

Ciment selon la norme SN EN 197-1:2011

Bâtiment
Génie civil
Ouvrages d'art
Travaux souterrains

1 Contexte

Jusque dans les années 1990, on ne connaissait en Suisse que trois types principaux de ciment (CP, CPHR et CPHS). Les normes européennes actuelles mentionnent 27 ciments courants regroupés en cinq types principaux. En Suisse, l'essentiel des ventes de ciment se limite pourtant toujours à quelques types. Au milieu des années 90, le ciment portland CEM I fut peu à peu remplacé par le ciment portland au calcaire (CEM II/A-LL), puis par d'autres types successivement. L'association cemsuisse publie régulièrement sur internet le pourcentage des ventes pour les différents types de ciment <http://www.cemsuisse.ch/cemsuisse/produktion/kennzahlen/archiv>.

Cette fiche technique donne une vue d'ensemble sur la normalisation, la composition et la notation du ciment.

2 Généralités

Le ciment tel que nous le connaissons aujourd'hui a été inventé en 1824 par l'Anglais Joseph Aspdin. La couleur de la poudre ressemblant beaucoup au gris du calcaire de l'île de Portland, on attribua à la poudre le nom de «ciment Portland».

Le ciment est un liant hydraulique fabriqué à partir des matières premières calcaire, marne et gypse. Par liant hydraulique, on entend un produit qui, après gâchage avec de l'eau, durcit aussi bien à l'air que dans l'eau. L'aggloméré de ciment qui en résulte résiste à l'eau et présente une bonne résistance à la compression.

Les principaux ciments utilisés en Suisse sont régis par les normes suivantes:

- SN EN 197-1:2011 «Ciment – Partie 1: Composition, spécifications et critères de conformité des ciments courants» (SIA 215.002, en vigueur depuis le premier janvier 2013). Elle remplace la version de l'année 2000. Cette norme est actuellement en révision.
- SN EN 14 216:2004 «Ciments - Composition, spécifications et critères de conformité de ciments spéciaux à très faible chaleur d'hydratation» (SIA 216.005, en vigueur depuis le premier octobre 2004). Cette norme est actuellement en révision (parution 2015).

Autres réglementations suisses:

- L'annexe nationale NB complète la norme SN EN 197-1:2011 par un règlement pour l'autorisation d'utilisation d'un nouveau ciment désigné comme «ciment avec une résistance élevée aux sulfates» (ciment HS-CH).
- Cahier technique SIA 2049 «Exigences relatives aux nouveaux ciments» en vigueur depuis le premier janvier 2014.

Pour les contrôles de production du fabricant, pour l'évaluation de la conformité et pour la certification des ciments selon les normes SN EN 197-1 et SN EN 14 216, la norme suivante fait foi:

- SN EN 197-2:2014 «Ciment – Partie 2: Evaluation de la conformité» (SIA 215.003, en vigueur depuis le premier août 2014).

Les ciments approuvés pour la production de béton en Suisse sont traités dans les parties nationales de la norme SN EN 206-1:2000 «Béton – Partie 1: Spécification, performances, production et conformité». – Voir fiche technique N° 14 «Béton selon normes SN EN 206-1:2000, SN EN 206-1/NE:2013 et norme SIA 262:2013».

3 Ciments courants

3.1 Notation du ciment

La notation du ciment est expliquée au moyen de quelques exemples dans le tableau ci-dessous.

Caractéristique:	1	2	3	4	5	6	7
Notation du ciment	Type de ciment selon SN EN 197-1	Teneur en constituants principaux	Type de constituants principaux	Classe de résistance	Résistance à court terme	Résistance aux sulfates ¹⁾	Chaleur d'hydratation ³⁾
CEM I 32,5 N	CEM I			32,5	N		
CEM II/A-LL 42,5 R	CEM II	/ A	- LL	42,5	R		
CEM II/B-M (T-LL) 32,5 N	CEM II	/ B	- M (T, LL) ²⁾	32,5	N		
CEM II/B-M (S-T)-HS-CH 42,5 R	CEM II	/ B	M (S, T)	42,5	R	HS-CH	
CEM III/B 32,5 N LH/SR	CEM III	/ B		32,5	N	SR	LH

- 1) SR: ciments avec résistance élevée aux sulfates selon la norme SN EN 197-1; HS: ciment avec résistance élevée aux sulfates selon Annexe nationale NA de la norme SN EN 197-1.
2) Dans le ciment Portland composé, le ciment pouzzolanique et le ciment composé, les constituants principaux seront indiqués entre parenthèses.
3) LH: ciments à faible chaleur d'hydratation (≤ 270 J/g).

3.2 Types et composition des ciments

Les 5 types principaux et les 27 produits de la famille des ciments courants selon la norme SN EN 197-1 sont énumérés dans le tableau ci-dessous.

Type de ciment	Notation des 27 produits (types de ciment courant) ¹⁾	Part de clinker	Constituant principal
CEM I	Ciment Portland CEM I	95–100%	
CEM II	Ciment Portland composé	65–94%	
	Ciment Portland au calcaire CEM II/A-LL CEM II/B-LL CEM II/A-L CEM II/B-L		Pierre calcaire (LL, L) ²⁾
	Ciment Portland au laitier CEM II/A-S CEM II/B-S		Laitier granulé (S)
	Ciment Portland aux cendres volantes CEM II/A-V CEM II/B-V CEM II/A-W CEM II/B-W		Cendres volantes (V, W) ³⁾
	Ciment Portland à la pouzzolane CEM II/A-P CEM II/B-P CEM II/A-Q CEM II/B-Q		Pouzzolane (P, Q) ⁴⁾
	Ciment Portland au schiste calciné CEM II/A-T CEM II/B-T		Schiste calciné (T)
	Ciment Portland à la fumée de silice CEM II/A-D		Fumée de silice (D, max. 10%)
	Ciment Portland composé CEM II/A-M CEM II/B-M		Divers (M) ⁵⁾
CEM III	Ciment de haut fourneau CEM III/A CEM III/B CEM III/C	35–64% 20–34% 5–19%	Laitier granulé
CEM IV	Ciment pouzzolanique CEM IV/A CEM IV/B	65–89% 45–64%	Cendres volantes (V, W) ^{3) 5)} Pouzzolane (P, Q) ^{4) 5)}
CEM V	Ciment composé CEM V/A CEM V/B	40–64% 20–38%	Laitier granulé et pouzzolane et/ou cendres volantes ⁵⁾

- 1) Notation selon norme du ciment courant
2) LL Calcaire avec teneur en carbone organique total TOC de max. 0,20% en masse
L Calcaire avec teneur en carbone organique total TOC de max. 0,50% en masse
3) V Cendres volantes siliceuses
W Cendres volantes calcaires
4) P Pouzzolane naturelle
Q Pouzzolane naturelle calcinée (activée thermiquement)
5) Pour ciment Portland composé, ciment à la pouzzolane et ciment composé, les constituants principaux doivent être indiqués

La révision de la norme EN 197-1 prévoit d'ajouter le sous-groupe CEM II/C aux ciments Portland composés. Elle prévoit également d'introduire un groupe VI pour les ciments composés. L'ancien groupe V (ciment composé) sera renommé (ciment pouzzolanique au granulé de laitier).

3.3 Classes de résistance

La norme définit au total 6 classes de résistance pour chaque type de ciment. Elles sont caractérisées par la valeur limite inférieure pour la résistance courante du ciment à la compression obtenue à 28 jours. Les ciments dont la résistance à court terme est faible sont désignés par la lettre L (lent), les ciments dont la résistance à court terme est ordinaire sont désignés par la lettre N (normal) et les ciments dont la résistance à court terme est élevée sont désignés par la lettre R (rapide).

Classe de résistance	Résistance à court terme [N/mm ² od. MPa] ¹⁾		Résistance courante [N/mm ² od. MPa] ¹⁾
	2 jours	7 jours	28 jours
32,5 L 32,5 N 32,5 R	– – ≥ 10,0	≥ 12,0 ≥ 16,0 –	≥ 32,5 ≤ 52,5
42,5 L 42,5 N 42,5 R	– ≥ 10,0 ≥ 20,0	– – –	≥ 42,5 ≤ 62,5
52,5 L 52,5 N 52,5 R	≥ 10,0 ≥ 20,0 ≥ 30,0	– – –	≥ 52,5 –

1) Essais sur prismes de mortier selon la norme SN EN 196-1 ss.

4 Ciments spéciaux selon norme SN EN 14 216

Tout comme les ciments courants, les ciments spéciaux à très faible chaleur d'hydratation sont des liants hydrauliques. Ses réactions et processus d'hydratation sont identiques. Toutefois, le processus d'hydratation est ralenti du fait de la composition, de la finesse ou de la réactivité des constituants.

Les types principaux sont subdivisés comme suit:

- VLH III Ciment de haut fourneau (VLH III/B, VLH III/C)
- VLH IV Ciment pouzzolanique (VLH IV/A, VLH IV/B)
- VLH V Ciment composé (VLH V/A, VLH V/B).

Les ciments spéciaux à très faible chaleur d'hydratation possèdent les caractéristiques suivantes:

- Classe de résistance: 22,5
- Résistance à la compression à 28 jour: ≥ 22,5 ... ≤ 42,5 N/mm²
- Chaleur d'hydratation: ≤ 220 J/g.

5 Mise en soumission de ciment avec le CAN Construction

Depuis le 1.1.2003, le béton est régi par la norme SN EN 206-1 «Béton - Partie 1: Spécification, performances, production et conformité» (SIA 162.051). Cette norme offre à l'auteur du projet deux manières possibles de décrire le béton: «béton à propriétés spécifiées» et «béton à composition prescrite». La norme SIA 262:2013 recommande cependant de décrire le béton uniquement en spécifiant ses propriétés. Le ciment pour les ouvrages en béton ne doit donc plus être décrit explicitement. C'est la raison pour laquelle le chapitre CAN 241 F/12 «Constructions en béton coulé sur place», ne contient plus d'articles principaux pour décrire le ciment. – Voir fiche technique N° 14 «Béton selon normes SN EN 206-1:2000, SN EN 206-1/NE:2013 et norme SIA 262:2013».

Seuls quelques rares chapitres permettent encore la mise en soumission du ciment. Ce sont par exemple les chapitres traitant des injections et de la stabilisation tels que:

- **Chapitre CAN 173 F/11 «Amélioration des sols de fondation»**
Sous-paragraphes 130 et 230: la fourniture de liants pour la stabilisation
Art. 442: la fourniture de ciment pour injections (titre de l'article: Fourniture de mélange et de composants pour coulis d'injection)
Art. 533: Quantité de ciment en plus ou en moins pour travaux de jetting
- **Chapitre CAN 211 F/11 «Fouilles et terrassements»**
Sous-paragraphes 810: Fourniture de liant pour stabilisation
- **Chapitre CAN 273 F/15 «Revêtements (constructions souterraines)»**
Art. 621.110: Augmentation ou réduction de liant par rapport au dosage prévu.
Art. 621.120: Modification de prix pour l'utilisation d'un autre liant.
- **Chapitre CAN 274 F/15 «Aménagement intérieur (constructions souterraines)»**
Art. 482.120: Modification de prix pour l'utilisation d'un autre liant.

Article	Texte	Quantité	up	Prix	Montant
241 F/12	Constructions en béton coulé sur place (V'15)				
700	Béton (2)				
780	Adjuvants pour béton, sur ordre de la direction des travaux				
R789	Liant, fourniture et adjonction.				
R.100	Ciment en sacs de 25 kg.				
R.101	CEM II/A-LL 32,5 R.		kg ou t		
R.102	CEM I 52,5 R.		kg ou t		

L'article actuel correspondant du chapitre 241 traite d'adjuvants pour béton:

780	Adjuvants pour béton, sur ordre de la direction des travaux		Béton:adjuvants,ordre DT

	01 Marque, type	A	
	01 Marque, type	A	
	01 Marque, type	A	
781	Retardateur de prise. Fourniture et adjonction.		Retardateur prise
.001	01 Marque, type 02 Dosage par kg de ciment % 03 Divers	..kg...	Spécification
.002	à .889 dito .001		
782	Antigel. Fourniture et adjonction.		Antigel
.001	01 Marque, type 02 Dosage par kg de ciment % 03 Divers	..kg...	Spécification
.002	à .889 dito .001		
783	Plastifiant. Fourniture et adjonction.		Plastifiant
.001	01 Marque, type 02 Dosage par kg de ciment % 03 Divers	..kg...	Spécification
.002	à .889 dito .001		
784	Autres adjuvants. Fourniture et adjonction.		Adjuvants div.
.001	01 Genre 02 Marque, type 03 Dosage par kg de ciment % 04 Divers	..kg...	Spécification
.002	à .889 dito .001		

Remplace la Fiche technique N° 10 F/05