béton, sont incluses dans la spécification donnée au producteur. Le prescripteur doit également prescrire toutes les exigences sur les propriétés du béton qui sont nécessaires au transport après livraison, à la mise en place, au compactage, 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.

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 agressions environnementales auxquelles la structure sera exposée;
- toutes exigences sur les granulats apparents ou la finition des surfaces;
- toutes les exigences liées aux épaisseurs de recouvrement ou à l'épaisseur minimale des sections, par exemple la dimension maximale nominale maximale des granulats;
- toutes les restrictions d'emploi des constituants avec une aptitude à l'emploi établie par exemple en fonction de la classe d'agression environnementale.

Dans des cas particuliers (p.ex. béton apparent, béton de hautes performances, béton à haute résistance à l'usure, béton à haut module d'élasticité), le producteur, l'utilisateur et le prescripteur doivent se mettre d'accord sur les exigences particulières concernant la composition des bétons et les spécifications à appliquer aux matériaux entrant dans la composition des bétons (p.ex. nature, provenance, exigences particulières).

**Note 1:** Les dispositions valides sur le lieu d'utilisation du béton peuvent contenir des exigences pour certaines des considérations ci-dessus.

Le béton doit être spécifié comme béton à propriétés spécifiées en référence à la classification donnée à l'article 4 et aux exigences énoncées aux articles 5.3 à 5.5 (voir 6.2). La spécification des propriétés du béton doit se faire sur la base des résultats d'essais initiaux (voir annexe A) ou des informations provenant d'une longue expérience acquise avec un béton comparable, en prenant en compte les exigences de base sur les constituants (voir 5.1) et la composition du béton (voir 5.2 et 5.3.2).

### 6.2. Spécification des bétons à propriétés spécifiées

#### 6.2.1. Généralités

La spécification des bétons à propriétés spécifiées doit être effectuée à l'aide des données de base de 6.2.2, lesquelles doivent toujours être indiquées, et sur la base des données complémentaires de 6.2.3, qui doivent être indiquées **le cas échéant**.

Pour les abréviations à utiliser dans les prescriptions, voir article 11 et annexe N.

### 6.2.2. Données de base

La spécification doit comprendre:

- a) exigence de conformité à l'EN 206-1;
- b) classe de résistance à la compression;
- c) 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 N)\*
- d) dimension maximale nominale des granulats;
- e) type d'utilisation du béton (non armé, armé, précontraint), d'autres prescriptions conformément à l'article 6.2.3 resp. la classe de teneur en chlorures selon le Tableau 10.

De plus, pour le béton léger:

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

Pour le béton lourd:

- g) masse volumique cible;

De plus dans le cas du béton prêt à l'emploi et du béton de chantier;

- h) la classe de consistance ou, dans des cas particuliers, la valeur cible de consistance.

### 6.2.3. Exigences complémentaires

Les points suivants peuvent être spécifiés par des exigences de performance et par des méthodes d'essai, le cas échéant:

- types ou classes particulières de ciment (par exemple ciment à faible chaleur d'hydratation);
- types ou classes particulières de granulats;

**Note 1:** Dans ces cas, la composition du béton pour minimiser la réaction délétère alcali silice est de la responsabilité du prescripteur (voir 5.2.3.4).

- des caractéristiques exigées pour la résistance au gel dégel, par exemple: la teneur en air (voir 5.4.3);

**Note 2:** Lorsque la teneur en air est spécifiée 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 compactage, etc. ultérieures à la livraison.

- des exigences pour la température du béton frais lorsqu'elles diffèrent de 5.2.8;
- développement de la résistance (voir Tableau 12);
- dégagement de chaleur au cours de l'hydratation;
- prise retardée;
- résistance à la pénétration de l'eau;
- résistance à l'abrasion;

---

\* Au cas où aucune des catégories de béton définies dans l'annexe N ne satisfait à la combinaison de classes d'exposition déterminée, celle-ci sera indiquée suivi de la mention « catégorie spéciale »

- résistance à la traction par fendage (voir 5.5.1.3);
- module d'élasticité
- d'autres exigences techniques (par exemple, exigences liées à l'aspect du parement ou à une méthode de mise en place particulière).

### **6.3. Spécification des bétons à composition prescrite**

#### **6.3.1. Généralités**

Les bétons à composition prescrite tels que définis dans la norme européenne EN 206 ne sont pas d'application au Luxembourg.

#### **6.4. Spécification des bétons à composition prescrite dans une norme**

Les bétons à composition prescrite dans une norme tels que définis dans la norme européenne EN 206 ne sont pas d'application au Luxembourg.

## 7. Livraison du béton frais

### 7.1. Information de l'utilisateur du béton au producteur <sup>3</sup>

L'utilisateur doit se mettre d'accord avec le producteur sur:

- la date, l'heure et le débit de livraison; et, si besoin, informer le producteur sur:
- les transports spéciaux sur le chantier;
- les méthodes de mise en place spéciales;
- la limitation sur le type de véhicule de livraison par exemples type, équipement d'agitation ou non, taille, hauteur ou poids total.
- le volume des camions malaxeurs à mettre à disposition afin de respecter les délais de mise en œuvre du béton.

### 7.2. Information du producteur du béton à l'utilisateur <sup>5</sup>

L'utilisateur peut exiger, lors de la commande, des informations concernant la composition du béton, afin de pouvoir mettre en place correctement le béton frais, de pouvoir y appliquer la méthode de cure appropriée, et de pouvoir évaluer l'évolution de la résistance. Ces informations doivent être fournies, sur demande, par le producteur avant la livraison. Les informations suivantes doivent être fournies pour les bétons à performances spécifiées sur demande:

- a) le type et la classe de résistance du ciment et le type de granulats;
- b) le type d'adjuvants, le type et la teneur des additions, le cas échéant;
- c) le rapport eau/ciment visé;
- d) les résultats d'essais antérieurs appropriés effectués sur ce béton, par exemple ceux du contrôle de la production ou des essais initiaux;
- e) l'évolution de la résistance;
- f) les origines des constituants;
- g) pour béton fluidifié sur chantier: la classe de consistance ou la consistance visée avant ajout de l'adjuvant.
- h) la déclaration de conformité ou de non conformité au DNA EN 206: «Conforme au DNA EN 206», «Non conforme au DNA EN 206»

Dans le cas du béton prêt à l'emploi, l'information peut aussi être fournie, lorsqu'elle est demandée, par référence au catalogue des compositions de béton du producteur où se trouvent consignés les renseignements relatifs aux classes de résistance, les classes de consistance, le poids des gâchées et autres données utiles.

---

<sup>5</sup> Cette norme n'exige pas que l'information soit fournie sous une forme particulière puisque ceci dépendra de la relation entre le producteur et l'utilisateur; par exemple dans le cas du béton de chantier ou des éléments préfabriqués en béton, le producteur et l'utilisateur du béton peuvent être la même personne.



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 12, ou sous forme d'une courbe d'évolution de la résistance à 20 °C entre 2 jours et 28 jours.

**Tableau 12 – Evolution de la résistance du béton à 20 °C**

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

Le rapport des résistances indiquant 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 de performances connues d'un béton de composition comparable. Pour ces essais initiaux, les échantillons destinés à la détermination de la résistance doivent être échantillonnés, confectionnés, conservés et essayés conformément à l'EN 12350-1, aux EN 12390-1, EN 12390-2 et EN 12390-3.

Le producteur doit informer l'utilisateur des risques vis-à-vis de la santé auxquels il s'expose en manipulant le béton frais, comme cela est exigé par les dispositions en vigueur là où le béton frais est utilisé.

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

Lors de la livraison du béton, le producteur doit remettre à l'utilisateur un bon de livraison pour chaque charge de béton sur lequel figurent au moins les informations imprimées, tamponnées ou manuscrites suivantes:

- le nom de l'usine 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 premier contact entre ciment et eau;
- l'heure limite de validité pour le déchargement;
- 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 ex. numéro de code, numéro de commande;
- la quantité de béton, en mètres cubes;

- la déclaration de conformité ou de non conformité au DNA EN 206: «Conforme au DNA EN 206», «Non conforme au DNA EN 206»;
- le nom ou logotype de l'organisme de certification, s'il y a lieu;
- l'heure d'arrivée du béton sur le chantier;
- l'heure de début de déchargement;
- l'heure de la fin de déchargement.

De plus, le bon de livraison doit fournir les précisions suivantes pour un béton à propriétés spécifiées:

- la classe de résistance;
- le rapport eau/ciment;
- les classes d'exposition ou la catégorie de béton suivant l'annexe N avec indication des classes d'exposition les plus contraignantes (annexe N, §N.3) le cas échéant;
- la classe de teneur en chlorures;
- la classe de consistance ou valeur cible;
- la pesée des constituants par gâché et la teneur en eau des sables et granulats;
- le type de granulats
- le type et la classe de résistance du ciment;
- le type d'adjuvants et d'additions;
- la dimension maximale nominale des granulats;
- pour le béton léger ou le béton lourd, la classe de masse volumique ou la masse volumique cible;
- 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.

Lors de l'ajout d'eau ou d'adjuvant sur chantier, l'heure exacte de l'ajoute, la quantité ajoutée, le volume du béton dans le malaxeur ainsi que le temps de malaxage après ajoute doivent être marqués sur toutes les copies du bulletin de livraison (v. 7.5). ##

#### 7.4. Information à la livraison pour le béton de chantier

Il est également pertinent d'utiliser les informations appropriées, telle qu'exigées en 7.3, pour le bon de livraison dans le cas du béton fabriqué sur le site du chantier, pour les chantiers étendus, 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. Consistance à la livraison

L'ajout d'eau sur chantier n'est pas permis, à moins qu'il n'ait été programmé. Dans ce cas, les conditions suivantes doivent être remplies:

- les essais initiaux doivent avoir été effectués sous les mêmes conditions, c'est à dire sur béton auquel on a ajouté après un certain temps la même quantité d'eau que celle prévue sur chantier;
- la quantité maximale d'eau pouvant être ajoutée sur chantier – qui ne doit pas dépasser la quantité d'eau ajoutée lors des essais initiaux - doit figurer sur toutes les copies des bulletins de livraison;
- le camion malaxeur doit être équipé d'une installation de dosage adaptée;
- les échantillons de bétons destinés aux essais de contrôle de production doivent être prélevés après la dernière addition d'eau;

**Note:** Si la quantité d'eau ou d'adjuvant ajoutée sur le chantier dans le camion malaxeur conduit à dépasser la quantité autorisée par la spécification, il convient que la charge de béton soit enregistrée comme "non conforme" sur le bon de livraison. La partie qui requiert cet ajout est responsable des conséquences et il convient qu'elle soit enregistrée sur le bon de livraison.

## 7.6. Transport du béton

Le béton de consistance ferme peut être transporté dans des camions-bennes. Le matériel de la benne en contact avec le béton ne doit pas réagir avec le béton (aluminium p.ex.).

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.

Dans un camion malaxeur, la durée du re-malaxage après ajout d'adjuvant ne sera pas inférieure à 1 min/m<sup>3</sup> ni inférieure à 5 minutes pour une charge inférieure à 5 m<sup>3</sup>. 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.

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 conformité et critères de conformité**

### **8.1. Généralités**

Le contrôle de 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 avec la spécification. Le contrôle de conformité fait intégralement partie du contrôle de production (voir article 9).

**Note:** Les propriétés du béton utilisées dans le cadre du contrôle de 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 suivant les dimensions de la structure, la mise en place, le serrage, la cure et les conditions climatiques, par exemple.

Le plan d'échantillonnage et d'essais et les critères de conformité doivent être conformes aux procédures données en 8.2 ou 8.3. Ces dispositions s'appliquent aussi au béton pour éléments préfabriqués sauf si la norme spécifique du produit contient un ensemble de dispositions équivalentes. Si des fréquences d'échantillonnage supérieures sont demandées par le prescripteur, ceci doit faire l'objet d'un accord préalable. Pour les propriétés non couvertes dans ces articles, 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.

Le lieu d'échantillonnage pour les essais de conformité doit être choisi de façon à ce que les propriétés concernées et la composition du béton ne subissent pas de modification significative entre le lieu d'échantillonnage et le lieu de mise à disposition. Dans le cas du béton léger fabriqué avec des granulats non saturés, les échantillons doivent être prélevés sur le lieu de livraison.

Lorsque les essais du contrôle de production sont les mêmes que les essais requis pour le contrôle de conformité, il est permis de les prendre en compte pour l'évaluation de la conformité. Le producteur peut aussi utiliser d'autres résultats sur le béton au moment de la livraison pour l'évaluation de la conformité.

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 conformité des bétons à propriétés spécifiées**

#### **8.2.1. Contrôle de conformité de la résistance à la compression**

##### **8.2.1.1. Généralités**

Pour les bétons de masse volumique normale ou les bétons lourds appartenant aux classes de résistance comprises entre C 8/10 et C 55/67 ou pour des bétons légers de LC 8/9 à LC 55/60, l'échantillonnage et les essais de conformité doivent être effectués soit sur chaque composition de béton prise individuellement, soit sur des familles de bétons dont la représentativité est établie (voir 3.1.14) selon ce qui a été déterminé par le producteur, sauf accord différent. Le concept de familles de béton ne s'applique pas aux bétons de résistance plus élevée. Le béton léger ne doit pas être mélangé avec des familles contenant des bétons de masse volumique normale;

les bétons légers réalisés à partir de granulats de similarité prouvée, peuvent être regroupés en leur famille propre.

**Note 1:** Pour la sélection des familles de béton il faut se reporter à l'annexe K. L'annexe K de la présente norme est normative.

Des informations plus détaillées sur le concept de familles de béton sont données dans le rapport CEN (13901).

Pour les familles de béton le producteur doit effectuer le contrôle sur l'ensemble des membres de la famille, et l'échantillonnage sur l'ensemble de la gamme des bétons produits dans le cadre de la famille.

Lorsque les essais de conformité s'appliquent à une famille de béton, un béton de référence est choisi au milieu de la gamme de béton de la famille ou le plus communément produit. Des relations sont établies entre chaque composition de béton de la famille et le béton de référence de façon à pouvoir transposer les résultats d'essai de résistance à la compression de chacun des bétons de la famille, au béton de référence. Ces relations doivent être vérifiées, sur la base des résultats d'essai de résistance obtenus pendant la période initiale à chaque période d'évaluation et en cas de changement significatif dans les conditions de production. De plus, lorsqu'on évalue la conformité d'une famille, il faut confirmer que chaque formule de béton appartient à la famille (voir 8.2.1.3).

Une distinction est faite entre la production initiale et la production continue dans le plan d'échantillonnage et d'essais et les critères de conformité applicables à, chacune des compositions de béton ou aux familles de bétons.

La production Initiale couvre la période de production jusqu'à l'obtention d'au moins 35 résultats d'essais.

La production continue est atteinte lorsqu'au moins 35 résultats d'essais sont obtenus sur une période ne dépassant pas 12 mois.

Si la production d'une formule particulière ou d'une famille de béton a été interrompue pendant plus de 12 mois, le producteur doit utiliser à nouveau les critères et les plans d'échantillonnage et d'essais relatifs à la production initiale.

Pour la production continue, le producteur peut adopter le plan d'échantillonnage et d'essais ainsi que les critères de conformité adoptés pour la production initiale.

Si la résistance est spécifiée à une échéance différente, la conformité est évaluée sur des éprouvettes essayées à l'échéance spécifiée.

Lorsqu'il faut évaluer qu'un volume défini de béton appartient à une population vérifiée conforme aux exigences de caractéristiques de résistances, par exemple s'il y a doute sur la qualité d'une charge ou d'une gâchée, ou lorsque, dans un cas spécial, la spécification l'exige, les dispositions de l'annexe B doivent être appliquées.

#### **8.2.1.2. Plan d'échantillonnage et d'essais**

Les échantillons de béton doivent être sélectionnés de façon aléatoire et prélevés conformément à l'EN 12350-1. L'échantillonnage doit être effectué sur chaque famille de béton (voir 3.1.14) produite dans des conditions présumées uniformes. La fréquence minimale d'échantillonnage et d'essais du béton doit être conforme au Tableau 13, en choisissant la fréquence donnant le plus grand nombre d'échantillons pour les productions initiales ou continues selon le cas.

Nonobstant les exigences s'appliquant à l'échantillonnage visées en 8.1, les échantillons doivent être prélevés après toute adjonction au béton, d'eau ou d'adjuvants sous la responsabilité du producteur, mais le prélèvement d'échantillons avant l'ajout de plastifiants ou de **fluidifiant** pour ajuster la consistance (voir 7.5) est permis sous réserve que des essais initiaux aient prouvé que le plastifiant ou le **fluidifiant** n'a pas d'effet négatif sur la résistance du béton aux doses utilisées.

**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 aux essais au même âge.**

Lorsque l'étendue des résultats d'essai, obtenus sur au moins deux éprouvettes confectionnées à partir d'un même échantillon, est supérieure à 15 % de la moyenne, ces résultats d'essais ne doivent pas être pris en considération, sauf si un examen plus approfondi permet de trouver une raison valable de ne pas tenir compte d'une des valeurs d'essai.

**Tableau 13 – Fréquence minimale d'échantillonnage pour l'évaluation de la conformité**

Production	Fréquence minimale d'échantillonnage		
	50 premiers m <sup>3</sup> de la production	Au-delà des 50 premiers m <sup>3</sup> de production <sup>a</sup>	
		Béton avec certification du contrôle de la production	Béton sans certification du contrôle de la production
Initiale (jusqu'à ce que 35 résultats d'essai au moins aient été obtenus)	3 échantillons	1 échantillon tous les 200 m <sup>3</sup> ou 2 échantillons par semaine de production	1 échantillon tous les 150 m <sup>3</sup> ou 1 échantillon par jour de production
Continue <sup>b</sup> (une fois que 35 résultats au moins ont été obtenus)		1 échantillon tout les 400 m <sup>3</sup> ou 1 échantillon par semaine de production	

<sup>a</sup> L'échantillonnage doit être réparti sur l'ensemble de la production et ne doit normalement pas comporter plus d'un échantillon pour 25 m<sup>3</sup>.

<sup>b</sup> Lorsque l'écart type calculé pour les 15 derniers résultats d'essai est supérieur à 1,37 σ, la fréquence d'échantillonnage doit être portée à la fréquence requise pour la production initiale pour les 35 résultats d'essai suivants.

**Pour les bétons devant satisfaire à des exigences particulières (v. 6), la fréquence des prises d'échantillons pour l'évaluation de la conformité est à convenir entre le producteur du béton et l'organisme de certification.**

### 8.2.1.3. Critères de conformité pour la résistance à la compression

L'évaluation de la conformité doit se faire à partir des résultats d'essais obtenus au cours d'une période d'évaluation qui ne doit pas dépasser les douze derniers mois.

La conformité de la résistance à la compression du béton est évaluée sur des éprouvettes essayées à 28 jours<sup>6</sup> en accord avec 5.5.1.2 pour:

<sup>6</sup> Si la résistance est spécifiée pour un âge différent, la conformité est évaluée sur des éprouvettes

- des groupes de "n" résultats d'essais consécutifs avec ou sans chevauchement  $f_{cm}$  (critère 1);
- chaque résultat individuel d'essai  $f_{ci}$  (critère 2).

**Note:** Les critères de conformité sont développés sur la base de résultats ne se chevauchant pas. L'application des critères à des résultats d'essai se chevauchant augmente le risque de rejet.

La conformité est confirmée si les deux critères donnés au Tableau 14 pour la production initiale ou continue sont satisfaits.

Lorsque la conformité est évaluée pour une famille de béton, le critère 1 doit être appliqué au béton de référence, en prenant en compte tous les résultats d'essai transposés de la famille; le critère 2 doit être appliqué aux résultats d'essais d'origine.

Pour confirmer que chaque formulation appartient à la famille, la moyenne de tous les résultats d'essais bruts,  $f_{cm}$ , pour une formulation unique sera évaluée avec le critère 3 donné au Tableau 15. Tout béton ne satisfaisant pas à ce critère doit être écarté de la famille et sa conformité est évalué individuellement.

**Tableau 14 – Critères de conformité pour les résultats d'essai de résistance à la compression**

Production	Nombre « n » de résultats d'essai de résistance dans le groupe	Critère 1	Critère 2
		Moyenne de n résultats ( $f_{cm}$ ) N/mm <sup>2</sup>	Chaque résultat individuel d'essai ( $f_{ci}$ ) N/mm <sup>2</sup>
Initiale	3	$\geq f_{ck} + 4$	$\geq f_{ck} - 4$
Continue	$\geq 15$	$\geq f_{ck} + 1,48 \sigma$	$\geq f_{ck} - 4$

**Tableau 15 – Critère de confirmation pour un béton appartenant à une famille de béton**

Nombre « n » de résultats d'essais de résistance pour un béton particulier	Critère 3
	Moyenne de tous les résultats d'essais bruts ( $f_{cm}$ ) pour un béton particulier N/mm <sup>2</sup>
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	$\geq f_{ck} + 3,0$

Initialement l'écart-type (s) doit être estimé à partir de 35 résultats d'essais consécutifs obtenus sur une période supérieure à trois mois et précédant la période de production pendant laquelle la conformité doit être vérifiée. Cette valeur doit être prise comme estimation de l'écart type  $\sigma$  de la population. La validité de la valeur retenue doit être vérifiée durant la période. Deux méthodes pour affiner l'estimation de la valeur de  $\sigma$  sont permises, le choix de la méthode doit être fait au préalable.

## Méthode 1

La valeur initiale de l'écart-type peut être appliquée pendant la période consécutive où la conformité doit être vérifiée, pourvu que l'écart-type des 15 derniers résultats ( $s_{15}$ ) ne dévie pas significativement de la valeur adoptée pour l'écart type. Ceci est considéré comme valide dans la mesure où:

$$0,63 \sigma \leq s_{15} \leq 1,37 \sigma$$

Lorsque la valeur de  $s_{15}$  se situe en dehors de ces limites, une nouvelle valeur de  $\sigma$  doit être déterminée à partir des 35 derniers résultats d'essai obtenus.

## Méthode 2

La nouvelle valeur de  $\sigma$  peut être estimée à partir d'un système continu et cette valeur est adoptée. La sensibilité du système doit être au moins égale à celle de la méthode 1.

La nouvelle estimation de  $\sigma$  devra être appliquée pour la nouvelle période d'évaluation.

### 8.2.2. Contrôle de conformité de la résistance à la traction par fendage <sup>7</sup>

#### 8.2.2.1. Généralités

Le point 8.2.1.1 s'applique, mais le concept de famille de béton n'est pas applicable. Chaque composition de béton doit être évaluée séparément.

#### 8.2.2.2. Plan d'échantillonnage et d'essai

Le point 8.2.1.2 s'applique.

#### 8.2.2.3. Critères de conformité pour la résistance à la traction par fendage

Lorsque la résistance à la traction par fendage du béton est spécifiée, l'évaluation de la conformité doit se faire à partir de résultats d'essais pris pendant une période d'évaluation qui ne doit pas dépasser les douze derniers mois.

L'évaluation de la conformité de la résistance à la traction par fendage du béton se fait sur des éprouvettes essayées à 28 jours, sauf si un âge différent est spécifié en accord avec 5.5.1.3 pour:

- des groupes de "n" résultats d'essais consécutifs avec ou sans chevauchement  $f_{tm}$  (critère 1);
- chaque résultat individuel d'essai  $f_{ti}$  (critère 2).

La conformité à la résistance à la traction par fendage caractéristique ( $f_{tk}$ ) est confirmée si les résultats d'essai satisfont aux deux critères présentés au Tableau 16 pour la production initiale ou continue, selon le cas.

---

<sup>7</sup> Lorsque la résistance à la flexion est spécifiée, il est possible d'utiliser le même procédé.



**Tableau 16 – Critères de conformité pour la résistance à la traction par fendage**

Production	Nombre « n » de résultats dans le groupe	Critère 1	Critère 2
		Moyenne de n résultats ( $\bar{f}_{tm}$ ) N/mm <sup>2</sup>	Chaque résultat individuel d'essai ( $f_{ti}$ ) N/mm <sup>2</sup>
Initiale	3	$\geq f_{tk} + 0,5$	$\geq f_{tk} - 0,5$
Continue	$\geq 15$	$\geq f_{tk} + 1,48 \sigma$	$\geq f_{tk} - 0,5$

Les dispositions relatives à l'écart-type visées en 8.2.1.3 doivent être appliquées similairement.

### 8.2.3. Contrôle de conformité pour les propriétés autres que la résistance

#### 8.2.3.1. Plan d'échantillonnage et d'essai

Les échantillons de béton doivent être sélectionnés de façon aléatoire et prélevés conformément à l'EN 12350-1.

L'échantillonnage doit être effectué sur chaque famille de béton produite dans des conditions réputées uniformes. Le nombre minimum d'échantillons et les méthodes d'essais doivent être ceux des Tableaux 17 et 18.

#### 8.2.3.2. Critères de conformité pour les propriétés autres que la résistance

Lorsque des propriétés du béton autres que la résistance sont spécifiées, les évaluations de la conformité doivent être effectuées durant la production, pendant la période d'évaluation qui ne doit pas dépasser les douze derniers mois.

La conformité du béton est évaluée sur la base de la conformité de résultats d'essais consécutifs, aux valeurs limites spécifiées, aux limites de classes ou aux valeurs cibles, tout en tenant compte des tolérances et de l'écart maximal admissible par rapport à ces valeurs spécifiées.

La conformité aux propriétés exigées est confirmée si:

- le nombre de résultats d'essai s'écartant de la valeur limite spécifiée ou se situant hors des limites des classes ou ne respectant pas les tolérances applicables aux valeurs cibles, selon les cas, n'est pas supérieur au nombre acceptable de résultats spécifié dans le Tableau 19a ou 19b tel qu'il figure dans les Tableaux 17 et 18. Alternativement, cette exigence peut être fondée sur un contrôle par variables, conformément à l'ISO 3951 :1994 Tableau II-A (NQA = 4 %) lorsque les nombres acceptables de résultats sont ceux du Tableau 19a;
- tous les résultats individuels d'essais se situent dans l'écart maximal admissible donné aux Tableaux 17 ou 18.

**Tableau 17 – Critères de conformité pour les propriétés autres que la résistance**

Propriété	Méthode d'essai ou méthode de détermination	Nombre minimal d'échantillons ou de déterminations	Critère d'acceptation	Ecart maximal admissible des résultats d'essai individuels par rapport aux limites de la classe spécifiée ou par rapport aux tolérances de la valeur cible spécifiée	
				Valeur inférieure	Valeur supérieure
Masse volumique du béton lourd	EN 12390-7	Comme au Tableau 13 pour la résistance à la compression	voir Tableau 19a	-30 kg/m <sup>3</sup>	pas de limite <sup>a</sup>
Masse volumique du béton léger	EN 12390- 7	Comme au Tableau 13 pour la résistance à la compression	voir Tableau 19a	-30 kg/m <sup>3</sup>	+30 kg/m <sup>3</sup>
Rapport eau/ciment	voir 5.4.2	1 détermination par jour	voir Tableau 19a	pas de limite <sup>a</sup>	+ 0,02
Teneur en ciment	voir 5.4.2	1 détermination par jour	voir Tableau 19a	- 10 kg/m3	pas de limite <sup>a</sup>
Teneur en air d'un béton frais contenant de l'air entraîné	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 après stabilisation	voir Tableau 19a	- 0,5 % en valeur absolue	+ 1,0 % en valeur absolue
Teneur en chlorure du béton	voir 5.2.7	La détermination doit se faire pour chaque composition de béton et doit être réitérée en cas d'augmentation de la teneur en chlorure de l'un des constituants.	0	pas de limite <sup>a)</sup>	aucune valeur supérieure n'est autorisée
<sup>a)</sup> Sauf si des limites sont spécifiées					

**Tableau 18 – Critères de conformité applicables à la consistance**

Méthode d'essai		Nombre minimal d'échantillons ou de déterminations	Critère d'acceptation	Ecart maximal admissible <sup>a</sup> des résultats individuels d'essai par rapport aux limites de la classe spécifiée ou par rapport aux tolérances de la valeur cible spécifiée	
				Valeur inférieure	Valeur supérieure
Examen visuel	Comparaison de l'aspect avec l'aspect d'un béton à la consistance spécifiée	Chaque gâchée ; dans le cas de béton prêt à l'emploi, chaque charge	-	-	-
Affaissement	EN 12350-2	i) fréquence comme au Tableau 13 pour la résistance à la compression ; ii) lors du contrôle de la teneur en air ; iii) en cas de doute suite aux inspections visuelles	voir Tableau 19b	- 10 mm - 20 mm <sup>b</sup>	+ 20 mm + 30 mm <sup>b</sup>
Vébé	EN 12350-3		voir Tableau 19b	- 2 sec - 4 sec <sup>b</sup>	+ 4 sec + 6 sec <sup>b</sup>
Degré de compactabilité	EN 12350-4		voir Tableau 19b	- 0,03 - 0,05 <sup>b</sup>	+ 0,05 + 0,07 <sup>b</sup>
Etalement	EN 12350-5		voir Tableau 19b	- 20 mm - 30 mm <sup>b</sup>	+ 30 mm + 40 mm <sup>b</sup>

<sup>a</sup> En l'absence de limite supérieure ou inférieure dans les classes de consistance concernées, ces écarts ne sont pas applicables.

<sup>b</sup> Ne s'applique que pour l'essai de consistance effectué sur le déchargement initial du camion malaxeur (voir 5.4.1).

**Tableaux 19a et 19b – Table du nombre acceptable de résultats en dehors des limites spécifiées pour les critères de conformité applicables aux propriétés autres que la résistance**

Tableau 19a NQA = 4%	
Nombre de résultats d'essai	Nombre acceptable de résultats
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
Pour un nombre de résultats d'essais >100, les nombres acceptables de résultats peuvent être repris du Tableau 2-A de l'ISO 2859-1: 1989.	

Tableau 19b NQA = 15%	
Nombre de résultats d'essai	Nombre acceptable de résultats
1 à 2	0
3 à 4	1
5 à 7	2
8 à 12	3
13 à 19	5
20 à 31	7
32 à 49	10
50 à 79	14
80 à 100	21

### 8.3. Contrôle de conformité du béton à composition prescrite y compris les bétons à composition prescrite dans une norme.

Les bétons à composition prescrite sont exclus de la présente norme.

### 8.4. Actions à entreprendre en cas de non conformité du produit

Les mesures suivantes doivent être prises par le producteur en cas de non conformité:

- vérifier les résultats d'essai non conformes et s'ils sont validés, prendre des mesures pour éliminer les erreurs;
- si la non conformité est confirmée, par exemple par des contre-essais, entreprendre des actions correctrices, comme le passage en revue de direction des procédures de contrôle de production concernées;
- lorsque la non conformité à la spécification qui n'était pas évidente au moment de la livraison est confirmée, avertir le prescripteur et l'utilisateur pour éviter tout dommage conséquent;
- consigner les actions concernant les points précédents.

Si la non conformité du béton résulte d'un ajout d'eau ou d'adjuvant sur le chantier (voir 7.5), le producteur n'est tenu de prendre des mesures que s'il a lui même requis 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 selon l'EN 12504-1, sur des carottes prélevées dans la structure ou dans des composants peuvent être exigés ou une combinaison d'essais sur carottes et d'essais non-destructifs sur la structure ou des composants, par exemple en accord avec l'EN 12504-2 ou l'EN 12504-3. Des recommandations pour l'évaluation de la résistance dans la structure ou les composants structurels sont données dans l'EN 13791.

## **9. Contrôle de production**

### **9.1. Généralités**

Tous les bétons doivent être soumis au contrôle de production sous la responsabilité du producteur.

Le contrôle de production comprend toutes les mesures nécessaires pour maintenir le béton conforme aux exigences spécifiées. Il inclut:

- la sélection des matériaux;
- la formulation 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, et sur l'équipement;
- le cas échéant, il porte également sur l'inspection du matériel de transport du béton frais;
- le contrôle de conformité pour lequel les dispositions sont données à l'article 8.

Les exigences pour les autres aspects du contrôle de production sont données dans le présent article. 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 supplémentaires peuvent être nécessaires selon la situation particulière sur le lieu de production ou pour des exigences spécifiques pour des 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 production**

La responsabilité, l'autorité et l'interrelation de tous les membres du personnel en charge de la gestion, de l'exécution et de la vérification des travaux influençant la qualité du béton doivent être définis et consignés dans un système de contrôle de production (manuel de contrôle de production). Il en va notamment ainsi pour tous les membres du personnel ayant besoin d'une certaine liberté d'organisation et d'un certain pouvoir de décision pour minimiser le risque de béton non conforme et pour identifier et consigner tout problème de qualité.

Le système de contrôle de production doit être passé en revue au moins tous les deux ans par la direction du producteur pour s'assurer de son aptitude à l'emploi et de son efficacité. En l'absence de réglementation imposant une période plus longue, il convient de conserver les documents se rapportant à ces révisions pendant trois ans au moins.

Le système de contrôle de production doit contenir des procédures et des instructions dûment documentées. Celles-ci doivent, le cas échéant, être établies par rapport aux prescriptions de contrôle figurant dans les Tableaux 22, 23, et 24. Les fréquences d'essai et d'inspection prévues par le producteur doivent être consignées. Les résultats des essais et inspections doivent être enregistrés.

### 9.3. Données enregistrées et autres documents

Toutes les données se rapportant au contrôle de production doivent être enregistrées, voir Tableau 20. En l'absence de réglementation imposant une période plus longue, les données se rapportant au contrôle doivent être conservées pendant trois ans au moins.

**Tableau 20 – Données à enregistrer et autres documents, le cas échéant**

Points concernés	Données à enregistrer et autres documents
Exigences spécifiées	Cahier des charges du contrat ou résumé des exigences
Ciments, granulats, adjuvants, additions	Nom des fournisseurs et origines
Essais sur eau de gâchage (non exigés pour l'eau potable)	Date et lieu d'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 ex. teneur en ciment) Rapport eau/ciment Teneur en chlorures Code de membre de famille
Essai sur béton frais	Date et lieu d'échantillonnage Destination dans l'ouvrage, si connue Consistance (méthode utilisée et résultats) Masse volumique, lorsque spécifiée Température du béton, lorsque spécifiée Teneur en air lorsque spécifiée Volume de béton de la gâchée ou de la charge testée Nombre et codes des éprouvettes pour essai Rapport eau/ciment, lorsque spécifié
Essai 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)
Evaluation de la conformité	Conformité/non-conformité aux spécifications
En complément, pour le béton prêt à l'emploi	Nom de l'acheteur Identification du chantier, par exemple, lieu de construction Numéro et date des bons de livraison correspondants aux essais Bons de livraison
En complément, pour les éléments préfabriqués	Des données supplémentaires ou différentes peuvent être requises par la norme du produit concerné

## 9.4. Essais

Les essais doivent être effectués conformément aux méthodes d'essai données 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 de la méthode de référence a pu être établie. La validité de cette relation fiable ou de cette corrélation doit être vérifiée à intervalles appropriés.

Cette vérification doit avoir lieu pour chaque site de production fonctionnant dans des conditions qui lui sont propres, sauf si la corrélation a été établie dans des normes nationales ou des dispositions en vigueur là où le béton est utilisé.

## 9.5. Composition du béton et essai initial

Lorsqu'un béton de composition nouvelle est utilisé, des essais initiaux doivent être effectués permettant de vérifier la conformité du béton aux propriétés spécifiées et à la performance prévue avec une marge de sécurité suffisante (voir annexe A). Si l'on dispose d'une longue expérience avec un béton ou une famille de bétons similaire, il n'est pas exigé de procéder aux essais initiaux. En cas d'un changement significatif des constituants, la formulation et les règles de formulation doivent être redéfinies.

Les bétons de composition nouvelle obtenue par interpolation de compositions de béton connues ou extrapolation de la résistance en compression ne dépassant pas 5 N/mm<sup>2</sup> sont réputés satisfaire les exigences des essais initiaux.

Les compositions de béton doivent être régulièrement passées en revue afin de vérifier que toutes les formules de béton restent bien conformes aux prescriptions en vigueur, en tenant compte des changements dans les propriétés des matériaux constituants et les résultats des essais de conformité pratiqués sur les compositions des bétons.

## 9.6. Personnel, équipement et installation

### 9.6.1. Personnel

Les connaissances, la formation et l'expérience du personnel impliqué dans la production et le contrôle de production doivent être adaptées au type de béton, par exemple béton haute résistance, béton léger.

Des documents appropriés relatifs à la formation et à l'expérience du personnel impliqué dans la production et le contrôle de production doivent être tenus à jour.

Pour chaque site de production, le producteur doit nommer un responsable qualifié pour le contrôle de production. Un responsable qualifié doit avoir des connaissances suffisantes dans les domaines de la technologie du béton et des normes relatives au béton, attestées par le suivi d'une formation qualifiante dans ce domaine. Cette personne doit également être titulaire du brevet Q tel que défini dans l'annexe M, article M.7.2.

Le personnel employé dans le contrôle de production doit également suivre une formation continue dans le domaine de la fabrication, du contrôle et des essais du béton pour être à même de garantir une production suivant la présente norme. Ce personnel doit au moins être titulaire du brevet C tel que défini dans l'annexe M, article M.7.1.

## **9.6.2. Équipement et installation**

### **9.6.2.1. Stockage des matériaux**

Les constituants doivent être stockés et manipulés de façon à ce que leurs propriétés ne changent pas de façon significative, en raison du climat par exemple, ou de leur mélange ou encore d'une contamination, et de façon à ce que leur conformité à leur norme respective soit maintenue.

Les compartiments de stockage doivent être clairement identifiés de façon à éviter des erreurs sur les constituants à utiliser.

Les instructions particulières des fournisseurs de constituants doivent être prises en compte.

Les moyens nécessaires au prélèvement d'échantillons représentatifs sur les tas, silos ou trémies doivent exister.

### **9.6.2.2. Équipement de dosage**

Les performances de l'équipement de dosage doivent être telles que dans des conditions de fonctionnement réelles les précisions indiquées en 9.7 puissent être atteintes en permanence.

La précision de l'équipement de pesage doit respecter les exigences en vigueur sur le lieu de production du béton.

### **9.6.2.3. Malaxeurs**

Les malaxeurs doivent être capables d'assurer un mélange homogène des constituants et une consistance homogène du béton pour un temps de malaxage et une capacité de malaxage donnés.

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, sous la responsabilité du producteur, doivent être ajoutés sur le chantier.



#### 9.6.2.4. Matériel d'essai

Tous les moyens, équipements et instructions nécessaires à une utilisation correcte doivent être disponibles lorsqu'exigés pour les contrôles et essais effectués sur l'équipement, les matériaux constitutants et le béton.

Le matériel d'essai doit être calibré correctement au moment de la mesure et le producteur doit mettre en œuvre un programme d'étalonnage.

#### 9.7. Dosage des constituants

Pour tout béton à réaliser, une procédure de dosage documentée doit être disponible sur les lieux du dosage détaillant le type et la quantité des constituants.

La tolérance de dosage des constituants ne doit pas dépasser les limites données dans le Tableau 21 pour toute quantité de béton de 1 m<sup>3</sup> ou plus. Lorsque plusieurs gâchées sont mélangées ou re-mélangées dans une bétonnière portée, les tolérances du Tableau 21 s'appliquent à la charge.

**Tableau 21 – Tolérances pour dosage des constituants**

Constituants	Tolérances
Ciment Eau Ensemble des granulats Additions utilisées en quantité > 5 % de la masse de ciment	± 3 % de la quantité requise
Adjuvants et additions utilisées en quantités ≤ 5 % de la masse de ciment	± 5 % de la quantité requise
<b>Note:</b> La tolérance est la différence entre la valeur cible et la valeur mesurée.	

Les ciments, granulats et additions sous la forme de poudres doivent être dosés en masse; d'autres méthodes sont admises dans la mesure où la tolérance de dosage requise peut être respectée et que ceci est enregistré.

L'eau de gâchage, les granulats légers, les adjuvants et les additions liquides peuvent être dosés en masse ou en volume.

#### 9.8. Malaxage du béton

Le malaxage des constituants doit être effectué dans des malaxeurs conformes à 9.6.2.3 et poursuivi jusqu'à obtention d'un mélange de béton d'aspect homogène.

Les malaxeurs ne doivent pas être chargés au-delà de leur capacité nominale de malaxage.

Lorsque l'on ajoute des adjuvants ils doivent être ajoutés pendant le processus de malaxage principal, sauf pour les adjuvants hautement réducteurs d'eau ou des adjuvants réducteurs d'eau qui peuvent être ajoutés après le malaxage principal. Dans ce cas, le béton doit être malaxé à nouveau jusqu'à dispersion complète de l'adjuvant dans la gâchée, et jusqu'à ce qu'il ait pleinement agi.

**Note:** Dans un camion malaxeur, la durée du re-malaxage après ajout d'adjuvant ne sera pas inférieure à 1 min/m<sup>3</sup> ni inférieure à 5 minutes pour une charge inférieure à 5 m<sup>3</sup>. 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.

Pour le béton léger préparé avec des granulats non complètement saturés en eau, la période entre le malaxage initial et la fin du malaxage final (par exemple re-malaxage dans un camion malaxeur) doit être prolongée jusqu'à ce que l'absorption d'eau par les granulats et l'évacuation quasi complète de l'air inclus dans les granulats légers n'aient plus d'action néfaste significative sur les propriétés du béton durci.

La composition du béton frais ne doit pas être modifiée après sa sortie du malaxeur.

### 9.9. Procédures de contrôle de production

La conformité des constituants, du matériel, des procédures de production et du béton doit être contrôlée par rapport aux spécifications et aux exigences de la présente norme. Le contrôle doit permettre la détection des changements significatifs susceptibles d'influencer les caractéristiques en vue d'entreprendre une action correctrice appropriée.

Les types et la fréquence des contrôles et des essais portant sur les constituants sont celles données dans le Tableau 22.

**Note:** Pour établir ce tableau on a pris pour hypothèse de départ que le producteur des constituants effectue correctement un contrôle de production adapté pour les constituants sur les lieux où ils sont produits, et que les constituants sont livrés avec une déclaration ou un certificat de conformité aux spécifications correspondantes. Si tel n'est pas le cas, il convient que le producteur du béton vérifie la conformité des matériaux avec les normes correspondantes.

Le contrôle de l'équipement doit assurer le bon état et le bon 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 mesure de la teneur en eau des granulats). Il doit également permettre de garantir leur conformité aux exigences de la présente norme. La fréquence des contrôles et des essais du matériel (pendant les périodes d'utilisation) est donnée au Tableau 23.

La centrale, le matériel 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 les caractéristiques et la quantité de béton.

Les caractéristiques du béton à propriétés spécifiées doivent être vérifiées par rapport aux exigences spécifiées au Tableau 24.

La composition du béton de composition prescrite, ainsi que sa consistance et sa température lorsque spécifiées doivent être contrôlées par rapport aux exigences spécifiées au Tableau 24 (lignes 2 à 4, 6, 7 et 9 à 14).

Le contrôle doit également porter sur la production, le transport au lieu de déchargement et la livraison.

Pour certains bétons, des exigences supplémentaires peuvent s'avérer nécessaires pour le contrôle de production. Pour la production du béton haute résistance, des connaissances et expériences spéciales sont exigées. Celles-ci ne sont pas définies dans cette norme. L'annexe H donne quelques recommandations. Si le contrat définit des exigences particulières pour le béton, le contrôle de production doit inclure les actions appropriées à conduire en plus de celles mentionnées aux Tableaux 22 à 24.

Les actions prévues aux Tableaux 22 à 24 peuvent, dans certains cas particuliers, être adaptées aux conditions spécifiques au lieu de production, et être remplacées par d'autres assurant un niveau équivalent de maîtrise de la production.

**Tableau 22 – Contrôle des matériaux constitutants**

	<b>Matériau constituant</b>	<b>Contrôle/Essai</b>	<b>Objectif</b>	<b>Fréquence minimale</b>
1	Ciments <sup>a</sup>	Vérification du bon de livraison <sup>d</sup> avant déchargement	S'assurer de la conformité à la commande et de l'origine	A chaque livraison
2	Granulats	Vérification du bon de livraison <sup>b,d</sup> , avant déchargement	S'assurer de la conformité à la commande et de l'origine	A chaque livraison
3		Vérification du granulats avant déchargement	Comparer la granulométrie, la forme et les impuretés avec l'aspect habituel	A chaque livraison. Lorsque la livraison est sur bande transporteuse, périodiquement en fonction des conditions locales ou de livraison
4		Essai par tamisage conformément à l'EN 933-1	Evaluer la conformité avec une granulométrie normalisée ou à toute autre granulométrie convenue	A la première livraison provenant d'une nouvelle origine, lorsque cette information du fournisseur n'est pas disponible. En cas de doute après examen visuel. <b>Si les granulats ne sont pas certifiés conformément au CDC- GRA, suivant le règlement pour la certification des granulats et sables</b>
5		Essai de recherche d'impuretés	Evaluer la présence et la quantité d'impuretés	A la première livraison provenant d'une nouvelle origine lorsque cette information du fournisseur n'est pas disponible. En cas de doute après examen visuel. <b>Si les granulats ne sont pas certifiés conformément au CDC- GRA, suivant le règlement pour la certification des granulats et sables</b>
6		Essai d'absorption d'eau selon EN 1097-6	Evaluer la teneur en eau efficace du béton, voir 5.4.2	A la première livraison provenant d'une nouvelle origine lorsque cette information du fournisseur n'est pas disponible
7	Contrôle supplémentaire des granulats légers ou lourds	Essai conformément à l'EN 1097-3	Mesurer la masse volumique en vrac	A la première livraison provenant d'une nouvelle origine lorsque l'information du fournisseur n'est pas disponible. En cas de doute après examen visuel. <b>Si les granulats ne sont pas certifiés conformément au CDC- GRA, suivant le règlement pour la certification des granulats et sables</b>
8	Adjuvants <sup>c</sup>	Vérification du bon de livraison et de l'étiquette apposée au conteneur <sup>d</sup> avant déchargement	S'assurer de la conformité de l'expédition avec la commande et de son identification correcte	A chaque livraison
9		Essais d'identification conformément à l'EN 934-2, par exemple masse volumique, infrarouge, etc.	Pour comparaison avec les informations fournies du fabricant	En cas de doute

«à suivre»

**Tableau 22 (suite et fin)**

	<b>Matériau constituant</b>	<b>Contrôle/Essai</b>	<b>Objectif</b>	<b>Fréquence minimale</b>
10	Additions <sup>c</sup> pulvérulentes	Vérification du bon de livraison <sup>d</sup> avant déchargement	Vérifier la conformité de l'expédition à la commande, ainsi que son origine	A chaque livraison
11		Test de perte au feu des cendres volantes	Pour identifier les changements de teneur en carbone qui peuvent altérer le béton avec air entraîné	A chaque livraison pour le béton avec air entraîné, lorsque cette information n'est pas disponible auprès du fournisseur
12	Additions en suspension <sup>c</sup>	Vérification du bon de livraison <sup>d</sup> avant déchargement	Vérifier la conformité de l'expédition à la commande, ainsi que son origine	A chaque livraison
13		Essai de détermination de la masse volumique	S'assurer de la régularité	A chaque livraison et périodiquement pendant la production du béton
14	Eau	Essai conformément à l'EN 1008	S'assurer que l'eau est exempte de constituant nocif	A la première utilisation d'une eau non potable de provenance nouvelle. En cas de doute
<p><sup>a</sup> Pour effectuer des essais en cas de doute, il est recommandé de prélever, par type de ciment, un échantillon par semaine et de le conserver.</p> <p><sup>b</sup> Le bon de livraison ou la fiche technique du produit doit indiquer également des informations sur la teneur maximale en chlorures et il convient que les données relatives à l'alcali-réaction soient identifiées en accord avec les dispositions valides sur le lieu d'utilisation du béton.</p> <p><sup>c</sup> Il est recommandé de prélever des échantillons à chaque livraison et de les conserver.</p> <p><sup>d</sup> Le bon de livraison doit contenir ou être accompagné d'une déclaration ou d'un certificat de conformité conformément à ce qui est demandé dans la norme ou les spécifications correspondantes.</p>				

**Tableau 23 – Contrôle du matériel**

	<b>Matériel</b>	<b>Contrôle/Essai</b>	<b>Objectif</b>	<b>Fréquence minimale</b>
1	Stockage au sol, trémies, etc.	Examen visuel	S'assurer de la conformité aux exigences	Une fois par semaine
2	Matériel de pesage	Examen visuel du bon fonctionnement	S'assurer de la propreté et du bon fonctionnement du matériel de pesage	Quotidiennement
3		Vérification de la précision du matériel de pesage	Vérifier la précision conformément au point 9.6.2.2	Lors de l'installation. Périodiquement <sup>a</sup> en fonction des réglementations nationales. En cas de doute
4	Distributeurs d'adjuvants (y compris ceux montés sur les camions malaxeurs)	Examen visuel du bon fonctionnement	Vérifier la propreté et le bon fonctionnement du matériel de mesure	Pour chaque adjuvant, première gâchée de la journée
5		Vérification de la précision	Eviter les erreurs de dosage	Lors de l'installation. Périodiquement <sup>a</sup> après l'installation. En cas de doute
6	Compteur d'eau	Comparaison de la quantité réelle avec la valeur affichée au compteur	Vérifier la précision conformément au point 9.6.2.2	Lors de l'installation. Périodiquement <sup>a</sup> après l'installation. En cas de doute
7	Equipement de mesure en continu de la teneur en eau des sables	Comparaison de la quantité réelle avec la valeur affichée à l'humidimètre	Vérifier la précision	Lors de l'installation Périodiquement <sup>a</sup> après l'installation. En cas de doute
8	Système de dosage	Inspection visuelle	Pour vérifier le bon fonctionnement de la centrale	Quotidiennement
9		Comparaison de la masse mesurée des constituants présents dans la gâchée avec la masse prévue, et en cas d'enregistrements automatiques les indications imprimées avec la valeur programmée, (par des méthodes appropriées selon le système de dosage utilisé)	Vérifier les tolérances de dosage conformément au Tableau 21	Lors de l'installation. Périodiquement <sup>a</sup> après l'installation. En cas de doute
10	Appareillage d'essai	Etalonnage ou calibrage conformément aux normes nationales ou européennes correspondantes	Vérifier la conformité	Périodiquement <sup>a</sup> Pour les appareils d'essai de résistance, au moins une fois par an
11	Malaxeurs (y compris les camions malaxeurs)	Examen visuel	Vérifier le degré d'usure du matériel	Périodiquement <sup>a</sup>
<sup>a</sup> La fréquence est fonction du type de matériel, de sa sensibilité en fonctionnement et des conditions de production de la centrale.				

**Tableau 24 – Contrôle des procédures de production et des propriétés du béton**

	Type d'essai	Contrôle/Essai	Objectif	Fréquence minimale
1	Propriétés du béton à propriétés spécifiées	Essai initial (voir annexe A)	Pour démontrer que les propriétés spécifiées sont obtenues par la formulation proposée avec une marge adéquate	Avant d'utiliser une nouvelle formulation de béton
2	Teneur en eau des sables	Système de mesure en continu, essai de séchage ou équivalent	Déterminer la masse de granulats et la quantité d'eau à apporter	Quotidiennement pour une vérification discontinue. La fréquence requise pour les essais peut être fonction des conditions locales et atmosphériques
3	Teneur en eau des gravillons	Essai de séchage ou équivalent	Déterminer la quantité de granulats et l'eau à ajouter	En fonction des conditions locales et atmosphériques
4	Teneur en eau du béton frais	Noter la quantité d'eau de gâchage ajoutée <sup>a</sup>	Disposer de données pour le rapport eau/ciment	Chaque gâchée
5	Teneur en chlorure du béton	Détermination initiale par calcul	S'assurer que la teneur maximale en chlorure n'est pas dépassée	Au moment d'effectuer l'essai initial  En cas d'augmentation de la teneur en chlorure des constituants
6	Consistance	Examen visuel	Comparer avec un béton d'aspect normal	Chaque gâchée
7		Essai de consistance conformément à l'EN 12350-2, ou l'EN 12350-3, ou l'EN 12350-4, ou l'EN 12350-5	Evaluer l'obtention des valeurs de consistance spécifiées et détecter d'éventuelles variations de la teneur en eau	Lorsque la consistance est spécifiée, comme Tableau 13 pour la résistance en compression  Lors de l'essai de teneur en air  En cas de doute après examen visuel
8	Masse volumique du béton frais	Détermination de la masse volumique conformément à l'EN 12350-6	Pour les bétons légers ou lourds pour superviser la gâchée et le contrôle de masse volumique	Quotidiennement
9	Teneur en ciment du béton frais	Noter la quantité de ciment utilisée <sup>a</sup>	Vérifier la teneur en ciment et disposer de données pour le rapport eau/ciment	Chaque gâchée
10	Teneur en additions du béton frais	Noter la quantité d'additions ajoutées <sup>a</sup>	Vérifier la teneur en additions et fournir des données pour le rapport eau/ciment (voir 5.4.2)	Chaque gâchée

«à suivre»

**Tableau 24 (suite et fin)**

	Type d'essai	Contrôle/Essai	Objectif	Fréquence minimale
11	Teneur en adjuvant du béton frais	Vérifier le poids ou le volume d'adjuvant ajouté <sup>a</sup>	Pour vérifier la teneur en adjuvant	Chaque gâchée
12	Rapport eau/ciment du béton frais	Par calcul ou par une méthode d'essai (voir 5.4.2)	Evaluer l'obtention du rapport eau/ciment spécifié	Quotidiennement, si spécifié
13	Teneur en air du béton frais, si spécifié	Essai conformément à l'EN 12350-7 pour le béton de masse volumique normale et le béton lourd, ASTM C 173 pour le béton léger	Evaluer l'obtention de la teneur spécifiée en air entraîné	Pour les bétons contenant de l'air entraîné : les premières gâchées ou charges de chaque production journalière jusqu'à stabilisation de la valeur.
14	Température du béton frais	Mesurer la température	Evaluer l'obtention de : la température minimale de 5 °C conformément à 5.2.8 ; Evaluer l'évolution vers la température limite de 30°C conformément à 5.2.8 ; ou une autre valeur spécifiée	En cas de doute Lorsque la température est spécifiée : périodiquement selon les cas ; chaque gâchée ou charge lorsque la température est proche des limites
15	Masse volumique du béton léger ou lourd	Essai selon l'EN 12390-7 <sup>b</sup>	Pour évaluer l'obtention de la masse volumique spécifiée	Lorsque la masse volumique est spécifiée, aussi fréquemment que pour les résistances en compression
16	Essai de résistance en compression sur éprouvettes moulées	Essai selon l'EN 12390-3	Pour évaluer l'obtention de la masse volumique spécifiée	Lorsque la résistance en compression du béton est spécifiée, aussi fréquemment que pour le contrôle de conformité, voir 8.1 et 8.2.1
<sup>a</sup> Lorsque l'équipement d'enregistrement n'est pas utilisé et que les tolérances de pesée pour la gâchée ou la charge sont dépassées, enregistrer la quantité pesée dans le registre de production. <sup>b</sup> Peut aussi être testée en conditions saturées, lorsqu'une relation sûre avec la masse volumique après séchage à l'étuve est établie.				



## **10. Évaluation de la conformité**

### **10.1. Généralités**

Le producteur est responsable de l'évaluation de la conformité aux propriétés spécifiées du béton. Pour cela le producteur doit effectuer les opérations suivantes:

- a) essais initiaux, lorsque exigé (voir 9.5 et l'annexe A);
- b) contrôle de production du producteur (voir l'article 9), y compris le contrôle de conformité (voir l'article 8);

Conformément à l'annexe C, l'inspection du contrôle de production du fabricant et les contrôles de conformité des bétons à la présente norme doivent être effectués par des organismes d'inspection et de certification approuvés.

Pour les produits préfabriqués, les exigences et les dispositions relatives à l'évaluation de la conformité sont données dans les spécifications techniques pertinentes (CDC – EPB, normes de produits et agréments techniques).

### **10.2. Évaluation, surveillance et certification du contrôle de production**

Les dispositions de l'annexe C « Dispositions pour l'évaluation, la surveillance et la certification du contrôle de production » de la présente norme sont normatives et doivent être appliquées.

## 11. Désignation des bétons à propriétés spécifiées

Lorsque les caractéristiques essentielles d'un béton à propriétés spécifiées doivent être fournies sous forme abrégée, les dispositions ci-après doivent être utilisées:

- référence à l'EN 206-1;
- classe de résistance à la compression: classe de résistance telle que définie au Tableaux 7 ou 8, par exemple, C 25/30;
- pour les valeurs limites en fonction de la classe d'exposition: désignation de la classe selon le Tableau 1, suivie de l'abréviation du nom du pays <sup>8</sup> 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) pour les dispositions luxembourgeoises;
- type d'utilisation du béton (non armé, armé, précontraint), d'autres prescriptions conformément à l'article 6.2.3 resp. la classe de teneur en chlorures selon le Tableau 10;
- dimension maximale nominale du granulat : la valeur  $D_{max}$  telle que définie en 4.2.2, par exemple  $D_{max}$  22;
- masse volumique: les désignations de classe selon le Tableau 9 ou la valeur cible, par exemple D 1,8;
- consistance: par classe comme défini en 4.2.1 ou valeur cible.

Il est recommandé de recourir aux dispositions de l'annexe N.

---

<sup>8</sup> En accord avec le code international reconnu pour les plaques d'immatriculation des véhicules. A l'abréviation du pays, d'autres informations concernant les dispositions peuvent être ajoutées.

## **Annexe A (normative) Essai initial**

### **A.1 Généralités**

Cette annexe fournit les détails de l'essai initial comme indiqué en 5.2.1, 5.2.5.1, 6.1 et 9.5.

L'essai initial doit démontrer qu'un 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 formulation est appropriée à partir de données recueillies sur la base d'essais précédents ou d'une expérience acquise sur une durée conséquente, ceci peut constituer une alternative aux essais initiaux.

### **A.2 Partie responsable des essais initiaux**

Les essais initiaux relèvent de la responsabilité du producteur pour les bétons à propriétés spécifiées. ###

### **A.3 Fréquence des essais initiaux**

Les essais initiaux doivent être effectués avant d'utiliser un nouveau béton ou une nouvelle famille de bétons.

De nouveaux essais initiaux doivent être effectués s'il y a un changement significatif soit des constituants du béton soit des exigences spécifiées, auxquels correspondaient les essais précédents.

### **A.4 Conditions d'essai**

En règle générale, les essais initiaux doivent être effectués sur un béton à l'état frais dont la température est comprise entre 15 °C et 22 °C.

**Note:** Si le bétonnage sur le site du 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 également informé pour qu'il puisse prendre en compte les effets sur les propriétés du béton et le besoin d'essais complémentaires.

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 essais 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 un.

La résistance pour une gâchée ou 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.

Le laps de temps qui s'écoule entre le malaxage et l'essai de consistance doit être enregistré avec les résultats.

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.

#### **A.5 Critères d'adoption des essais initiaux**

Pour évaluer les propriétés du béton, en particulier celles du béton frais, les différences entre le type de malaxeur et les conditions de malaxage utilisé pour l'essai initial et ceux utilisés pour la production doivent être prises en compte.

La résistance à la compression du béton ayant la composition choisie pour le cas réel doit être supérieure aux valeurs  $f_{ck}$  du Tableau 7 ou du Tableau 8 de la présente norme, avec une certaine marge. Cette marge doit correspondre au moins à celle nécessaire à la satisfaction des critères de conformité stipulés en 8.2.1. Il convient que la marge soit d'environ du double de l'écart type attendu, soit au moins de 6 MPa à 12 MPa en fonction des installations de production, des constituants et des informations recueillies relatives à la variation.

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, s'agissant de béton prêt à l'emploi, d'être livré.

Pour les autres propriétés spécifiées, le béton doit satisfaire à la conformité aux valeurs spécifiées avec une marge appropriée.

## **Annexe B (normative)**

### **Test d'identification pour la résistance à la compression**

#### **B.1 Généralités**

Cette annexe indique les détails de la réalisation des essais d'identification tel qu'indiqué en 8.2.1.1.

Un test d'identification indique si un volume particulier de béton défini appartient à la même population que celle vérifiée conforme à la classe de résistance au moyen de l'évaluation de la conformité par le producteur.

Les tests d'identification pour la résistance à la compression d'un béton de masse volumique normale, légère ou d'un béton lourd livré sur chantier, se font suivant les modalités de l'annexe M.

#### **B.2 Plan d'échantillonnage et d'essais**

Lorsque l'on procède à des essais d'identification, le volume particulier de béton doit être défini, par exemple:

- une gâchée ou une charge en cas de doute sur leur 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 M.2 de l'annexe M.

Le nombre minimal d'échantillons à prélever et la fréquence minimale de prélèvement sur un volume particulier de béton sont définis dans le tableau M.2 de l'annexe M.

Les modalités de prélèvement des échantillons, de confection et de conservation des éprouvettes sont définies dans l'annexe M.

#### **B.3 Critères d'identification pour la résistance en compression**

##### **B.3.1 Béton soumis à une certification du contrôle de production**

L'identification du béton est évaluée conformément aux dispositions de l'annexe M.

##### **B.3.2 Béton non soumis à un contrôle de production certifié**

Seuls les bétons soumis à un contrôle de production certifié peuvent faire l'objet d'une évaluation de conformité dans le cadre de la présente norme.

## **Annexe C (normative)**

### **Dispositions pour l'évaluation, la surveillance, et la certification du contrôle de production**

#### **C.1 Généralités**

Lorsque requis pour le contrôle de production (voir article 9) les dispositions pour l'évaluation, la surveillance et la certification du contrôle de production par un organisme approuvé, sont données dans cette annexe.

#### **C.2 Tâches de l'organisme d'inspection**

##### **C.2.1 Évaluation initiale du contrôle de production**

Une inspection initiale de la centrale à béton et de son contrôle de production doit être effectuée par l'organisme d'inspection approuvé. L'inspection initiale a pour objet de déterminer si les conditions initiales, en termes de personnel et de matériel pour une production correcte et pour le contrôle de production correspondant, semblent être adaptées.

L'organisme d'inspection doit, entre autres, examiner et vérifier:

- le manuel de contrôle de production du producteur et évaluer les dispositions qu'il contient. Il doit en particulier vérifier qu'elles sont conformes aux exigences de contrôle de production visées à l'article 9 et s'il tient compte des exigences de cette norme;
- la présence aux endroits prévus et aux personnes prévues des documents essentiels nécessaires à l'inspection des installations, et qui sont à disposition du personnel de la centrale;
- la présence à la centrale de tous les moyens et équipements nécessaires au contrôle et essais du matériel, des constituants et du béton;
- les connaissances, formations et expériences du personnel de production et de contrôle de production;
- qu'un essai initial a bien été effectué conformément à l'annexe A de la présente norme et qu'il a fait l'objet d'un rapport correctement établi.

En cas d'essais indirects, ou, si la conformité a été établie sur la base de résultats transposés du concept de famille pour l'évaluation de la résistance, le producteur doit démontrer à l'organisme d'inspection de façon satisfaisante, la corrélation ou la fiabilité de la relation entre essais directs et indirects.

Pour donner confiance dans les résultats du contrôle de production, l'organisme d'inspection doit effectuer des essais ponctuels en parallèle avec 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 du producteur est accrédité et sur la surveillance d'un organisme de certification.

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 production exploité

par le producteur et l'évaluation de ce système doivent être consignés dans un rapport d'évaluation.

Lorsqu'une unité de production a satisfait à l'inspection initiale effectuée par l'organisme d'inspection, celui-ci doit délivrer un rapport d'évaluation confirmant la conformité du contrôle de production à l'article 9 de la présente norme. Ce rapport sera transmis au producteur et à l'organisme de certification approuvé.

**Note:** Sur la base de ce rapport, l'organisme de certification approuvé, décidera la certification du contrôle de production (voir C 3.1).

## **C.2.2 Surveillance continue du contrôle de production**

### **C.2.2.1 Inspections périodiques**

Les inspections périodiques effectuées par l'organisme d'inspection ont pour principal objectif de vérifier si les conditions initiales pour la production et le contrôle de production accepté sont maintenues. A cet effet, le rapport d'évaluation du contrôle initial sera utilisé comme une déclaration du contrôle de production accepté.

Le producteur est responsable de la permanence du système de contrôle de production. Si des changements significatifs sont apportés aux installations du site de production, au système de contrôle de production ou au manuel de contrôle de production, le producteur doit en aviser l'organisme de contrôle qui pourra, le cas échéant, exiger une nouvelle inspection.

Au cours des inspections périodiques, il faut procéder au minimum à l'évaluation:

- des procédures de production, d'échantillonnage et d'essai;
- des données consignées;
- des résultats des essais du contrôle de la production pendant la période de l'inspection;
- de vérifier que les procédures ou les essais requis ont été conduits à la fréquence appropriée;
- que la vérification et l'entretien du matériel de production ont été effectués comme prévu;
- des mesures appropriées ont été prises, notamment pour l'étalonnage, le calibrage et l'entretien des matériels d'essai;
- les actions entreprises en cas de non conformité du produit;
- les bons de livraison et les déclarations de conformité des produits doivent également être vérifiés.

Pour donner confiance dans l'échantillonnage et les essais du contrôle de production du producteur, l'organisme d'inspection doit prélever, durant l'inspection périodique, des échantillons ponctuels sur la production courante en vue d'essais. La prise d'échantillon, dans ce cas, ne doit pas être annoncée à l'avance. L'organisme d'inspection doit déterminer la fréquence appropriée pour chaque unité de production pour laquelle il convient de conduire ces essais sur béton en tenant compte des conditions particulières. De tels essais peuvent, dans des conditions spéciales, être remplacés par une surveillance détaillée des données du producteur et du système de contrôle lorsque le laboratoire du producteur est accrédité et sur la surveillance d'un organisme de certification.

Les bétons à performances spécifiées seront testés pour les propriétés spécifiées, par exemple: résistance, consistance. Pour les bétons de composition prescrite, les essais ne doivent couvrir que la consistance ou la composition.

Les résultats des essais de routine du producteur doivent être comparés à ceux de l'organisme d'inspection.

L'organisme d'inspection doit examiner périodiquement les relations sûres entre les essais directs et indirects ainsi que la relation entre les membres d'une même famille de béton.

Les résultats des inspections périodiques doivent être consignés dans un rapport qui est transmis au producteur et à l'organisme de certification.

Les inspections périodiques doivent être effectuées au moins deux fois par an, sauf si les procédures de vérification ou les règles de certification prévoient des conditions permettant de réduire ou d'augmenter leur fréquence.

### **C.2.2.2 Inspections exceptionnelles**

Une inspection exceptionnelle est nécessaire:

- si d'importantes divergences ont été détectées au cours du contrôle périodique (ré-inspection);
- si la production a été interrompue pendant une période supérieure à 6 mois;
- si demandée par le producteur, par exemple en raison d'un changement des conditions de production;
- si requis par l'organisme de certification et dûment justifié.

Le contenu, le type et le calendrier du contrôle exceptionnel, dépendent du cas particulier.

## **C.3 Tâches de l'organisme de certification**

### **C.3.1 Certification du contrôle de production**

L'organisme de certification doit certifier le contrôle de production sur la base du rapport de l'organisme d'inspection, qui établit que l'unité de production a passé l'évaluation initiale du contrôle de production à la satisfaction de l'organisme d'inspection.

L'organisme de certification doit décider de la continuation de la validité du certificat sur la base des rapports de surveillance en continu du contrôle de production.

### **C.3.2 Mesures en cas de non-conformité**

Si l'organisme agréé relève une non conformité du béton aux spécifications ou si des défauts ont été décelés au niveau du processus de production ou au niveau du contrôle de production, et que le producteur n'a pas réagi correctement le moment voulu, (voir 8.4) l'organisme agréé doit demander au producteur d'y remédier dans un délai suffisamment court. Les actions du producteur doivent être vérifiées par l'organisme d'inspection.

Si approprié, on doit procéder à une inspection exceptionnelle et à un essai par sondage d'échantillons supplémentaire en cas de non conformité majeure, notamment en ce qui concerne:



- la résistance;
- le rapport eau/ciment;
- les limitations de base imposées à la composition;
- la masse volumique des bétons légers et lourds s'agissant de bétons à propriétés spécifiées;
- la formulation spécifiée dans le cas des bétons à composition prescrite.

Si l'inspection exceptionnelle ou si l'essai par sondage d'échantillons complémentaire ne sont pas satisfaisants, l'organisme de certification doit normalement suspendre immédiatement ou retirer le certificat de conformité du contrôle de production.

**Note:** Après suspension ou retrait du certificat de conformité du contrôle de production, le producteur ne doit plus faire référence au certificat de conformité.

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 devront être confirmées à l'occasion de l'inspection périodique suivante.

## **Annexe D**

### **(informative)**

### **Bibliographie**

EN 1992-1-1	Eurocode 2: Calcul des structures en béton -Partie 1-1: Règles générales et règles pour les bâtiments.
ENV 13670-1	Exécution des structures en béton -Partie 1: Règles générales.
ISO 9001	Systèmes qualité -Modèle pour l'assurance de la qualité en conception, développement, production installation et prestations associées.
CR 1901	Spécifications régionales pour prévenir les effets dommageables des réactions alcali silice dans les bétons.
CR 13901	Utilisation du concept de familles de bétons pour le contrôle de production et de conformité du béton.
CR 13902	Méthodes d'essai de détermination du rapport eau/ciment.

Bulletin d'information CEB 197 -FIP, béton à haute résistance -Rapport sur l'état de l'art.. SR 90/1-1990.

## **Annexe E**

### **(informative)**

#### **Lignes directrices d'application du concept de performance équivalente des propriétés du béton**

Cette annexe donne les indications détaillées relatives au concept de performance équivalente du béton tel que présenté aux points 5.2.5.1 et 5.2.5.3.

Il convient que la performance du béton contenant l'addition soit au moins équivalente à celle du béton de référence évaluée au moyen d'essais.

Il convient que le béton de référence:

- contienne un ciment conforme à l'EN 197-1, du type et contenant des constituants correspondant à la combinaison du ciment et de l'addition;
- soit conforme aux exigences de 5.3.2 pour la classe d'exposition correspondante.

Lorsqu'il n'existe pas de ciment correspondant, il convient d'utiliser un ciment CEM 1.

Il convient que le programme d'essai comprenne tous les essais permettant de démontrer que les performances du béton contenant l'addition sont équivalentes à celles du béton de référence, en ce qui concerne l'action environnementale spécifique résultant de la classe d'exposition.

Il convient que les essais soient effectués au même moment et dans le même laboratoire, accrédité pour les essais correspondant et expérimenté dans leur conduite. Il convient que le mode opératoire des essais assure un degré de confiance similaire dans les performances du béton conforme aux exigences de 5.3.2 pour la classe d'exposition correspondante et contenant du ciment conforme EN 197-1.

Il convient que la gamme des compositions pour laquelle cette méthode s'applique soit limitée aux conditions suivantes:

- la quantité totale d'addition, y compris celle déjà contenue en tant que constituant du ciment, respecte les valeurs limites données dans l'EN 197-1, pour un type de ciment correspondant autorisé;
- la somme du ciment et de l'addition soit au moins égale à l'exigence relative à la teneur en ciment, visée en 5.3.2, pour la classe d'exposition correspondante;
- le rapport eau / (ciment + addition) soit dans les limites prescrites en 5.3.2 pour le rapport eau/ciment maximal, pour la classe d'exposition correspondante.

## **Annexe F (normative) Exigences luxembourgeoises pour les limites de compositions du béton**

Cette annexe fournit les prescriptions pour le choix des exigences relatives à la composition et aux propriétés du béton en fonction de la classe d'exposition selon 5.3.2.

En ce qui concerne les qualités de ciment qui peuvent être employés pour les différentes classes d'expositions, il y a lieu de se référer au Tableau T5 - Domaines d'application des ciments conformes à la EN 197-1 pour la confection de bétons en fonction des différentes classes d'exposition sous 5.3.2.3. Choix de la qualité de ciment en fonction des classes d'exposition.

**Tableau F.2 - Exigences luxembourgeoises pour les valeurs limites spécifiées applicables à la composition et aux propriétés du béton**

Classe d'exposition	X0	XC1	XC2	XC3	XC4	XD1	XD2	XD3	XF1	XF2	XF3	XF4	XA1	XA2	XA3
Facteur E/C maximal	---	0.70	0.70	0.60	0.60	0.50	0.50	0.45	0.60	0.50	0.50	0.45	0.60	0.50	0.45
Classe de résistance minimale	C12/15	C20/25	C20/25	C25/30	C25/30	C30/37	C30/37	C35/45 <sup>4)</sup>	C25/30	C30/37	C30/37	C30/37	C25/30	C30/37 <sup>3)</sup>	C35/45 <sup>3)</sup>
Teneur minimale en ciment	---	240	240	280	280	320	320	340	280	320	320	340	280	320	340
Teneur minimale en air entraîné	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	4.0	---	---	---
Qualité de ciment	---	<sup>1)</sup>	<sup>1)</sup>	<sup>1)</sup>	<sup>1)</sup>	<sup>1)</sup>	<sup>1)</sup>	<sup>1)</sup>	<sup>1)</sup>	<sup>1)</sup>	<sup>1)</sup>	<sup>1)</sup>	<sup>1)</sup>	HRS <sup>2)</sup>	HRS <sup>2)</sup>
Cat. de gélivité des granulats EN12620	---	---	---	---	---	---	---	---	F <sub>4</sub>	F <sub>2</sub>	F <sub>2</sub>	MS <sub>18</sub>	---	---	---

<sup>1)</sup> pour la restriction d'emploi des différentes qualités de ciment suivant EN 197 voir tableau T5 - Domaines d'application des ciments conformes à la EN 197 pour la confection de bétons en fonction des différentes classes d'exposition sous § 5.3.2 : Valeurs limites pour la composition du béton

<sup>2)</sup> si la teneur en SO<sub>4</sub><sup>2-</sup> est > 600 mg/l dans l'eau ou > 3000 mg/kg dans le sol

<sup>3)</sup> l'attribution à une classe de résistance d'un béton confectionné le cas échéant avec un ciment de haut fourneau CEM III de classe 32,5 N HRS se fait par la détermination de la résistance nominale à la compression à l'échéance de 56 jours( § 5.5.1.2 de la présente norme).

<sup>4)</sup> la classe de résistance à la compression C30/37 de la classe d'exposition XF4 prévaut sur la classe de résistance minimale C35/45 de la classe d'exposition XD3.

Ceci vaut également pour la combinaison XF4 avec la classe d'exposition XA3, pour laquelle il convient de façon générale d'étudier la nécessité de mise en œuvre de moyens complémentaires de protection du béton.

## **Annexe G (informative)**

### **Exigences relatives à la précision de l'équipement de dosage**

En référence à l'amendement à 9.6.2.2 (EN 206-1 : 2000/A1 : 2004), l'annexe G n'est plus valide et doit être supprimée.

## Annexe H (informative)

### Dispositions supplémentaires relatives aux bétons à haute résistance

La présente annexe formule quelques recommandations applicables aux dispositions relatives au contrôle de conformité s'ajoutant à celles données aux Tableaux 22,23 et 24 pour la production de béton à haute résistance.

**Note:** Les numéros attribués aux lignes des Tableaux H.1, H.2 et H.3 correspondent respectivement aux lignes des Tableaux 22, 23 et 24 dont elles remplacent ou modifient les prescriptions équivalentes.

**Tableau H.1 – Contrôle des matériaux constitutants**

	Matériau constituant	Contrôle/essai	Objectif	Fréquence minimale
4	Granulats	Essai par tamisage conformément à l'EN 933-1 ou informations du fournisseur concernant les granulats	Vérifier la conformité avec la granularité convenue	A chaque livraison, s'ils ne sont pas livrés en faisant l'objet de tolérances restreintes et en bénéficiant d'une certification du contrôle de production
9a	Adjuvants <sup>a</sup>	Détermination de l'extrait sec	Pour comparaison avec la valeur déclarée de la fiche technique	Première livraison sauf si les résultats d'essais sont donnés par le fournisseur En cas de doute
9b		Mesure de la masse volumique	Comparer avec la masse volumique nominale	A chaque livraison
11	Addition en vrac	Mesure de la perte au feu	Pour identifier les changements de teneur en carbone avec effet sur les propriétés du béton frais	A chaque livraison sauf si les résultats d'essais sont donnés par le fournisseur
<sup>a</sup> Il est recommandé de prélever et de conserver des échantillons sur chaque livraison				

**Note:** Des informations complémentaires sur le contrôle de production pour les bétons à haute résistance peuvent être tirées de la littérature pertinente, par exemple: Bulletin d'information CEB 197 – FIP, béton à haute résistance – Rapport sur l'état de l'art ; SR 90/1-1990.

**Tableau H.2 – Contrôle de l'équipement**

	<b>Équipement</b>	<b>Contrôle/essai</b>	<b>Objectif</b>	<b>Fréquence minimale</b>
1	Stockage au sol, trémies, etc.	Examen visuel	S'assurer de la conformité aux exigences	Quotidiennement
3a	Matériel de pesage	Vérification de la précision de pesage	Confirmation hebdomadaire, en un seul point	Chaque semaine
5	Distributeurs d'adjuvants (y compris ceux montés sur les malaxeurs portés)	Contrôle de la précision	Pour réaliser des dosages précis	Au moment de l'installation; Chaque semaine, après l'installation; En cas de doute
6a	Compteur d'eau	Comparaison de la quantité réelle avec la valeur affichée au compteur	Vérifier la précision conformément à l'article 9.7	Au moment de l'installation; Chaque semaine, après l'installation; En cas de doute
7	Équipement de mesure en continu de la teneur en eau des granulats	Comparaison de la teneur réelle avec la valeur affichée	Vérifier la précision	Au moment de l'installation; Chaque semaine, après l'installation; En cas de doute
9	Système de dosage	Comparaison (par une méthode appropriée selon le système de dosage utilisé) de la valeur mesurée sur les constituants de la gâchée avec la valeur cible, et dans le cas d'un enregistrement automatique, également avec la valeur enregistrée	Vérifier les tolérances de dosage conformément au Tableau 21	Au moment de la première installation; En cas de doute lors des installations suivantes; Chaque mois après l'installation

**Tableau H.3 – Contrôle des procédures de production et des propriétés du béton**

	<b>Type d'essai</b>	<b>Contrôle/Essai</b>	<b>Objectif</b>	<b>Fréquence minimale</b>
3	Teneur en eau des gravillons	Essai de séchage ou équivalent	Pour déterminer la masse des granulats et la quantité d'eau à apporter	Quotidiennement; Des essais plus ou moins fréquents peuvent être requis en fonction des conditions locales et atmosphériques
4	Eau ajoutée du béton frais	Enregistrement de la quantité d'eau <sup>a</sup> ajoutée	Pour fournir des données pour le rapport eau/ciment	Chaque gâchée
9	Teneur en ciment du béton frais	Enregistrer <sup>a</sup> la quantité de ciment ajoutée	Vérifier la teneur en ciment et pour pouvoir calculer le rapport eau/ciment	Chaque gâchée
10	Teneur en additions du béton frais	Noter <sup>a</sup> la quantité des additions ajoutée	Vérifier la teneur en additions	Chaque gâchée

<sup>a</sup> Pour les bétons à haute résistance un enregistrement automatique des pesées est recommandé.



## **Annexe J** **(informative)** **Méthode de formulation basée sur les performances pour le respect de la durabilité**

### **J.1 Introduction**

La présente annexe présente brièvement les concepts et les principes applicables pour une méthode de formulation fondée sur la performance dans le respect de la durabilité telle que présentée en 5.3.3.

### **J.2 Définition**

Cette variante considère quantitativement chacun des mécanismes de détérioration, la durée de vie de l'élément ou de la structure, et les critères qui définissent la fin de cette durée de vie.

Cette méthode peut se baser sur une expérience satisfaisante avec des pratiques locales dans des environnements locaux, sur des données recueillies à partir d'une méthode d'essai de performance établie pour le mécanisme étudié, ou sur l'utilisation de modèles prédictifs éprouvés.

### **J.3 Applications et recommandations générales**

- a) Certaines actions agressives sont mieux traitées par une approche prescriptive, par exemple: réaction alcali-silice, attaque des sulfates, ou abrasion;
- b) d'autres méthodes s'appliquent plus particulièrement à la résistance à la corrosion, et dans certains cas, également à la résistance au gel/dégel. Cette approche peut s'avérer appropriée dans les cas où:
  - une durée de vie en dehors de la plage normale de 50 ans est requise;
  - la structure est qualifiée de "particulière" ce qui implique une probabilité de défaillance plus faible;
  - les modes d'actions de l'environnement sont particulièrement agressifs, ou sont bien définis;
  - une qualité d'exécution de haut niveau est prévue;
  - introduction d'une stratégie de maintenance et de gestion, avec éventuellement calendrier de rénovation;
  - des groupes significatifs de structures ou d'éléments similaires, doivent être construits;
  - des matériaux constituants nouveaux ou différents doivent être utilisés;
  - la méthode normalisée a été utilisée selon 5.3.2 pour la conception, mais un défaut de conformité a été observé;
- c) dans la pratique, le niveau de durabilité obtenu dépend de la combinaison de la conception, des matériaux et de l'exécution;
- d) la sensibilité du concept théorique, le système structurel, la forme des éléments et les descriptions structurelles et architecturales sont autant de paramètres de calcul significatifs;

- e) la compatibilité des matériaux et la méthode de construction, la qualité de l'exécution et les niveaux de contrôle et d'assurance qualité, sont des paramètres de construction significatifs;
- f) la performance requise vis-à-vis de la durabilité dépend de la durée de vie exigée, des utilisations futures possibles de la structure, des mesures de protection particulières, de la maintenance prévue en service, et des conséquences de défaillances, dans l'environnement local;
- g) pour tout niveau de performance requis, il est possible que des solutions alternatives équivalentes découlent des différentes combinaisons des calculs, des matériaux et de l'exécution;
- h) le niveau de connaissance du microclimat local et ambiant est important lors de la détermination de la fiabilité des méthodes de conception liées aux performances.

#### **J.4 Méthode de formulation basée sur les performances pour le respect de la durabilité**

L'application des variantes énumérées ci-dessous passe par la définition préalable des facteurs suivants:

- le type et la forme de la structure;
- les conditions environnementales locales;
- le niveau d'exécution;
- la durée de vie requise.

Quelques hypothèses et appréciations seront généralement nécessaires pour ramener la méthode choisie à un niveau pragmatique et pratique.

Les méthodes qui peuvent être utilisées sont les suivantes:

- a) affinement de la méthode selon 5.3.2, reposant sur une expérience à long terme des pratiques et des matériaux locaux, et sur une connaissance détaillée de l'environnement local;
- b) méthodes basées sur des essais approuvés et vérifiés représentatifs des conditions réelles, et contenant des critères de performance approuvés;
- c) méthodes basées sur des modèles analytiques étalonnés par rapport à des résultats d'essais représentatifs des conditions réelles rencontrées dans la pratique.

Il convient que la composition du béton et les matériaux constitutifs soient très exactement définis pour permettre le maintien du niveau de performance.

## **Annexe K** **(normative)** **Familles de béton**

### **K.1 Généralités**

La présente annexe fournit des détails sur l'utilisation des familles de bétons comme indiqué en 8.2.1.1.

### **K.2 Sélection de la famille de béton**

Lors de la sélection d'une famille pour le contrôle de production et de conformité, le producteur doit réaliser le contrôle sur tous les membres de la famille. Lorsque l'expérience d'utilisation du concept de famille de béton 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 1;
- bétons sans ou avec adjuvant réducteur d'eau/plastifiant;
- toute la gamme des classes de consistance;
- bétons avec un domaine limité de classes de résistance.

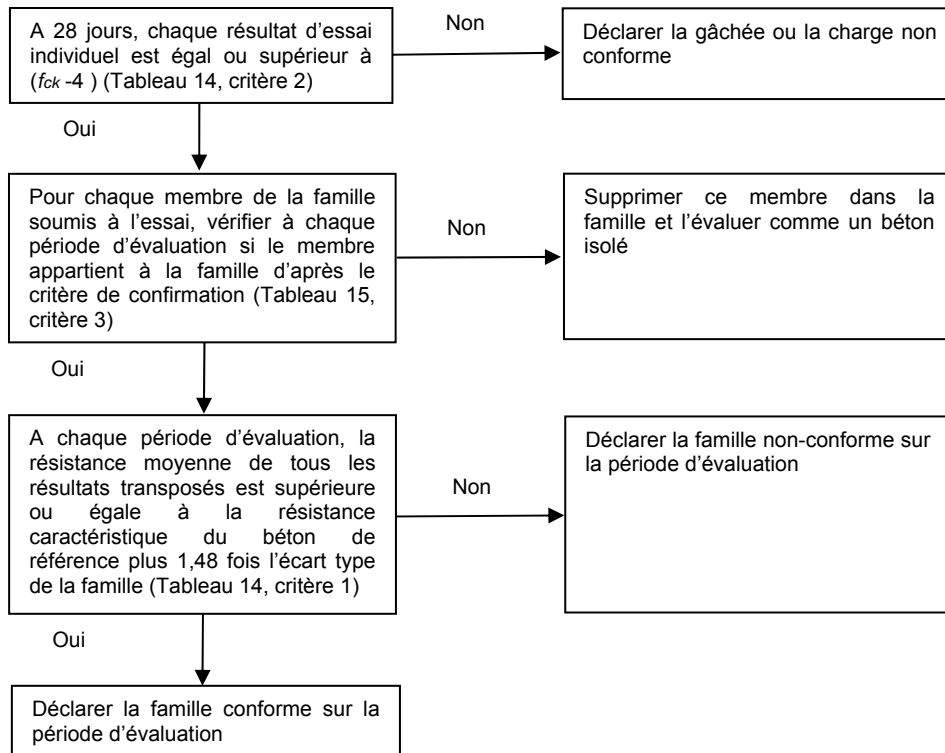
Il convient que les bétons contenant des additions de type II c'est-à-dire pouzzolaniques ou à hydraulité latente soient classés dans une famille différente.

Il convient que les bétons contenant des adjuvants pouvant avoir un impact sur la résistance en compression, par exemple: haut réducteur d'eau, retardateur ou entraîneur d'air, soient traités isolément ou en familles séparées.

Pour démontrer que des granulats sont similaires, il convient qu'ils soient de la même origine géologique, du même type, par exemple: concassé, et qu'ils aient des performances similaires dans le béton.

Avant d'utiliser le concept de famille ou d'étendre les familles données ci dessus, il convient que les relations soient testées sur les données de production antérieures pour prouver qu'elles donnent un contrôle de production et de conformité adéquat et efficace.

### K.3 Arbre de décision pour l'évaluation d'un membre et la conformité d'une famille de béton



## Annexe L (normative)

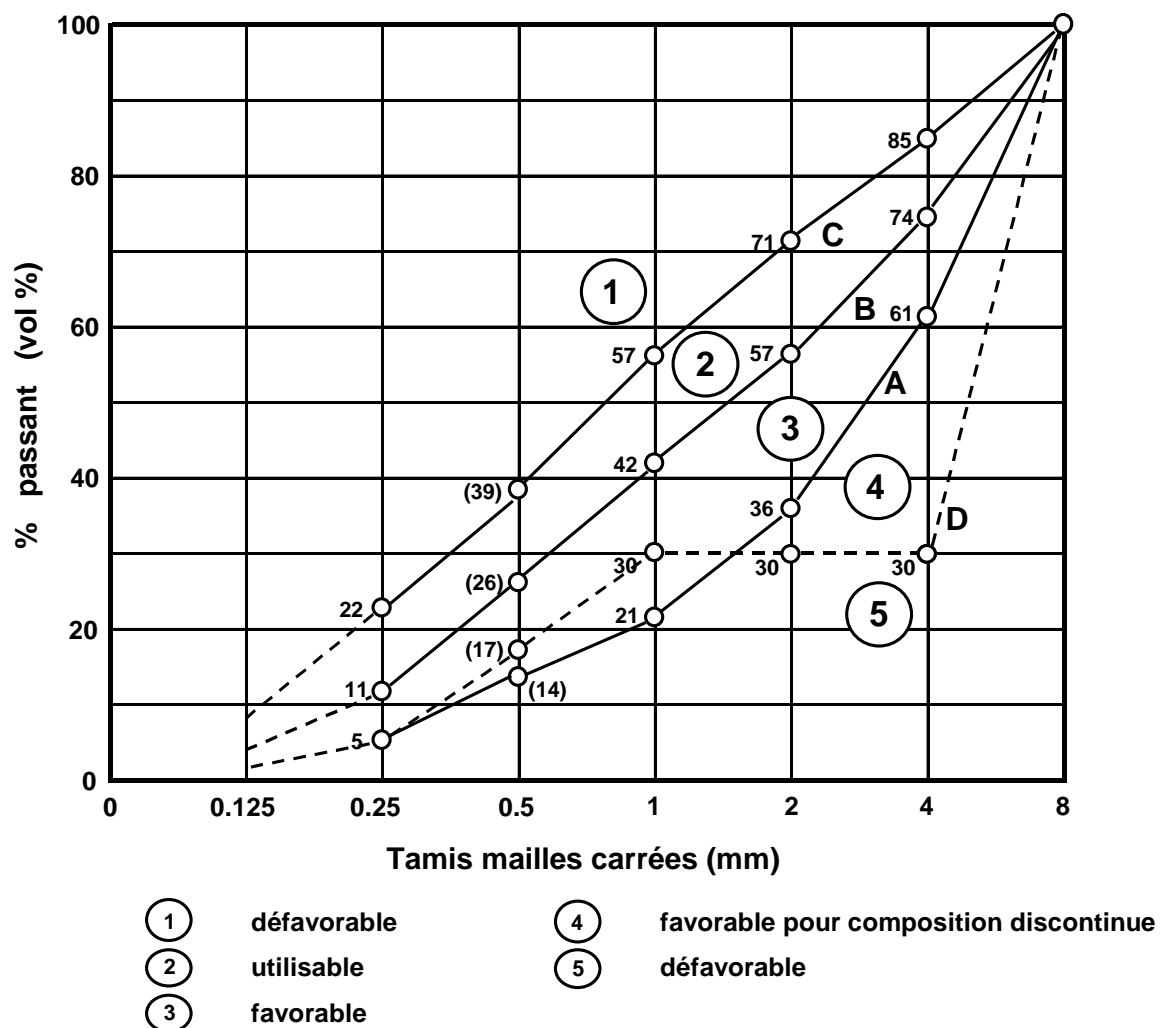
### Composition granulométrique des granulats dans les bétons

La composition granulométrique 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.

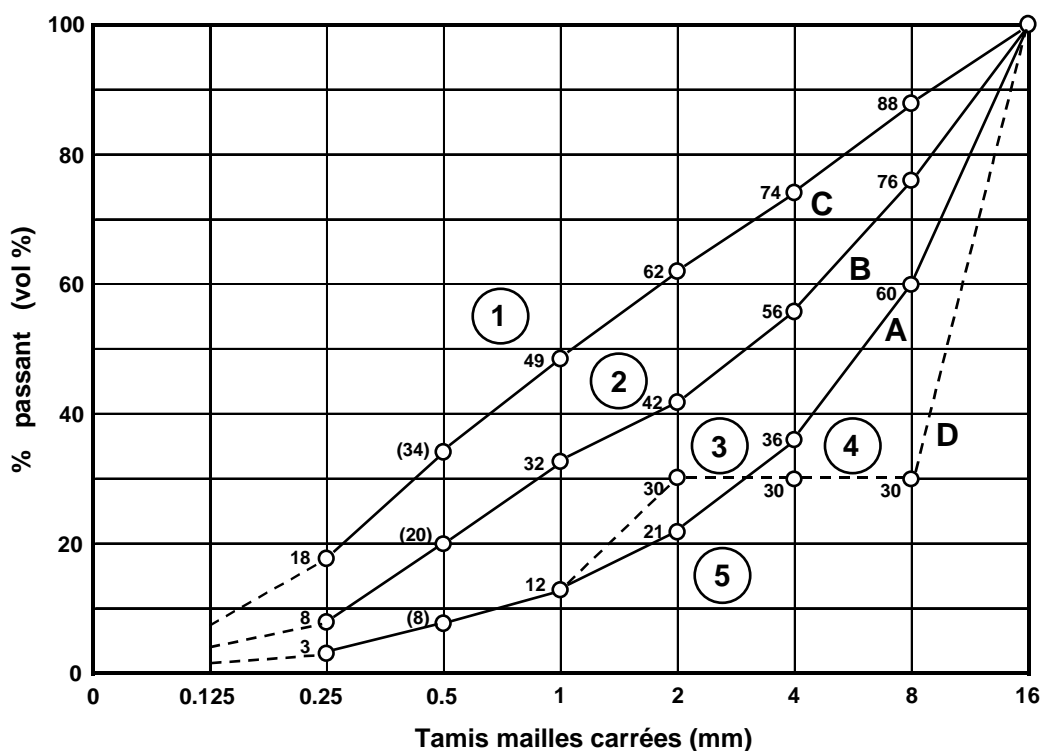
Les compositions granulométriques de granulats individuels ou des granulats composés sont déterminées suivant les normes européennes EN 933-1 sur des tamis suivant ISO 3310.

Les graphiques L.1. à L.5 donnent des recommandations pour les fuseaux granulométriques à utiliser dans les bétons suivant le grain maximal du béton.

**Graphique L.1. Fuseaux granulométriques pour un grain maximal de 8 mm**

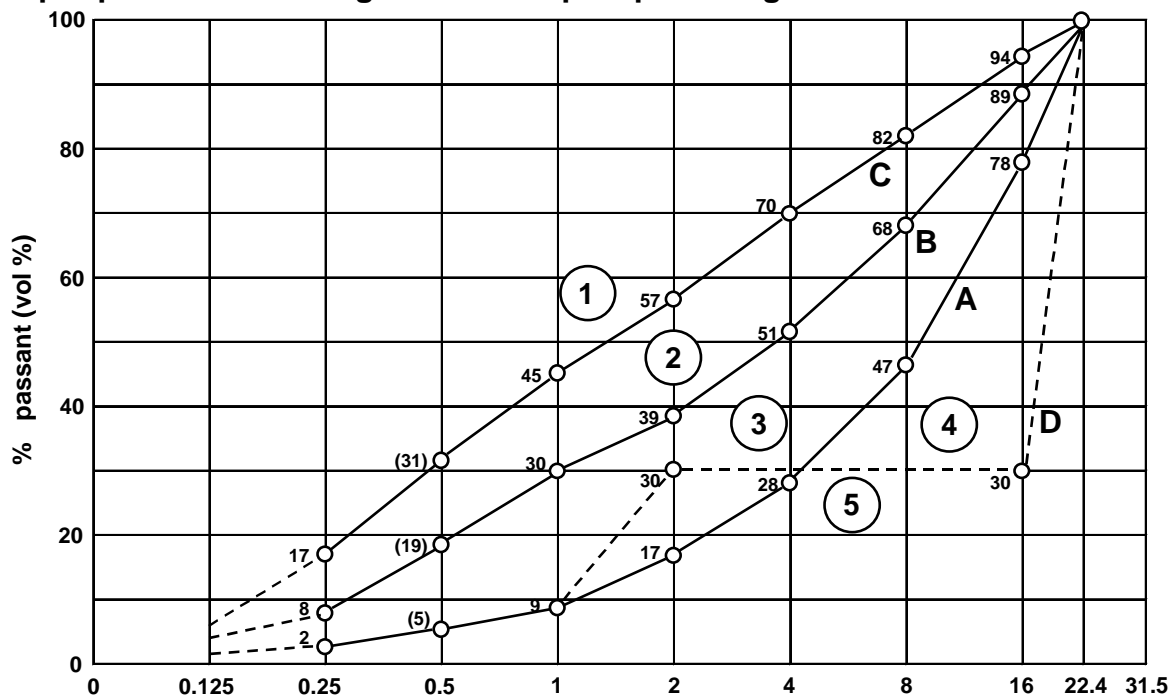


Graphique L.2. Fuseaux granulométriques pour un grain maximal de 16 mm



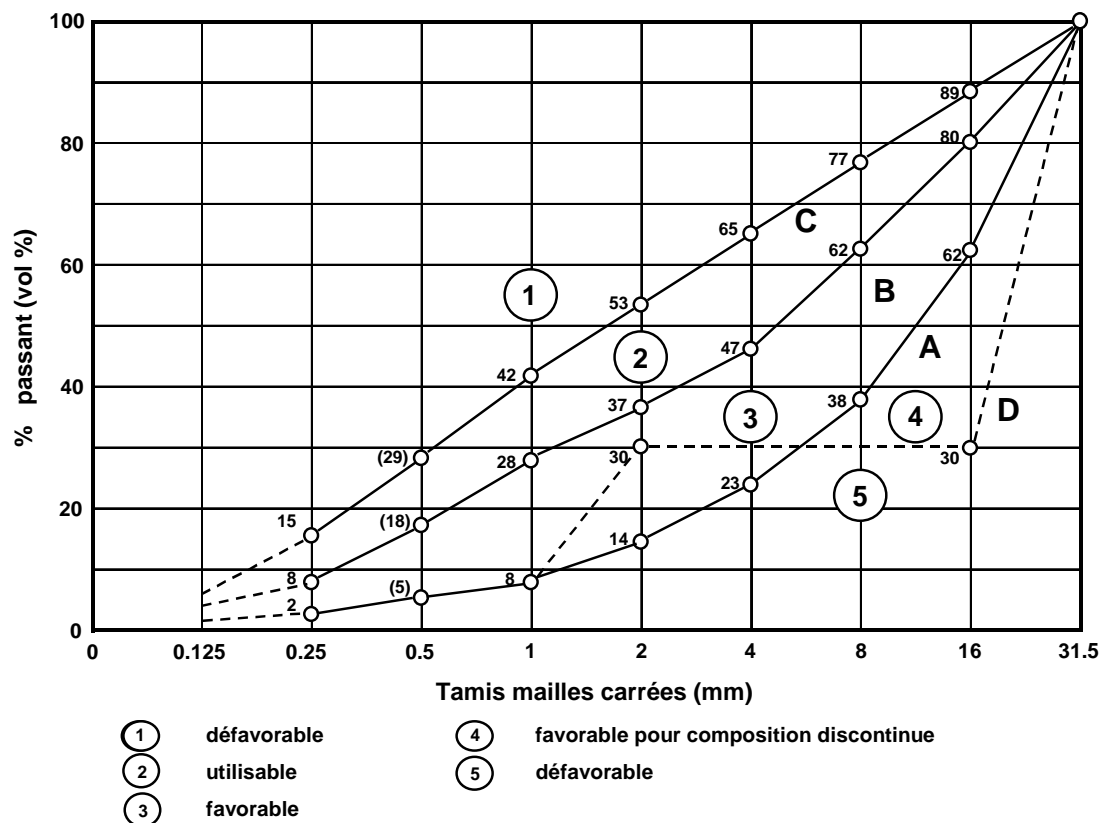
- |               |  |
|---------------|--|
| ① défavorable | ④ favorable pour composition discontinue |
| ② utilisable  | ⑤ défavorable                            |
| ③ favorable   |  |

Graphique L.3. Fuseaux granulométriques pour un grain maximal de 22 mm

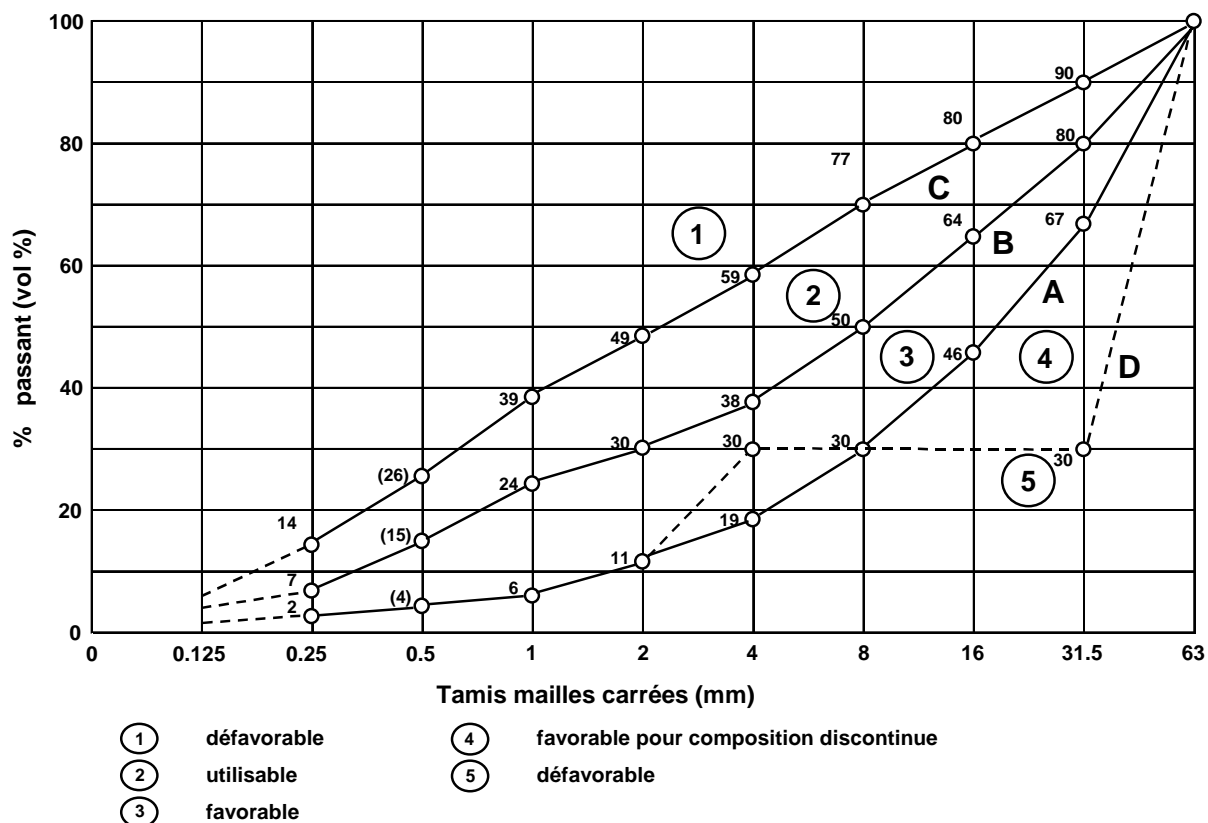


- |               |  |
|---------------|--|
| ① défavorable | ④ favorable pour composition discontinue |
| ② utilisable  | ⑤ défavorable                            |
| ③ favorable   |  |

Graphique L.4. Fuseaux granulométriques pour un grain maximal de 32 mm



Graphique L.5. Fuseaux granulométriques pour un grain maximal de 63 mm



## Annexe M (normative)

### Contrôle et analyse sur chantier du béton frais et durci

Cette annexe définit les règles à appliquer pour le contrôle du béton frais et durci et pour les tests d'identification réalisés sur des éprouvettes préparées séparément sur chantier.

Cette annexe est applicable au béton de masse volumique légère, normale et lourde telles que définies par la présente norme.

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.

#### M.1 Classes de surveillance

Pour le contrôle des qualités du béton frais et durci sur chantier les bétons sont divisés en trois classes de surveillance suivant le tableau M.1. En cas d'attribution d'un béton à plusieurs classes de surveillance, la classe la plus élevée est déterminante.

**Tableau M.1 - Classe de surveillance**

critères	classe de surveillance		
	1	2	3
classe de résistance pour béton normal et lourd	$\leq C25/30$ <sup>(1)</sup>	$\geq C30/37$ 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		$\leq LC35/38$	$\geq LC40/44$
classes d'exposition	X0,XC,XF1	XD,XA, $\geq$ XF2	
propriétés particulières		<ul style="list-style-type: none"> <li>- béton à haute résistance à la pénétration de l'eau</li> <li>- béton étanche</li> <li>- béton coulé sous eau</li> <li>- béton pour température de service élevée</li> <li>- applications particulières suivant CDC-BET</li> </ul>	

<sup>(1)</sup> Le béton précontraint de la classe C25/30 est à attribuer à la classe de surveillance 2.



## M.2 Principaux contrôles et fréquences minimales des contrôles du béton sur chantier

Les principaux contrôles sur le béton frais et durci à effectuer sur le chantier ainsi que les fréquences minimales requises sont définis dans le tableau M.2.

**Tableau M.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 <sup>ère</sup> mise en œuvre d'une qualité de béton Lors de la confection de cubes d'essais de compression En cas de doute	
Contrôle visuel de la régularité du béton	ponctuellement	chaque livraison	
Résistance à la compression sur cubes <sup>(1)</sup>	3 échantillons <sup>(2)</sup> par 300 m <sup>3</sup> ou par 5 jours de bétonnage <sup>(3)</sup>	3 échantillons <sup>(2)</sup> par 300 m <sup>3</sup> ou par 3 jours de bétonnage <sup>(3)</sup>	3 échantillons <sup>(2)</sup> par 150 m <sup>3</sup> ou par 2 jours de bétonnage <sup>(3)</sup>
Teneur en air sur béton avec entraîneur d'air <sup>(4)</sup>	non applicable	5 premières livraisons de chaque bétonnage puis chaque 5 <sup>ème</sup> livraison	

<sup>(1)</sup> Le prélèvement d'échantillons et la détermination de la résistance à la compression sur cube sont effectués séparément pour chaque recette de béton  $\geq$  C 20/25.

<sup>(2)</sup> Les trois échantillons sont prélevés le même jour, au début de chaque volume particulier (300 m<sup>3</sup> ou 150 m<sup>3</sup>) 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. Un cube est confectionné conformément à l'EN 12390-2 par échantillon prélevé, le cas échéant après adaptation de la consistance. Trois cubes forment une série.

<sup>(3)</sup> Le cas qui fournit le nombre d'échantillons le plus élevé doit être retenu.

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

Pour le contrôle de béton avec propriétés particulières <sup>(a)</sup>, la confection d'éprouvettes supplémentaires et les fréquences minimales de contrôle, sont soit spécifiées séparément conformément à l'article 6.2.3 de l'EN 206-1 DNA EN 206 ou se font en conformité avec le tableau T.5.7) 2 du CDC-BET.

<sup>(a)</sup> Par exemple : résistance au gel dégel en présence d'agents de déverglaçage, résistance à la pénétration de l'eau, résistance à la flexion, résistance à la traction, module d'élasticité, etc.)

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

#### **M.3.1 Prélèvement des échantillons**

Les échantillons sont prélevés le même jour de façon aléatoire conformément à l'EN 12350-1.

#### **M.3.2 Confection des cubes**

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.

#### **M.3.3 Conservation des cubes**

##### **M.3.3.1 Conservation avant démoulage**

La conservation des cubes avant démoulage se fait obligatoirement sur le chantier.

Après confection des cubes, les moules doivent être conservés sur le lattis d'un bac de conditionnement conforme à l'article M.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.

Le bac est placé dans un local spécifiquement dédié aux contrôles du béton sur chantier, chauffé, garantissant une température ambiante minimale de  $15^\circ\text{C}$ .

Les cubes sont à démouler le lendemain, au plus tôt 16 h après leur confection.

A défaut de pouvoir démouler les cubes 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.

La date et l'heure de décoffrage doivent être notées dans un registre.

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.

##### **M.3.3.2 Conservation après démoulage**

Après démoulage les cubes doivent être conservés 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.

En cas de conservation par l'Utilisateur (p.ex. sur le chantier ou de façon centralisée par l'entreprise de construction), les cubes sont stockés sous eau, dans un bac de conditionnement à réglage thermostatique à  $(20 \pm 2)^\circ\text{C}$  conforme à l'article M.3.3 jusqu'à leur transport vers un laboratoire d'essai.

Le bac est placé dans un local climatisé garantissant une température ambiante de  $(20 \pm 2)^\circ\text{C}$ .

La date de la transmission au laboratoire doit être notée dans un registre.

La température de l'**eau** du bac de conditionnement doit être enregistrée au moins 2 fois par jour le matin et l'après-midi.

#### M.4 Equipement nécessaire au contrôle du béton sur chantier

Les contrôles du béton, la confection et la conservation des éprouvettes sont à effectuer avec un équipement conforme au tableau M.4.

**Tableau M.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 <sup>(1)</sup> 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 $(20 \pm 2)^{\circ}\text{C}$ . Bac de conditionnement <sup>(1)</sup> garantissant une température de l'eau de $(20 \pm 2)^{\circ}\text{C}$ .

<sup>(1)</sup> Bac de conditionnement (ou bac thermostatique) dont le fond est rempli avec de l'eau. Il est composé d'un lattis sur lequel sont posés les cubes avant démoulage. Après démoulage, les cubes sont posés dans le fond du bac de façon à être entièrement immergés dans l'eau. Le bac permet la conservation de cubes 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 cubes doivent être protégés contre la perte d'eau par évaporation, les courants d'air, la chaleur, le froid et les chocs.

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 agréé (article M.10).

## M.5 Critères d'identification pour la résistance en compression

Dans le cadre du test d'identification, la résistance à la compression est déterminée conformément à l'EN 12390-3 sur des cubes de béton confectionnés sur chantier et conservés suivant l'EN 12390-2.

Un résultat d'essai suivant le tableau M.5, est issu de la moyenne des résultats d'essais de compression réalisés sur une série de trois cubes de même âge issus d'échantillons prélevés sur chantier d'une même recette de béton.

Lorsqu'un cube présente un résultat d'essai 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.

Le béton est présumé issu d'une population conforme lorsque les critères du tableau M.5 sont satisfaits.

**Tableau M.5 - Critères d'identification des résistances déterminées sur cubes prélevés sur chantier, confectionnés et conservés suivant l'EN 12390-2**

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

<sup>(1)</sup> résistances à 28 jours, sauf stipulations particulières (v. 5.5.1.2 de la présente norme)

## M.6 Documentation des essais et des résultats

Tous les contrôles réalisés doivent être documentés de façon à garantir la traçabilité de l'échantillon de béton analysé. Chaque cube 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 le cube 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 <sup>(b)</sup>.

<sup>(b)</sup> 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 conformément à l'article 1.1.3. - Direction des Travaux - du Cahier des Charges concernant les Travaux de bétonnage CDC-BET.

## **M.7 Contrôle interne**

Les contrôles du béton sur chantier doivent être assurés par du personnel qualifié de l'Utilisateur dans le cadre d'un contrôle interne.

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 et du Cahier des Charges concernant les Travaux de Bétonnage CDC-BET.

Le personnel qualifié chargé du contrôle du béton est composé d'un ou de plusieurs responsables des essais et d'un responsable qualité béton.

### **M.7.1 Responsable des essais**

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.

Le responsable des essais sur chantier doit être titulaire du brevet C.

Le brevet C est délivré par un organisme de formation 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 la Commission Permanente de Normalisation des Matériaux de Construction. La validité du brevet C est de trois ans. Elle peut être reconduite tous les trois ans par attestation d'une formation continue.

Les contrôles du béton livré sur chantier peuvent être délégués à un organisme agréé contrôle béton conformément à l'article M.9. Ils ne peuvent en aucun cas être délégués au Producteur.

### **M.7.2 Responsable qualité béton**

L'Utilisateur doit nommer parmi son personnel un responsable qualité béton.

Le responsable qualité béton doit être titulaire du brevet Q.

Le brevet Q est délivré par un organisme 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 la Commission Permanente de Normalisation des Matériaux de Construction. La validité du brevet Q est de trois ans. Elle peut être reconduite tous les trois ans par attestation d'une formation continue.

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 de compression (article M.8) ;
- le cas échéant, gestion des relations techniques avec l'organisme de contrôle béton (article M.9)
- gestion des relations avec l'organisme de contrôle externe de conformité (article M.10) ;
- gestion et documentation de l'équipement et de la conformité de l'équipement de contrôle du béton (article M.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.

Les missions du responsable qualité béton ne peuvent être déléguées à un organisme externe.

### **M.8 Laboratoire chargé des essais sur béton durci**

Les essais sur béton durci effectués dans le cadre du test d'identification sont réalisés suivant l'EN 12390 par un laboratoire d'essai agréé. 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.

### **M.9 Organisme agréé contrôle béton**

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 organisme agréé contrôle béton. L'équipement nécessaire à la conservation des éprouvettes avant démoulage doit rester disponible sur le chantier.

### **M.10 Contrôle externe de conformité**

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 agréé. De façon générale, l'organisme de contrôle externe de conformité vérifie l'application et la conformité des procédures à mettre en œuvre conformément à la présente norme.

L'organisme de contrôle externe de conformité est mandaté par l'Utilisateur.

Les renseignements suivants sont à transmettre par écrit à l'organisme de contrôle externe de conformité:

- coordonnés du chantier ;
- coordonnés du responsable des travaux conformément au Cahier des Charges concernant les Travaux de Bétonnage CDC-BET ;
- coordonnés de la Direction des Travaux conformément au Cahier des Charges concernant les Travaux de Bétonnage CDC-BET ;
- 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 ;

L'organisme de contrôle externe est à désigner par l'Utilisateur à la Direction des Travaux avant le début des travaux de bétonnage.

Les missions de l'organisme de contrôle externe de conformité et les fréquences de contrôle sont définies aux articles M.10.1 et M.10.2.

Les constatations résultant du contrôle externe sont documentées par un rapport de visite transmis à l'Utilisateur et à la Direction des Travaux.

### **M.10.1 Missions de l'organisme de contrôle externe de conformité**

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 agréé contrôle béton conformément à l'article M.9 ;
- contrôle de la conformité de l'équipement de contrôle suivant l'article M.4 ;
- contrôle de la déclaration d'un laboratoire d'essai agréé suivant l'article M.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.

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 à l'article M.7.1 et du responsable qualité béton conformément à l'article M.7.2.

### **M.10.2 Fréquences**

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



## **Annexe N (informative)**

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

#### **N.0 Généralités**

L'annexe N 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 F.2 de l'annexe F. Différentes combinaisons de classes d'exposition sont proposées et regroupées par catégories de béton.

L'utilisation de catégories de béton fait implicitement référence à la présente norme et implique l'exigence de conformité à celle-ci.

#### **N.1. Catégories de bétons**

Les catégories de bétons sont définies dans le tableau N.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.

**!!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 / les classe(s) d'exposition et de choisir ensuite une catégorie correspondante.

#### **N.2. Combinaisons recommandées classes de résistance – catégories de béton**

Les tableaux N.2.1. et N.2.2. 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.

En ce qui concerne la catégorie 4 LP, seule la classe de résistance C 30/37 peut être prescrite, les classes de résistance supérieures ou inférieures étant exclues. 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.

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

La dénomination des catégories se fait suivant le tableau N.3. 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 spécifiquement déterminée(s) pour cet élément d'ouvrage.

En conformité avec les dispositions de l'article 11 de la présente norme, la désignation complète d'un béton à propriétés spécifiées de masse volumique normale est établie de la façon suivante:

- Classe de résistance à la compression;
- Catégorie de béton;
- Classe de consistance;
- Dimension maximale nominale des granulats.

**Exemple:** C30/37 ; Cat.2 ; F3 ;  $D_{\max} = 22$

Au cas où aucune des catégories de béton définies ne satisfait à la combinaison de classes d'exposition déterminée, celle-ci sera indiquée suivi de la mention « catégorie spéciale »

Le cas échéant, des prescriptions complémentaires sont à spécifier comme par exemple : (voir également § 6.2.3 de la présente norme)

- Domaine d'application;
- Classe de masse volumique ou masse volumique cible (pour les bétons légers ou lourds);
- Teneur maximale en chlorures;
- Température du béton frais;
- Résistance à la pénétration de l'eau;
- Module d'élasticité;
- Autres exigences techniques.

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

*« Cette 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 de la conformité et du contrôle de production**, articles 8 et 9. **L'utilisateur est responsable de la mise en place du béton dans la structure.** En pratique, il peut se faire que plusieurs entités spécifient des exigences à différents stades de la conception et de la construction, par exemple le client, le concepteur, l'entrepreneur, le sous-traitant responsable du bétonnage. **Chacun est responsable de transmettre les exigences spécifiées en même temps que les 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". Inversement, le prescripteur, le producteur et l'utilisateur peuvent être la même personne (par exemple 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 et il doit fournir les spécifications au producteur. (...) »*

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.

Dans la compilation finale, en plus des informations à fournir suivant l'article 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.

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 (v. 6.1)

**Tableau N.1 : Catégories de bétons en fonction de combinaisons de classes d'exposition pour des domaines d'utilisation courants et classe(s) de résistance possible(s)**

Catégorie	Domaine d'utilisation	Classe(s) d'exposition couverte(s)															Classe(s) de résistance $f_{ck}$ possible(s) <sup>1)</sup>				
		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	3					
0	Béton non-armé	X															X	X			
1	Béton armé à l'intérieur de bâtiment 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 bâtiment avec un taux d'humidité élevé Béton armé extérieur abrité 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, teneur en $SO_4^{2-} \leq 600$ mg/l dans l'eau ou $\leq 3000$ mg/kg dans le sol	X	X	X	X	X	X	X		X	X	X			X	X				X	X
3HRS <sup>2)</sup>	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 <sup>3)</sup>	X <sup>3)</sup>
4LP <sup>2)</sup>	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 $\leq 3000$ mg/kg dans le sol ou 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 <sup>4)</sup>	
6	Béton armé extérieur, surfaces horizontales sans agents de déverglaçage, surfaces verticales avec agents de déverglaçage Béton armé hors gel, surfaces horizontales, présence de chlorures Agressivité chimique forte, teneur en $SO_4^{2-} \leq 600$ mg/l dans l'eau ou $\leq 3000$ mg/kg dans le sol	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X			X	X	X				X
6HRS <sup>2)</sup>	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 <sup>3)</sup>

<sup>1)</sup> Voir tableaux N.2.1 et N.2.2..

<sup>2)</sup> Utiliser un ciment résistant aux sulfates en présences de  $SO_4^{2-}$ .

**(X)** uniquement avec un ciment **CEM I HRS en présences de  $SO_4^{2-}$**  conformément au tableau T5 § 5.3.2.

<sup>3)</sup> DNA EN206 §5.5.1.2 → épreuve de résistance à la compression nominale à 56 jrs si utilisation de ciments de haut fourneau CEM III de classe 32,5 N HRS

<sup>4)</sup> Teneur minimale en air en fonction ( $D_{MAX}$ ) : 4,5% (32), 5% (22), 5,5% (16), 6% (8).


**Tableau N.2.1 : Possibilités de combinaisons entre classes de résistance et catégories**

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

	Exclue
	Possible
	Non recommandée

**Tableau N.2.2 :**  
**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
<b>0</b>	C12/15	---	---	---	---	---
	C20/25	---	---	---	---	---
<b>1</b>	C20/25	0,70	240	---	---	---
	C25/30	0,70	240	---	---	---
<b>2</b>	C25/30	0,60	280	---	---	F <sub>4</sub>
	C30/37	0,60	280	---	---	F <sub>4</sub>
	C35/45	0,60	280	---	---	F <sub>4</sub>
<b>3</b>	C30/37	0,50	320	---	---	F <sub>2</sub>
	C35/45	0,50	320	---	---	F <sub>2</sub>
<b>3HRS</b>	C30/37	0,50	320	---	HRS	F <sub>2</sub>
	C35/45	0,50	320	---	HRS	F <sub>2</sub>
<b>4LP</b>	C30/37	0.45	340	≥ 4,0%	---	MS <sub>18</sub>
<b>6</b>	C35/45	0,45	340	---	---	F <sub>2</sub>
<b>6HRS</b>	C35/45	0,45	340	---	HRS	F <sub>2</sub>

 Classe de résistance minimale de la catégorie correspondante

**Tableau N.3 : 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
6	Cat.6
6 HRS	Cat.6 HRS