

Remplace SN EN 197-1:2000,
SN EN 197-1/A1:2004,
SN EN 197-1/A3:2007,
SN EN 197-4:2004.

Zement - Teil 1: Zusammensetzung, Anforderungen und Konformitätskriterien von Normalzement

Cement - Part 1: Composition, specifications and conformity criteria for common cements

Ciment - Partie 1: Composition, spécifications et critères de conformité des ciments courants

La norme européenne EN 197-1:2011, complétée par l'avant-propos national et les annexes nationales, a le statut d'une norme suisse.

En Suisse la présente EN est de la compétence de la commission d'accompagnement CEN/TC 51 «Ciments et chaux de construction».

Numéro de référence
SN EN 197-1:2011 fr

Éditeur
Société suisse des ingénieurs
et des architectes
Case postale, CH-8027 Zurich

Valable dès: 2013-01-01

Avant-propos national

1 Généralités

1.1 Domaine d'application

La norme SN EN 197-1:2011 s'applique aux ciments courants.

1.2 Objet et but

L'avant-propos national contient, avec l'annexe nationale, des indications et règles d'application de la norme en Suisse.

2 Compétences

La norme SN EN 197-1:2011 a été élaborée par le Comité Technique CEN/TC 51 «Ciment et chaux de construction» et, en Suisse, elle est attribuée à la Société Suisse des Ingénieurs et Architectes SIA. La commission de norme SIA 215 «Liants minéraux» remplit les tâches du groupe suisse d'accompagnement.

2 Historique

Dans le cadre d'un accord entre les pays de l'Union européenne (UE) et de l'Association Européenne de Libre Echange (AELE), la Suisse s'est engagée à mettre en application les normes européennes (EN), dans le but d'abolir les entraves techniques au commerce. Elle n'a pas formulé de réserves quant à la norme européenne EN 197-1:2011 et l'a intégrée dans la collection de normes suisses en tant que SN EN 197-1:2013 avec cet avant-propos et les annexes nationales NA et NB.

4 Relations

La norme SN EN 197-2 règle l'évaluation de la conformité.

5 Dispositions

5.1 Validité

La norme SN EN 197-1:2011 remplace les normes SN EN 197-1:2000, SN EN 197-1/A1:2004, SN EN 197-1/A3:2007 et SN EN 197-4:2004.

Elle est valable dès le 1^{er} janvier 2013 avec une période de transition jusqu'au 30.06.2013.

5.2 Evaluation et attestation de conformité

L'annexe ZA est mise en vigueur avec la norme.

L'annexe ZA de la norme SN EN 197-1:2011 est applicable à l'exception des paragraphes ZA.2.2 et ZA.3.

Remarque: Les paragraphes ZA.2.2 et ZA.3 sont actuellement revus; le cas échéant ils seront reformulés. Une révision est nécessaire, puisque la Loi fédérale sur les produits de construction (LPCo, RS 933.0) ne prévoit pas de marquage de conformité obligatoire.

Les organismes d'inspection (organismes de surveillance) et de certification, chargés des tâches selon l'annexe ZA, doivent satisfaire aux exigences selon l'art. 8 de la Loi fédérale sur les produits de constructions (LPCo, RS 933.0).

6 Informations

6.1 Informations générales

La norme SN EN 197-1:2011 est constituée de la norme EN 197-1:2011, de l'avant-propos national et des annexes nationales NA et NB.

6.2 Annexes nationales

Les annexes nationales peuvent contenir des termes, des définitions et des règles utilisées sur le plan national ainsi que des indications utiles à la bonne compréhension de la norme.

Les corrections et commentaires éventuels concernant la présente publication sont disponibles sous www.sia.ch/correctif/cen.

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

Annexe nationale NA

Ciments avec une résistance élevée aux sulfates

- NA.1 Les différents ciments courants avec une résistance élevée aux sulfates sont définis sous le chiffre 6.2 de la norme EN 197-1:2011. Ceux-ci sont désignés par la notation complémentaire SR. Ces ciments sont appropriés pour la fabrication de bétons avec une résistance aux sulfates élevée. Des essais ou des vérifications supplémentaires ne sont pas nécessaires.
- NA.2 La norme EN 197-1:2011 tolère la définition au niveau national de ciments avec une résistance élevée aux sulfates supplémentaires. L'annexe A de la EN 197-1:2011 contient une liste de ciments courants, qui dans les normes nationales de différents états membres du CEN, sont considérés comme ciments avec une résistance élevée aux sulfates sans pour autant être indiqués dans le tableau 2 de la norme ou remplir les exigences données dans le tableau 5.
- NA.3 Pour qu'un ciment soit reconnu en Suisse comme «ciment avec une résistance élevée aux sulfates» et l'utilisation du béton selon norme SN EN 206-1 à été autorisée il doit remplir les exigences de l'annexe NB «Règlement pour l'autorisation d'utilisation d'un nouveau ciment» désigné comme «ciment avec une résistance élevée aux sulfates» (ciment HS-CH).

Annexe nationale NB

Règlement pour l'autorisation d'utilisation d'un nouveau ciment désigné comme «ciment avec une résistance élevée aux sulfates» (ciment HS-CH)

B.1 Introduction

- B.1.1 Cette annexe nationale NB de la norme SN EN 197-1:2011 (abrégée ci-après NB) décrit la procédure pour vérifier qu'un nouveau ciment présente une résistance élevée aux sulfates.
- B.1.2 Dans cette annexe nationale NB, la désignation «nouveau ciment» se rapporte à un ciment qui n'est pas répertorié dans la norme SN EN 197-1 comme ciment avec une résistance élevée aux sulfates.
- B.1.3 Une résistance élevée aux sulfates est atteinte lorsque le ciment à tester (nouveau ciment) réussit les essais décrits ci-après.
- B.1.4 Cette annexe nationale NB ne peut pas être appliquée pour l'autorisation d'utilisation de combinaisons de ciments et addition(s).

B.2 Compétences

- B.2.1 Les commissions de norme SIA 215 «Liants minéraux» et SIA 262 «Construction en béton» sont compétentes pour le contenu et la validation de la présente annexe.
- B.2.2 L'autorisation d'utilisation de nouveaux ciments avec une résistance élevée aux sulfates est de la compétence des organismes de certification suisses accrédités pour la certification de ciments (ci-après nommés «organismes de certification pour ciment»).
- B.2.3 Seuls les laboratoires d'essai suisses accrédités pour les essais exigés sur béton (ci-après nommés «laboratoires d'essai pour béton») sont autorisés à effectuer les essais.
- B.2.4 Les organismes de certification pour le béton (ci-après nommés «organismes de certification pour béton») doivent contrôler que seuls les ciments à résistance élevée aux sulfates mentionnés dans le tableau NA.8 de l'annexe NA révisée de la SN EN 206-1 sont utilisés pour la production de bétons avec une résistance élevée aux sulfates.

B.3 Requête et requérant

- B.3.1 La requête à un organisme de certification pour ciment afin d'obtenir l'autorisation d'utilisation d'un nouveau ciment avec une résistance élevée aux sulfates peut être déposée seulement par le producteur ou par l'intermédiaire du nouveau ciment.
- B.3.2 Une requête ne peut être formulée que pour un ciment qui est déjà répertorié dans le tableau NA.3 ou pour lequel les essais selon l'annexe nationale de la SN EN 206-1 ont été mandatée en même temps.
- B.3.3 La requête doit être déposée par écrit en allemand, français ou anglais et doit comprendre au minimum les documents suivants:
- Requête formelle avec les informations suivantes:
 - Nom et adresse du requérant
 - Type du ciment faisant l'objet de la requête avec indication du type et de la teneur approximative des principaux composants
 - Désignation du producteur
 - Nom et adresse du producteur
 - év. demande de réduction du programme d'essai (voir chiffre B.7)
 - Nom et adresse du laboratoire d'essai suisse accrédité pour le béton
 - Documentation technique complémentaire du ciment en question
 - Fiche technique du produit
 - Fiche de données de sécurité
 - Données sur le contrôle de qualité et de production, y compris les analyses chimiques et minéralogiques du ciment
 - Documentation sur les expériences à long terme
 - Objets de référence
 - Rapport du laboratoire d'essai (si disponible)
 - Contrat avec l'organisme de certification
 - Brève description du système d'assurance de qualité existant

- B.3.4 Dès l'obtention d'un résultat positif à l'examen préliminaire de la requête selon chiffre B.10.2, le requérant peut mandater un laboratoire d'essai suisse accrédité pour le béton pour l'exécution des essais (voir chiffre B.9).

B.4 Mélanges d'essai

- B.4.1 Les mélanges d'essai n° 1 à 5 doivent être, selon le tableau B.1, confectionnés avec le nouveau ciment et être testés.
- B.4.2 Des mélanges de référence (MR), à base du ciment de référence CEM III/B, doivent être confectionnés parallèlement aux mélanges d'essai (ME).

Tableau B.1: Liste des mélanges d'essai (ME) et de référence (MR)

Mélanges d'essai et de référence n°	Classes d'exposition (CH)	Exigences
1 (sorte NPK D, T1)	XC4, XD1, XF2	rapport max. E/C = 0.50 $D_{max} = 32$ mm sans air entraîné artificiellement (< 2%) dosage min. en ciment = 300 kg/m ³
2 (sorte NPK G, T4)	XC4, XD3, XF4	rapport max. E/C = 0.45 $D_{max} = 32$ mm avec air entraîné artificiellement (~3-5%) dosage min. en ciment = 320 kg/m ³
3 (comme sorte NPK F, T3, avec dosage en ciment augmenté)	XC4, XD3, XF4	rapport max. E/C = 0.45 $D_{max} = 32$ mm sans air entraîné artificiellement (< 2%) dosage min. en ciment = 380 kg/m ³
4 (sorte NPK L, béton de pieu P4)	--	rapport max. E/C = 0.60 $D_{max} = 32$ mm sans air entraîné artificiellement (< 2%) dosage min. en ciment = 380 kg/m ³
5 (BAP, béton projeté)	XC4, XD1, XF2	rapport max. E/C = 0.50 $D_{max} = 8$ mm sans air entraîné artificiellement (< 2%) dosage min. en ciment = 450 kg/m ³ consistance : béton autoplaçant (SF2)

B.5 Normes d'essais

Les normes SIA et SN EN en vigueur font foi pour les essais sauf convention contraire.

B.6 Types d'essais

- B.6.1 Les essais suivants doivent être exécutés pour les mélanges d'essai et de référence :
- Contrôle du béton frais (détermination de la masse volumique du béton frais, mesure de la consistance initiale et 45 min après le gâchage, détermination de la teneur en air.),
 - Résistance à la compression sur cube après 2, 7 et 28 jours.
- B.6.2 La résistance aux sulfates des mélanges d'essai et de référence est déterminée au moyen des essais suivants
- Essai selon la norme SIA 262/1, annexe D,
 - Essai selon la méthode TFB.

Début des essais: 28 et 91 jours après la fabrication.

L'essai de résistance aux sulfates selon la méthode TFB sert à confirmer les résultats de l'essai normatif selon SIA 262/1, annexe D.

B.6.3 Lorsque les deux méthodes d'essai produisent une évaluation divergente de la résistance aux sulfates des mélanges d'essai, on prélèvera un échantillon à partir des éprouvettes testées de chacun des mélanges aux résultats incohérents et on évaluera les dégâts dus aux sulfates au moyen d'une analyse microscopique en lumière transmise. Les critères pour la détermination du degré de détérioration sont: La fréquence, la répartition et le type des dégâts ainsi que la fréquence, la répartition et le type des produits de la réaction sulfatique.

B.7 Nombre d'essais et nombre d'éprouvettes

Le nombre d'essais et le nombre d'éprouvettes testées (série d'éprouvettes) doivent satisfaire aux exigences des normes ou des prescriptions d'essai.

B.8 Critères d'évaluation

B.8.1 Les résultats des essais sur béton frais ont uniquement un caractère informatif et ne sont pas évalués.

B.8.2 Les résultats des essais de résistance à la compression ont uniquement un caractère informatif et ne sont pas évalués.

B.8.3 La valeur limite de la norme SN EN 206-1 s'applique aux essais de résistance aux sulfates selon la norme SIA 262/1 Annexe D, Pour l'essai selon la méthode TFB la valeur limite après 24 semaines s'élève à $\Delta L_{\text{Sulfate}} - \Delta L_{\text{Eau}} 0.05\%$.

B.8.4 L'évaluation des résultats des essais de résistance aux sulfates se fait selon le **tableau B.2**.

B.8.5 Le ciment testé est un ciment à résistance élevée aux sulfates lorsque les valeurs limites des deux essais sont respectées pour tous les mélanges d'essai (**cas 1**).

B.8.6 Le résultat de l'analyse microscopique en lumière transmise (lame mince) est déterminant lorsque la valeur limite d'un des deux ou des deux essais n'est pas respectée pour un ou deux mélanges d'essai (**cas 2**). Si cette analyse met en évidence aucun ou seulement de faibles (c.-à-d. non pathologiques) dégâts dus aux sulfates, le ciment testé est considéré comme un ciment à résistance élevée aux sulfates (**cas 2a**). Si au contraire cette analyse met en évidence des dégâts moyens ou élevés dus aux sulfates pour deux mélanges d'essai ou plus, le ciment testé n'est pas considéré comme un ciment à résistance élevée aux sulfates (**cas 2b**). Le cas échéant, l'évaluation tiendra également compte de la comparaison avec l'éprouvette de référence conservée sous l'eau.

B.8.7 Le ciment testé n'est pas un ciment à résistance élevée aux sulfates lorsque les valeurs limites des deux essais ne sont pas respectées pour trois ou plus des mélanges d'essai (**cas 3**).

Tableau B.2: Evaluation des essais de résistance aux sulfates. ME: mélanges d'essai

Essai	Cas 1	Cas 2a	Cas 2b	Cas 3
Valeur limite selon norme SIA 262/1, annexe D	5 ME conformes (0 ME non conforme)	3-5 ME conformes (1-2 ME non conformes)		0-2 ME conformes (3-5 ME non conformes)
Valeur limite selon méthode TFB	5 ME conformes (0 ME non conforme)	3-5 ME conformes (1-2 ME non-conformes)		0-2 ME conformes (3-5 ME non conformes)
Analyse microscopique des mélanges avec résultats divergents	pas d'analyse	Aucun ou faibles dégâts dus aux sulfates pour tous les ME	Dégâts moyens ou forts dus aux sulfates pour deux ou plus des ME	pas d'analyse
Evaluation finale	Le ciment a une résistance élevée aux sulfates		Le ciment n'a pas une résistance élevée aux sulfates	

B.9 Tâches du laboratoire d'essai accrédité

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

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

B.10.1 Généralités

- B.10.1.1 L'organisme de certification pour ciment traite en toute confidentialité l'entier des données du requérant.
- B.10.1.2 L'organisme de certification pour ciment doit confirmer la réception de la requête et du rapport du laboratoire d'essai au requérant.

B.10.2 Examen préalable

- B.10.2.1 Au moyen d'un examen préalable, l'organisme de certification pour ciment contrôle et évalue la requête concernant son intégralité et son contenu. Le résultat de cet examen préalable sera communiqué au requérant dans un délai de 4 semaines.
- B.10.2.2 L'organisme de certification exigera si nécessaire des documents supplémentaires auprès du requérant.
- B.10.2.3 L'organisme de certification pour ciment peut prescrire des essais supplémentaires dans le cas de requêtes pour l'autorisation d'utilisation de produits non réglementés par les normes européennes et/ou pour lesquels aucune expérience en Suisse n'est disponible. Des détails supplémentaires seront réglés dans le cahier technique 2049 "Exigences des nouveaux ciments" (en cour de rédaction).

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

- B.10.3.1 Une fois tous les documents nécessaires pour la requête conformément au chiffre B.3 présentés, l'organisme de certification pour ciment dispose de 8 semaines pour délibérer sur la requête.
- B.10.3.2 L'évaluation de la requête se base sur la recommandation du laboratoire d'essai, ainsi que sur les données du contrôle de qualité et de production du produit à examiner, ainsi que sur les expériences avec le produit en question si celles-ci sont suffisamment documentées.
- B.10.3.3 Si l'examen de la requête est positif, l'organisme de certification pour ciment informe le requérant que le ciment faisant l'objet de la requête satisfait aux exigences pour un ciment à résistance élevée aux sulfates et obtient l'autorisation d'utilisation pour la production de béton à résistance élevée aux sulfates. Il peut ajouter des conditions pour l'autorisation d'utilisation (p.ex. des essais supplémentaires et preuves sur ouvrage).
- B.10.3.4 Si ces conditions liées à l'autorisation d'utilisation ne sont pas remplies ou si des expériences négatives sont faites sur un chantier, l'organisme de certification pour ciment est obligé de révoquer l'autorisation d'utilisation.
- B.10.3.5 L'organisme de certification pour ciment informe, après attribution ou en cas de révocation de l'autorisation, la commission de norme SIA 215 «Liants minéraux» et la commission de norme SIA 262 «Construction en béton», ainsi que le chef du groupe de travail «Béton».

B.11 Désignation

Les ciments qui remplissent les exigences de cette annexe peuvent être désignés avec l'abréviation «HS-CH».

B.12 Publication

Le chef du groupe de travail «Béton» de la commission de norme SIA 262 «Construction en béton» mets en œuvre l'actualisation du tableau NA.8 «Liste des ciments avec une haute résistance aux sulfates qui sont admis en Suisse» de la norme SN EN 206-1, publiée sur le site de la SIA sous www.sia.ch/registre.

B.13 Validité

Les commissions de norme SIA 215 «Liants minéraux» et SIA 262 «Construction en béton» ont validé la présente annexe nationale NB de la norme SN EN 197-1 le 20.6.2011, respectivement le 23.6.2011.

Elle est en vigueur dès le 1.7.2011.

Version Française

Ciment - Partie 1 : Composition, spécifications et critères de conformité des ciments courants

Zement - Teil 1: Zusammensetzung, Anforderungen und Konformitätskriterien von Normalzement

Cement - Part 1: Composition, specifications and conformity criteria for common cements

La présente Norme européenne a été adoptée par le CEN le 6 août 2011.

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

La présente Norme européenne existe en trois versions officielles (allemand, anglais, français). Une version dans une autre langue faite par traduction sous la responsabilité d'un membre du CEN dans sa langue nationale et notifiée au Centre de Gestion du CEN-CENELEC, a le même statut que les versions officielles.

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



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

Management Centre: Avenue Marnix 17, B-1000 Bruxelles

Sommaire

Page

Introduction	6
1 Domaine d'application	7
2 Références normatives	7
3 Définitions	8
4 Ciment	10
5 Constituants	10
5.1 Généralités	10
5.2 Constituants principaux	10
5.2.1 Clinker Portland (K)	10
5.2.2 Laitier granulé de haut fourneau (S)	11
5.2.3 Matériaux pouzzolaniques (P, Q)	11
5.2.4 Cendres volantes (V, W)	12
5.2.5 Schiste calciné (T)	13
5.2.6 Calcaire (L, LL)	13
5.2.7 Fumée de silice (D)	14
5.3 Constituants secondaires	14
5.4 Sulfate de calcium	14
5.5 Additifs	15
6 Composition et notation	15
6.1 Composition et notation des ciments courants	15
6.2 Composition et notation des ciments courants résistants aux sulfates (ciments SR)	17
6.3 Composition et notation des ciments courants à faible résistance à court terme	18
7 Exigences mécaniques, physiques, chimiques et de durabilité	18
7.1 Exigences mécaniques	18
7.1.1 Résistance courante	18
7.1.2 Résistance à court terme	18
7.2 Exigences physiques	19
7.2.1 Temps de début de prise	19
7.2.2 Stabilité	19
7.2.3 Chaleur d'hydratation	19
7.3 Exigences chimiques	19
7.4 Exigences de durabilité	20
7.4.1 Généralités	20
7.4.2 Résistance aux sulfates	21
8 Désignation normalisée	21
9 Critères de conformité	23
9.1 Exigences générales	23
9.2 Critères de conformité pour les propriétés mécaniques, physiques et chimiques et méthode d'évaluation	25
9.2.1 Généralités	25
9.2.2 Critères statistiques de conformité	25
9.2.3 Critères de conformité applicables à chacun des résultats	28
9.3 Critères de conformité applicables à la composition du ciment	30
9.4 Critères de conformité applicables aux propriétés des constituants du ciment	30
Annexe A (informative) Liste de ciments courants considérés comme résistants aux sulfates par des normes nationales dans différents pays membres du CEN mais ne figurant pas dans le Tableau 2 ou ne satisfaisant pas aux exigences données au tableau 5	31

Annexe ZA (informative) Articles de la présente Norme européenne traitant des dispositions de la	
Directive UE « Produits de construction »	33
ZA.1 Domaine d'application et caractéristiques pertinentes	33
ZA.2 Procédure pour l'attestation de conformité des produits	36
ZA.2.1 Système d'attestation de conformité	36
ZA.2.2 Certificat de conformité CE	37
ZA.3 Marquage CE et étiquetage	38
Bibliographie	42

Avant-propos

Le présent document (EN 197-1:2011) a été élaboré par le Comité Technique CEN/TC 51 "Ciment et chaux de construction", dont le secrétariat est tenu par NBN.

Cette Norme européenne devra recevoir le statut de norme nationale, soit par publication d'un texte identique, soit par entérinement, au plus tard en mars 2012, et toutes les normes nationales en contradiction devront être retirées au plus tard en juin 2013

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

Le présent document remplace l'EN 197-1:2000, EN 197-4 :2004

Le présent document a été élaboré dans le cadre d'un mandat donné au CEN par la Commission Européenne et l'Association Européenne de Libre Echange et vient à l'appui des exigences essentielles de la (de) Directive(s) UE.

Pour la relation avec la (les) Directive(s) UE, voir l'annexe ZA, informative, qui fait partie intégrante de l'EN 197-1.

Les Annexes A et ZA sont informatives.

Outre la consolidation dans une norme unique de l'EN 197-1 :2000/A1, EN 197-1 :2000/prA2, EN 197-1 :2000/A3 :2007, EN 197-4 :2004 et l'EN 197-4 :2004/prA1, les changements principaux par rapport à l'EN 197-1 :2000 consistent en l'introduction d'exigences additionnelles pour les ciments à faible chaleur d'hydratation et les ciments courants ayant des propriétés de résistances aux sulfates.

La préparation d'une norme sur le ciment a été entreprise par la Communauté Economique Européenne (CEE) en 1969 et par la suite, à la demande d'un Etat membre de la Communauté Européenne, le travail a été confié au Comité Européen de Normalisation (CEN) en 1973. Le Comité Technique TC 51 a été chargé de préparer une norme sur le ciment pour les pays d'Europe occidentale, membres de la CEE et de l'AELE.

Au début des années quatre-vingts, le CEN TC 51 a décidé de n'inclure dans la norme du ciment que les ciments destinés à être utilisés dans n'importe quel béton, armé ou non armé, et bien connus dans la plupart des pays d'Europe de l'Ouest pour y avoir été produits et utilisés depuis longtemps. La Directive UE Produits de construction (89/106/CEE), exige l'incorporation de tous les ciments traditionnels et éprouvés, dans le but de supprimer les entraves techniques aux échanges dans le domaine de la construction. Il n'existe, à ce jour, aucun critère d'appréciation pour les mots « traditionnel » et « éprouvé » et il a été jugé nécessaire de séparer « ciments courants » des ciments spéciaux c'est-à-dire ceux ayant des propriétés supplémentaires ou spécifiques.

Les exigences énoncées dans la présente norme sont fondées sur les résultats des essais effectués sur ciment, conformément à l'EN 196-1, EN 196-2, EN 196-3, EN 196-5, EN 196-6, EN 196-7, EN 196-8, et EN 196-9. Le système d'évaluation de la conformité des ciments courants, y compris les ciments courants à faible chaleur d'hydratation et les ciments courants généralement acceptés comme résistants aux sulfates, sont spécifiés dans l'EN 197-2.

Afin d'identifier les ciments courants généralement acceptés comme résistants aux sulfates et qu'il convient d'inclure dans l'EN 197-1, le CEN/TC 51 a mené une enquête sur toutes les spécifications et recommandations nationales au sein de l'Union Européenne. L'examen de ces recherches a abouti aux résultats suivants :

- une grande variété de ciments a été classée par les Etats membres de l'UE comme résistants aux sulfates. Cela est dû aux différentes conditions géographiques et climatiques dans lesquelles les attaques sulfatiques sur le mortier et le béton se produisent sur le lieu d'utilisation et aux règles traditionnellement différentes régissant la production et l'utilisation des mortiers et bétons résistants aux sulfates ;
- la résistance aux sulfates étant une propriété supplémentaire, les ciments résistants aux sulfates doivent d'abord satisfaire aux exigences des normes qui définissent le produit, par exemple l'EN 197-1 pour les ciments courants ;
- les exigences supplémentaires auxquelles doivent satisfaire les ciments résistants aux sulfates spécifiés à l'échelle nationale se rapportent à des caractéristiques choisies pour lesquelles les valeurs limites sont plus sévères que pour les ciments courants ;
- ayant satisfait aux exigences locales pour divers types de ciments, de nombreux pays appliquent d'autres restrictions à la production du béton à utiliser dans un environnement sulfatique, telles que des teneurs minimales en ciment et/ou des rapports maximaux eau/ciment variant selon le type de ciment et la nature et le degré d'agressivité du milieu sulfatique.

Sur la base des résultats ci-dessus, les types de ciments courants devant être harmonisés au niveau européen ont été choisis. Ce choix couvre la plupart des ciments courants présents sur le marché et généralement acceptés comme résistants aux sulfates. Il n'était pas possible de prendre en compte les particularités nationales dont l'utilisation est spécifiée est dans des normes nationales, des règles d'application et des réglementations/dispositions nationales.

La résistance atteinte à 28 jours constitue le critère important de classification du ciment pour la plupart des applications. Pour atteindre une classe de résistance spécifique à 28 jours, la résistance à court terme, à 2 jours ou à 7 jours, peut varier et il est possible que certains types de ciments ne puissent pas atteindre les résistances minimales à court terme spécifiées dans l'EN 197-1 pour les ciments courants.

La chaleur d'hydratation est liée à la réactivité à court terme et de faibles résistances à court terme indiquent un plus faible dégagement de chaleur et de plus faibles températures dans le béton. Pour l'utilisation de ces ciments, des précautions supplémentaires peuvent s'avérer nécessaires pour assurer une cure adéquate et une sécurité dans la construction.

Le but de la présente norme est de spécifier les exigences de composition et les critères de conformité pour les ciments courants, y compris les ciments courants à faible chaleur d'hydratation et les ciments courants résistants aux sulfates, ainsi que les ciments de haut fourneau à faible résistance à court terme et les ciments de haut fourneau à faible résistance à court terme et à faible chaleur d'hydratation.

Les types de ciment et les classes de résistances définis dans la présente norme européenne permettent au prescripteur et/ou à l'utilisateur d'atteindre les objectifs en matière de développement durable pour les constructions incorporant du ciment. Les types de ciment produits à partir des constituants énumérés et définis à l'article 5 permettent au fabricant de réduire au minimum l'utilisation des ressources naturelles en fonction des conditions locales de production.

Selon le Règlement Intérieur du CEN/CENELEC, les instituts de normalisation nationaux des pays suivants sont tenus de mettre cette Norme européenne en application : Allemagne, Autriche, Belgique, Bulgarie, Chypre, Croatie, Danemark, Espagne, Estonie, Finlande, France, Grèce, Hongrie, Irlande, Islande, Italie, Lettonie, Lituanie, Luxembourg, Malte, Norvège, Pays-Bas, Pologne, Portugal, République tchèque, Roumanie, Royaume-Uni, Slovaquie, Slovénie, Suède et Suisse.

Introduction

Il est admis que les ciments diffèrent entre eux par leurs propriétés et leurs performances. Les essais de performance actuellement disponibles (temps de prise, résistance, stabilité et chaleur d'hydratation) ont été inclus dans la présente norme. En outre, le CEN/TC 51 a entrepris d'identifier tous les autres essais nécessaires pour spécifier d'autres caractéristiques de performances du ciment. En attendant leur mise au point, il est nécessaire que le choix du ciment, et notamment du type et/ou de la classe de résistance en fonction des exigences de durabilité, vis-à-vis de la classe d'exposition et du type de construction dans laquelle il est incorporé, suive les normes et/ou réglementations en vigueur sur le lieu d'utilisation du béton ou du mortier.

1 Domaine d'application

La présente norme européenne définit et présente les spécifications de 27 ciments courants différents, de 7 ciments courants résistants aux sulfates, de 3 ciments de haut fourneau différents à faible résistance à court terme, de 2 ciments de haut fourneau à faible résistance à court terme résistants aux sulfates et de leurs constituants. La définition de chaque ciment inclut les proportions dans lesquelles les constituants doivent être associés pour obtenir ces produits différents dans une plage de neuf classes de résistance. La définition inclut également les exigences auxquelles les constituants doivent satisfaire. Elle inclut également les exigences mécaniques, physiques et chimiques. Par ailleurs, la présente norme établit les critères de conformité et les règles correspondantes. En outre, il est fait référence aux exigences relatives à la durabilité.

En plus des ciments résistants aux sulfates définis dans le présent document, il a été démontré à un niveau national que d'autres ciments conformes à la présente norme ou à d'autres normes européennes ou nationales, présentaient des propriétés de résistance aux sulfates. Ces ciments, dont la liste est fournie à l'Annexe A, sont considérés par différents pays membres du CEN comme des ciments résistants aux sulfates dans les limites de leur territoire.

NOTE 1 En plus de ces exigences, il peut s'avérer utile que le fabricant et l'utilisateur du ciment échangent des informations complémentaires. Les procédures afférentes à un tel échange ne relèvent pas du domaine d'application de la présente norme, mais il convient qu'elles soient traitées conformément aux normes ou règlements nationaux ; elles peuvent également faire l'objet d'un accord entre les parties concernées.

NOTE 2 Sauf spécification contraire, le mot « ciment » est uniquement utilisé dans la présente norme pour qualifier les ciments courants.

La présente européenne ne couvre pas :

- les ciments spéciaux à très faible chaleur d'hydratation couvert par l'EN 14216 ;
- les ciments sursulfatés couvert par l'EN 15743 ;
- les ciments d'aluminates de calcium couvert par l'EN 14647 ;
- les ciments à maçonner couverts par l'EN 413-1.

2 Références normatives

Les documents de référence suivants sont indispensables pour l'application du présent document. Pour les références datées, seule l'édition citée s'applique. Pour les références non datées, la dernière édition du document auquel il est fait référence (y compris les éventuels amendements) s'applique.

EN 196-1, *Méthodes d'essais des ciments — Partie 1 : Détermination des résistances mécaniques*

EN 196-2, *Méthodes d'essais des ciments — Partie 2 : Analyse chimique des ciments*

EN 196-3, *Méthodes d'essais des ciments — Partie 3 : Détermination du temps de prise et de la stabilité*

EN 196-5, *Méthodes d'essais des ciments — Partie 5 : Essai de pouzzolanité des ciments pouzzolaniques*

EN 196-6, *Méthodes d'essais des ciments — Partie 6 : Détermination de la finesse*

EN 196-7, *Méthodes d'essais des ciments — Partie 7 : Méthodes de prélèvement et d'échantillonnage du ciment*

EN 196-8, *Méthodes d'essais des ciments — Partie 8 : Chaleur d'hydratation — Méthode par dissolution*

EN 197-1:2011 (F)

EN 196-9, *Méthodes d'essais des ciments — Partie 9 : Chaleur d'hydratation — Méthode semi-adiabatique*

EN 197-2 :2000, *Ciment — Partie 2 : Évaluation de la conformité*

EN 451-1, *Méthode d'essai des cendres volantes – Partie 1 : Détermination de la teneur en oxyde de calcium libre*

EN 933-9, *Essais pour déterminer les caractéristiques géométriques des granulats — Partie 9 : Qualification des fines — Essai au bleu de méthylène*

EN 13639, *Déterminations du carbone organique total dans le calcaire*

ISO 9277, *Détermination de l'aire massique (surface spécifique) des solides par adsorption de gaz à l'aide de la méthode BET*

ISO 9286, *Abrasifs en grains ou en roche — Analyse chimique du carbure de silicium*

3 Termes et définitions

Pour les besoins du présent document, les définitions suivantes s'appliquent :

3.1
oxyde de calcium réactif (CaO)
proportion de l'oxyde de calcium qui, dans des conditions normales de durcissement, peut former des silicates de calcium hydratés ou des aluminates de calcium hydratés

NOTE Pour évaluer cette proportion, retrancher de la teneur totale en oxyde de calcium (CaO) (voir l'EN 196-2) la proportion correspondant au carbonate de calcium (CaCO₃) calculée sur la base de la teneur mesurée en dioxyde de carbone (CO₂) (voir l'EN 196-2) et la proportion correspondant au sulfate de calcium (CaSO₄) calculée sur la base de la teneur mesurée en sulfate (SO₃) (voir l'EN 196-2), déduction faite de la quantité de SO₃ fixée par les alcalins.

3.2
dioxyde de silicium réactif (SiO₂)
proportion de dioxyde de silice soluble après traitement dans l'acide chlorhydrique (HCl) et dans une solution en ébullition d'hydroxyde de potassium (KOH)

NOTE La quantité de dioxyde de silice réactif est déterminée en retranchant de la teneur totale en dioxyde de silice (voir l'EN 196-2) la proportion contenue dans le résidu insoluble dans l'acide chlorhydrique et dans l'hydroxyde de potassium (voir l'EN 196-2), toutes deux étant déterminées sur échantillon sec.

3.3
constituant principal
matériau minéral spécialement choisi, représentant une proportion supérieure à 5 % en masse de la somme de tous les constituants principaux et secondaires

3.4
constituant secondaire
matériau minéral spécialement choisi, représentant une proportion inférieure ou égale à 5 % en masse de la somme de tous les constituants principaux et secondaires

3.5
type de ciment courant
un des 27 produits (voir Tableau 1) de la famille des ciments courants

3.6
classe de résistance du ciment
classe de résistance à la compression

3.7**essais d'autocontrôle**

essai effectué en continu par le fabricant sur des échantillons ponctuels de ciment prélevés au(x) point(s) de délivrance du produit de l'usine ou du dépôt

3.8**période de contrôle**

période de production et d'expédition identifiée pour l'évaluation des résultats d'essais d'autocontrôle

3.9**valeur caractéristique**

valeur correspondant à une propriété requise en dehors de laquelle se situe un pourcentage spécifié, le percentile P_k , de toutes les valeurs de la population étudiée

3.10**valeur caractéristique spécifiée**

valeur caractéristique d'une propriété mécanique, physique ou chimique qui, dans le cas d'une limite supérieure, ne peut être dépassée ou, dans le cas d'une limite inférieure, doit au moins être atteinte

3.11**valeur limite applicable à chacun des résultats**

valeur correspondant à une propriété mécanique, physique ou chimique, et qui - pour aucun des résultats d'essais - ne peut être dépassée, dans le cas d'une limite supérieure, ou doit, au minimum être atteinte, dans le cas d'une limite inférieure

3.12**probabilité admissible d'acceptation CR**

dans un plan d'échantillonnage donné, probabilité admissible d'acceptation d'un ciment comportant une valeur caractéristique hors de la valeur caractéristique spécifiée

3.13**plan d'échantillonnage**

plan spécifique qui stipule la(les) taille(s) des échantillons (statistiques) à utiliser, le percentile P_k et la probabilité admissible d'acceptation CR

3.14**échantillon ponctuel**

échantillon prélevé en même temps et dans un seul et même lieu, relativement aux essais prévus. Il peut être obtenu en combinant un ou plusieurs incréments immédiatement consécutifs (voir l'EN 196-7)

NOTE Voir l'EN 196-7

3.15**chaleur d'hydratation**

quantité de chaleur dégagée lors de l'hydratation d'un ciment pendant un intervalle de temps donné

3.16**ciment courant à faible chaleur d'hydratation**

ciment courant à chaleur d'hydratation limitée

3.17**ciment courant résistant aux sulfates**

ciment courant qui satisfait aux exigences relatives aux propriétés de résistance aux sulfates

3.18**ciment de haut fourneau à faible résistance à court terme et à faible chaleur d'hydratation**

ciment de haut fourneau à faible résistance à court terme et à chaleur d'hydratation limitée

3.19

ciment de haut fourneau à faible résistance à court terme et résistant aux sulfates

ciment de haut fourneau à faible résistance à court terme qui satisfait aux exigences relatives aux propriétés de résistance aux sulfates

4 Ciment

Le ciment est un liant hydraulique, c'est-à-dire un matériau minéral finement moulu qui, gâché avec de l'eau, forme une pâte qui fait prise et durcit par suite de réactions et de processus d'hydratation et qui, après durcissement, conserve sa résistance et sa stabilité même sous l'eau.

Le ciment conforme à la présente norme, appelé ciment CEM, mélangé avec des granulats et gâché avec de l'eau de façon appropriée, doit être capable de produire un mortier ou un béton qui conserve son ouvrabilité pendant un temps suffisamment long et doit, après des périodes déterminées, atteindre des niveaux de résistance prescrits et aussi présenter une stabilité de volume à long terme.

Le durcissement hydraulique du ciment CEM est principalement dû à l'hydratation des silicates de calcium, mais d'autres composés chimiques peuvent également intervenir dans le processus de durcissement, tel que, par exemple, les aluminates. Dans les ciments CEM, la somme des quantités relatives d'oxyde de calcium (CaO) et de dioxyde de silicium (SiO₂) réactifs doit représenter une proportion au moins égale à 50 % en masse, lorsqu'elles sont déterminées selon l'EN 196-2.

Les ciments CEM sont constitués de différents matériaux et sont de composition statistiquement homogène du fait d'une assurance qualité couvrant les processus de production et de manutention. Le lien entre ces processus de production et de manutention et la conformité du ciment à la présente norme est défini dans l'EN 197-2.

NOTE Il existe également des ciments dont le durcissement est principalement dû à la présence d'autres composants, par exemple l'aluminate de calcium dans le ciment d'aluminates de calcium.

5 Constituants

5.1 Généralités

Les exigences portant sur les constituants spécifiés dans les paragraphes 5.2 à 5.5 doivent, en principe, être déterminées conformément aux méthodes d'essais décrites dans l'EN 196, sauf spécifications contraires.

5.2 Constituants principaux

5.2.1 Clinker Portland (K)

Le clinker Portland est obtenu par calcination d'un mélange fixé avec précision de matières premières (farine crue, ou pâte) contenant des éléments couramment exprimés en oxydes CaO, SiO₂, Al₂O₃, Fe₂O₃ et de petites quantités d'autres matières. La farine crue ou la pâte, sont finement divisées et intimement mélangées, et donc homogène.

Le clinker Portland est un matériau hydraulique qui doit être constitué d'au moins deux tiers en masse de silicates de calcium (3CaO · SiO₂ et 2CaO · SiO₂), la partie restante étant constituée de phases contenant de l'aluminium et du fer, ainsi que d'autres composants. Le rapport massique (CaO)/(SiO₂) ne doit pas être inférieur à 2,0. La teneur en oxyde de magnésium (MgO) ne doit pas dépasser 5,0 % en masse.

Le clinker Portland incorporé dans un ciment Portland résistant aux sulfates (CEM I) et dans des ciments pouzzolaniques résistant aux sulfates (CEM IV) doit satisfaire aux exigences complémentaires portant sur la

teneur en aluminat tricalcique (C_3A). La teneur en aluminat tricalcique du clinker doit être calculée à l'aide de l'équation (1) suivante :

$$C_3A = 2,65 A - 1,69 F \quad (1)$$

où

- A est le pourcentage en masse d'oxyde d'aluminium (Al_2O_3) du clinker déterminé conformément à l'EN 196-2 ;
- F est le pourcentage en masse d'oxyde de fer (III) (Fe_2O_3) du clinker déterminé conformément à l'EN 196-2.

NOTE Il se peut que le calcul donne une valeur négative de C_3A . Dans ce cas, il convient d'enregistrer la valeur 0 %. Une méthode d'essai pour déterminer la teneur en C_3A du clinker à partir de l'analyse d'un échantillon ponctuel de ciment est actuellement en cours de développement par le CEN/TC 51. En attendant que cette méthode soit disponible, il convient de mesurer directement la teneur en C_3A sur le clinker. Dans le cas particulier du CEM I, il est permis de calculer la teneur en C_3A du clinker à partir de l'analyse chimique du ciment. Il convient que la fréquence minimale d'essai et l'utilisation de variantes pour l'évaluation directe ou indirecte du C_3A soient incluses dans le contrôle de la production en usine (voir l'EN 197-2). Une fréquence d'essai type est de deux fois par mois dans une situation normale.

Les ciments Portland résistants aux sulfates et les ciments pouzzolaniques résistant aux sulfates sont produits à partir d'un clinker Portland dont la teneur en C_3A ne dépasse pas :

- pour CEM I : 0 %, 3 % ou 5 % selon le cas (voir 6.2) ;
- pour CEM IV/A et CEM IV/B : 9%.

5.2.2 Laitier granulé de haut fourneau (S)

Le laitier granulé de haut fourneau est obtenu par refroidissement rapide du laitier fondu de composition adaptée provenant de la fusion du minerai de fer dans un haut fourneau ; il contient au moins deux tiers en masse de laitier vitreux et présente des propriétés hydrauliques après avoir subi une activation convenable.

Le laitier granulé de haut fourneau doit être constitué d'au moins deux tiers en masse de la somme de l'oxyde de calcium (CaO), de l'oxyde de magnésium (MgO) et du dioxyde de silicium (SiO_2). La partie restante contient de l'oxyde d'aluminium (Al_2O_3) ainsi que de faibles quantités d'autres composants. Le rapport massique $(CaO + MgO)/(SiO_2)$ doit être supérieur à 1,0.

5.2.3 Matériaux pouzzolaniques (P, Q)

5.2.3.1 Généralités

Les matériaux pouzzolaniques sont des substances naturelles siliceuses ou silico-alumineuses, ou une combinaison de celles-ci. Bien que les cendres volantes et les fumées de silice aient des propriétés pouzzolaniques, leurs spécifications font l'objet de paragraphes séparés (voir 5.2.4 et 5.2.7).

Les matériaux pouzzolaniques ne durcissent pas par eux-mêmes lorsqu'ils sont mélangés avec de l'eau mais, lorsqu'ils sont finement broyés, ils réagissent à température ambiante, en présence d'eau, avec l'hydroxyde de calcium $[Ca(OH)_2]$ dissous, pour former des composés de silicates de calcium et d'aluminates de calcium générateurs de résistances. Ces composés sont comparables à ceux qui sont formés lors du durcissement des matériaux hydrauliques. Les pouzzolanes sont composées essentiellement de dioxyde de silicium (SiO_2) réactif et d'oxyde d'aluminium (Al_2O_3). La partie restante contient de l'oxyde de fer (Fe_2O_3) et d'autres oxydes. La proportion de CaO réactif est négligeable pour le durcissement. La teneur en SiO_2 réactif doit être au moins égale à 25,0 % en masse.

Les matériaux pouzzolaniques doivent être convenablement préparés, c'est-à-dire sélectionnés, homogénéisés, séchés ou traités thermiquement et réduits en poudre, en fonction de leur état à la production ou à la livraison.

5.2.3.2 Pouzzolane naturelle (P)

Les pouzzolanes naturelles sont en général des matériaux d'origine volcanique ou bien des roches sédimentaires ayant une composition chimique et minéralogique appropriée ; elles doivent être conformes à 5.2.3.1.

5.2.3.3 Pouzzolane naturelle calcinée (Q)

Les pouzzolanes naturelles calcinées sont des matériaux d'origine volcanique, des argiles, des schistes ou des roches sédimentaires, activés thermiquement ; elles doivent être conformes à 5.2.3.1.

5.2.4 Cendres volantes (V, W)

5.2.4.1 Généralités

Les cendres volantes sont obtenues par précipitation électrostatique ou mécanique de particules pulvérulentes contenues dans les fumées des chaudières alimentées au charbon pulvérisé.

NOTE 1 Pour la définition des cendres volantes, voir l'EN 450-1.

Les cendres obtenues par d'autres méthodes ne doivent pas être utilisées dans un ciment conforme à la présente norme.

Les cendres volantes peuvent être de nature siliceuse ou calcique. Les premières ont des propriétés pouzzolaniques ; les dernières peuvent avoir, en plus, des propriétés hydrauliques. La perte au feu des cendres volantes, déterminée conformément à l'EN 196-2, mais avec un temps de calcination de 1 h, doit se situer dans l'une des limites suivantes, en % en masse.

- a) 0% à 5,0% en masse
- b) 2,0% à 7,0% en masse
- c) 4,0% à 9,0% en masse

La limite supérieure de la perte au feu des cendres volantes utilisées en tant que constituant principal pour la production d'un ciment doit être indiquée sur l'emballage et/ou sur le bon de livraison.

NOTE 2 Le but de l'exigence relative à la perte au feu est de limiter les résidus de carbone imbrûlé dans les cendres volantes. Par conséquent, il suffit donc de montrer par mesure directe du résidu de carbone imbrûlé que la teneur en carbone imbrûlé se situe dans les limites des catégories spécifiées ci-dessus. La teneur en carbone imbrûlé est déterminée conformément à l'ISO 10694.

5.2.4.2 Cendre volante siliceuse (V)

La cendre volante siliceuse est une poudre fine constituée de particules principalement sphériques ayant des propriétés pouzzolaniques. Elle est essentiellement constituée de dioxyde de silice réactive (SiO_2) et d'oxyde d'aluminium (Al_2O_3). La partie restante contient de l'oxyde de fer (Fe_2O_3) et d'autres composants.

La proportion d'oxyde de calcium réactif (CaO) doit être inférieure à 10,0 % en masse. La teneur en oxyde de calcium libre, telle que déterminée par la méthode décrite dans l'EN 451-1, ne doit pas être supérieure à 1,0 % en masse. Une cendre volante ayant une teneur en oxyde de calcium libre supérieure à 1,0 % en masse mais inférieure à 2,5 % en masse est également acceptable à condition que l'expansion requise (stabilité) ne dépasse pas 10 mm, lorsqu'elle est essayée conformément à l'EN 196-3 en utilisant un mélange de 30 % en masse de cendre volante siliceuse et 70 % en masse d'un ciment CEM I conforme à l'EN 197-1.

La teneur en dioxyde de silice réactive ne doit pas être inférieure à 25,0 % en masse.

5.2.4.3 Cendre volante calcique (W)

La cendre volante calcique est une poudre fine ayant des propriétés hydrauliques et/ou pouzzolaniques. Elle est essentiellement constituée d'oxyde de calcium (CaO) réactif, de dioxyde de silice réactive (SiO₂) et d'oxyde d'aluminium (Al₂O₃). La partie restante contient de l'oxyde de fer (Fe₂O₃) et d'autres composants. La proportion d'oxyde de calcium réactif ne doit pas être inférieure à 10,0 % en masse. La cendre volante calcique contenant entre 10,0 % et 15,0 % en masse d'oxyde de calcium réactif doit contenir au moins 25,0 % en masse de dioxyde de silice réactive.

La cendre volante calcique, contenant plus de 15 % en masse d'oxyde de calcium (CaO) réactif, convenablement broyée, doit présenter une résistance à la compression d'au moins 10,0 MPa à 28 jours lorsqu'elle est essayée selon l'EN 196-1. Avant l'essai, la cendre volante doit être broyée et sa finesse, exprimée sous forme du pourcentage en masse du refus au tamis à 40 µm, après tamisage par voie humide, doit être comprise entre 10 % et 30 % en masse. Le mortier doit être préparé à partir de cendres volantes calciques seules, au lieu du ciment. Les éprouvettes de mortier doivent être démoulées 48 h après leur préparation, puis conservées en atmosphère humide d'au moins 90 % d'humidité relative jusqu'à l'essai.

L'expansion (stabilité) des cendres volantes calciques ne doit pas dépasser 10 mm lorsqu'elle est déterminée conformément à l'EN 196-3 sur un mélange contenant 30 % en masse de cendres volantes calciques broyées comme décrit plus haut et 70 % en masse d'un ciment CEM I conforme à l'EN 197-1.

NOTE Si la teneur en sulfate (SO₃) de la cendre volante dépasse la limite supérieure admissible pour la teneur en sulfate du ciment, cette donnée doit être prise en compte dans la fabrication du ciment en réduisant en conséquence la quantité des constituants contenant des sulfates de calcium.

5.2.5 Schiste calciné (T)

Le schiste calciné, et en particulier le schiste bitumineux calciné, est produit dans un four spécial à une température d'environ 800 °C. En raison de la composition des matériaux naturels et du procédé de production, le schiste calciné contient des phases du clinker, principalement du silicate bicalcique et de l'aluminate monocalcique. Il contient également, outre de petites quantités de chaux libre et de sulfate de calcium, des quantités plus importantes d'oxydes réagissant de façon pouzzolanique, notamment de dioxyde de silice. En conséquence, le schiste calciné finement broyé présente, outre des propriétés pouzzolaniques, des propriétés fortement hydrauliques, comme le ciment Portland.

Déterminée conformément à l'EN 196-1, la résistance à la compression à 28 jours du schiste calciné convenablement broyé doit être supérieure ou égale à 25,0 MPa. Le mortier d'essai doit être préparé à partir de schiste calciné finement broyé seul, au lieu du ciment. Les éprouvettes de mortier doivent être démoulées 48 h après leur préparation et conservées en atmosphère humide d'au moins 90 % d'humidité relative jusqu'à l'essai.

Déterminée conformément à l'EN 196-3, sur un mélange contenant 30 % en masse de schiste calciné broyé et 70 % en masse d'un ciment CEM I conforme à l'EN 197-1, l'expansion (stabilité) du schiste calciné ne doit pas dépasser 10 mm.

NOTE Si la teneur en sulfate (SO₃) du schiste calciné dépasse la limite supérieure admissible pour la teneur en sulfate du ciment, cette donnée doit être prise en compte dans la fabrication du ciment en réduisant en conséquence la quantité des constituants contenant des sulfates de calcium.

5.2.6 Calcaire (L, LL)

Le calcaire doit satisfaire aux exigences suivantes :

- a) la teneur en carbonate de calcium (CaCO₃) calculée à partir de la teneur d'oxyde de calcium doit être supérieure ou égale à 75 % en masse ;

EN 197-1:2011 (F)

- b) la teneur en argile déterminée par l'essai au bleu de méthylène conformément à l'EN 933-9 ne doit pas être supérieure à 1,20 g/100 g. Cet essai implique que le calcaire soit broyé à une finesse d'environ 5000 cm²/g déterminée en termes d'aire massique, conformément à l'EN 196-6 ;
- c) la teneur en carbone organique total (TOC) doit, lorsqu'elle est déterminée selon le prEN 13639, être conforme à l'un des critères suivants :
 - 1) LL : inférieure à 0,20 % en masse ;
 - 2) L : inférieure à 0,50 % en masse.

5.2.7 Fumée de silice (D)

La fumée de silice provient de la réduction de quartz de grande pureté par du charbon dans des fours à arc électrique utilisés pour la production de silicium et d'alliages de ferrosilicium ; elle est formée de particules sphériques très fines contenant au moins 85 % en masse de dioxyde de silice amorphe. La teneur en silicium élémentaire, si, déterminée conformément à l'ISO 9286, ne doit pas être supérieure à 0,4 % en masse.

La fumée de silice doit satisfaire aux exigences suivantes :

- a) la perte au feu, déterminée conformément à l'EN 196-2, mais avec un temps de calcination de 1 h, doit être inférieure ou égale à 4,0 % en masse ;
- b) l'aire massique (BET) de la fumée de silice non traitée, déterminée conformément à l'ISO 9277, doit être supérieure ou égale à 15,0 m²/g.

Lorsqu'elle est destinée à être cobroyée avec du clinker et du sulfate de calcium, la fumée de silice peut être dans son état d'origine, densifiée, granulée (avec de l'eau) ou traitée selon un procédé équivalent.

5.3 Constituants secondaires

Les constituants secondaires sont spécialement sélectionnés ; ce sont des matériaux minéraux naturels, des matériaux minéraux dérivés du processus de fabrication du clinker ou des constituants tels que spécifiés en 5.2, sauf s'ils sont déjà inclus en tant que constituants principaux du ciment.

Les constituants secondaires améliorent les propriétés physiques des ciments (telles que l'ouvrabilité ou la rétention d'eau), après une préparation adaptée et du fait de leur granulométrie. Ils peuvent être inertes ou présenter des propriétés faiblement hydrauliques, hydrauliques latentes ou pouzzolaniques. Aucune exigence n'est toutefois établie concernant ces propriétés.

Les constituants secondaires doivent être préparés correctement, c'est-à-dire qu'ils doivent être sélectionnés, homogénéisés, séchés et pulvérisés, en fonction de leur état à la production ou à la livraison. Ils ne doivent pas accroître sensiblement la demande en eau du ciment, ni diminuer en aucune manière la résistance du béton ou du mortier à la détérioration, ni diminuer la protection des armatures contre la corrosion.

NOTE Il convient que le fabricant fournisse, sur demande, des renseignements relatifs aux constituants secondaires du ciment.

5.4 Sulfate de calcium

Le sulfate de calcium est ajouté aux autres constituants du ciment au cours de sa fabrication, pour réguler la prise.

Le sulfate de calcium peut être du gypse (sulfate de calcium dihydraté, CaSO₄ · 2H₂O), de l'hémihydrate (CaSO₄ · ½H₂O), ou de l'anhydrite (sulfate de calcium anhydre, CaSO₄) ou tout mélange de ceux-ci. Le gypse et l'anhydrite existent à l'état naturel. Le sulfate de calcium existe également sous forme de sous-produit de certains procédés industriels.

5.5 Additifs

Les additifs au sens de l'EN 197-1 sont des constituants qui ne figurent pas dans les paragraphes 5.2 à 5.4 et qui sont ajoutés pour améliorer la fabrication ou les propriétés du ciment.

La quantité totale des additifs doit être inférieure ou égale à 1,0 % en masse de ciment (exception faite des pigments). La proportion des additifs organiques, sous forme d'extrait sec, doit être inférieure ou égale à 0,2 % en masse du ciment, sans que la valeur supérieure ne soit déclarée.

Ces additifs ne doivent pas favoriser la corrosion des armatures ni altérer les propriétés du ciment ou du béton ou du mortier fabriqué avec ce ciment.

Lorsque des adjuvants du béton, mortier ou coulis conformes aux différentes parties de l'EN 934 sont utilisés dans le ciment, la notation normalisée leur correspondant doit figurer sur l'emballage ou le bon de livraison.

6 Composition et notation

6.1 Composition et notation des ciments courants

Le Tableau 1 énumère les produits de la famille des ciments courants traités dans l'EN 197-1 ainsi que leurs notations. Ils sont regroupés en cinq types principaux comme suit :

- CEM I Ciment Portland ;
- CEM II Ciment Portland composé ;
- CEM III Ciments de haut fourneau ;
- CEM IV Ciment pouzzolanique ;
- CEM V Ciment composé.

La composition de chacun des produits de la famille des ciments courants doit être conforme au Tableau 1.

NOTE Pour la clarté des définitions, les exigences portant sur la composition font référence à la somme des constituants principaux et secondaires. Le ciment produit fini doit être compris comme la somme des constituants principaux et secondaires, plus le sulfate de calcium nécessaire (voir 5.4) et tous additifs (voir 5.5).

Tableau 1 — Les 27 produits de la famille des ciments courants

Principaux types	Notation des 27 produits (types de ciment courant)		Composition (pourcentage en masse ^a)										Constituants secondaires	
			Constituants principaux											
			Clinker	Laitier de haut fourneau	Fumée de silice	Pouzzolanes		Cendres volantes		Schiste calciné	Calcaire			
						Naturelle	Naturelle calcinée	Siliceuse	Calci-que		L	LL		
K	S	D ^b	P	Q	V	W	T	L	LL					
CEM I	Ciment Portland	CEM I	95-100	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	0-5
CEM II	Ciment Portland au laitier	CEM II/A-S	80-94	6-20	–	–	–	–	–	–	–	–	–	0-5
		CEM II/B-S	65-79	21-35	–	–	–	–	–	–	–	–	–	0-5
	Ciment Portland à la fumée de silice	CEM II/A-D	90-94	–	6-10	–	–	–	–	–	–	–	–	0-5
	Ciment Portland à la pouzzolane	CEM II/A-P	80-94	–	–	6-20	–	–	–	–	–	–	–	0-5
		CEM II/B-P	65-79	–	–	21-35	–	–	–	–	–	–	–	0-5
		CEM II/A-Q	80-94	–	–	–	6-20	–	–	–	–	–	–	0-5
		CEM II/B-Q	65-79	–	–	–	21-35	–	–	–	–	–	–	0-5
	Ciment Portland aux cendres volantes	CEM II/A-V	80-94	–	–	–	–	6-20	–	–	–	–	–	0-5
		CEM II/B-V	65-79	–	–	–	–	21-35	–	–	–	–	–	0-5
		CEM II/A-W	80-94	–	–	–	–	–	6-20	–	–	–	–	0-5
		CEM II/B-W	65-79	–	–	–	–	–	21-35	–	–	–	–	0-5
	Ciment Portland au schiste calciné	CEM II/A-T	80-94	–	–	–	–	–	–	6-20	–	–	–	0-5
		CEM II/B-T	65-79	–	–	–	–	–	–	21-35	–	–	–	0-5
	Ciment Portland au calcaire	CEM II/A-L	80-94	–	–	–	–	–	–	–	6-20	–	–	0-5
		CEM II/B-L	65-79	–	–	–	–	–	–	–	21-35	–	–	0-5
		CEM II/A-LL	80-94	–	–	–	–	–	–	–	–	6-20	–	0-5
		CEM II/B-LL	65-79	–	–	–	–	–	–	–	–	21-35	–	0-5
	Ciment Portland composé ^c	CEM II/A-M	80-88	<----- 12-20 ----->										0-5
CEM II/B-M		65-79	<----- 21-35 ----->										0-5	
CEM III	Ciment de haut fourneau	CEM III/A	35-64	36-65	–	–	–	–	–	–	–	–	–	0-5
		CEM III/B	20-34	66-80	–	–	–	–	–	–	–	–	–	0-5
		CEM III/C	5-19	81-95	–	–	–	–	–	–	–	–	–	0-5
CEM IV	Ciment pouzzolanique ^c	CEM IV/A	65-89	–	<----- 11-35 ----->					–	–	–	0-5	
		CEM IV/B	45-64	–	<----- 36-55 ----->					–	–	–	0-5	
CEM V	Ciment composé ^c	CEM V/A	40-64	18-30	–	<----- 18-30 ----->			–	–	–	–	0-5	
		CEM V/B	20-38	31-49	–	<----- 31-49 ----->			–	–	–	–	0-5	

^a Les valeurs indiquées au tableau se réfèrent à la somme des constituants principaux et secondaires.

^b La proportion de fumées de silice est limitée à 10 %.

^c Dans les cas des ciments Portland composés CEM II/A-M et CEM II/B-M, des ciments pouzzolaniques CEM IV/A et CEM IV/B et des ciments composés CEM V/A et CEM V/B, les constituants principaux autres que le clinker doivent être déclarés dans la désignation du ciment (voir des exemples à l'Article 8).

6.2 Composition et notation des ciments courants résistants aux sulfates (ciments SR)

Le Tableau 2 donne les sept produits de la famille des ciments courants résistants aux sulfates, traités dans la présente norme.

Ils sont regroupés en trois types principaux comme suit :

Ciment portland résistant aux sulfates :

- CEM I-SR 0 Ciment Portland résistant aux sulfates (teneur en C_3A du clinker = 0 %) ;
- CEM I-SR 3 Ciment Portland résistant aux sulfates (teneur en C_3A du clinker \leq 3 %) ;
- CEM I-SR 5 Ciment Portland résistant aux sulfates (teneur en C_3A du clinker \leq 5 %) ;

Ciment de haut fourneau résistant aux sulfates :

- CEM III/B-SR Ciment de haut fourneau résistant aux sulfates (aucune exigence concernant la teneur en C_3A du clinker) ;
- CEM III/C-SR Ciment de haut fourneau résistant aux sulfates (aucune exigence concernant la teneur en C_3A du clinker) ;

Ciment pouzzolanique résistant aux sulfates :

- CEM IV/A-SR Ciment pouzzolanique résistant aux sulfates (teneur en C_3A du clinker \leq 9 %) ;
- CEM IV/B-SR Ciment pouzzolanique résistant aux sulfates (teneur en C_3A du clinker \leq 9 %).

La composition de chacun des sept produits de la famille des ciments courants résistants aux sulfates doit être conforme au Tableau 2. La notation du type de ciment doit être conforme aux exigences de la présente norme avec une notation complémentaire par SR 0, SR 3, SR 5 pour les ciments CEM I et seulement « SR » pour les ciments CEM III et IV.

Tableau 2 — Les sept produits de la famille des ciments courants résistants aux sulfates

Principaux types	Notation des sept produits (types de ciments courants résistants aux sulfates)		Composition (pourcentage en masse ^a)				
			Constituants principaux				Constituants secondaires
			Clinker	Laitier de haut fourneau	Pouzzolane naturelle	Cendre volante siliceuse	
			K	S	P	V	
CEM I	Ciment Portland résistant aux sulfates	CEM I-SR 0 CEM I-SR 3 CEM I-SR 5	95 -100	-	-	-	0 – 5
CEM III	Ciment de haut fourneau résistant aux sulfates	CEM III/B-SR	20 – 34	66 – 80	-	-	0 – 5
		CEM III/C-SR	5 – 19	81 – 95	-	-	0 – 5
CEM IV	Ciment pouzzolanique résistant aux sulfates ^b	CEM IV/A-SR	65 – 79		← --- 21 – 35 --- →		0 – 5
		CEM IV/B-SR	45 – 64		← --- 36 – 55 --- →		0 – 5

^a Les valeurs indiquées au tableau se réfèrent à la somme des constituants principaux et secondaires.

^b Pour les ciments pouzzolaniques résistants aux sulfates, types CEM IV/A-SR et CEM IV/B-SR, les constituants principaux autres que le clinker, doivent être déclarés dans la désignation du ciment (voir un exemple, à l'Article 8).

6.3 Composition et notation des ciments courants à faible résistance à court terme

Les ciments courants à faible résistance à court terme sont les ciments de haut fourneau CEM III spécifiés dans le Tableau 1. Ils se distinguent des autres ciments courants par les exigences relatives à la résistance à court terme (voir 7.1.2). Les ciments CEM III à faible résistance à court terme conformes aux exigences du Tableau 2 peuvent être également déclarés en tant que ciments courants résistants aux sulfates.

7 Exigences mécaniques, physiques, chimiques et de durabilité

7.1 Exigences mécaniques

7.1.1 Résistance courante

La résistance courante d'un ciment est la résistance à la compression déterminée selon l'EN 196-1, mesurée à 28 jours. Elle doit être conforme aux exigences du Tableau 3.

Trois classes de résistance courante sont couvertes : classe 32,5 ; classe 42,5 ; classe 52,5 (voir Tableau 3).

7.1.2 Résistance à court terme

La résistance à court terme d'un ciment est la résistance à la compression, déterminée selon l'EN 196-1, à 2 ou 7 jours. Elle doit être conforme aux exigences du Tableau 3.

À chaque classe de résistance courante, correspondent trois classes de résistance à court terme : une classe de résistance à court terme ordinaire, notée N, une classe de résistance à court terme élevée, notée R, et une classe de faible résistance à court terme, notée L (voir Tableau 3). La classe L est uniquement applicable aux ciments CEM III qui sont alors des ciments de haut fourneau à faible résistance à court terme.

Tableau 3 — Exigences mécaniques et physiques définies en termes de valeurs caractéristiques

Classe de résistance	Résistance à la compression MPa			Temps de début de prise	Stabilité (expansion)
	Résistance à court terme		Résistance courante		
	2 jours	7 jours	28 jours	min	mm
32,5 L ^a	-	≥ 12,0	≥ 32,5	≤ 52,5	≤ 10
32,5 N	-	≥ 16,0			
32,5 R	≥ 10,0	-			
42,5 L ^a	-	≥ 16,0	≥ 42,5	≤ 62,5	
42,5 N	≥ 10,0	-			
42,5 R	≥ 20,0	-			
52,5 L ^a	≥ 10,0	-	≥ 52,5	-	
52,5 N	≥ 20,0	-			
52,5 R	≥ 30,0	-			

^a Classe de résistance uniquement définie pour les ciments CEM III.

7.2 Exigences physiques

7.2.1 Temps de début de prise

Déterminé conformément à l'EN 196-3, le temps de début de prise doit satisfaire aux exigences du Tableau 3.

7.2.2 Stabilité

Déterminée conformément à l'EN 196-3, l'expansion doit satisfaire à l'exigence du Tableau 3.

7.2.3 Chaleur d'hydratation

Déterminée conformément à l'EN 196-8 à 7 jours ou à l'EN 196-9 à 41 h, la chaleur d'hydratation des ciments courants à faible chaleur d'hydratation ne doit pas dépasser la valeur caractéristique de 270 J/g.

Les ciments courants à faible chaleur d'hydratation doivent être identifiés par la notation LH.

NOTE 1 Une recherche prénormative a démontré l'équivalence des résultats d'essai pour l'EN 196-8 à 7 jours et l'EN 196-9 à 41 heures. Toutefois, en cas de litige entre laboratoires, il convient de s'accorder sur la méthode à appliquer.

NOTE 2 Un ciment ayant une chaleur d'hydratation plus élevée convient pour certaines applications. Il est nécessaire que cette valeur soit convenue entre le producteur et l'utilisateur et il convient que ce ciment ne soit pas identifié comme un ciment à faible chaleur d'hydratation (LH).

7.3 Exigences chimiques

Déterminées conformément aux normes citées dans la colonne 2 du Tableau 4, les propriétés des ciments des types et classes de résistance figurant respectivement aux colonnes 3 et 4 de ce tableau doivent être conformes aux valeurs figurant dans la colonne 5.

Tableau 4 — Exigences chimiques définies en termes de valeurs caractéristiques

1	2	3	4	5
Propriété	Référence de l'essai	Type de ciment	Classe de résistance	Exigences ^a
Perte au feu	EN 196-2	CEM I CEM III	toutes classes	≤ 5,0 %
Résidu insoluble	EN 196-2 ^b	CEM I CEM III	toutes classes	≤ 5,0 %
Teneur en sulfate (SO ₃)	EN 196-2	CEM I	32,5 N	≤ 3,5 %
		CEM II ^c	32,5 R	
		CEM IV	42,5 N	
		CEM V	42,5 R	≤ 4,0 %
		CEM III ^d	52,5 N 52,5 R	
		CEM III ^d	toutes classes	
Teneur en chlorure	EN 196-2	tous types ^e	toutes classes	≤ 0,10 % ^f
Pouzzolanité	EN 196-5	CEM IV	toutes classes	satisfait à l'essai

^a Les exigences sont données en pourcentage en masse du ciment produit fini.

^b Détermination des résidus insolubles dans l'acide chlorhydrique et le carbonate de sodium.

^c Les ciments de type CEM II/B-T et CEM II/B-M avec T > 20% peuvent contenir jusqu'à 4,5 % de sulfate (SO₃) quelle que soit la classe de résistance.

^d Le ciment de type CEM III/C peut contenir jusqu'à 4,5 % de sulfate.

^e Le ciment de type CEM III peut contenir plus de 0,10 % de chlorure mais, dans ce cas, la teneur maximale en chlorure doit figurer sur l'emballage et/ou le bon de livraison.

^f Pour des applications en précontrainte, les ciments peuvent être produits selon une exigence plus basse. Dans ce cas, la valeur de 0,10 % doit être remplacée par cette valeur plus basse qui doit être mentionnée sur le bon de livraison.

7.4 Exigences de durabilité

7.4.1 Généralités

Dans de nombreuses applications, et notamment dans des conditions environnementales sévères, le choix du ciment a une influence sur la durabilité du béton, du mortier et des coulis, par exemple vis-à-vis de la résistance au gel, de la résistance à l'action de substances chimiques, et vis-à-vis de la protection des armatures. Les alcalins contenus dans le ciment ou dans d'autres constituants du béton peuvent provoquer des réactions chimiques avec certains granulats. Les exigences pertinentes sont données dans l'EN 206-1.

Le choix du ciment à partir de la présente norme, en particulier le choix du type et de la classe de résistance, en fonction de l'utilisation et de la classe d'exposition, doit être effectué en appliquant les normes et/ou règlements relatifs au béton ou au mortier, en vigueur sur le lieu d'utilisation.

Des ciments courants à faible résistance à court terme auront une résistance à court terme plus faible que celle d'un autre ciment courant appartenant à la même classe de résistance courante et pourront nécessiter des précautions supplémentaires durant leur utilisation, telles que l'extension des temps de décoffrage et la protection contre les intempéries. Pour tout le reste, leurs performances et leur aptitude à l'emploi seront similaires aux autres ciments courants conformes à la présente norme, du même type et appartenant à la même classe de résistance courante.

7.4.2 Résistance aux sulfates

Un ciment courant résistant aux sulfates doit satisfaire aux exigences chimiques supplémentaires spécifiées dans le Tableau 5. Les ciments courants résistants aux sulfates doivent être identifiés par la notation SR.

Tableau 5 — Exigences supplémentaires définies en termes de valeurs caractéristiques pour les ciments courants résistants aux sulfates

1	2	3	4	5
Propriété	Référence de l'essai	Type de ciment	Classe de résistance	Exigences ^a
Teneur en Sulfate (SO ₃)	EN 196-2	CEM I-SR 0 CEM I-SR 3 CEM I-SR 5 ^b	32,5 N 32,5 R 42,5 N	≤ 3,0 %
		CEM IV/A-SR CEM IV/B-SR	42,5 R 52,5 N 52,5 R	≤ 3,5 %
C ₃ A dans le clinker ^c	EN 196-2 ^d	CEM I-SR 0	toutes classes	= 0 %
		CEM I-SR 3		≤ 3 %
		CEM I-SR 5		≤ 5 %
	- ^e	CEM IV/A-SR CEM IV/B-SR		≤ 9 %
Pouzzolanité	EN 196-5	CEM IV/A-SR CEM IV/B-SR	toutes classes	Le résultat d'essai doit être positif à 8 jours

^a Les exigences sont données en pourcentage en masse du ciment produit fini ou du clinker comme défini au tableau.

^b Pour des applications spécifiques, les ciments CEM I-SR 5 peuvent être produits avec une plus forte teneur en sulfates. Dans ce cas, la valeur numérique de cette plus haute teneur en sulfates doit être déclarée sur le bon de livraison.

^c La méthode d'essai pour la détermination de la teneur en C₃A du clinker à partir d'une analyse du ciment produit fini est en cours d'élaboration par le CEN/TC 51.

^d Dans le cas particulier du CEM I il est permis de calculer la valeur C₃A du clinker à partir de l'analyse chimique des ciments. La teneur en C₃A doit être calculée à l'aide de la formule suivante : $C_3A = 2,65A - 1,69F$ (voir 5.2.1).

^e En attendant la mise au point d'un essai la teneur en C₃A du clinker (voir 5.2.1) doit être déterminée à partir de l'analyse du clinker réalisée dans le cadre du contrôle de production en usine du fabricant (EN 197-2 :2000,4.2.1.2)

8 Désignation normalisée

Les ciments CEM doivent être identifiés au minimum par la notation du type de ciment spécifiée dans le Tableau 1, suivie des nombres 32,5 ; 42,5 ou 52,5 indiquant la classe de résistance (voir 7.1). Pour indiquer la classe de résistance à court terme, on doit ajouter la lettre N, la lettre R ou la lettre L, selon le cas (voir 7.1).

EN 197-1:2011 (F)

Lorsqu'un fabricant produit, dans la même usine, différents ciments conformes à la même désignation normalisée, il est nécessaire d'ajouter à ces ciments une identification complémentaire sous la forme d'un nombre ou de deux lettres minuscules, entre parenthèses, afin de pouvoir faire la distinction entre ces différents ciments. Si le système choisi est numérique, il convient que ce numéro soit 1 pour le deuxième ciment certifié, 2 pour le suivant, et ainsi de suite. Si le système adopté est alphabétique, les lettres doivent être choisies de manière à éviter toute confusion.

Les ciments courants résistants aux sulfates doivent en plus être identifiés par la notation SR.

Les ciments non couverts par la présente norme européenne pour leur propriété de résistances au sulfate, mais considérés comme résistants aux sulfates selon les normes nationales énumérées dans l'Annexe A, ne doivent pas être identifiés par la notation SR.

NOTE Le marquage CE peut être apposé sur ces produits en tant que ciment courant.

Les ciments courants à faible chaleur d'hydratation doivent en plus être identifiés par la notation LH.

EXEMPLE 1

Un ciment Portland, conforme à l'EN 197-1, appartenant à la classe de résistance 42,5, et présentant une résistance à court terme élevée, est identifié par :

Ciment Portland EN 197-1 - CEM I 42,5 R

EXEMPLE 2

Un ciment Portland au calcaire, conforme à l'EN 197-1, contenant entre 6 % et 20 % en masse de calcaire, avec une teneur en TOC inférieure ou égale à 0,50 % en masse (L), appartenant à la classe de résistance 32,5, et présentant une résistance à court terme ordinaire, est identifié par :

Ciment Portland au calcaire EN 197-1 - CEM II/A-L 32,5 N

EXEMPLE 3

Un ciment Portland composé, conforme à l'EN 197-1, contenant au total une quantité de laitier granulé de haut fourneau (S), de cendres volantes siliceuses (V) et de calcaire (L) comprise entre 12 % et 20 % en masse, appartenant à la classe de résistance 32,5, et présentant une résistance à court terme élevée, est identifié par :

Ciment Portland composé EN 197-1 - CEM II/A-M (S-V-L) 32,5 R

EXEMPLE 4

Un ciment composé, conforme à l'EN 197-1, contenant de 18 % à 30 % en masse de laitier granulé de haut fourneau (S), et de 18 % à 30 % en masse de cendres volantes siliceuses (V), appartenant à la classe de résistance 32,5, et présentant une résistance à court terme ordinaire, est identifié par :

Ciment composé EN 197-1 - CEM V/A (S-V) 32,5 N

EXEMPLE 5

Un ciment de haut fourneau, conforme à l'EN 197-1, contenant entre 66 % et 80 % en masse de laitier granulé de haut fourneau (S), appartenant à la classe de résistance 32,5, présentant une résistance à court terme ordinaire, une faible chaleur d'hydratation et résistant aux sulfates, est identifié par :

Ciment de haut fourneau EN 197-1 - CEM III/B 32,5 N - LH/SR

EXEMPLE 6

Un ciment Portland, conforme à l'EN 197-1, appartenant à la classe de résistance 42,5, présentant une résistance à court terme élevée, résistant aux sulfates et ayant une teneur en C_3A du clinker ≤ 3 % en masse, est identifié par :

Ciment Portland EN 197-1 - CEM I 42,5 R – SR 3

EXEMPLE 7

Un ciment pouzzolanique, conforme à l'EN 197-1, contenant entre 21 % et 35 % en masse de pouzzolane naturelle (P), appartenant à la classe de résistance 32,5, présentant une résistance à court terme ordinaire, résistant aux sulfates, ayant une teneur en C_3A du clinker ≤ 9 % en masse et conforme à l'exigence relative à la pouzzolanité, est identifié par :

Ciment pouzzolanique EN 197-1 - CEM IV/A (P) 32,5 N – SR

EXEMPLE 8

Un ciment de haut fourneau, conforme à l'EN 197-1, contenant entre 81 % et 95 % en masse de laitier granulé de haut fourneau (S), appartenant à la classe de résistance 32,5, présentant une faible résistance à court terme, une faible chaleur d'hydratation et résistant aux sulfates est identifié par :

Ciment de haut fourneau EN 197-1 – CEM III/C 32,5 L – LH/SR.

EXEMPLE 9

Un ciment Portland, conforme à l'EN 197-1, appartenant à la classe de résistance 42,5, présentant une résistance à court terme élevée et provenant d'une usine, produisant plusieurs ciments conformes à la même désignation normalisée, est identifié par :

Ciment Portland EN 197-1 - CEM I 42,5 R (1)

9 Critères de conformité

9.1 Exigences générales

La conformité des produits à la présente norme doit être évaluée en continu sur la base d'essais effectués sur des échantillons ponctuels. Les propriétés, les méthodes d'essai et les fréquences minimales d'essais applicables pour les essais d'autocontrôle du fabricant sont spécifiés dans le Tableau 6. En ce qui concerne la fréquence des essais de ciment ne faisant pas l'objet d'une distribution ininterrompue ainsi que pour d'autres détails, voir l'EN 197-2. Des variantes peuvent être utilisées à condition qu'elles aient été validées conformément aux dispositions données dans les normes citées relatives aux méthodes d'essais de références. En cas de désaccord, seul les méthodes de références sont utilisées.

NOTE 1 La présente norme ne traite pas du contrôle de réception à la livraison.

NOTE 2 Pour la certification de conformité par un organisme notifié, la conformité du ciment à la présente norme est évaluée conformément à l'EN 197-2.

La conformité des ciments courants avec les exigences de la présente norme et avec les valeurs prescrites (y compris les classes) doit être démontré par :

- un essai de type initial
- un contrôle de production en usine par le fabricant comprenant l'évaluation du produit

Tableau 6 — Propriétés, méthodes d'essais et fréquences minimales d'essais pour les essais d'autocontrôle du fabricant, et méthode d'évaluation statistique

Propriété	Ciments à soumettre aux essais	Méthode d'essai ^{a b}	Essai d'autocontrôle			
			Fréquence minimale d'essai		Méthode d'évaluation statistique	
			Situation courante	Période d'admission pour un nouveau type de ciment	Contrôle par	
1	2	3	4	5	6	7
Résistance à court terme Résistance courante	Tous	EN 196-1	2/semaine	4/semaine	x	
Temps de début de prise	Tous	EN 196-3	2/semaine	4/semaine		x ^d
Stabilité (expansion)	Tous	EN 196-3	1/semaine	4/semaine		x
Perte au feu	CEM I, CEM III	EN 196-2	2/mois ^e	1/semaine		x ^d
Résidu insoluble	CEM I, CEM III	EN 196-2	2/mois ^e	1/semaine		x ^d
Teneur en sulfate	Tous	EN 196-2	2/semaine	4/semaine		x ^d
Teneur en chlorure	Tous	EN 196-2	2/mois ^e	1/semaine		x ^d
C ₃ A dans le clinker ^f	CEM I-SR 0 CEM I-SR 3 CEM I-SR 5	EN 196-2 ^g	2/mois	1/semaine		x ^d
	CEM IV/A-SR CEM IV/B-SR	- ^h				
Pouzzolanité	CEM IV	EN 196-5	2/mois	1/semaine		x
Chaleur d'hydratation	ciments courants à faible chaleur d'hydratation	EN 196-8 ou EN 196-9	1/mois	1/semaine		x ^d
Composition	Tous	- ⁱ	1/mois	1/semaine		

^a Lorsque la partie correspondante de l'EN 196 le permet, il est possible d'utiliser d'autres méthodes que celles indiquées, à condition qu'elles donnent des résultats corrélés avec et équivalents à ceux obtenus avec la méthode de référence.

^b Les méthodes utilisées pour prélever et préparer les échantillons doivent être conformes aux exigences de l'EN 196-7.

^c Si les données ne suivent pas une distribution normale, la méthode d'évaluation peut être choisie au cas par cas.

^d Si le nombre d'échantillons est d'au moins un par semaine au cours de la période de contrôle, l'évaluation peut se faire par mesures.

^e Lorsqu'aucun des résultats d'essais ne dépasse 50 % de la valeur caractéristique sur une période de 12 mois, la fréquence peut être ramenée à un par mois.

^f La méthode d'essai pour la détermination de la teneur en C₃A du clinker à partir d'une analyse du ciment produit fini est en cours d'élaboration par le CEN/TC 51.

^g Dans le cas particulier du CEM I, il est permis de calculer la teneur en C₃A du clinker à partir de l'analyse chimique du ciment. La teneur en C₃A doit être calculée en utilisant la formule suivante : C₃A=2,65A-1,69F (voir 5.2.1).

^h En attendant la mise au point d'un essai la teneur en C₃A du clinker (voir 5.2.1) doit être déterminée à partir de l'analyse du clinker réalisée dans le cadre du contrôle de production en usine du fabriquant (EN 197-2 :2000,4.2.1.2)

ⁱ Il appartient au fabricant de choisir une méthode d'essai adaptée.

9.2 Critères de conformité pour les propriétés mécaniques, physiques et chimiques et méthode d'évaluation

9.2.1 Généralités

Le ciment est réputé conforme aux exigences portant sur les propriétés mécaniques, physiques et chimiques énoncées dans la présente norme si les critères de conformité spécifiés en 9.2.2 et 9.2.3 sont remplis. La conformité doit être évaluée sur la base d'un échantillonnage continu sur des échantillons ponctuels prélevés aux points de délivrance du produit et sur la base des résultats d'essai obtenus sur l'ensemble des échantillons d'autocontrôle prélevés au cours de la période de contrôle.

9.2.2 Critères statistiques de conformité

9.2.2.1 Généralités

La conformité doit être formulée en termes statistiques sur la base :

- des propriétés mécaniques, physiques et chimiques requises définies en termes de valeurs caractéristiques spécifiées comme indiqué en 7.1, 7.2 et 7.3 ;
- le percentile P_k sur lequel la définition de la valeur caractéristique spécifiée est fondée, indiqué dans le Tableau 7 ;
- la probabilité admissible d'acceptation CR, indiquée dans le Tableau 7.

Tableau 7 — Valeurs requises de P_k et CR

	Exigences mécaniques		Exigences physiques et chimiques
	Résistance courante et à court terme (Limite inférieure)	Résistance courante (Limite supérieure)	
Percentile P_k sur lequel la définition de la valeur caractéristique est fondée	5 %	10 %	
Probabilité admissible d'acceptation CR	5 %		

NOTE L'évaluation de la conformité par une méthode fondée sur un nombre fini de résultats d'essai ne peut que donner une valeur approximative du pourcentage de résultats de la population étudiée s'écartant de la valeur caractéristique. Plus l'effectif de l'échantillon est important (nombre de résultats d'essais), meilleure est l'approximation. La probabilité d'acceptation CR choisie conditionne le degré d'approximation du plan d'échantillonnage.

La conformité aux exigences de la présente norme doit être vérifiée par mesures ou par attributs, comme décrit en 9.2.2.2 et 9.2.2.3, et comme spécifié dans le Tableau 6.

La période de contrôle doit durer 12 mois.

9.2.2.2 Contrôle par mesures

Ce contrôle part de l'hypothèse selon laquelle les résultats d'essais suivent une distribution normale.

La conformité est vérifiée si les équations (2) et (3), selon le cas, sont satisfaites :

$$\bar{x} - k_A \cdot s \geq L \tag{2}$$

et

$$\bar{x} + k_A \cdot s \leq U \tag{3}$$

où

\bar{x} est la moyenne arithmétique de l'ensemble des résultats d'essai d'autocontrôle obtenus au cours de la période de contrôle ;

s est l'écart-type sur l'ensemble des résultats d'essai d'autocontrôle obtenus au cours de la période de contrôle ;

k_A est la constante d'acceptabilité ;

L est la limite inférieure spécifiée donnée dans le Tableau 3 et dont il est question en 7.1 ;

U est la limite supérieure spécifiée donnée dans les Tableaux 3,4, et 5 dont il est question à l'Article 7.

La constante d'acceptabilité k_A est fonction du percentile P_k sur lequel la valeur caractéristique est fondée, de la probabilité admissible d'acceptation CR et du nombre n de résultats d'essais. Les valeurs de k_A sont énumérées dans le Tableau 8.

Tableau 8 — Constante d'acceptabilité k_A

Nombre de résultats d'essai n	k_A^a	
	pour $P_k = 5\%$	Pour $P_k = 10\%$
	(résistance courante et à court terme, limite inférieure)	(autres propriétés)
20 à 21	2,40	1,93
22 à 23	2,35	1,89
24 à 25	2,31	1,85
26 à 27	2,27	1,82
28 à 29	2,24	1,80
30 à 34	2,22	1,78
35 à 39	2,17	1,73
40 à 44	2,13	1,70
45 à 49	2,09	1,67
50 à 59	2,07	1,65
60 à 69	2,02	1,61
70 à 79	1,99	1,58
80 à 89	1,97	1,56
90 à 99	1,94	1,54
100 à 149	1,93	1,53
150 à 199	1,87	1,48
200 à 299	1,84	1,45
300 à 399	1,80	1,42
> 400	1,78	1,40
NOTE	Les valeurs données dans ce tableau sont valables pour CR = 5 %.	
^a	Il est également permis d'utiliser les valeurs de k_A valables pour des valeurs intermédiaires de n.	

9.2.2.3 Contrôle par attributs

Le nombre c_D de résultats d'essais s'écartant de la valeur caractéristique doit être compté et comparé avec un nombre acceptable c_A , calculé à partir du nombre n de résultats d'essais d'autocontrôle et du percentile P_k , tel qu'il est spécifié dans le Tableau 9.

La conformité est vérifiée si l'équation (4) est satisfaite :

$$c_D \leq c_A \quad (4)$$

La valeur de c_A dépend du percentile P_k sur lequel la définition de la valeur caractéristique est fondée, de la probabilité admissible d'acceptation CR, et d'un nombre n de résultats d'essais. Les valeurs de c_A sont énumérées dans le Tableau 9.

Tableau 9 — Valeurs de c_A

Nombre de résultats d'essai n^a	Valeurs de c_A , correspondant à $P_K = 10 \%$
20 à 39	0
40 à 54	1
55 à 69	2
70 à 84	3
85 à 99	4
100 à 109	5
110 à 123	6
124 à 136	7
NOTE Les valeurs données dans ce tableau sont valables pour $CR = 5 \%$.	
^a Si le nombre de résultats d'essai n est inférieur à 20 (avec P_k égal à 10 %), il n'est pas possible d'utiliser un critère statistique de conformité. Cependant, un critère $c_A = 0$ doit être utilisé dans le cas où $n < 20$. Si le nombre de résultats d'essai n est supérieur à 136, C_A peut être calculé comme suit : $C_A = 0,075 (n - 30)$.	

9.2.3 Critères de conformité applicables à chacun des résultats

Outre les critères statistiques de conformité, la conformité des résultats d'essais aux exigences de la présente norme implique de vérifier que chacun des résultats d'essais respecte la valeur limite applicable à chacun des résultats et figurant dans le Tableau 10.

Tableau 10 — Valeurs limites applicables à chacun des résultats

Propriété		Valeurs limites applicables à chacun des résultats								
		Classe de résistance								
		32,5 L	32,5 N	32,5 R	42,5 L	42,5 N	42,5 R	52,5 L	52,5 N	52,5 R
Résistance à court terme (MPa) valeur limite inférieure	2 jours	-	-	8,0	-	8,0	18,0	8,0	18,0	28,0
	7 jours	10,0	14,0	-	14,0	-	-	-	-	-
Résistance courante (MPa) valeur limite inférieure	28 jours	30,0			40,0			50,0		
Temps de début de prise (min) valeur limite inférieure		60			50			40		
Stabilité (expansion en mm) valeur limite supérieure		10								
Teneur en sulfate (en % de SO ₃) valeur limite supérieure	CEM I CEM II ^a CEM IV CEM V	-	4,0	-	4,0	4,5	-	4,5		
	CEM I -SR 0 CEM I -SR 3 CEM I -SR 5 ^b CEM IV/A -SR CEM IV/B -SR	-	3,5	-	3,5	4,0	-	4,0		
	CEM III/A CEM III/B	4,5								
	CEM III/C	5,0								
C ₃ A (%), valeur limite supérieure	CEM I -SR 0 CEM I -SR 3 CEM I -SR 5 CEM IV/A -SR CEM IV/B -SR	1 4 6 10 10								
Teneur en chlorure (%) ^c valeur limite supérieure		0,10 ^d								
Pouzzolanité		-	positive après 15 jours	-	positive après 15 jours	-	positive après 15 jours	-	positive après 15 jours	
Chaleur d'hydratation (J/g) valeur limite supérieure	LH	300								

^a Les ciments de type CEM II/B-T et CEM II/B-M avec T > 20% peuvent contenir jusqu'à 5,0 % de (SO₃) quelle que soit la classe de résistance.

^b Pour des applications spécifiques, les ciments CEM I-SR 5 peuvent être produits avec une plus faible teneur maximale en sulfates (voir Tableau 5). Dans ce cas, la valeur limite supérieure dépasse de 0,5 % la valeur déclarée.

^c La teneur en chlorure des ciments de type CEM III peut être supérieure à 0,10 % mais dans ce cas la teneur maximale en chlorures doit être déclarée à condition de déclarer la teneur maximale en chlorure.

^d Pour des applications en précontrainte, les ciments peuvent être produits selon une exigence plus basse. Dans ce cas, la valeur de 0,10 % doit être remplacée par cette valeur plus basse qui doit être mentionnée sur le bon de livraison.

9.3 Critères de conformité applicables à la composition du ciment

Le fabricant doit vérifier au moins une fois par mois la composition du ciment en utilisant, en règle générale, un échantillon ponctuel prélevé au point de délivrance du ciment. La composition du ciment doit respecter les exigences spécifiées dans le Tableau 2. Les teneurs limites spécifiées pour les constituants principaux indiquées dans le Tableau 2 sont des valeurs de référence que les valeurs moyennes de composition calculées à partir d'échantillons ponctuels prélevés pendant la période de contrôle doivent respecter. Pour chaque résultat individuel, des écarts maximaux de - 2, pour la valeur de référence la plus basse, et de + 2, pour la valeur de référence la plus élevée, sont autorisés. Les procédures en cours de production et les méthodes de vérification permettant de garantir le respect de cette exigence doivent être appliquées et formalisées par écrit.

9.4 Critères de conformité applicables aux propriétés des constituants du ciment

Les constituants du ciment doivent respecter les exigences spécifiées à l'Article 5. Les procédures utilisées en cours de production pour garantir le respect de cette exigence doivent être appliquées et formalisées par écrit.

Annexe A (informative)

Liste de ciments courants considérés comme résistants aux sulfates par des normes nationales dans différents pays membres du CEN mais ne figurant pas dans le Tableau 2 ou ne satisfaisant pas aux exigences données au tableau 5

Tableau A.1 — Liste de ciments courants considérés comme résistants aux sulfates par des normes nationales dans différents pays membres du CEN mais ne figurant pas dans le Tableau 2 ou ne satisfaisant pas aux exigences données au tableau 5

Pays membres du CEN	Norme nationale	Types de ciments CEM
Autriche	ÖNORM B 3327-1 ÖNORM B 4710-1	II/A-S; II/B-S, II/A-V, II/B-V, II/A-M, II/B-M, II/A-D; III/A
Belgique	NBN B12-108	V/A (S-V)
Danemark	DS/INF 135	I
		II/A-V, II/B-V
France	NF P 15-319	II/A-S, II/B-S, II/A-V, II/A-P, II/A-M (S-V)
		III/A
		V/A, V/B
Hongrie	MSZ 4737-1	II/A-V
Italie	UNI 9156	II/A-S, II/B-S, II/A-D, II/A-P, II/A-V, II/A-L, II/A-LL, II/B-L, II/B-LL, II/A-M, II/A-W, II/A-T, II/B-P, II/B-V, II/B-W, II/B-T, II/B-M
		III/A
		V/A, V/B
Pologne	PN-B-19707	II/B-V
		III/A
		V/A, V/B
Portugal	NP EN 206-1	II/A-L, II/A-LL, II/A-M, II/A-S, II/B-S, II/A-D, II/A-P, II/B-P, II/A-V, II/B-V
		III/A
		IV/A, IV/B
		V/A, V/B

Pays membres du CEN	Norme nationale	Types de ciments CEM
Espagne	UNE 80303-1	II/A-S, II/B-S, II/A-D, II/A-P, II/B-P, II/A-V, II/B-V
		III/A
		V/A
Suisse	SN EN 206-1	II/A-D II/B-M (D, V, S, T, LL)
Royaume-Uni	BS 8500	II/B-V
		III/A
		IV/A(V), IV/B (V)

Annexe ZA (informative)

Articles de la présente Norme européenne traitant des dispositions de la Directive UE « Produits de construction »

ZA.1 Domaine d'application et caractéristiques pertinentes

La présente Norme européenne et la présente Annexe ZA ont été élaborées dans le cadre du Mandat M114, « Ciment, chaux de construction et autres liants hydrauliques » donné au CEN par la Commission Européenne et l'Association Européenne de Libre Echange.

Les articles de la présente Norme européenne indiqués dans cette Annexe sont conformes au mandat donné dans le cadre de la Directive UE « Produits de construction » (89/106/CEE).

La conformité à ces articles confère aux ciments courants couverts par la présente norme une présomption d'aptitude aux usages prévus indiqués dans le présent document ; il doit être fait référence aux informations accompagnant le marquage CE.

AVERTISSEMENT — D'autres exigences et d'autres Directives UE, n'affectant pas l'aptitude à l'emploi pour les usages prévus, peuvent s'appliquer aux produits de construction couverts par le domaine d'application de la présente norme.

NOTE 1 Outre tous articles spécifiques concernant les substances dangereuses spécifiés dans la présente norme, il peut exister des exigences applicables aux produits couverts par son domaine d'application par exemple (réglementation européenne transposée en droit national, réglementations et dispositions administratives nationales, par exemple). Pour se conformer aux dispositions de la Directive UE « Produits de Construction », il est nécessaire que ces exigences soient également respectées où et quand elles s'appliquent.

NOTE 2 Une base de données informative sur les dispositions européennes et nationales concernant les substances dangereuses peut être consultée sur le site EUROPA de la Construction (accessible à l'adresse <http://ec.europa.eu/enterprise/construction/cpd-ds/>).

La présente annexe établit les conditions du marquage CE des ciments courants destinés aux usages prévus dans le Tableau ZA.1 et présente les articles correspondants applicables.

La présente annexe comporte le même domaine d'application que l'Article 1 de la présente norme et est définie par le Tableau ZA.1.

Tableau ZA.1 Articles correspondants

Produits de construction : 27 ciments courants différents, 7 ciments courants résistants aux sulfates, ainsi que 3 ciments de haut fourneau différents à faible résistance à court terme et 2 ciments de haut fourneau à faible résistance à court terme et résistants aux sulfates (Tableaux 1 et 2).				
Usages prévus : Préparation de béton, mortier, coulis et autres mélanges destinés à la construction et à la fabrication de produits de construction (voir notes de ce tableau)				
Exigence/Caractéristique du mandat	Articles spécifiant des exigences ^a dans la présente Norme européenne		Niveaux et/ou classes mandatés	Notes
	Articles ^a	9.4.1.1 Esquisse des exigences		
Ciments courants (sous-familles) constituants et composition	3, 4, 5, 6, 8, 9	Structures des produits différents (Tableau 1) de la famille de produits « Ciments courants » définies à partir des constituants et de la composition.	Aucun	Les Etats membres doivent pouvoir choisir les ciments dans les règlements techniques relatifs à des usages particuliers, en se fondant sur les différents ciments et les classes de résistance.
Résistance à la compression (à court terme et courante)	7.1, 8, 9	Exigences de résistance à la compression exprimées en termes de classes de résistance et de limites. ^b	Aucun	
Temps de prise	7.2 9	Exigences exprimées en termes de limites inférieures. ^b	Aucun	
Résidus insolubles	7.3 9	Exigences exprimées en termes de limites supérieures. ^b	Aucun	Pour CEM I et CEM III uniquement.
Perte au feu	7.3 9	Exigences exprimées en termes de limites supérieures. ^b	Aucun	Pour CEM I et CEM III uniquement.
Stabilité — Expansion	7.2 9	Exigences exprimées en termes de limites supérieures. ^b	Aucun	
— teneur en SO ₃	7.3 9			
Chaleur d'hydratation	7.2.3 9	Exigences exprimées en termes de limites supérieures. ^b	Aucun	Uniquement pour les ciments courants à faible chaleur d'hydratation.

« à suivre »

Tableau ZA.1 Articles correspondants (fin)

Produits de construction :	27 ciments courants différents, 7 ciments courants résistants aux sulfates, ainsi que 3 ciments de haut fourneau différents à faible résistance à court terme et 2 ciments de haut fourneau à faible résistance à court terme et résistants aux sulfates (Tableaux 1 et 2).			
Usages prévus :	Préparation de béton, mortier, coulis et autres mélanges destinés à la construction et à la fabrication de produits de construction (voir notes de ce tableau)			
Exigence/Caractéristique du mandat	Articles spécifiant des exigences ^a dans la présente Norme européenne		Niveaux et/ou classes mandatés	Notes
	Articles ^a	9.4.1.1 Esquisse des exigences		
Teneur en chlorure	7.3 9	Exigences exprimées en termes de limites supérieures. ^b	Aucun	
Pouzzolanité (pour le ciment pouzzolanique uniquement)	7.3 9	Exigences exprimées en termes de limites. ^b	Aucun	Pour CEM IV uniquement.
Durabilité	4 5 7.4			La durabilité concerne le béton, le mortier, les coulis et autres mélanges réalisés à partir de ciment selon les règles d'application valables sur les lieux d'utilisation.
C ₃ A dans le clinker	7.4.2 9	Exigences exprimées en termes de limites supérieures. ^b	Aucun	Uniquement pour les ciments courants résistants aux sulfates.
Émission de substances dangereuses	Voir Notes 1 et 2			Voir Notes 1 et 2.
^a Les exigences figurant dans ces articles, y compris la totalité du contenu et des tableaux des articles mentionnés, font partie intégrante de la présente norme européenne harmonisée relative au ciment. ^b Les limites font partie de la définition des produits traités dans la présente Norme européenne harmonisée relative au ciment.				

L'exigence portant sur une caractéristique pertinente donnée ne s'applique pas dans les Etats membres où il n'existe pas de réglementation portant sur cette caractéristique. Dans ce cas, les fabricants désireux de commercialiser leurs produits dans ces Etats membres ne sont pas tenus de déterminer ni de déclarer les performances de leurs produits au regard de cette caractéristique et les informations qui accompagnent le marquage CE (voir ZA.3) peuvent alors comporter l'option « performance non déterminée »(PND).

L'option « performance non déterminée » (PND) ne peut cependant pas être utilisée lorsque la caractéristique doit respecter un seuil.

ZA.2 Procédure pour l'attestation de conformité des produits

ZA.2.1 Système d'attestation de conformité

Le système d'attestation de conformité s'appliquant aux 27 ciments courants différents, aux 7 ciments courants résistants aux sulfates, ainsi qu'aux 3 ciments de haut fourneau différents à faible résistance à court terme et aux 2 ciments de haut fourneau à faible résistance à court terme résistants aux sulfates ou aux ciments courants à faible chaleur d'hydratation indiqués dans le Tableau ZA.1, est indiqué dans le Tableau ZA.2 pour les usages prévus mentionnés, conformément à la Décision de la Commission du 14 juillet 1997 (97/555/CE) publiée au Journal Officiel des Communautés Européennes et donnée en Annexe 3 du mandat relatif à la famille de produits « Ciments ».

Tableau ZA.2 Système d'attestation de conformité

Produits	Utilisations prévues	Niveaux ou classes	Systèmes d'attestation de conformité
Ciments courants, comprenant les ciments courants à faible chaleur d'hydratation et les ciments courants résistants aux sulfates, ainsi que les ciments de haut fourneau à faible résistance à court terme et les ciments de haut fourneau à faible résistance à court terme et à faible chaleur d'hydratation	Préparation de béton, mortier, coulis et autres mélanges pour la construction et la fabrication de produit de construction	1+
— Ciments Portland			
— Ciments Portland composés ciment Portland au laitier ciment Portland à la fumée de silice ciment Portland à la pouzzolane ciment Portland à la cendre volante ciment Portland au schiste calciné ciment Portland au calcaire ciment Portland composé			
— Ciments de haut fourneau			
— Ciments pouzzolaniques			
— Ciments composés			
Système 1+ : Voir l'annexe III. Article 2. (i) de la Directive 89/106/CEE, avec essai par sondage sur échantillons prélevés à l'usine.			

L'attestation de conformité des ciments courants, y compris les ciments courants à faible chaleur d'hydratation et les ciments courants généralement acceptés comme résistants aux sulfates ainsi que les ciments de haut fourneau à faible résistance à court terme et les ciments de haut fourneau à faible résistance à court terme et à faible chaleur d'hydratation indiqués au Tableau ZA.1, doit être fondée sur l'évaluation des procédures de conformité indiquées dans le Tableau ZA.3 résultant de l'application des articles de la présente Norme européenne qui y sont mentionnés. L'Article 6 de l'EN 197-2 :2000 définit des règles concernant les actions à entreprendre en cas de non-conformité.

L'article 9 de l'EN 197-2:2000, donnant les règles relatives aux centres de distribution, ne fait pas partie de la procédure d'attestation de conformité pour l'apposition du marquage CE dans le cadre de la Directive « Produits de Construction ».

Tableau ZA.3 — Attribution des tâches d'évaluation de conformité pour un ciment sous système 1+

Tâches		Contenu des tâches	Évaluation de conformité Articles à appliquer
Tâches incombant au fabricant	Contrôle de la production en usine	Paramètres relatifs à toutes les caractéristiques du Tableau ZA.1 ^a pertinentes pour l'usage prévu	Article 9 de la présente norme et Article 4 de l'EN 197-2:2000
	Essais ultérieurs d'échantillons prélevés à l'usine	Les caractéristiques du Tableau ZA.1 ^a pertinentes pour l'usage prévu	Article 9 de la présente norme et Article 4 de l'EN 197-2:2000
Tâches incombant à l'organisme de certification du produit	Essais de type initial	Toutes les caractéristiques du Tableau ZA.1 ^a pertinentes pour l'usage prévu	Article 9 de la présente norme et Articles 5 et 7 de l'EN 197-2:2000
	Inspection initiale de l'usine et du contrôle de la production en usine	Paramètres relatifs à toutes les caractéristiques du Tableau ZA.1 ^a pertinentes pour l'usage prévu	Article 9 de la présente norme et Articles 5 et 7 de l'EN 197-2:2000
	Surveillance permanente, évaluation et approbation du contrôle de la production en usine	Paramètres relatifs à toutes les caractéristiques du Tableau ZA.1 ^a pertinentes pour l'usage prévu	Article 9 de la présente norme et Articles 5 et 7 de l'EN 197-2:2000
	Essais par sondage sur échantillons prélevés à l'usine	Toutes les caractéristiques du Tableau ZA. 1 ^a pertinentes pour l'usage prévu	Article 9 de la présente norme et Articles 5 et 7 de l'EN 197-2:2000
^a Excepté la durabilité.			

ZA.2.2 Certificat de conformité CE

Lorsque les conditions de la présente Annexe sont satisfaites, l'organisme de certification doit émettre un certificat de conformité (certificat de conformité CE) qui permet au fabricant d'apposer le marquage CE. Le certificat doit comprendre :

- le nom, l'adresse et le numéro d'identification de l'organisme de certification,

— le nom et l'adresse du fabricant ou de son mandataire établi dans l'EEE, ainsi que le lieu de production,

NOTE Le fabricant peut également être la personne responsable de la mise du produit sur le marché de l'EEE, s'il prend la responsabilité du marquage CE.

— la description du produit (type, identification, usage, ...),

— les dispositions auxquelles le produit est conforme (cad Annexe ZA de la présente norme),

— les conditions particulières applicables à l'utilisation du produit (par exemple : dispositions relatives à l'utilisation dans certaines conditions, etc.),

— le numéro du certificat,

— les conditions de validité du certificat, le cas échéant,

— le nom et la qualité de la personne habilitée à signer le certificat,

Le certificat mentionnés ci-dessus doit être présenté dans la langue ou les langues officielles de l'Etat membre dans lequel le produit est destiné à être utilisé.

ZA.3 Marquage CE et étiquetage


Le fabricant ou son mandataire établi dans l'EEE est responsable de l'apposition du marquage CE. Le symbole du marquage CE doit satisfaire aux exigences de la Directive 93/68/CE et doit être apposé sur le sac ou dans le cas des livraisons en vrac sur les documents commerciaux d'accompagnement, par exemple un bon de livraison. Les informations suivantes doivent accompagner le symbole de marquage CE :

- a) le numéro d'identification de l'organisme notifié,
- b) le nom ou la marque d'identification et l'adresse enregistrée du fabricant,
- c) les deux derniers chiffres de l'année d'apposition du marquage,
- d) le numéro du certificat de conformité CE ou du certificat de contrôle de la production en usine (le cas échéant),
- e) la référence à la présente Norme européenne,
- f) la description du produit : nom générique, ... et usage prévu,
- g) les informations relatives aux caractéristiques essentielles pertinentes énumérées dans le Tableau ZA.1 qui doivent être déclarées et présentées comme :
 - 1) des valeurs déclarées et, le cas échéant, un niveau ou une classe (y compris le critère « réussite » pour les exigences relatives à la « réussite/échec », si nécessaire) à déclarer pour chaque caractéristique essentielle, telle qu'indiquée dans la partie « Notes » du Tableau ZA.1 ;
 - 2) en variante, la (les) désignation(s) normalisée(s) seule(s) ou associée(s) aux valeurs déclarées ci-dessus, et
 - 3) « performance non déterminée » pour les caractéristiques quand cela est pertinent.

L'option « performance non déterminée » (PND) ne peut pas être utilisée lorsqu'un seuil s'applique à la caractéristique. Sinon, l'option PND peut être utilisée quand et où la caractéristique, pour un usage prévu donné, n'est pas soumise à des exigences réglementaires dans l'Etat Membre de destination.

La Figure ZA.1 donne un exemple des informations à donner sur le produit, l'étiquetage, l'emballage et/ou les documents commerciaux.

Dans le cas de ciment en sacs, il convient que le marquage de conformité CE, le numéro d'identification de l'organisme de certification et les informations d'accompagnement données ci-dessous soient apposés soit sur le sac soit sur les documents commerciaux d'accompagnement ou encore en combinant les deux. Si les informations ne figurent pas en totalité mais seulement en partie sur le sac, il convient de fournir les informations complètes dans les documents commerciaux d'accompagnement. Dans tous les cas, le marquage CE figurant sur les sacs doit être accompagné au minimum par le nom ou la marque d'identification du fabricant, les deux derniers chiffres de l'année d'apposition du marquage, le numéro du certificat de conformité CE et les indications pour identifier les caractéristiques du produit c'est-à-dire la désignation normalisée.

 0123
Société Adresse enregistrée Usine 10 (ou position du cachet de la date) 0123-CPD-0456
EN 197-1:2010 CEM I 42,5 R-SR 3 Informations complémentaires

Marquage de conformité CE se composant du symbole « CE » donné dans la directive 93/68/CEE

Numéro d'identification de l'organisme de certification

Nom ou marque d'identification du fabricant

Adresse enregistrée du fabricant

Nom ou marque d'identification de l'usine où le ciment a été produit ¹⁾

Les deux derniers chiffres de l'année d'apposition du marquage ²⁾

Numéro du certificat

Numéro de la Norme européenne avec la date de la version

Exemple de désignation normalisée indiquant le ciment et la classe de résistance (et, le cas échéant, la notation pour la faible chaleur d'hydratation et/ou la résistance aux sulfates), comme spécifié à l'Article 8 de l'EN 197-1 :2011

Teneur limite en chlorure, en % ³⁾

Valeur limite pour la perte au feu des cendres volantes, en % ⁴⁾

Notation normalisée de l'adjuvant ⁵⁾

Teneur limite en sulfate, en % ⁶⁾

Limite en additif organique excédant 0,2% ⁷⁾

Figure ZA.1 — Exemple d'informations relatives au marquage CE

- 1) Considérée nécessaire vis-à-vis des exigences de l'EN 197-2, mais pas obligatoire.
- 2) Il convient que l'année du marquage corresponde à la date d'ensachage ou à celle de l'expédition à partir de l'usine ou du dépôt. Les deux chiffres apposés peuvent être les deux derniers chiffres de l'année de production du produit marqué CE.
- 3) Seulement lorsqu'une teneur limite en chlorure différente de celle spécifiée au Tableau 4 de l'EN 197-1 :2011 s'applique au ciment courant ou au ciment courant résistant aux sulfates fabriqué.
- 4) Seulement lorsqu'une cendre volante est utilisée comme constituant principal conformément à 5.2.4.1 de l'EN 197-1 :2011.
- 5) Seulement lorsqu'un adjuvant conforme à l'une des normes de la série EN 934, est utilisé conformément à 5.5 de l'EN 197-1 :2011.
- 6) Seulement lorsqu'une teneur limite en sulfate différente de celle spécifiée au Tableau 5 de l'EN 197-1 :2011 s'applique au ciment CEM I-SR 5 fabriqué.
- 7) Seulement lorsque la quantité d'additif organique exprimée sur base sèche excède 0,2 % en masse du ciment produit fini, conformément à 5.5 de l'EN 197-1 :2011.

Pour des raisons pratiques, il est permis de faire un choix parmi les dispositions suivantes pour présenter les informations accompagnant le ciment en sacs :

- a) lorsque le marquage CE figure sur le sac (à savoir, la position normale recommandée), les éléments indiquées à la Figure ZA.1 doivent être donnés.
- b) Lorsque les deux derniers chiffres de l'année d'apposition du marquage CE sont pré-imprimés sur le sac, il convient que ces chiffres correspondent à ± 3 mois près à la date d'apposition du marquage.
- c) Lorsqu'il est prévu d'indiquer les deux derniers chiffres de l'année d'apposition du marquage sans les pré-imprimer sur le sac, ceci peut être fait en apposant le cachet de la date sur le sac à tout emplacement facilement visible. Il convient d'indiquer cet emplacement dans les informations accompagnant le marquage CE.

Dans le cas de ciment en vrac, il convient d'apposer le marquage de conformité CE, le numéro d'identification de l'organisme de certification et les informations d'accompagnement énumérées précédemment pour le ciment en sacs de façon appropriée sur les documents commerciaux d'accompagnement.

Outre les informations spécifiques relatives aux substances dangereuses indiquées ci-dessus, Il convient qu'il soit fait mention, en accompagnement du produit, où et quand cela est exigé et dans la forme appropriée, de toute réglementation relative aux substances dangereuses à laquelle le produit est prétendu conforme, ainsi que de toute information exigée par cette réglementation.

NOTE 1 Il n'est pas nécessaire de citer les réglementations européennes s'il n'y a pas dérogations nationales.

NOTE 2 L'apposition du symbole du marquage CE signifie, si un produit est soumis à plus d'une directive, qu'il est conforme à toutes les directives applicables.

Bibliographie

- [1] EN 206-1, *Béton — Partie 1 : Spécifications, performance, production et conformité*
- [2] EN 413-1, *Ciment à maçonner — Partie 1 : Composition, spécifications et critères de conformité*
- [3] EN 450-1, *Cendres volantes pour béton — Partie 1 : Définition, spécifications et critères de conformité*
- [4] EN 934 (toutes les parties), *Adjuvants pour béton, mortier et coulis*
- [5] EN 14216, *Ciment — Composition, spécifications et critères de conformité des ciments à très faible chaleur d'hydratation*
- [6] EN 14647, *Ciment d'aluminates de calcium — Composition, spécifications et critères de conformité*
- [7] EN 15743, *Ciment sursulfaté — Composition, spécifications et critères de conformité*
- [8] ISO 10694, *Qualité du sol — Détermination du carbone organique et du carbone total après combustion sèche (analyse élémentaire)*
- [9] Réglementation (CE) Numéro 1907/2006 du parlement Européen et du Conseil du 18 décembre 2006 concernant l'enregistrement, l'évaluation, l'autorisation et les restrictions (Reach) établissant une agence chimique européenne amendant la directive 1999/45/CE et rappelant le règlement du conseil (CEE) numéro 793/93 et la réglementation de la commission (CE) numéro 1488/94 ainsi que la directive du conseil 76/769/CEE et les directives de la commission 91/155/CEE, 93/67/CEE, 93/105/CE et 2000/21/CE.