ICS: 91.100.10

Projet

Norme belge

NBN B 15-100

1e éd., mars 2007

Indice de classement: B 15

Méthodologie pour l'évaluation et l'attestation de l'aptitude à l'emploi de ciments et d'additions de type II destinés au béton

Methodologie voor de evaluatie en attestering van de gebruiksgeschiktheid van cementen en van toevoegsels van type II bestemd voor beton

Autorisation de publication: 05 mars 2007

Commission: Béton

Enquête publique du 2007-03-15 au 2007-08-15.

Adresser les observations éventuelles au NBN.

Bureau de Normalisation - Avenue de la Brabançonne 29 - 1000 Bruxelles - Belgique
Tel: +32 2 738 01 12 - Fax: +32 2 733 42 64 - E-mail: info@nbn.be - NBN Online: www.nbn.be
Banque 000-3255621-10 IBAN BE41 0003 2556 2110 BIC BPOT BEB1 TVA: BE 0880.857.592

© NBN 2007

Prix: groupe 13

TABLE DES MATIERES

1. Objet ... 3

2. Domaine d'application ... 3

3. Principes et définitions ... 4
3.1 Aptitude générale ... 4
3.2 Aptitude spécifique ... 4

4. Détermination de l'aptitude générale ... 5
4.1 Généralités ... 5
4.2 Identification ... 6
4.3 Caractéristiques performantielles élémentaires ... 7
4.3.1 Performances physico-mécaniques ... 7
4.3.1.1. Résistance à la compression ... 7
4.3.1.2. Résistance à la traction par fendage ... 8
4.3.1.3. Module d'élasticité des bétons ... 8
4.3.1.4. Retrait des bétons ... 9
4.3.1.5. Fluage des bétons ... 9
4.3 .2 La durabilité ... 9
4.4 Les conditions technologiques générales d'utilisation ... 9
4.4.1 Généralités ... 9
4.4.2. Combinaisons avec les adjuvants ... 10
4.4.3. Vitesse de durcissement ... 10
4.4.4. Comportement à différentes températures ... 10
4.5 Evaluation de la conformité ... 10

5. Détermination de l'aptitude spécifique ... 11
5.1 Généralités ... 11
5.2 La disposition des conditions limites des compositions ... 11
5.3 Les caractéristiques de prestation ... 11
5.4 Règles d'utilisation ... 12
5.5 Le contrôle de qualité lors de l'application ... 12
5.6 La documentation de l'aptitude spécifique ... 12

6. La démonstration des caractéristiques de durabilité ... 13
6.1. Principe ... 13
6.2 Béton et mortier de référence ... 13
6.3 La cure du béton ... 13
6.4 Méthodes d'essai relatives aux caractéristiques de durabilité ... 14
6.4.1. Généralités ... 14
6.4.2 Méthodes d'essai ... 14
6.4.2.1. Carbonatation ... 14
6.4.2.1.1. Principe de la méthode d'essai ... 14
6.4.2.1.2. Echantillons ... 14
6.4.2.1.3. Confection et conditionnement ... 14
6.4.2.1.4. Réalisation de l'essai ... 14
6.4.2.1.5. Critère 15
6.4.2.2. Résistance au gel ... 15
6.4.2.2.1. Principes des méthodes d'essais ... 15
6.4.2.2.2. Echantillons ... 15
6.4.2.2.3. Confection et conditionnement ... 15
6.4.2.2.4. Réalisation de l'essai ... 16
6.4.2.2.5. Critère d'évaluation ... 16
6.4.2.3. Résistance aux sels de déneigement ... 16
6.4.2.3.1. Principes des méthodes d'essais ... 16
6.4.2.3.2. Echantillons ... 16
6.4.2.3.3. Confection et conditionnement ... 16
6.4.2.4.4. Réalisation de l'essai ... 16
6.4.2.4.5. Critère d'évaluation ... 16

6.4.2.4. Résistance à la diffusion des chlorures 17
6.4.2.4.1. Principe des méthodes d'essais 17
6.4.2.4.2. Echantillons 17
6.4.2.4.3. Confection et conditionnement 17
6.4.2.4.4. Réalisation de l'essai 17
6.4.2.4.5. Critère d'évaluation 17
6.4.2.5. Résistance à l'eau de mer 18
6.4.2.5.1. Principe 18
6.4.2.5.2. Echantillons 18
6.4.2.5.3. Confection et conditionnement 18
6.4.2.5.4. Réalisation de l'essai 18
6.4.2.5.5. Critère d'évaluation 18
6.4.2.6. Résistance aux sulfates 18
6.4.2.6.1. Principe 18
6.4.2.6.2. Echantillons 18
6.4.2.6.3. Confection et conditionnement 19
6.4.2.6.4. Réalisation de l'essai 19
6.4.2.6.5. Critère d'évaluation 19
6.4.2.7. Résistance aux acides ou autres produits chimiques 19
6.4.2.7.1. Principe de la méthode d'essai 19
6.4.2.7.2. Echantillons 19
6.4.2.7.3. Confection et conditionnement 19
6.4.2.7.4. Réalisation de l'essai 19
6.4.2.7.5. Critères d'évaluation 20
6.4.2.8. Résistance RAS 20

7. Annexe informative 28
7.1 Attestation et certificat 28

1 Objet

Cette norme fixe et décrit une méthode de référence pour évaluer et attester l'aptitude à l'emploi de ciments et d'additions de type II dans le cadre de l'application des normes NBN EN 206-1 (2001) en NBN B15-001 (2004).

Le document peut être utilisé en premier lieu pour vérifier l'aptitude à l'emploi de liants moins conventionnels. Les matériaux concernés sont des ciments et des additions du type II pour lesquels les normes précitées ne contiennent pas ou de manière insuffisante des règles d' application ou pour lesquels la norme NBN EN 206-1 (2001) renvoie à des documents nationaux (§ 5.1, 5.2 et 5.3).

L'évaluation de l'aptitude à l'emploi de ces ciments et additions est basée sur la détermination de l'équivalence des propriétés et des performances de béton, fabriqué avec ces matériaux avec du béton de référence, ayant des propriétés connues lors de l'application dans la pratique courante selon les règles de l'art en vigueur.

La méthodologie décrite dans cette norme n'est donc pas destinée à remettre en question les règles normalisées ou à la formulation de règles alternatives.

Les méthodes et les principes décrits dans ce document peuvent également être utilisés en dehors du cadre des normes NBN EN 206-1 (2001) et NBN B 15-001 (2004), sous la responsabilité d'un prescripteur ou d'un responsable de projet.

Le document comprend aussi bien l'aptitude générale à l'emploi pour l'utilisation dans le béton que l'aptitude spécifique pour des applications déterminées ou un domaine d'application.

La méthodologie est à la fois utilisable pour l'évaluation d'une composition particulière pour une application définie que pour l'établissement d'une documentation d'utilisation pour un domaine d'application. Elle peut donc être utilisée comme base pour obtenir une attestation.

Le document n'est pas une "norme produit". Il peut être aussi utilisé comme base normative pour les spécifications de produit ou comme guide d'agrément pour divers groupes de produits.

2 Domaine d'application

La méthodologie peut s'appliquer à un nombre de cas où est envisagée l'usage dans le béton de ciments ou d'additions de type II, pour lesquels normes NBN EN 206-1 (2001) et NBN B15-001 (2004) ne contiennent pas ou de manière insuffisante des règles d'application ou pour lesquels la norme NBN EN 206-1 (2001) renvoie à des documents nationaux (§ 5.1, 5.2 et 5.3).

Les applications connues sont :

1) les ciments normalisés selon la NBN EN 197-1(2000) et NBN EN 197-1/A1(2004) qui ne sont pas utilisés couramment en Belgique (voir § 5.1.2 de la norme NBN B15-001 (2004)) ;

2) les ciments normalisés selon une autre norme que la NBN EN 197-1 (2000) et NBN EN 197-1/A1 (2004);

3) les ciments non normalisés ;

4) les ciments composés , provenant de la combinaison de différents ciments. En cas de mélanges avec un maximum de deux ciments couramment utilisés en Belgique, l'application générale et spécifique est démontrée, à condition de prouver la compatibilité des deux ciments par des essais initiaux.

5) la combinaison d'un ciment spécifique et d'une addition de type II spécifique.

L'évaluation est seulement valide lorsque l'origine et les caractéristiques de chacun des matériaux jugés sont clairement définies et fixés et sont mis sur le marché avec une qualité conforme aux caractéristiques déclarées.

Le terme « combinaison » désigne un mélange de deux matériaux ou davantage, dont l'identification (caractéristiques et origine), les proportions et le mode de mélange ont été définis et fixés avec précision.

3 Principes et définitions

3.1 Aptitude générale

Par « aptitude générale à l'emploi dans le béton d'un matériau », on entend que ce matériau puisse être considéré comme un constituant normal d'un béton ayant une fonction déterminée et un comportement prédictible sans effet secondaire indésirable.

Cette aptitude générale ne signifie pas pour autant que le matériau puisse être utilisé dans tous les cas, sans tenir compte de la composition et de l'utilisation du béton.

Pour que la démonstration de l'aptitude générale soit valide, les conditions suivantes doivent être respectées:

- Les caractéristiques d'identification et les propriétes performantielles de base en fonction du profil du groupe auquel appartient le produit (ciment, addition) doivent être clairement définies et fixées ;

- Le bon fonctionnement du matériau dans le béton pour des applications normales doit être prouvé par des tests de référence ;

- La maîtrise de la qualité et de la traçabilité doit être prouvée et documentée.

Les matériaux qui sont décrits dans une norme harmonisée (EN) ou dans un agrément européen (ETA) faisant spécifiquement référence à l'utilisation dans du béton conforme à l'EN 206-1 sont automatiquement considérés comme généralement aptes à l'emploi pour autant que le marquage CE soit basé sur un système d'attestation de conformité de type AoC 1+.

Dans le cas de système d'attestation de conformité CE inférieur, l'aptitude générale à l'emploi est seulement établie si la conformité aux caractéristiques déclarées du produit utilisé en pratique est démontrée par une certification volontaire de produit selon le GUIDE ISO 67, système 5, ou par des réceptions de lots identifiés.

A défaut de marquage CE, l'aptitude générale à l'emploi sera démontrée par une attestation conformément à la méthodologie décrite dans le présent document. Cette attestation doit toujours être étayée par une certification volontaire de produit ou une réception de lots identifiés, telles que mentionnées ci-dessus.

3.2 Aptitude spécifique

Le terme "aptitude spécifique" d'un produit désigne, en première instance, l'aptitude à l'emploi de ce produit comme un constituant d'une composition bien définie, conçue pour une application visée pour laquelle les conditions de mises en œuvre et les conditions d'exposition sont connues, comme stipulé au § 5.2.1 de la norme NBN EN 206-1 (2001).

La vérification de cette aptitude s'effectue au moyen d'essais types initiaux (ITT: Initial type testing) sur les compositions réelles.

Une telle vérification sur une composition de béton bien déterminée et pour une application bien visée est désignée dans cette norme, par définition, comme une vérification de niveau 1. Ce type de vérification est effectué dans une unité de production de béton ou dans le cadre d'un projet.

Dans un sens plus large, la vérification de l'aptitude spécifique à l'emploi d'un matériau peut être élargie jusqu'à un domaine d'application visé (par exemple, une classe d'environnement). Dans ce cas, une étude est effectuée sur plusieurs compositions qui doivent ensemble être représentatives du domaine d'application visé. Une telle évaluation plus étendue est désignée comme une vérification de niveau 2. L'aptitude spécifique d'un produit pour un domaine d'application peut être soutenue par l'expérience (historique) ou par une documentation provenant de la littérature de référence.

Les vérifications de niveau 2 sont la plupart du temps effectuées par les fournisseurs des matériaux avec l'intention d'anticiper les besoins en information de l'utilisateur du matériau (producteurs de béton ou produits de béton) afin d'alléger les essais de types initiaux sur les compositions de béton.

Dans ce but, les résultats de la vérification (y compris toutes les conditions pour une utilisation correcte) sont documentés de manière claire.

Pour démontrer l'aptitude à l'emploi d'un matériau , les conditions suivantes doivent être remplies :

- L'aptitude générale doit être démontrée comme indiquée au § 3.1.
- L'application spécifique ou le domaine d'application doit être défini précisément en englobant les performances visées.
- Les conditions pour l'utilisation correcte doivent être connues et bien documentées.
- Les données historiques ou les résultats des recherches (ITT) doivent être connus et bien documentés.
- La vérification doit tenir compte de la variabilité de la composition et des caractéristiques du matériau .

L'aptitude spécifique d'un matériau comprend les aspects suivants :

- Les propriétés ou performances mécaniques et physiques du béton produit avec le matériau.

  Celles-ci sont déterminées par des essais et les résultats sont comparés à des critères fixés préalablement.

- La durabilité.

  Le comportement vis à vis de la durabilité d'un ou de plusieurs bétons fabriqués avec le matériau à évaluer est comparé au comportement d'un béton de référence à base de constituants couramment utilisés en Belgique. La comparaison est basée sur des essais de performance ou sur des considérations liées à la composition chimique.

- Les aspects technologiques

  Cela concerne les aspects relatifs à l'ouvrabilité du béton, à son comportement à la fabrication, au transport, à la mise en oeuvre, à sa prise et son durcissement. L'examen de ces propriétés est composé de vérifications à l'aide d'essais.

Si nécessaire, des recommandations d'utilisation ou des exigences sont fixées.

4 Détermination de l'aptitude générale

4.1 Généralités

Ce chapitre s'applique à des ciments spécifiques ou à des combinaisons spécifiques d'une addition de type II et d'un ciment. L'origine et les caractéristiques du ciment ou de l'addition et du ciment sont clairement définies et fixées.

4.2 Identification

L'aptitude générale à l'emploi exige une identification précise du matériau à l'aide de la définition de toutes les caractéristiques de composition et les propriétés de performance pertinentes.

Le choix des caractéristiques d'identification se fait par une référence justifiée aux normes NBN EN 206-1 (2001) et NBN B15-001 (2004), et tient compte des exigences du tableau 1. Toutes les caractéristiques pouvant influencer les performances du béton doivent être évaluées.

Sur base d'une recherche minutieuse sur des échantillons représentatifs, on fixe les valeurs types et les valeurs limites pour chacune des caractéristiques retenues.

Suivant le type de produit, au moins les caractéristiques mentionnées ci-dessous sont déterminées.

	Ciment	Addition de type II
Caractéristiques descriptives	Composition	Composition
	Teneur en alcalis	Teneur en alcalis
	Teneur en chlorures	Teneur en chlorures
	+ Autres caractéristiques pertinentes pour ce ciment	+ Autres caractéristiques pertinentes pour cette addition de type II.
Caractéristiques physico-mécaniques	Résistance à la compression à 2 ou 7 jours et à 28 jours.	Essais activités hydrauliques ou pouzzolaniques – f_c à 2 ou 7 jours et à 28 jours sur combinaisons ciment + addition de type II
	Stabilité	Stabilité sur combinaison
	Chaleur d'hydratation	Chaleur d'hydratation sur combinaison
Caractéristiques physico-chimiques	Temps de début et de fin de prise	Temps de début et de fin de prise sur combinaisons ciment + addition de type II
	Perte au feu	Perte au feu
	Résidu insoluble	Résidu insoluble
	Teneur en sulfates	Teneur en sulfates

Tableau 1 — Caractéristiques à déterminer en vue de l'identification du ciment ou de l'addition de type II

Pour les additions de type II, les essais sont réalisés sur au moins une combinaison représentative de l'addition à tester et du ciment spécifique auquel elle est combinée. Toutes relations pertinentes entre les matériaux combinés sont observées

Les méthodes d'essai sont celles reprises dans la norme NBN EN 197-1 (2000). Pour les caractéristiques non référencées dans cette norme, les méthodes d'essais seront choisies dans la

mesure du possible parmi les normes européennes. Des divergences d'essai sont autorisées à condition d'en justifier l'utilisation.

La teneur en alcalis est déterminée suivant le mode opératoire de la NBN EN 196-21 (1991).

4.3 Propriétés performantielles élémentaires

Cette démonstration a pour but de montrer la fonction et le comportement du matériau dans le béton dans un sens général, mais sans établir son aptitude spécifique. Cette dernière fait l'objet d'un ITT ou d'essais pour un domaine d'application bien déterminé. En ce qui concerne les additions de type II, il convient de préciser de quelle manière les combiner avec le ciment.

Les essais sont réalisés sur des compositions de béton à base de granulats calcaires et sables siliceux dont le fuseau granulométrique est conforme à la NBN EN 480-1 (2004). Deux classes de résistance représentatives sont considérées.

Dans le cas des additions de type II, le ciment est remplacé par la (ou les) combinaison(s) envisagée(s) ciment + addition de type II.

4.3.1 Performances physico-mécaniques

Le but des essais physico-mécaniques est de :

1. vérifier certaines relations reprises dans la norme NBN B 15-002 (1999) (remplacée dans le futur par la NBN EN 1992-1-1), à savoir:

- La relation entre la résistance à la compression et la résistance à la traction par fendage.
- La relation entre la résistance à la compression et le module d'élasticité.

2. déterminer les paramètres spécifiques du ciment ou de la (ou des) combinaison(s) envisagées(s) ciment + addition de type II nécessaires à la modélisation, selon les normes précitées :

- du retrait : paramètres β_{SC} (NBN B15-002 (1999)) ou α_{ds1} et α_{ds2} (NBN-EN 1992-1-1)
- du fluage : paramètre α.

L'étude peut être étendue à des essais sur des compositions spécifiques, permettant ainsi de formuler des valeurs plus précises en vue de certaines applications. Ces valeurs déclarées peuvent être placées dans des annexes agréées, lesquelles doivent être actualisées en cas de modification des conditions limites.

4.3.1.1 Résistance à la compression

La résistance à la compression du béton confectionné avec le ciment ou la (ou les) combinaison(s) ciment + addition de type II est évaluée.

Méthode d'essai

La résistance à la compression est déterminée suivant le mode opératoire de la norme NBN EN 12390-3 (2002).

Un total de six éprouvettes de 150x150x150 mm³ doit être prélevé de 3 mélanges différents (deux éprouvettes par mélange) pour chacune des deux classes de résistance. La résistance à la compression moyenne est déterminée à 28 jours d'âge.

Critère

Les deux compositions doivent appartenir respectivement aux deux classes de résistance à la compression représentatives. La valeur caractéristique sur cylindre est déterminée à partir de la valeur moyenne sur base de la relation suivante:

$$f_{ck} = (\frac{f_{cm,cube}}{1,2}) - 8$$

4.3.1.2 Résistance à la traction par fendage

La relation entre la résistance à la traction par fendage et la résistance à la compression du béton confectionné avec le ciment ou la ou les combinaisons ciment + addition de type II est évaluée.

Méthode d'essai

La résistance à traction par fendage est déterminée suivant le mode opératoire de la norme NBN EN 12390-6 (2001).

Un total de six éprouvettes de 150x150x150 mm³ doit être prélevé de 3 mélanges différents (deux éprouvettes par mélange) pour chacune des deux classes de résistance. La résistance à la traction par fendage moyenne est déterminée à 28 jours d'âge.

Critère

Cinq des six valeurs individuelles de résistance à la traction par fendage doivent se situer entre les limites suivantes :

$$f_{ct,sp,5\%} = 0,23((f_{cm,cube}/1,2) - 8)^{\frac{2}{3}}$$

$$f_{ct,sp,95\%} = 0,43((f_{cm,cube}/1,2) - 8)^{\frac{2}{3}}$$

4.3.1.3 Module d'élasticité des bétons

La relation entre le module d'élasticité et la résistance à la compression du béton confectionné avec le ciment ou la ou les combinaisons ciment + addition de type II est évaluée.

Méthode d'essai

Le module d'élasticité est mesuré suivant le mode opératoire de la norme NBN B 15-203 (1990).

Un total de six éprouvettes doit être prélevé de 3 mélanges différents (deux éprouvettes par mélange) pour chacune des deux classes de résistance. Le module d'élasticité moyen est déterminé à 28 jours d'âge.

Critère

La valeur moyenne du module d'élasticité doit se situer entre les limites suivantes :

- $E_{cm1} = 21((\frac{((f_{cm,cube}/1,2) - 8)}{10})^{0,3})$

- $E_{cm2} = 23((\frac{((f_{cm,cube}/1,2) + 8)}{10})^{0,3})$

4.3.1.4 Retrait des bétons

Le retrait des bétons conduit à des déformations différées qu'il convient d'évaluer.

Méthode d'essai

Le retrait est mesuré suivant le mode opératoire de la norme NBN B15-216 (1974).

Un total de six éprouvettes doit être prélevé de 3 mélanges différents (deux éprouvettes par mélange) pour chacune des deux classes de résistance.

Critère

Le retrait doit entrer dans le fuseau calculé sur la base des valeurs reprises dans la norme NBN B15-002 (1999) tenant compte d'un coefficient de variation de 30% (repris dans la norme NBN EN 1992-1-1 (2005)).

La courbe de retrait du béton confectionné avec le ciment ou la (ou les) combinaison(s) ciment + addition de type II doit être compris entre -49% et +49% de la courbe de retrait donnée dans la norme NBN B15-002 (1999).

Le paramètre nécessaire pour la prédiction du retrait (coefficient β_{SC}) est estimé.

4.3.1.5 Fluage des bétons

Le fluage des bétons conduit à des déformations différées qu'il convient d'évaluer.

Méthode d'essai

Le fluage est mesuré suivant le mode opératoire de la norme NBN B15-228 (1978).

Un total de six éprouvettes doit être prélevé de 3 mélanges différents (deux éprouvettes par mélange) pour chacune des deux classes de résistance.

Critère

La courbe de fluage du béton confectionné avec le ciment ou la (ou les) combinaison(s) ciment + addition de type II doit être compris entre -34% et +34% de la courbe de fluage donnée dans la norme NBN B15-002 (1999).

Le paramètre nécessaire pour la prédiction du fluage (coefficient α) est estimé.

4.3.2 La durabilité

La détermination du comportement de durabilité dans différents environnements et de la résistance contre des phénomènes d'agressions spécifiques appartient normalement au domaine de l'aptitude spécifique (voir §5).

Si la restriction à certaines conditions d'exposition est importante pour l'utilisation, celle-ci doit être impérativement mentionnée dans l'attestation de l'aptitude générale à l'emploi.

Les essais concernant les conditions d'exposition admises sont effectués selon les méthodes décrites dans le § 5.

4.4 Les conditions technologiques générales d'utilisation

4.4.1 Généralités

La déclaration de l'aptitude générale doit être soutenue par une documentation qui rassemble toutes les données nécessaires afin de comprendre le comportement du béton confectionné avec le produit. Sont entre autres

comprises toutes recommandations pertinentes pour la production et la mise en œuvre du béton, son comportement à l'état frais et sa sensibilité aux conditions de cure insuffisantes, sa prise et son durcissement.

Liste non exhaustive de données nécessaires :

- La demande en eau et le ressuage.
- Les méthodes de compactage du béton.
- Le comportement à différentes températures.
- La vitesse de durcissement.
- Le comportement de combinaisons de différents types d'additions.

4.4.2 Combinaisons avec les adjuvants

L'efficacité des adjuvants repris dans une liste annexée à la fiche technique du ciment ou de l'addition de type II doit être démontrée.

Méthode d'essai

La démonstration se base sur les essais repris dans la norme NBN EN 934-2 (2001). Le choix des essais dépend de la fonction de l'adjuvant.

Critères

Les critères sont repris dans la norme NBN EN 934-2 (2001).

4.4.3 Vitesse de durcissement

Méthode d'essai

Le facteur s du paragraphe 3.1.2. du NBN 1992-1-1 (2005) est déterminé.

4.4.4 Comportement à différentes températures

Méthode d'essai et critère

L'écart par rapport à la formule B10 de l'annexe B de la norme NBN EN 1992-1-1 (2005) est déterminé.

4.5 Evaluation de la conformité

Les propriétés définies au § 4.2 doivent faire l'objet d'une évaluation efficace de la conformité.

Cette évaluation doit démontrer que les propriétés et les caractéristiques des produits mis sur le marché ou utilisés se situent dans les limites déclarées. L'évaluation est basée sur une certification de produit comme décrit dans le § 3.1 ou sur une réception de lots identifiés.

Dans le cas d'une certification de produit, un système d'évaluation de la conformité comparable à celui repris dans la norme NBN EN 197-2 (2000) doit être appliqué. Le plan d'échantillonnage doit tenir compte de l'hétérogénéité possible entre les différents lots.

5 Détermination de l'aptitude spécifique

5.1 Généralités

L'aptitude spécifique d'un matériau peut être démontrée seulement pour des compositions de béton qui respectent des conditions limites précises qui sont fixées par application ou domaine d'application particulier.

La démonstration de l'aptitude spécifique est valide dans le seul cas où les conditions limites des compositions sont respectées et si l'application tombe dans le domaine fixé.

L'aptitude spécifique peut seulement être établie pour les matériaux dont l'aptitude générale est démontrée conformément au § 4, y compris le respect des exigences pour l'évaluation de la conformité.

En cas de combinaison de plusieurs matériaux, l'évaluation de la conformité incombe à celui qui réalise le mélange.

5.2 Les conditions limites des compositions

Lors de l'évaluation sur l'aptitude spécifique à l'emploi, des conditions limites sont fixées par application ou domaine d'application pour les aspects ci-après décrits.

* Ciment et addition
  - identification précise (origine, caractéristiques d'identification) du ciment et de l'addition dans le cas d'une addition type II
  - proportions
  - teneur minimale
* Granulats
  - types de granulat
  - fuseaux granulométriques
* Adjuvants
  - types par sorte d'action
  - dosages
  - restrictions d'emploi pour éviter les effets secondaires
* Teneurs en eau
* Recommandations pour le malaxage du béton.

5.3 Les propriétés performantielles

La démonstration de l'aptitude spécifique couvre plusieurs types de propriétés.

a Les propriétés mécaniques.

Cette partie est facultative.

Les essais sont réalisés selon les méthodes décrites dans le § 4.3.

Par opposition à la démonstration pour l'aptitude générale, la démonstration de l'aptitude spécifique est effectuée sur des compositions de béton plus spécifiques.

b. Les caractéristiques de durabilité.

Cette partie est obligatoire. La vérification des caractéristiques de durabilité est effectuée, soit pour une composition individuelle (niveau de vérification 1), soit pour l'utilisation dans le cadre d'une classe d'environnement selon NBN B15-001 (2004) (niveau de vérification 2).

La méthode est reprise dans le § 6.

c. Les caractéristiques d'ouvrabilité et autres propriétés physiques.

Au cours de l'évaluation de l'aptitude spécifique, toutes les propriétés pertinentes du béton frais, la prise et le durcissement, ainsi que les propriétés physiques utiles doivent être déterminées.

La connaissance de ces propriétés permet de disposer des indicateurs pour le contrôle de la production et le comportement lors de l'application effective.

Exemples :

- Mesures de la consistance selon NBN EN 12350-2 à 5 (1999)
- Détermination de la masse volumique selon NBN EN 12350-6 (1999)
- Temps de prise selon NBN B 15-204 (1974)
- Détermination de la teneur en air selon NBN EN 12350-7 (2000)
- Résistance à la compression à différents âges et après différentes conditions de conservation

5.4 Recommandations d'utilisation

Au cours de l'évaluation de l'aptitude spécifique à l'emploi, toutes les recommandations pertinentes à la production du béton, son transport, sa mise en oeuvre et sa cure doivent être déterminées et documentées.

5.5 Le contrôle de qualité lors de l'application

En se basant sur les résultats de l'étude d'aptitude, toutes les données pertinentes doivent être établies en ce qui concerne le contrôle de qualité lors de l'application.

5.6 La documentation de l'aptitude spécifique

Toutes les données mentionnées sont documentées en vue de l'utilisation.

Dans le cas d'un niveau de vérification 1 (la composition et l'application sont bien déterminées), la documentation est établie par le producteur de béton ou le responsable du projet.

Dans le cas d'un niveau de vérification 2 (domaines d'application), la documentation est établie par le fournisseur du matériau avec l'intention d'informer efficacement les utilisateurs sur la manière de l'utiliser à bon escient ainsi que sur les risques encourus.

6 La démonstration de la durabilité

6.1 Principe

L'aptitude spécifique en ce qui concerne le comportement de durabilité est démontrée selon le principe du "concept de performance équivalente de béton" (§ 5.2.5.3. de la NBN EN 206-1). Les règles du § 5.1 et du § 5.3 de la norme précitée sont également d'application.

La méthode consiste à comparer le comportement d'une composition réelle à base du matériau à évaluer au comportement d'un béton de référence qui satisfait aux règles normalisées, aux règles de l'art et aux exigences de durabilité pour l'application choisie.

En cas du niveau de vérification 1, l'évaluation porte sur une seule composition et l'exposition spécifique est connue.

La vérification du niveau 2 peut s'appliquer à toutes les classes d'environnement, à l'exception des classes d'environnement EA1, EA2 et EA3 pour lesquelles seul le niveau de vérification 1 est possible.

Il est ici exigé que les investigations soient suffisamment représentatives du domaine d'application concerné.

Le tableau 5 reprend les différents essais qui doivent être effectués en fonction des différentes classes d'environnement.

Comme indiqués au § 5.2, toutes les données pertinentes doivent être déterminées en ce qui concerne les règles de composition.

L'utilisateur doit toujours vérifier si sa situation d'utilisation concorde avec les conditions d'essais. Dans le cas contraire, il effectuera des essais complémentaires.

6.2 Béton et mortier de référence

Béton de référence pour le niveau 1 : béton ayant la composition spécifique normalement prévue ou prescrite pour l'application visée. Le ciment du béton de référence est un ciment repris dans les tableaux 2, 3 ou 4. Le béton à évaluer a une composition spécifique identique, mais les quantités de ciment, d'addition et d'eau sont laissées à l'appréciation du demandeur, toutefois en respectant au moins les exigences du § 5.3.2 de la norme NBN B15-001 (2004) . Les consistances des deux bétons seront, si nécessaires, rendues identiques par l'ajout de plastifiant.

Béton de référence pour le niveau 2 : béton de granulats calcaires et sables siliceux avec un fuseau granulométrique conforme à la norme NBN EN 480-1. Le ciment du béton de référence est un ciment repris dans les tableaux 2, 3 ou 4. La teneur en ciment du béton et son rapport E/C sont conformes aux exigences relatives à la classe d'environnement et/ou de milieu visée. Le béton à évaluer a une composition identique. Le dosage en ciment (le cas échéant ciment + k.addition qui s'écrit sous forme abrégée (C+kA)) peut être augmenté et le facteur E/C (ou E/(C+k.A)) diminué à condition d'établir des tableaux F1 X, F2 X, F3 X et F4 X qui remplacent les tableaux F1, F2, F3 et F4 de la norme NBN B 15-001. Ces tableaux sont repris en annexe de l'attestation. Les consistances des deux bétons seront, si nécessaire, rendues identiques par l'ajout de plastifiant.

Mortier de référence : mortier préparé selon la NBN EN 196-1 (2005). Dans le mortier de référence, le ciment est un ciment HSR conforme à la norme NBN B12-108 et la composition du mortier est conforme à la NBN EN 196-1. Pour le mortier à évaluer, le rapport E/C peut être modifié en se référant à une spécification appropriée.

6.3 La cure du béton

Deux cures distinctes sont utilisées pour les essais de durabilité. Une cure 1 dite « idéale » qui consiste en une conservation sous eau durant 55 jours à (20 ± 2)°C le jour suivant le démoulage et une cure 2 « non idéale » qui consiste en une conservation en chambre climatique ((20 ± 2)°C et HR

de (60±5)%) durant 55 jours le jour suivant le démoulage. La cure sous eau peut être remplacée par une cure en chambre humide à (20 ± 2)°C et à plus de 95% d'humidité relative.

Les résultats avec la cure 1 dite « idéale » sont déterminants pour la démonstration de l'aptitude spécifique, les résultats obtenus avec la cure 2 sont seulement « informatifs ». . Dans les cas où les critères d'évaluation ne sont pas obtenus avec la cure 2, les résultats doivent en être fournis aux utilisateurs du béton de façon à ce qu'une cure adaptée soit appliquée.

6.4 Méthodes d'essai relatives à la durabilité

6.4.1 Généralités

Ce chapitre décrit les méthodes d'essai et les critères d'évaluation pour les différentes caractéristiques de durabilité.

Les méthodes d'essai décrites sont considérées comme des méthodes de référence. Moyennant justifications, d'autres méthodes peuvent être proposées.

6.4.2 Méthodes d'essai

6.4.2.1 Carbonatation

6.4.2.1.1 Principe

Les échantillons du béton contenant le(s) matériau(x) à évaluer et les échantillons du béton de référence sont placés dans une cellule de carbonatation dans une atmosphère à 1% de CO_2 à une température de (20 ± 2)°C et à une humidité relative (HR) de (60 ± 10)% durant 28 jours.

Les mesures de profondeur de carbonatation sont effectuées après 14 jours et 28 jours d'exposition dans cette cellule.

6.4.2.1.2 Echantillons

Le béton de référence et le béton à évaluer sont les bétons définis au § 6.2.

6.4.2.1.3 Confection et conditionnement

Pour la confection des bétons, la norme NBN EN 12390-2 (2001) est utilisée comme norme de référence.

Par composition, 6 échantillons de dimension minimale de 100x100x400 mm sont confectionnés.

Les échantillons sont démoulés le lendemain de la confection.

Le jour suivant le démoulage, trois des prismes sont conservés sous eau durant 55 jours (cure 1) et trois sont conservés dans une chambre climatique à (20 ± 2)°C et (60 ± 5)% HR (cure 2).

6.4.2.1.4 Réalisation de l'essai

Les échantillons sont placés à (50 ± 5)°C durant 14 jours et à (20 ± 2)°C et (60 ± 5)% HR durant 7 jours avant d'être placés dans une cellule de carbonatation dans une atmosphère à 1% de CO_2 à une température de (20 ± 2)°C et à une humidité relative (HR) de (60 ± 10)% durant 28 jours.

Des mesures de profondeur de carbonatation sont effectuées après 14 jours et 28 jours d'exposition dans cette cellule.

La profondeur de carbonatation doit être déterminée suivant § 4.2. du RILEM CPC-18.

Le coefficient de carbonatation est calculé sur base de la loi de diffusion de Fick.

Note

Une concentration de 1% de CO_2 dans l'air permet d'obtenir les mêmes produits de réaction avec le ciment hydraté qu'une atmosphère normale contenant 0,03% de CO_2. (NBN EN 13295).

Des concentrations en CO_2 plus élevées de même que des échantillons de dimensions différentes peuvent éventuellement être utilisés en accord avec le demandeur d'essai.

6.4.2.1.5 Critère d'évaluation

Le coefficient de carbonatation moyen obtenu avec le béton à évaluer après une carbonatation accélérée de 28 jours est comparé avec le coefficient de carbonatation du béton de référence après un même vieillissement.

Ce critère est appliqué dans le cas d'une cure 1 et d'une cure 2.

Tenant compte de la précision de la mesure, le critère s'exprime de la façon suivante:

$$K_{c,béton_à_tester} \leq 1{,}20 x K_{c,béton_de_référence}$$

6.4.2.2 Résistance au gel

6.4.2.2.1 Principe

La méthode consiste à soumettre une série d'échantillons à 14 cycles de gel-dégel suivant NBN B 05-203 (NBN EN 1367-1).

La méthode d'évaluation de l'influence des cycles de gel-dégel consiste en la comparaison des résistances à la traction par fendage avant et après ces cycles.

Note: Le mode opératoire suivi peut être celui d'une des méthodes reprises dans le projet de norme européenne prENV 12390-9.

6.4.2.2.2 Echantillons

Le béton de référence et le béton à évaluer sont les bétons définis au § 6.2.

6.4.2.2.3 Confection et conditionnement

Pour la confection des bétons, la norme NBN EN 12390-2 (2001) est utilisée comme norme de référence.

Par composition des dalles (dimensions minimales) sont confectionnés.

Les dalles sont démoulées le lendemain de la confection. Le jour suivant le démoulage la moitié des dalles est conservée en chambre humide à (20±2)°C dans une ambiance à plus de 95% d'humidité relative (cure 1) et l'autre moitié est conservée dans une chambre climatique à (20±2)°C et (60±5)% HR (cure 2).

A un âge de 7 jours, par composition et par type de cure, vingt échantillons cylindriques de 113 mm de diamètre et de 100 mm de haut sont carottés des dalles confectionnées. Dix échantillons sont ensuite encore conditionnées dans leurs ambiances respectives jusqu'à 56 jours d'âge.

Des dix échantillons, cinq sont utilisés comme référence et les cinq autres subissent les cycles de gel-dégel.

6.4.2.2.4 Réalisation de l'essai

Le mode opératoire suivi est décrit dans le chapitre relatif à la méthode d'essai de la norme NBN B15-231 (1987).

6.4.2.2.5 Critère d'évaluation

La diminution de résistance à la traction par fendage moyenne obtenue avec les bétons à évaluer doit être comparée à celle du béton de référence.

Tenant compte de la précision de la mesure, le critère s'exprime de la façon suivante:

$$\Delta f_{ct,béton_à_tester} \leq 1{,}20 x \Delta f_{ct,béton_de_référence}$$

6.4.2.3 Résistance aux sels de déneigement

6.4.2.3.1 Principe

L'essai consiste à soumettre les éprouvettes à 28 cycles de gel-dégel tandis que leur surface est recouverte d'une solution à 3% de NaCl.

Note: Le mode opératoire suivi peut être celui de la méthode de référence avec sels de déneigement dans le projet de norme européenne prENV 12390-9.

6.4.2.3.2 Echantillons

Le béton de référence et le béton à évaluer sont les bétons définis au § 6.2.

6.4.2.3.3 Confection et conditionnement

Pour la confection des bétons, la norme NBN EN 12390-2 (2001) est utilisée comme norme de référence.

La préparation et les conditions de conservation des échantillons sont décrites dans la norme NBN EN 1339 (2003).

6.4.2.3.4 Réalisation de l'essai

Le mode opératoire suivi est décrit dans l'annexe relative à la méthode d'essai repris dans la norme NBN EN 1339 (2003).

6.4.2.3.5 Critère d'évaluation

La perte en masse moyenne des bétons à évaluer doit être comparée à celle du béton de référence.

Ce critère doit être appliqué dans le cas d'une cure 1 et d'une cure 2.

Tenant compte de la précision de l'essai, le critère devient :

$$P_{béton_à_tester} \leq 1{,}20 x P_{béton-référence}$$

6.4.2.4 Résistance à la diffusion des chlorures

6.4.2.4.1 Principe

La résistance à la pénétration des chlorures peut être évaluée par la méthode suivante :

- Détermination du coefficient de diffusion des chlorures à l'état non stationnaire.

Un échantillon saturé en eau est exposé sur une face à une solution contenant du chlorure de sodium. Après un temps d'exposition spécifié, le profil en chlorures est mesuré et le coefficient de diffusion peut être déterminé.

6.4.2.4.2 Echantillons

Le béton de référence et le béton à évaluer sont ceux définis au § 6.2.

6.4.2.4.3 Confection et conditionnement

Pour la confection des bétons, la norme NBN EN 12390-2 (2001) est utilisée comme norme de référence.

Par composition, deux dalles de 10 cm de haut sont démoulées le lendemain de la confection. L'une est conservée en chambre humide à (20 ± 2)°C et à plus de 95% d'HR (cure 1) et l'autre est conservée dans une chambre climatique à (20 ± 2)°C et (60 ± 5)% HR le jour suivant le décoffrage (cure 2).

Trois échantillons sont carottés dans chaque dalle à 42 jours d'âge. Les carottes sont ensuite encore conditionnées dans leurs ambiances respectives jusqu'à 56 jours d'âge.

Les dimensions des échantillons doivent être conformes aux dimensions prévues dans la norme de référence.

6.4.2.4.4 Réalisation de l'essai

La résistance à la pénétration des chlorures peut être évaluée par la méthode suivante :

Détermination du coefficient de diffusion des chlorures à l'état non stationnaire suivant le NT Build 443 (1995).

Ce mode opératoire est suivi.

Il est à noter que les divergences suivantes sont autorisées dans le mode opératoire repris dans cette norme :

- Les essais ne se déroulent pas après une cure de 28 jours. (cfr.6.4.2.4.3)

- Les échantillons cubiques peuvent être utilisés à la place de carottes.

Une méthode alternative possible est la méthode décrite dans le NT Build 492.

6.4.2.4.5 Critère d'évaluation

Le coefficient de diffusion moyen obtenu avec les bétons à évaluer doit être comparé au coefficient de diffusion du béton de référence.

Ce critère doit être appliqué dans le cas d'une cure 1 et d'une cure 2.

Tenant compte de la précision de la mesure, le critère s'exprime de la façon suivante :

$$D_{cl,béton_à_tester} \leq 1{,}40 x D_{cl,béton_de_référence}$$

6.4.2.5 Résistance à l'eau de mer

6.4.2.5.1 Principe

Le principe de cet essai consiste à mesurer, en fonction du temps, les variations de longueur d'éprouvettes de mortier à évaluer et d'éprouvettes de référence immergées dans une eau de mer reconstituée et d'observer leur dégradation éventuelle.

6.4.2.5.2 Echantillons

Le mortier de référence et le mortier à évaluer sont ceux définis au § 6.2.

6.4.2.5.3 Confection et conditionnement

Pour la confection des mortiers, la norme NBN EN 196-1 (2005) est utilisée comme norme de référence à l'exception du fait que les dimensions des échantillons diffèrent et sont celles de la norme NF P18-837 (1993).

Le nombre et les dimensions des échantillons doivent être conformes aux nombres et aux dimensions prévues dans la norme NF P18-837 (1993).

6.4.2.5.4 Réalisation de l'essai

L'essai est réalisé suivant le mode opératoire décrit dans la norme NF P 18-837 (1993).

6.4.2.5.5 Critère d'évaluation

Le gonflement du mortier à évaluer mesuré aux échéances prévues dans la norme (1 mois,

2 mois, 3 mois, 4 mois, 5 mois, 6 mois) est comparé au gonflement mesuré sur le mortier de référence.

Le critère évalué à 6 mois d'exposition tenant compte de la précision de la mesure devient :

$$L_{mortier-à_évaluer} \leq 1{,}20 x L_{mortier-référence}$$

6.4.2.6 Résistance aux sulfates

6.4.2.6.1 Principe

Le principe de cet essai consiste à mesurer, en fonction du temps, les variations de longueur d'éprouvettes de mortier à évaluer et d'éprouvettes de référence immergées dans une eau à haute teneur en sulfates et d'observer leur dégradation éventuelle.

6.4.2.6.2 Echantillons

Le mortier de référence et le mortier à évaluer sont ceux définis au § 6.2.

6.4.2.6.3 Confection et conditionnement

Pour la confection des mortiers, la norme NBN EN 196-1 (2005) est utilisée comme norme de référence à l'exception du fait que les dimensions des échantillons diffèrent et sont celles de la recommandation CUR 48 (1999).

Le nombre et les dimensions des échantillons doivent être conformes aux nombres et aux dimensions prévues dans la recommandation CUR 48 (1999).

6.4.2.6.4 Réalisation de l'essai

L'essai est réalisé suivant le mode opératoire décrit dans la recommandation CUR 48 (1999).

6.4.2.6.5 Critère d'évaluation

Le gonflement du mortier à évaluer mesuré aux échéances prévues dans la recommandation (1 mois, 2 mois, 3mois, 4 mois, 5 mois, 6 mois et 12 mois) doit être comparé avec le gonflement mesuré sur le mortier de référence.

Le critère tenant compte de la précision de la mesure devient :

$$L_{mortier-à_évaluer} \leq 1{,}20 x L_{mortier-référence}$$

6.4.2.7 Résistance aux acides ou autres produits chimiques

6.4.2.7.1 Principe

Les échantillons de béton à évaluer et les échantillons de référence subissent des cycles d'immersion dans des solutions d'acides ou d'autres produits chimiques agressifs. La résistance chimique est évaluée par la mesure de la perte en masse après 20 cycles d'immersion/séchage et comparaison avec celle obtenue avec le béton de référence. Les cycles d'immersion/séchage recommandés sont des cycles de 1 jour/1jour. Dans le cas des solutions acides, le pH des solutions est maintenu constant avec un régulateur automatique de pH.

Une variante de cette méthode consiste à conserver le pH des solutions en remplaçant les solutions tous les trois cycles. Si les cycles d'immersion sont des cycles plus longs (deux jours ou plus), les solutions sont remplacées à chaque cycle.

6.4.2.7.2 Echantillons

Le béton de référence et le béton à évaluer sont ceux définis au § 6.2.

6.4.2.7.3 Confection et conditionnement

Pour la confection de bétons, la norme NBN EN 12390-2 (2001) est utilisée comme norme de référence.

Par composition, 3 cylindres de 113 mm de diamètre et de 100 mm de haut sont confectionnés (de préférence par carottage dans un prisme 150 mm x 150 mm x 600 mm). Les cylindres sont conservés durant 56 jours en chambre humide à (20 ± 2)°C et plus de 95% d'HR (cure 1).

6.4.2.7.4 Réalisation de l'essai

Après 56 jours de cure en chambre humide à (20 ± 2)°C et plus de 95% d'HR (cure 1), les éprouvettes sont séchées pendant 24h en chambre climatique à (20 ± 2)°C et (60 ± 5)% HR. La pesée initiale est effectuée sur ces éprouvettes.

Les éprouvettes sont placées dans des bacs contenant la solution agressive, avec agitation. Elles subissent 20 cycles d'immersion/séchage de 1 jour/1jour comprenant :

a) immersion dans la solution pendant 24 h.

b) séchage à 20°C pendant 24 h.

c) après séchage :
   a. brossage de l'éprouvette à raison de deux brossages sur chaque surface (si la surface est soumise à une érosion future).
   b. pesée de l'éprouvette (suivant la NBN EN 12390-7 (2001)).

Le pH des solutions est maintenu constant avec un régulateur automatique de pH.
Si un cycle ne peut pas être poursuivi (par ex., pour cause de week-end, congés, etc…), les éprouvettes seront maintenues en phase « séchage » pendant ce temps.

6.4.2.7.5 Critère d'évaluation

La perte en masse moyenne obtenue avec les bétons à évaluer après 20 cycles d'immersion/séchage, doit être comparée avec celle du béton de référence.

Tenant compte de la précision de l'essai, le critère devient :

$$P_{béton-à_tester} \leq 1{,}20 x P_{béton-référence}$$

6.4.2.8 Résistance RAS

Une indication de la résistance RAS peut être donnée par les deux voies suivantes:

- La teneur en alcali dans le ciment est calculée dans le cas des combinaisons à compositions proches à celles de ciments repris dans la norme NBN B 12-108 (2006) et comparée aux valeurs limites de cette même norme.

- Pour d'autres ciments et combinaisons, l'essai suivant la norme NF P18 587 (1990), la norme NF P18 588 (1991) ou la norme NF P18 590 (1993) est réalisé.

Cette indication reste facultative.

Ciment de référence pour l'aptitude spécifique à l'emploi d'un ciment dans un béton armé								
Symbole	**Description**	**Types de ciment ([1])**						
		CEM I	**CEM II/A ([2])**	**CEM II/B ([2])**	**CEM III/A**	**CEM III/B**	**CEM III/C**	**CEM V/A ([3])**
E0	**Environnement non agressif**	aptitude générale à l'emploi (pas d'essais)						
EI	**Application intérieure**	X	X	X	X	X	([4])	X
EE	**Application extérieure**							
EE1	Pas de gel	X	X	X	X	X	X	X
EE2	Gel, mais pas de contact avec la pluie	X	X		X	X	([4])	X
EE3	Gel et contact avec la pluie	X	X		X	X	([4])	X
EE4	Gel et agents de déverglaçage (présence d'eau contenant des agents de déverglaçage provenant soit de sa fonte sur place, soit de projections, soit de ruissellement)	X			X			
ES	**Environnement marin**							
	Pas de contact avec de l'eau de mer, mais bien avec de l'eau saumâtre et/ou de l'air marin jusqu'à 3 km de la côte							
ES1	Pas de gel	X	X		X	X	X	X
ES2	Gel	X	X		X	X	([4])	X
	Contact avec de l'eau de mer							
ES3	Eléments immergés	X (HSR)				X (HSR)	X (HSR)	X (HSR)
ES4	Eléments exposés aux marées et aux éclaboussures	X (HSR)				X (HSR)	X (HSR)	X (HSR)

(1) Ces ciments sont conformes à la NBN EN 197-1:2000. Dans les conditions prévalant en Belgique, en ce compris les conditions climatiques locales, l'aptitude générale à l'emploi et l'aptitude spécifique à l'emploi de ces ciments sont démontrées. Les ciments qui pour une classe d'environnement déterminée sont marqués d'une croix, peuvent être utilisés comme ciment de référence pour cette classe d'environnement. Lorsqu'un ciment n'est pas marqué d'une croix pour une classe d'environnement déterminée, cela ne signifie pas que son usage est exclu pour cette classe d'environnement.

(2) comme composants, à côté du clinker : du laitier (S), des cendres volantes siliceuses (V) et/ou du calcaire (L of LL)

(3) comme composants, à côté du clinker : du laitier (S) et des cendres volantes siliceuses (V)

(4) sauf application particulière (béton de masse, environnement agressif, etc).

Tableau 2

Ciment de référence pour l'aptitude spécifique à l'emploi d'un ciment dans un béton non armé								
Symbole	**Description**	**Types de ciment ([1])**						
		CEM I	**CEM II/A ([2])**	**CEM II/B ([2])**	**CEM III/A**	**CEM III/B**	**CEM III/C**	**CEM V/A ([3])**
E0	**Environnement non agressif**	aptitude générale à l'emploi (pas d'essais)						
EI	**Application intérieure**	aptitude générale à l'emploi (pas d'essais)						
EE	**Application extérieure**							
EE1	Pas de gel	aptitude générale à l'emploi (pas d'essais)						
EE2	Gel, mais pas de contact avec la pluie	X	X	X	X	X	X	X
EE3	Gel et contact avec la pluie	X	X	X	X	X	X	X
EE4	Gel et agents de déverglaçage (présence d'eau contenant des agents de déverglaçage provenant soit de sa fonte sur place, soit de projections, soit de ruissellement)	X			X			
ES	**Environnement marin**							
	Pas de contact avec de l'eau de mer, mais bien avec de l'eau saumâtre et/ou de l'air marin jusqu'à 3 km de la côte							
ES1	Pas de gel	X	X	X	X	X	X	X
ES2	Gel	X	X	X	X	X	X	X
	Contact avec de l'eau de mer							
ES3	Eléments immergés	X (HSR)				X (HSR)	X (HSR)	X (HSR)
ES4	Eléments exposés aux marées et aux éclaboussures	X (HSR)				X (HSR)	X (HSR)	X (HSR)

(1) Ces ciments sont conformes à la NBN EN 197-1:2000. Dans les conditions prévalant en Belgique, en ce compris les conditions climatiques locales, l'aptitude générale à l'emploi et l'aptitude spécifique à l'emploi de ces ciments sont démontrées. Les ciments qui pour une classe d'environnement déterminée sont marqués d'une croix, peuvent être utilisés comme ciment de référence pour cette classe d'environnement. Lorsqu'un ciment n'est pas marqué d'une croix pour une classe d'environnement déterminée, cela ne signifie pas que son usage est exclu pour cette classe d'environnement.

(2) comme composants, à côté du clinker : du laitier (S), des cendres volantes siliceuses (V) et/ou du calcaire (L of LL)

(3) comme composants, à côté du clinker : du laitier (S) et des cendres volantes siliceuses (V)

Tableau 3

Ciment de référence pour l'aptitude spécifique à l'emploi d'un ciment dans un béton précontraint (par adhérence)								
Symbole	**Description**	**Types de ciment ([1])**						
		CEM I	**CEM II/A**	**CEM II/B**	**CEM III/A**	**CEM III/B**	**CEM III/C**	**CEM V/A**
E0	**Environnement non agressif**	aptitude générale à l'emploi (pas d'essais)						
EI	**Application intérieure**	X			X			
EE	**Application extérieure**							
EE1	Pas de gel	X			X			
EE2	Gel, mais pas de contact avec la pluie	X			X			
EE3	Gel et contact avec la pluie	X			X			
EE4	Gel et agents de déverglaçage (présence d'eau contenant des agents de déverglaçage provenant soit de sa fonte sur place, soit de projections, soit de ruissellement)	X			X			
ES	**Environnement marin**							
	Pas de contact avec de l'eau de mer, mais bien avec de l'eau saumâtre et/ou de l'air marin jusqu'à 3 km de la côte							
ES1	Pas de gel	X			X			
ES2	Gel	X			X			
	Contact avec de l'eau de mer							
ES3	Eléments immergés	X (HSR)						
ES4	Eléments exposés aux marées et aux éclaboussures	X (HSR)						

([1]) Ces ciments sont conformes à la NBN EN 197-1:2000. Dans les conditions prévalant en Belgique, en ce compris les conditions climatiques locales, l'aptitude générale à l'emploi et l'aptitude spécifique à l'emploi de ces ciments sont démontrées. Les ciments qui pour une classe d'environnement déterminée sont marqués d'une croix, peuvent être utilisés comme ciment de référence pour cette classe d'environnement. Lorsqu'un ciment n'est pas marqué d'une croix pour une classe d'environnement déterminée, cela ne signifie pas que son usage est exclu pour cette classe d'environnement.

Tableau 4

			Classe d'environnement												
			E_0	EI	EE1	EE2	EE3	EE4	ES1	ES2	ES3	ES4	EA1	EA2	EA3
Béton/mortier de réf. ciment			*Cfr. tableaux 2, 3 ou 4 "ciment de référence pour l'aptitude spécifique"												
Béton/mortier à évaluer															
		niveau													
MÉTHODE D'	Carbonatation	2		(X)	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
	Gel	2				X	X	X		X		X	(X)	(X)	(X)
	Sels de déneigement	2						X							
	Diffusion des chlorures	2						X	X	X	X	X			
	Eau de mer	2									X	X			
	Acides / par type	1											(X)	(X)	(X)
	Sels / par type	1											(X)	(X)	(X)

E S S A I	Sulfates	2											(X)	(X)	(X)

Tableau 5

(X) = facultatif suivant l’exposition considérée

Annexe A (informative) : Attestation et certification

Aussi bien l'aptitude générale que l'aptitude spécifique d'un ciment, d'une addition comme la combinaison d'un ciment et d'une addition peuvent faire l'objet d'une attestation. L'attestation est basée sur un programme d'essais suffisamment vaste et spécifique sur des échantillons représentatifs sur lesquels une étude de variabilité est réalisée.

Une telle attestation d'aptitude est délivrée par un organisme compétent et indépendant et qui est reconnu pour cette activité. Sur base de l'attestation, un fournisseur de matériaux peut obtenir une licence pour l'apposition d'un label d'aptitude. Dans ce cas, un certificat de conformité doit être ajouté à l'attestation(voir plus loin).

Pour des types de matériaux particuliers, on peut établir, sur base de cette norme, des spécifications de référence particulières de type normatif (PTV : prescriptions techniques) ou des guides d'agrément.

Les attestations d'aptitude générale ou d'aptitude spécifique sur base d'un niveau de vérification 2, qui sont fournies aux fournisseurs des matériaux, sont de la compétence d'organismes d'agrément ou de certification.

Pour l'attestation de l'aptitude spécifique d'une composition particulière destinée à une application ou à un domaine d'application spécifique (niveau 1), un laboratoire peut intervenir. L'attestation a la forme, dans ce cas, d'un rapport d'essai.

L'attestation est seulement valide si les matériaux mis sur le marché possèdent les mêmes propriétés et caractéristiques que celles qui ont été déterminées lors de l'attribution de l'attestation. La preuve de cette conformité est apportée soit par une certification de conformité, soit par un contrôle de lots identifiés. Ces deux derniers doivent couvrir toutes les caractéristiques d'identification reprises dans l'attestation.

La documentation d'attestation doit décrire clairement le(s) domaine(s) d'application et les performances visées, de même que les effets secondaires et les restrictions d'utilisation. Le document d'attestation donne également toutes les recommandations d'utilisation concernant le stockage du matériau, la production du béton, la mise en oeuvre et les conditions de cure qui sont à respecter afin d'obtenir les prestations visées.