Cahier technique
2049

Exigences relatives aux nouveaux ciments

schweizerischer
ingenieur- und
architektenverein

société suisse
des ingénieurs
et des architectes

società svizzera
degli ingegneri
e degli architetti

swiss society
of engineers
and architects

selnaustrasse 16
postfach
ch-8027 zürich
www.sia.ch

Groupe de prix: 14

Édition 2014

iNorm License by SIA EPFL Bibliothèque | 23.09.2019

Cahiers techniques SIA

Les cahiers techniques sont publiés par la SIA en tant que règlements complémentaires et commentaires dans des domaines spécifiques.

Les cahiers techniques font partie intégrante des normes SIA.

Les cahiers techniques sont valables trois ans à partir de leur parution. Leur validité est renouvelable par période de trois ans.

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

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.

2014-01 1er tirage

SIA 2049, Copyright © 2014 by SIA Zurich

iNorm License by SIA EPFL Bibliothèque | 23.09.2019

TABLE DES MATIÈRES

Page

Avant-propos 4

0 Domaine d'application 5
0.1 Délimitation 5
0.2 Références normatives 5
0.3 Dérogations 6

1 Terminologie 7
1.1 Termes et définitions 7
1.2 Notations 8

2 Exigences relatives aux constituants normés 9
2.1 Généralités 9
2.2 Constituants principaux 9
2.3 Constituants secondaires 9
2.4 Sulfate de calcium 9
2.5 Additifs 9

3 Exigences relatives aux nouveaux constituants 10
3.1 Exigences 10
3.2 Sulfate de calcium 10
3.3 Activateurs 10
3.4 Autres additifs 11

4 Composition et notation 12
4.1 Composition et notation des nouveaux ciments avec des constituants normés ou nouveaux 12
4.2 Information sur la composition 12

5 Exigences relatives aux nouveaux ciments 13
5.1 Exigences mécaniques 13
5.2 Exigences physiques 13
5.3 Exigences chimiques 14
5.4 Exigences de durabilité 15

6 Critères de conformité 17
6.1 Exigences générales 17
6.2 Critères de conformité des propriétés mécaniques, physiques et chimiques et méthode d'évaluation 17
6.3 Critères de conformité de la composition des ciments 17
6.4 Critères de conformité des propriétés des constituants du ciment 17
6.5 Critères de conformité de la durabilité selon chiffre 5.4 17

Page

7 Tâches et responsabilités 18
7.1 Tâches des commissions (CN) 215 et 262 18
7.2 Tâches du requérant 18
7.3 Tâches des laboratoires de ciment et de béton 18
7.4 Tâches de l'organisme de certification des ciments 18

Annexe A (normative) **Liste des métaux lourds à déterminer** 19

SIA 2049, Copyright © 2014 by SIA Zurich

iNorm License by SIA EPFL Bibliothèque | 23.09.2019

AVANT-PROPOS

Les ciments actuellement utilisés en Suisse sont réglementés dans diverses normes européennes. Ces dernières contiennent des exigences concernant la composition, les essais et l'évaluation de la conformité.

L'industrie cimentière suisse vise, par la réduction des émissions de CO_2 lors de la production de ciment, une contribution active à la diminution des émissions du CO_2 en Suisse.

Le présent cahier technique rend possible l'élargissement du domaine d'utilisation des composants minéraux en tant que constituants principaux des ciments. Ceci permet l'emploi de ciments s'inscrivant dans les critères du développement durable.

Le présent cahier technique règle la procédure de justification de l'aptitude à l'emploi des nouveaux ciments selon l'art. 3 de la Loi sur les produits de construction.
Un «organisme de certification des ciments» accrédité en Suisse peut délivrer des certifications de nouveaux ciments sur la base du présent cahier technique.

Le présent cahier technique a été élaboré sur mandat d'un groupe de travail sous la responsabilité de la commission SIA 215 «Liants minéraux» en collaboration avec la commission SIA 262 «Construction en béton».

Commissions SIA 215 et 262

SIA 2049, Copyright © 2014 by SIA Zurich

iNorm License by SIA EPFL Bibliothèque | 23.09.2019

0 DOMAINE D'APPLICATION

0.1 Délimitation

0.1.1 Le présent cahier technique s'applique aux nouveaux ciments qui ne relèvent pas d'une des normes produit existantes pour les ciments courants (SN EN 197-1), les ciments spéciaux à très faible chaleur d'hydratation (SN EN 14216) et les ciments sursulfatés (SN EN 15743).

0.1.2 Les nouveaux ciments sont définis dans le cahier technique comme suit:

a) Ciments avec constituants principaux et secondaires conformes à la SN EN 197-1 en ce qui concerne la composition, mais hors des valeurs limites concernant les teneurs définies dans les SN EN 197-1 ou SN EN 14216 ou SN EN 15743.

b) Ciments avec composants minéraux, qui ne sont pas mentionnés en tant que constituants principaux ou secondaires dans la SN EN 197-1 et dont la teneur de chacun est supérieure à 1% en masse ou dont la teneur totale est supérieure à 5% en masse. Ces ciments peuvent en plus aussi contenir des constituants principaux ou secondaires selon la SN EN 197-1.

0.1.3 Ce cahier technique ne s'applique pas aux ciments aux cendres volantes calciques, indépendamment du fait que ces cendres volantes remplissent les exigences de la SN EN 197-1 (type W) ou non.

0.1.4 Ce cahier technique constitue la base de la certification des nouveaux ciments.

0.2 Références normatives

Le texte du présent cahier technique fait référence aux publications suivantes, dont les dispositions s'appliquent intégralement ou en partie dans le sens du renvoi. Les références non datées se rapportent à la dernière édition de la publication, les références datées se rapportent à l'édition correspondante.

SIA 262/1	Construction en béton – Spécifications complémentaires
SIA 2042	Prévention des désordres dus à la réaction alcalis-granulats (RAG) dans les ouvrages en béton
SN EN 196	Méthodes d'essais des ciments, partie 1 à 10
SN EN 197-1	Ciment – Partie 1: Composition, spécifications et critères de conformité des ciments courants
SN EN 197-2	Ciment – Partie 2: Évaluation de conformité
SN EN 206-1	Béton – Partie 1: Spécification, performances, production et conformité, incl. SN EN 206 1/NE:2013 et annexe nationale L
SN EN 451-1	Méthode d'essai des cendres volantes – Partie 1: Détermination de la teneur en oxyde de calcium libre
SN EN 459-2	Chaux de construction – Partie 2: Méthodes d'essai
SN EN 480-14	Adjuvants pour béton, mortier et coulis – Méthodes d'essai – Partie 14: Détermination de l'effet sur la tendance à la corrosion de l'acier pour armature au moyen d'un essai électrochimique potentiostatique
SN EN 934-2	Adjuvants pour bétons, mortier et coulis – Partie 2: Adjuvants pour bétons – Définitions, exigences, conformité, marquage et étiquetage
SN EN 12390-8	Essai pour béton durci – Partie 8: Profondeur de pénétration d'eau sous pression
SN EN 14216	Ciments – Composition, spécifications et critères de conformité de ciments spéciaux à très faible chaleur d'hydratation
SN EN 15743	Ciment sursulfaté – Composition, spécifications et critères de conformité

SIA 2049, Copyright © 2014 by SIA Zurich

iNorm License by SIA EPFL Bibliothèque | 23.09.2019

ISO 11466	Qualité du sol – Extraction des éléments en traces solubles dans l'eau régale
ISO 15587-1	Qualité de l'eau – Digestion pour la détermination de certains éléments dans l'eau – Partie 1: Digestion à l'eau régale
ISO 15587-2	Qualité de l'eau – Digestion pour la détermination de certains éléments dans l'eau – Partie 2: Digestion à l'acide nitrique
ISO 17294-2	Qualité de l'eau – Application de la spectrométrie de masse avec plasma à couplage inductif (ICP-MS) – Partie 2: Dosage de 62 éléments
EPA	Environmental Protection Agency, USA, http://www.caslab.com/EPA-Methods/
OTD	Ordonnance sur le traitement des déchets, RS 814.600

0.3 Dérogations

0.3.1 Des dérogations au présent cahier technique ne sont admissibles que si elles sont fondées par la théorie ou par des essais, ou si de nouvelles connaissances dans le domaine concerné le justifient.

0.3.2 En présence de conditions d'utilisation non couvertes par le présent cahier technique, la procédure à suivre doit être convenue entre l'auteur du projet, le maître d'ouvrage ainsi que d'éventuelles instances d'approbation. La procédure choisie doit être décrite de manière appropriée dans la convention d'utilisation.

SIA 2049, Copyright © 2014 by SIA Zurich
iNorm License by SIA EPFL Bibliothèque | 23.09.2019

1 TERMINOLOGIE

1.1 Termes et définitions

Ciment *Zement* *cemento* *cement*	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. Détails selon SN EN 197-1, chapitre 4.
Nouveau ciment *Neuer Zement* *nuovo cemento* *new cement*	Définition selon cahier technique, chiffre 0.1.2.
Constituant principal normé *Normierter Hauptbestandteil* *costituente principale standardizzato* *main constituent standardised*	Matériau minéral spécialement choisi, représentant une proportion supérieure à 5% en masse de la somme de tous les constituants principaux et secondaires (selon SN EN 197-1, chiffre 3.3).
Constituant secondaire normé *Normierter Nebenbestandteil* *costituente secondario standardizzato* *minor additional constituent standardised*	Matériau minéral spécialement choisi, représentant une proportion inférieure à 5% en masse de la somme de tous les constituants principaux et secondaires (selon SN EN 197-1, chiffre 3.4).
Nouveau constituant *Neue Bestandteile* *nuovo costituente* *new constituent*	Matériaux minéraux inertes ou réactifs spécialement sélectionnés, qui ne sont pas définis par la SN EN 197-1 et dont la proportion de chacun est supérieure à 1% en masse et dont la proportion totale est supérieure à 5% en masse de la somme de tous les constituants.
Activateur *Aktivator* *attivatore* *activator*	Composés chimiques inorganiques et/ou organiques sélectionnés spécialement, à l'exception du sulfate de calcium.
Organisme de certification de conformité pour ciment *Zertifizierungsstelle für Zement* *organismo di certificazione della conformità del cemento* *certification body for cement*	Organisme d'inspection et de certification (organisme d'évaluation de conformité) des ciments, accrédité en Suisse selon art. 8 Loi fédérale sur les produits de construction.
Laboratoire d'essais pour ciment *Prüfstelle für Zement* *laboratorio di prove su cemento* *testing laboratory for cement*	Laboratoire d'essais de ciment accrédité en Suisse.
Laboratoire d'essais pour béton *Prüfstelle für Beton* *laboratorio di prove su calcestruzzo* *testing laboratory for concrete*	Laboratoire d'essais de béton accrédité en Suisse.

iNorm License by SIA EPFL Bibliothèque | 23.09.2019

1.2 Notations

CEM	Ciment selon SN EN 197-1, chapitre 4.
ZB/D, E ou F	Nouveau ciment selon ce cahier technique avec des constituants normés, voir chiffre 4.1.
ZN/D, E ou F	Nouveau ciment selon ce cahier technique avec des nouveaux constituants minéraux, voir chiffre 4.1.
HS-CH	Ciment à haute résistance aux sulfates selon l'annexe nationale NB de la SN EN 197-1.
HSN	Nouveau ciment avec laitier, voir chiffre 4.1.
LH	Ciment à faible chaleur d'hydratation selon la SN EN 197-1.
VLH	Ciment à très faible chaleur d'hydratation selon la SN EN 14216, chiffre 7.2.3.

SIA 2049, Copyright © 2014 by SIA Zurich
iNorm License by SIA EPFL Bibliothèque | 23.09.2019

2 EXIGENCES RELATIVES AUX CONSTITUANTS NORMÉS

2.1 Généralités

2.1.1 Les exigences de la SN EN 197-1, chapitre 5, s'appliquent.

2.1.2 Les exigences des constituants doivent être contrôlées selon les méthodes d'essai décrites dans la SN EN 196.

2.2 Constituants principaux

2.2.1 Les exigences de la SN EN 197-1, chiffre 5.2, s'appliquent.

2.3 Constituants secondaires

2.3.1 Les exigences de la SN EN 197-1, chiffre 5.3, s'appliquent.

2.3.2 Seuls les constituants secondaires qui remplissent les exigences de la SN EN 197-1 peuvent être employés.

2.4 Sulfate de calcium

Les exigences de la SN EN 197-1, chiffre 5.4, s'appliquent.

2.5 Additifs

2.5.1 En principe, les exigences de la SN EN 197-1, chiffre 5.5, s'appliquent.

2.5.2 En dérogation au chiffre 2.5.1 la règle suivante s'applique:

La quantité totale des additifs (pigments exceptés) ne doit pas être supérieure à 2,0% en masse du ciment. La proportion des additifs organiques, sous forme d'extrait sec, ne doit pas être supérieure à 1,0% en masse du ciment.

iNorm License by SIA EPFL Bibliothèque | 23.09.2019

3 EXIGENCES RELATIVES AUX NOUVEAUX CONSTITUANTS

3.1 Exigences

3.1.1 Les nouveaux constituants doivent satisfaire aux exigences du tableau 1.

Tableau 1 Exigences aux nouveaux constituants

Exigences	réactif	non réactif	Explications
Indice d'activité	x	–	Si un constituant n'est pas déjà broyé au préalable, l'indice d'activité doit être déterminé sur un échantillon broyé avec une valeur de Blaine de 4500 ± 500) cm^2/g.
Perte au feu / carbone élémentaire	(x)	(x)	Si un constituant est obtenu par un processus de combustion, la teneur en carbone résiduel doit être déterminée. Cette analyse peut être remplacée par la perte au feu.
Analyse des éléments	(x)	(x)	L'analyse des éléments est réalisée, si elle peut être utilisée pour l'identification ou pour garantir les propriétés du constituant.
Finesse	(x)	(x)	La finesse est déterminée si le constituant est ajouté séparément.
Teneur en alcalins actifs	x	x	Essai selon cahier technique SIA 2042.
Teneur en sulfates	(x)	(x)	Si les constituants contiennent des sulfates, la teneur en sulfates est déterminée selon la SN EN 196-2.
Teneur en chaux libre	(x)	(x)	Si les constituants contiennent de la chaux libre, la teneur en chaux libre est déterminée selon la SN EN 459-2 ou SN EN 451-1.
Teneur en métaux lourds	x	x	Les métaux lourds à déterminer et les valeurs limites à respecter sont indiqués dans l'annexe A. Des informations concernant l'essai s'y trouvent.

– Essai pas exigé.
x Essai exigé.
(x) L'organisme de certification décide de la nécessité de l'essai.

3.1.2 Les exigences aux nouveaux constituants doivent être contrôlées selon les méthodes d'essai décrites dans les différentes parties de la SN EN 196.

3.2 Sulfate de calcium

Le chiffre 2.4 s'applique au sulfate de calcium.

3.3 Activateurs

3.3.1 Les activateurs sont ajoutés soit lors de la production de ciments HSN (ciment au laitier composé – CH) pour activer l'hydratation du ciment respectivement des constituants individuels soit au béton comme adjuvant.

SIA 2049, Copyright © 2014 by SIA Zurich

iNorm License by SIA EPFL Bibliothèque | 23.09.2019

3.3.2 La teneur totale en activateurs (matière sèche) ne doit pas être supérieure à 5,0% en masse du ciment. La proportion en additifs organiques, sous forme d'extrait sec, ne doit pas être supérieure à 1,0% en masse du ciment.

3.3.3 Les activateurs doivent remplir les exigences générales et les exigences spécifiques des accélérateurs selon la SN EN 934-2. Ces additifs ne doivent ni favoriser la corrosion des armatures, ni altérer les propriétés du ciment, du béton ou du mortier fabriqué avec ce ciment.

3.4 Autres additifs

3.4.1 Les additifs au sens de ce cahier technique sont des constituants qui ne figurent pas sous les chiffres 3.1 à 3.3 et qui sont ajoutés pour améliorer la fabrication ou les propriétés du ciment.

3.4.2 La quantité totale des additifs (pigments exceptés) ne doit pas être supérieure à 2,0% en masse du ciment. La proportion des additifs organiques, sous forme d'extrait sec, ne doit pas être supérieure à 1,0% en masse du ciment.

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

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

iNorm License by SIA EPFL Bibliothèque | 23.09.2019

4 COMPOSITION ET NOTATION

4.1 Composition et notation des nouveaux ciments avec des constituants normés ou nouveaux

4.1.1 Pour les nouveaux ciments selon chiffre 0.1.2 les teneurs en clinker de ciment Portland et en constituants sont définies dans le tableau 2.

Tableau 2 Valeurs limites de composition des nouveaux ciments. Les indications de teneurs se réfèrent à la somme des teneurs en clinker de ciment Portland et des teneurs en constituants (en % en masse).

Notation	Désignation	Clinker Portland	Constituants		Constituants secondaires
			normés	nouveaux [2)]	
ZB/D	CH-ciment Portland composé	50–64	36–50		0–5
ZB/E		35–49	51–65		0–5
ZB/F		20–34	66–80		0–5
ZN/D		50–64		36–50	0–5
ZN/E		35–49		51–65	0–5
ZN/F		20–34		66–80	0–5
HSN	CH-ciment au laitier composé	0–20	80–100 [1)]		0–5

[1)] En tant que constituants ne sont admis que ceux explicitement désignés par la SN EN 197-1 comme étant hydrauliques ou hydrauliques latents, c.-à-d. le laitier granulé de haut fourneau S (chiffre 5.2.2.) et les schistes calcinés T (chiffre 5.2.5).

[2)] Les proportions indiquées incluent aussi, s'il y a lieu, les constituants selon la SN EN 197-1.

4.1.2 Les ciments à faible chaleur d'hydratation peuvent être désignés par les lettres «LH», s'ils remplissent les exigences selon chiffre 5.2.3.

4.1.3 Les ciments à très faible chaleur d'hydratation peuvent être désignés par les lettres «VLH», s'ils remplissent les exigences selon 5.2.3.

4.1.4 Les ciments à haute résistance aux sulfates peuvent être désignés par les lettres «HS-CH», s'ils remplissent les exigences selon chiffre 5.2.4.

4.2 Information sur la composition

Tous les détails sur la composition et les propriétés des composants du ciment doivent être indiqués à l'organisme de certification des ciments selon chapitres 2 et 3.

SIA 2049, Copyright © 2014 by SIA Zurich

iNorm License by SIA EPFL Bibliothèque | 23.09.2019

5 EXIGENCES RELATIVES AUX NOUVEAUX CIMENTS

5.1 Exigences mécaniques

5.1.1 Résistance courante

Les exigences de la résistance courante se basent sur les SN EN 197-1, SN EN 14216 et SN EN 15743.

Les exigences du tableau 3 s'appliquent.

5.1.2 Résistance à court terme

Les exigences de la résistance à court terme se basent sur les SN EN 197-1, SN EN 14216 et SN EN 15743.

Les exigences du tableau 3 s'appliquent.

5.2 Exigences physiques

5.2.1 Temps de début de prise

Les exigences du temps de début de prise se basent sur les SN EN 197-1, SN EN 14216 et SN EN 15743.

Les exigences du tableau 3 s'appliquent.

5.2.2 Stabilité

Les exigences de stabilité se basent sur les SN EN 197-1, SN EN 14216 et SN EN 15743.

Les exigences du tableau 3 s'appliquent.

5.2.3 Chaleur d'hydratation

Les exigences de la SN EN 197-1, chiffre 7.2.3, ou de la SN EN 14216, chiffre 7.2.3, s'appliquent à condition que le nouveau ciment soit classé LH selon la SN EN 197-1 ou VLH selon la SN EN 14216 ou la SN EN 15743.

5.2.4 Ciment à haute résistance aux sulfates

Les exigences de l'annexe nationale NB de la SN EN 197-1 s'appliquent à condition que le nouveau ciment soit classé HS-CH.

iNorm License by SIA EPFL Bibliothèque | 23.09.2019

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
22,5	–	–	≥ 22,5	≤ 42,5	≥ 75	≤ 10
32,5 L	–	≥ 12,0	≥ 32,5	≤ 52,5	≥ 75	≤ 10
32,5 N	–	≥ 16,0				
32,5 R	≥ 10,0	–				
42,5 L	–	≥ 16,0	≥ 42,5	≤ 62,5	≥ 60	
42,5 N	≥ 10,0	–				
42,5 R	≥ 20,0	–				
52,5 L	≥ 10,0	–	≥ 52,5	–	≥ 45	
52,5 N	≥ 20,0	–				
52,5 R	≥ 30,0	–				

5.3 Exigences chimiques

Les exigences selon le tableau 4 s'appliquent.

Tableau 4 Exigences chimiques définies en termes de valeurs caractéristiques

1	2	3	4	5
Propriétés	Référence de l'essai	Type de ciment	Classe de résistance	Exigences [a]
Perte au feu	EN 196-2	[b]	Toutes	[b]
Teneur en sulfates (SO_3)	EN 196-2	ZN	Toutes	≤ 5,0%
		ZB	Toutes	≤ 5,0%
		HSN	Toutes	≤ 12,0%
Teneur en chlorures	EN 196-2	Toutes	Toutes	≤ 0,10% [c]
Pouzzolanicité	EN 196-5	En cas d'emploi d'un constituant pouzzolanique	Toutes	Satisfait à l'essai

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

b) L'organisme de certification décide si l'essai doit être réalisé et quelles exigences sont à satisfaire.

c) 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.

SIA 2049, Copyright © 2014 by SIA Zurich
iNorm License by SIA EPFL Bibliothèque | 23.09.2019

5.4 Exigences de durabilité

5.4.1 Les exigences de durabilité s'appliquent aux nouveaux ciments selon chapitre 4.

La preuve de durabilité est fournie, en absence de toute autre indication, par des essais sur béton.

En principe les exigences selon chiffre L.A2.3 de l'annexe nationale L de la SN EN 206-1 sont à satisfaire. Pour certaines propriétés des essais supplémentaires ou différents sont exigés.

Sauf décision contraire de l'organisme de certification, les essais exigés ne sont à réaliser que dans le cadre des essais initiaux. Ensuite les règles de la SN EN 206-1 s'appliquent.

5.4.2 **Perméabilité à l'eau et étanchéité**

L'annexe nationale L.A de la SN EN 206-1 s'applique.

Essais complémentaires:
Mélanges d'essai numéros 2, 3 et 7 des tableaux L.A2 et L.A3 de l'annexe nationale L de la SN EN 206-1: Pénétration d'eau selon SN EN 12390-8, Évaluation: profondeur de pénétration de l'eau $e_W \leq 50$ mm.

5.4.3 **Résistance à la carbonatation**

L'annexe nationale L.A de la SN EN 206-1 s'applique.

5.4.4 **Résistance aux chlorures**

L'annexe nationale L.A de la SN EN 206-1 s'applique.

5.4.5 **Résistance au gel en présence de sels de déverglaçage**

L'annexe nationale L.A de la SN EN 206-1 s'applique.

5.4.6 **Résistance à la RAG**

L'annexe nationale L.A de la SN EN 206-1 s'applique.

5.4.7 **Corrosion**

a) Le nouveau ciment (ciment à tester) ne doit pas avoir des effets négatifs sur la corrosion. La preuve est à fournir à l'aide de l'essai selon la SN EN 480-14.
b) En complément il faut, sur cinq cylindres (∅ env. 80 à 100 mm), munis de barres fixées au centre (∅ env. 8 à 10 mm), fabriqués avec un mortier selon SN EN 196-1 (avec sable normalisé selon SN EN 196-1 et un rapport e/c de 0,50) avec le nouveau ciment et un ciment de référence du producteur requérant, enregistrer l'évolution dans le temps du potentiel d'une barre en acier au plus tard 10 minutes après la fabrication jusqu'à un âge de 3 semaines.

   Ciment de référence (classe de résistance 42,5 N): ciment à performances comparables et autorisé pour toutes les classes d'exposition (p. ex. CEM I, CEM II/A-LL).

   Évaluation: Il faut constater une montée continue du potentiel jusqu'à des valeurs dépassant –200 mV_{CSE}. Il ne doit pas y avoir des phénomènes de corrosion sauf dans les zones des bulles d'air.

5.4.8 **Résistance aux sulfates**

a) L'essai du nouveau ciment (ciment à tester) se fait selon la SIA 262/1, annexe D, sur les mélanges d'essai numéros 1, 2 et 3 du tableau B.1 de l'annexe nationale NB de la SN EN 197-1. Un ciment du producteur requérant doit être employé comme ciment de référence.

   Ciment de référence (classe de résistance 32,5 N ou 42,5 N): ciment à performances comparables et autorisé pour le génie civil, mais qui n'est pas classé SR ou HS-CH (p. ex. CEM I, CEM II/A-LL).

   Évaluation: L'expansion des éprouvettes du ciment à tester ne doit pas être nettement supérieure à celle du ciment de référence (p. ex. 30% supérieur).

b) Si le nouveau ciment doit être classé ciment HS-CH, l'annexe nationale NB de la SN EN 197-1 s'applique.

iNorm License by SIA EPFL Bibliothèque | 23.09.2019

5.4.9 **Retrait**

Si exigé par l'organisme de certification, le retrait doit être mesuré sur deux mélanges d'essai numéros 2, 3 et 7 des tableaux L.A2 et L.A3 de l'annexe nationale L de la SN EN 206-1, fabriqués séparément avec le nouveau ciment (ciment à tester) et un ciment de référence du producteur requérant. L'essai se fait selon la SIA 262/1, annexe F.

Ciment de référence (classe de résistance 42,5 N): ciment à performances comparables et autorisé pour toutes les classes d'exposition (p. ex. CEM I, CEM II/A-LL).

Évaluation: Le retrait des mélanges d'essai avec le ciment à tester ne doit pas être nettement supérieur à celui des mélanges d'essai avec le ciment de référence (p. ex. 20% supérieur).

5.4.10 **Fluage**

Si exigé par l'organisme de certification, le fluage doit être mesuré sur deux mélanges d'essai numéros 2, 3 et 7 des tableaux L.A2 et L.A3 de l'annexe nationale L de la SN EN 206-1, fabriqués séparément avec le nouveau ciment (ciment à tester) et un ciment de référence du producteur requérant. L'essai se fait selon la SIA 262/1, annexe F.

Ciment de référence (classe de résistance 42,5 N): ciment à performances comparables et autorisé pour toutes les classes d'exposition (p. ex. CEM I, CEM II/A-LL).

Évaluation: Le fluage des mélanges d'essai avec le ciment à tester ne doit pas être nettement supérieur à celui des mélanges d'essai avec le ciment de référence (p. ex. 20% supérieur).

5.4.11 L'organisme de certification peut exiger des essais supplémentaires.

SIA 2049, Copyright © 2014 by SIA Zurich

iNorm License by SIA EPFL Bibliothèque | 23.09.2019

6 CRITÈRES DE CONFORMITÉ

6.1 Exigences générales

6.1.1 Les exigences du chapitre 9 des SN EN 197-1, SN EN 14216 et/ou SN EN 15743 sont appliquées.

Note: La procédure d'attestation de conformité correspond à un système 1+.

6.1.2 Les prescriptions s'appliquent en complément de ce cahier technique.

6.2 Critères de conformité des propriétés mécaniques, physiques et chimiques et méthode d'évaluation

6.2.1 Si des exigences selon le chapitre 9 des SN EN 197-1, SN EN 14216 et/ou SN EN 15743 sont exigées, celles-ci s'appliquent.

6.2.2 Les chapitres 2 à 5 de ce cahier technique s'appliquent en complément.

6.3 Critères de conformité de la composition des ciments

6.3.1 Si des exigences selon le chapitre 9 des SN EN 197-1, SN EN 14216 et/ou SN EN 15743 sont exigées, celles-ci s'appliquent.

6.3.2 Les chapitres 2 à 5 de ce cahier technique s'appliquent en complément.

6.4 Critères de conformité des propriétés des constituants du ciment

6.4.1 Si des exigences selon le chapitre 9 des SN EN 197-1, SN EN 14216 et/ou SN EN 15743 sont exigées, celles-ci s'appliquent.

6.4.2 Les chapitres 2 à 5 de ce cahier technique s'appliquent en complément.

6.5 Critères de conformité de la durabilité selon chiffre 5.4

Les essais selon chiffre 5.4 sont des essais initiaux. Ceux-ci ne sont plus nécessaires pour le contrôle de production en usine par le fabricant du ciment.

Remarque: Certains essais sont réalisés périodiquement dans le cadre du contrôle de production par le producteur de béton selon AN de la SN EN 206-1.

iNorm License by SIA EPFL Bibliothèque | 23.09.2019

7 TÂCHES ET RESPONSABILITÉS

7.1 Tâches des commissions (CN) 215 et 262

7.1.1 La commission 215 est la commission responsable de ce cahier technique.

7.1.2 Les décisions de la commission 215 concernant ce cahier technique sont soumises pour approbation à la CN 262.

En cas de divergences inconciliables, la commission des normes de structures porteuses (KTN) décide en dernière instance.

7.1.3 Les ciments autorisés sont introduits dans le tableau NA.3 et, s'il s'agit d'un ciment HS-CH, dans le tableau NA.8 de la SN EN 206-1. Ces ciments sont désignés spécialement (selon tableau 2).

7.2 Tâches du requérant

7.2.1 Les demandes à l'organisme de certification pour la certification d'un nouveau ciment selon ce cahier technique et pour son autorisation selon le chiffre LA.3 de l'annexe L de la SN EN 206-1 pour une introduction dans le tableau NA.3 et, le cas échéant, dans le tableau NA.8 de la SN EN 206-1 peuvent être posées simultanément.

7.2.2 À la demande de certification d'un nouveau ciment selon ce cahier technique doivent être joints les documents et preuves suivants:
- Résultats des essais internes sur des nouveaux constituants et des nouveaux ciments
- Indication de la composition du nouveau ciment
- Toutes les épreuves selon ce cahier technique.

7.3 Tâches des laboratoires de ciment et de béton

7.3.1 L'annexe L de la SN EN 206-1, chiffre LA.9, s'applique.

7.3.2 En complément, respectivement en dérogation sont valides:
- Le laboratoire de ciment réalise les essais de ciment selon les chiffres 5.1 à 5.3
- Le laboratoire de béton réalise les essais de béton selon le chiffre 5.4.

7.4 Tâches de l'organisme de certification des ciments

7.4.1 L'organisme de certification peut faire appel à des experts externes pour la certification des nouveaux ciments. Ceux-ci sont soumis à la même confidentialité que les employés de l'organisme de certification.

7.4.2 Pour le déroulement de la certification d'un nouveau ciment les règles selon chiffre LA.10 de l'annexe L de la SN EN 206-1 s'appliquent.

En complément, respectivement en dérogation sont valides:
- Le délai de l'essai préliminaire prolongé à 10 semaines
- Le délai de l'autorisation prolongé à 16 semaines.

7.4.3 L'organisme de certification peut demander des essais supplémentaires.

7.4.4 Pour la certification du ciment le cahier technique et la SN EN 197-2 s'appliquent.

7.4.5 L'organisme de certification certifie le nouveau ciment, s'il satisfait aux exigences de ce cahier technique, et émet le certificat.

Il autorise l'introduction du ciment dans le tableau NA.3 et le cas échéant dans le tableau NA.8 de la SN EN 206-1, s'il remplit les exigences selon chiffre LA.2 de l'annexe nationale L de SN EN 206-1.

SIA 2049, Copyright © 2014 by SIA Zurich

iNorm License by SIA EPFL Bibliothèque | 23.09.2019

Annexe A (normative)
Liste des métaux lourds à déterminer

La liste se base sur une proposition de la sous-commission «usines de ciment» de l'OTD du 2.11.2010 en attente de la révision totale de l'OTD.

Métal lourd	Valeur limite, mg/kg masse sèche	Méthode de digestion	Méthode d'essai
Arsenic	30	a	b ou c
Antimoine	30	a	b ou c
Plomb	500	a	b ou c
Cadmium	5	a	b ou c
Chrome	500	a	b ou c
Chrome VI	2	EN 196-10	EN 196-10
Cobalt	250	a	b ou c
Cuivre	500	a	b ou c
Nickel	500	a	b ou c
Mercure	1	a	d
Thallium	3	a	b ou c
Zinc	2000	a	b ou c
Etain	10	a	b ou c

a Digestion selon ISO 15587-1, ISO 15587-2 ou digestion totale selon EPA 3050, 3051 ou 3052
b ICP-MS selon ISO 17294-2 ou EPA 200.8
c ICP-OES selon EPA 200.7
d Mercury in solids and solutions by thermal decomposition, amalgamation and atomic absorption spectro-photometry, method EPA 7473

iNorm License by SIA EPFL Bibliothèque | 23.09.2019

Groupe de travail «Nouveaux Ciments»

Présidence	Dr. Georg Spescha, dipl. Chem., Uster	Empa
Membres	Fernand Deillon, dipl. Chem. Ing. HES, Wildegg	Laboratoire d'essais et organisme de certification pour ciments
	Dr. Fritz Hunkeler, dipl. Ing. ETH, Möriken	Laboratoire des matériaux
	Dr. Peter Lunk, dipl. Ing., Würenlingen	Industrie
	Dr. Claude Pilloud, dipl. Geol. UNIL, Le Vaud	Industrie
	Dr. Frank Winnefeld, dipl. Chem., Winterthour	Empa

Commission SIA 215

Présidence	Fernand Deillon, dipl. Chem. Ing. FH, Wildegg	Laboratoire des matériaux
Membres	Stéphane Cuchet, dipl. Geol. UNIL, Lausanne	Industrie
	Prof. Dr. Robert Flatt, dipl. Chem. Ing. EPFL, Meilen	ETHZ
	Dino Giuliani, dipl. Bauing. ETH, Nussbaumen TG	Maîtres d'ouvrages
	Dr. Fritz Hunkeler, dipl. Ing. ETH, Möriken	Laboratoire des matériaux
	Heinz Marti, dipl. Ing. ETH/MBA, Netstal	Industrie
	Dr. Claude Pilloud, dipl. Geol. UNIL, Le Vaud	Industrie

Commission SIA 262

Présidence	Dr. Hans-Rudolf Ganz, dipl. Ing. ETH, Zurich	Ingénieur-conseil
Membres	Dr. Manuel Alvarez, dipl. Ing. ETH, Ittigen	OFROU
	Daniel Buschor, dipl. Ing. ETH, Berthoud	Bureau d'études
	Aldo Chitvanni, dipl. Ing. ETH, Coire	Bureau d'études
	Dr. Christoph Czaderski, dipl. Ing. ETH, Dübendorf	Empa
	Blaise Fleury, dipl. Ing. ETH, Eclépens	Industrie
	Ernst Honegger, dipl. Ing. ETH, Berne	Industrie
	Dr. Bernard Houriet, dipl. Ing., Tramelan	Bureau d'études
	Dr. Fritz Hunkeler, dipl. Ing. ETH, Wildegg	Laboratoire des matériaux
	Prof. Dr. Albin Kenel, dipl. Ing. ETH, Rapperswil	Haute école spécialisée
	Rudolf Lagger, dipl. Ing. ETH, Thoune	Entreprise
	Dr. Peter Lunk, dipl. Ing., Würenlingen	Industrie
	Dr. Konrad Moser, dipl. Ing. ETH, Zurich	Bureau d'études
	Prof. Dr. Aurelio Muttoni, dipl. Ing. ETH, Lausanne	EPFL
	Erdjan Opan, dipl. Ing. ETH, Neuchâtel	Bureau d'études/ maître d'œuvre
	Dr. Sylvain Plumey, dipl. Ing. ETH, Porrentruy	Bureau d'études
	Dr. Luc Trausch, dipl. Ing. ETH, Zurich	Bureau d'études
Procès-verbal	Dr. Daniel Heinzmann, dipl. Ing. ETH, Visperterminen	Haute école spécialisée

Adoption et validité

La Commission centrale des normes de la SIA a adopté le présent cahier technique SIA 2049 le 19 novembre 2013.

Il est valable à partir du 1er janvier 2014.

Copyright © 2014 by SIA Zurich

Tous les droits de reproduction, même partielle, de copie intégrale ou partielle (photocopie, microcopie CD-ROM, etc.) d'enregistrement sur ordinateur et de traduction sont réservés.

iNorm License by SIA EPFL Bibliothèque | 23.09.2019