

Ciments : nouvelles normes et nouvelles sortes

Autor(en): **Hermann, Kurt**

Objektyp: **Article**

Zeitschrift: **Bulletin du ciment**

Band (Jahr): **62 (1994)**

Heft 6-7

PDF erstellt am: **26.09.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-146345>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern.

Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden.

Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

Haftungsausschluss

Alle Angaben erfolgen ohne Gewähr für Vollständigkeit oder Richtigkeit. Es wird keine Haftung übernommen für Schäden durch die Verwendung von Informationen aus diesem Online-Angebot oder durch das Fehlen von Informationen. Dies gilt auch für Inhalte Dritter, die über dieses Angebot zugänglich sind.

Ciments: nouvelles normes et nouvelles sortes

Les conséquences de l'entrée en vigueur, début 1994, de la norme SIA 215.002 sont les suivantes: après une phase de transition, les ciments couramment utilisés jusqu'à présent auront de nouvelles désignations et, certains, des propriétés très légèrement modifiées, cela à partir du 1er janvier 1995 au plus tard. De nouvelles sortes de ciments seront en outre bientôt sur le marché.



Photo: "HCB

"HCB Eclépens, Eclépens.

La norme SIA 215.002

La normalisation européenne des ciments franchit également nos frontières. Depuis le 1er janvier 1994, on applique en Suisse la norme SIA 215.002 [1], laquelle a pour titre «Ciment – composition, spécifications et critères de conformité – Partie 1: Ciments courants». Il s'agit en fait de la prénorme européenne ENV 197-1 [2], augmentée d'une brève introduction nationale. Un délai a été accordé aux producteurs

de ciment, et ils ont jusqu'au 1er janvier 1995 pour adapter leurs produits aux exigences de la nouvelle norme, pour autant que des adaptations soient nécessaires.

Les prénormes européennes (ENV) doivent être transformées en normes européennes (EN) après trois à cinq ans, le cas échéant, sous une forme modifiée. La norme européenne EN 196 «Essai des ciments», qui, depuis le 1er janvier 1992, a le statut d'une norme suisse, en est un exemple. En tant que norme SIA 215.001 [3], elle remplace les parties de la norme SIA 215 «Liants minéraux» [4] qui traitent de l'essai des ciments des sortes CP, CPHR et CPHS.

Normalisation des ciments en Europe

Les premiers essais pour définir avec plus de précision les sortes de ciments remontent à plusieurs années. Dans différents pays, des normes nationales ont été introduites, qui tenaient compte des données spécifiques (par exemple: matières premières à disposition, niveau de la technologie de la production de ciment, habitudes con-



Photo: Portland-Cementwerk Thayngen AG

Portland-Cementwerk Thayngen AG, Thayngen.

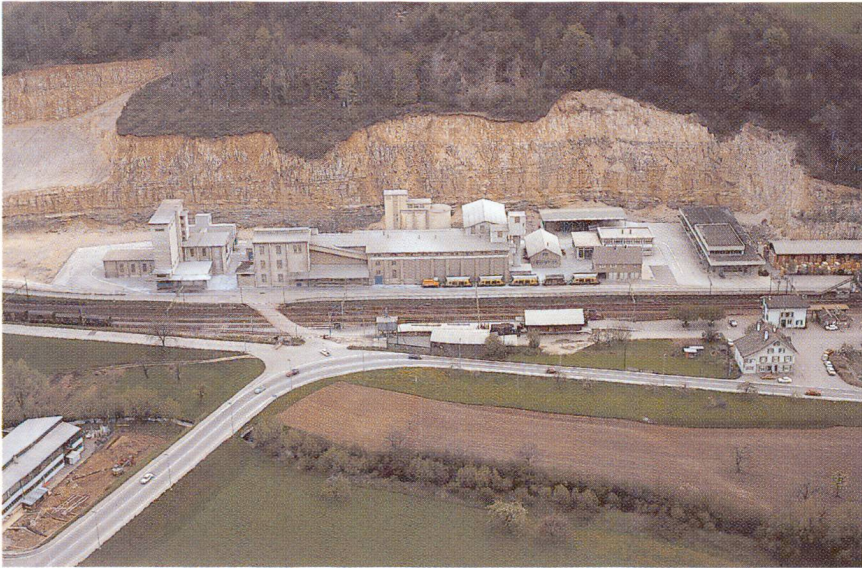


Photo: Brodtbeck AG

Brodtbeck AG Portlandzement, Pratteln (usine de Lausen).

cernant la construction, climat). L'initiative de normaliser les ciments en Europe a été prise en 1969, par ce qui était alors la CE, laquelle a confié cette tâche au Comité européen de normalisation (CEN) en 1973. Le CEN, duquel font partie les pays membres de l'UE et de l'AELE, donc également la Suisse, a chargé le Comité technique CEN/TC 51 d'élaborer les normes pour le ciment. Au début des années 80, ce comité a défini les exigences relatives aux ciments qui devaient figurer dans la future EN 197. Il devait s'agir de ciments qui puissent être utilisés pour tous les ouvrages en béton et en béton armé, et qui soient fabriqués et utilisés dans la plupart des pays d'Europe occidentale. Un projet élaboré sur cette base a toutefois été

refusé par les membres du CEN en 1989. Quelques pays voulaient prendre en considération tous les ciments normalisés au niveau national. De plus, la Directive UE relative aux produits de construction exige l'intégration de tous les ciments traditionnels et éprouvés, dans le but de supprimer les entraves techniques dans le domaine de la construction. Le Comité technique CEN/TC 51 a décidé alors de diviser la future EN 197 en plusieurs parties. L'actuelle ENV 197-1 [2], adoptée fin avril 1992, traite uniquement «des ciments dont le durcissement dépend principalement de l'hydratation de silicates de calcium et qui sont destinés à des usages courants». Les ciments qui ont des mécanismes de durcissement diffé-

rents, ou ceux qui ont des propriétés particulières complémentaires, doivent être traités dans d'autres parties de la prénorme.

Pour les producteurs et les utilisateurs de ciment, l'introduction de la norme SIA 215.002 entraînera quelques changements, mais rien de radical. Un de ces changements est la nouvelle désignation des ciments.

Types de ciments selon ENV 197-1

Dans ENV 197-1 ou la norme SIA 215.002, les ciments sont subdivisés comme suit:

- Il y a cinq types principaux de ciments (I à V), qui contiennent entre 5 et 100 % de clinker Portland (abrégé par K). Ils figurent dans le *tableau 1*.
- En dehors du clinker Portland (K), les ciments normalisés peuvent contenir du laitier granulé de haut fourneau (abrégé par S), de la fumée de silice (D), des pouzzolanes naturelles ou industrielles (P ou Q), des cendres volantes siliceuses ou calciques (V ou W), des schistes calcinés (T) ou des calcaires (L). En fonction de la nature et de la quantité des additifs, les cinq types principaux peuvent être subdivisés, ce qui donne au total 25 sortes de ciments, qui figurent dans le *tableau 2*.

Type de ciment	Désignation	Rapport de masse en pour cent ¹		
		Clinker	Ajouts	Constituants secondaires
I	Ciment Portland	95–100	0	0–5
II	Ciment Portland composé	65–94	6–35	0–5
III	Ciment de haut fourneau	5–64	36–95	0–5
IV	Ciment pouzzolanique	45–89	11–55	0–5
V	Ciment composé	20–64	36–80	0–5

¹ Les valeurs indiquées se rapportent au clinker ainsi qu'aux ajouts et aux constituants secondaires du ciment, à l'exclusion des sulfates de calcium et des adjuvants du ciment.

Tab. 1 Les cinq principaux types de ciments selon norme SIA 215.002 [1].

Type de ciment	Désignation	Notation	Rapport de masse en pour cent ¹									Constituants secondaires ²		
			Clinker Portland	Laitier de haut fourneau	Fumée de silice	Pozzolanes		Cendres volantes		Schistes calcinés	Calcaire			
						naturelles	industrielles	siliceuses	calciques					
K	S	D ³	P	Q ⁴	V	W	T	L						
I	Ciment Portland	I	95–100	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0–5	
II	Ciment Portland au laitier	II/A-S	80–94	6–20	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0–5
		II/B-S	65–79	21–35	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0–5
	Ciment Portland à la fumée de silice	II/A-D	90–94	0	6–10	0	0	0	0	0	0	0	0–5	
	Ciment Portland à la pouzzolane	II/A-P	80–94	0	0	6–20	0	0	0	0	0	0	0	0–5
		II/B-P	65–79	0	0	21–35	0	0	0	0	0	0	0	0–5
	Ciment Portland à la pouzzolane	II/A-Q	80–94	0	0	0	6–20	0	0	0	0	0	0	0–5
		II/B-Q	65–79	0	0	0	21–35	0	0	0	0	0	0	0–5
	Ciment Portland aux cendres volantes	II/A-V	80–94	0	0	0	0	6–20	0	0	0	0	0	0–5
		II/B-V	65–79	0	0	0	0	21–35	0	0	0	0	0	0–5
		II/A-W	80–94	0	0	0	0	0	6–20	0	0	0	0	0–5
		II/B-W	65–79	0	0	0	0	0	21–35	0	0	0	0	0–5
	Ciment Portland aux schistes calcinés	II/A-T	80–94	0	0	0	0	0	0	6–20	0	0	0	0–5
		II/B-T	65–79	0	0	0	0	0	0	21–35	0	0	0	0–5
	Ciment Portland au calcaire	II/A-L	80–94	0	0	0	0	0	0	0	6–20	0	0	0–5
I/B-L		65–79	0	0	0	0	0	0	0	21–35	0	0	0–5	
Ciment Portland composé	II/A-M	80–94							6–20 ⁵					
	II/B-M	65–79							21–35 ⁵					
III	Ciment de haut fourneau	III/A	35–64	36–65	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0–5
		III/B	20–34	66–80	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0–5
		III/C	5–19	81–95	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0–5
IV	Ciment pouzzolanique	IV/A	65–89	0	11–35				0	0	0	0	0–5	
		IV/B	45–64	0	36–55				0	0	0	0	0–5	
V	Ciment composé	V/A	40–64	18–30	0	18–30		0	0	0	0	0	0–5	
		V/B	20–39	31–50	0	31–50		0	0	0	0	0	0–5	

¹ Les valeurs indiquées se réfèrent au noyau du ciment, à l'exclusion des sulfates de calcium et des additifs.

² Les constituants secondaires peuvent être du filler ou bien un ou plus des constituants principaux, sauf lorsque ceux-ci sont incorporés en tant que constituant principal du ciment.

³ La proportion de fumée de silice est limitée à 10 %.

⁴ La proportion de laitier non ferreux est limitée à 15 %.

⁵ La proportion de filler est limitée à 5 %.

Tab. 2 Composition des types de ciment selon norme SIA 215.002 [1].

- Sur la base de la résistance à la compression à 28 jours (résistance à la compression sur mortier normal), les ciments sont subdivisés en trois classes de résistance, lesquelles correspondent aux résistances à la compression minimales caractéristiques – 32,5, 42,5 et 52,5 N/mm² – exigées (tableau 3).
- Une autre subdivision permet de tenir compte de la rapidité de prise: les ciments avec résistance à 2 jours élevée sont désignés en outre par «R» – 32,5 R, 42,5 R, 52,5 R (tableau 3).

Désignation normalisée des ciments

Selon ENV 197–1, les ciments doivent être identifiés pour le moins par les indications suivantes:

- CEM désigne un ciment normalisé à l'échelon européen.
- Type de ciment selon tableau 2.
- Classe de résistance normale selon tableau 3.
- Adjonction de la lettre «R» si le ciment témoigne d'une résistance au jeune âge élevée (tableau 3). Deux exemples pour expliquer ce qui précède:

- CEM I 42,5 est un ciment Portland de la classe de résistance normale 42,5, contenant 95–100 % de clinker Portland.
- CEM II/A-L 32,5 est un ciment Portland au calcaire de la classe de résistance 42,5, contenant 80–94 % de clinker Portland et 6–20 % de calcaire (L).

Classe de résistance	Résistance à la compression [N/mm ²]			Temps de début de prise [min]	Expansion [mm]
	Résistance au jeune âge		Résistance normale		
	2 jours	7 jours	28 jours		
32,5	–	≥ 16	–	–	–
32,5 R	≥ 10	–	≥ 32,5	–	–
42,5	≥ 10	–	–	≥ 60	–
42,5 R	≥ 20	–	≥ 42,5	–	≤ 10
52,5	≥ 20	–	–	–	–
52,5 R	≥ 30	–	≥ 52,5	≥ 45	–

Tab. 3 Exigences mécaniques et physiques aux ciments CEM [1].

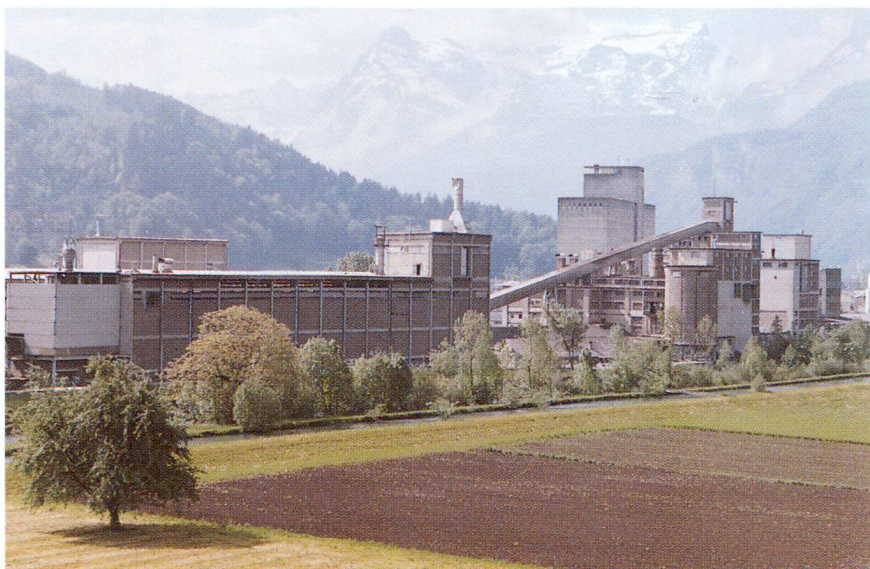


Photo: K. Hürlimann Söhne AG

K. Hürlimann Söhne AG, Zementfabrik, Brunnen.

Les ciments suisses selon ENV 197-1

Au moment de l'introduction de l'ENV 197-1 (norme SIA 215.002), les ciments produits en Suisse étaient à peu près uniquement du type principal I, c'est-à-dire des ciments purement Portland. Ces ciments seront toujours livrables, mais sous des désignations différentes et, le cas échéant, avec des propriétés modifiées de façon relativement minimes:

- CP va probablement devenir CEM I 42,5.
- CPHR va probablement devenir CEM I 52,5.

Les ciments Portland à résistance élevée aux sulfates ne sont pas normalisés dans ENV 197-1. En Suisse, leur désignation est cependant adaptée à la nouvelle norme par l'adjonction de «HS», et ils sont rangés dans la classe de résistance voulue sur la base de leur résistance à 28 jours:

- Le ciment Portland à résistance élevée aux sulfates produit jusqu'à présent (CPHS) devient CEM I HS 32,5 ou CEM I HS 42,5.

- Le ciment Portland à hautes résistances à résistance élevée aux sulfates (CPHS-HR) devient CEM I HS 42,5 ou CEM I HS 52,5.

Contrôle de la conformité à la norme

L'assurance de la qualité chez les producteurs de ciment n'est pas nouvelle en Suisse; elle occupe depuis plusieurs années déjà une place importante dans le processus de production. Le contrôle continu de la qualité de leurs produits (au-

tocontrôle) que la nouvelle norme exige des cimentiers est pratiqué depuis longtemps. La nouveauté réside dans le fait que les résultats des essais doivent être évalués au moyen de méthodes statistiques, et se situer dans des limites définies avec précision (voir [1] et [6]). Même les résultats d'essais individuels ne doivent pas se situer au-dessus ou au-dessous de certaines valeurs limites et, en Suisse, la qualité des ciments est en outre contrôlée par un organe externe, c'est-à-dire l'EMPA. L'ampleur des mesures relatives à l'assurance de la qualité garantit à l'utilisateur de ciments suisses une nouvelle amélioration du standard de qualité déjà très élevé de ces ciments.



Photo: "HCB

BCU Bündner Cement Untervaz, Untervaz.

Les nouveaux ciments suisses

Le délai accordé aux cimentiers suisses pour adapter leur production à la norme SIA 215.002 échoit le 31 décembre de cette année. A la même date, les producteurs de ciment du groupe E.G. Portland vont dissoudre de plein gré le cartel du ciment. Cela signifie que chaque producteur décidera librement de l'assortiment de ciments qu'il veut proposer dans les limites des lignes directrices données par les normes SIA déterminantes. Il est probable que seuls quelques-uns des 150 types de ciments définis dans ENV 197-1 seront produits en Suisse. Les réalités locales, entre autres, s'opposent à un trop grand élargissement de l'assortiment, car des matières premières telles que le laitier granulé de haut fourneau, les pouzzolanes ou les cendres volantes, devraient être importées en majeure partie. Et surtout, produire de nouveaux ciments est une chose, mais les vendre, c'est-à-dire les faire accepter par les utilisateurs, en est une autre. Dans ce domaine, non seulement des facteurs tels que le prix et l'attachement à des sortes de bétons éprouvées jouent un grand rôle, mais le manque de silos dans une centrale à béton peut égale-

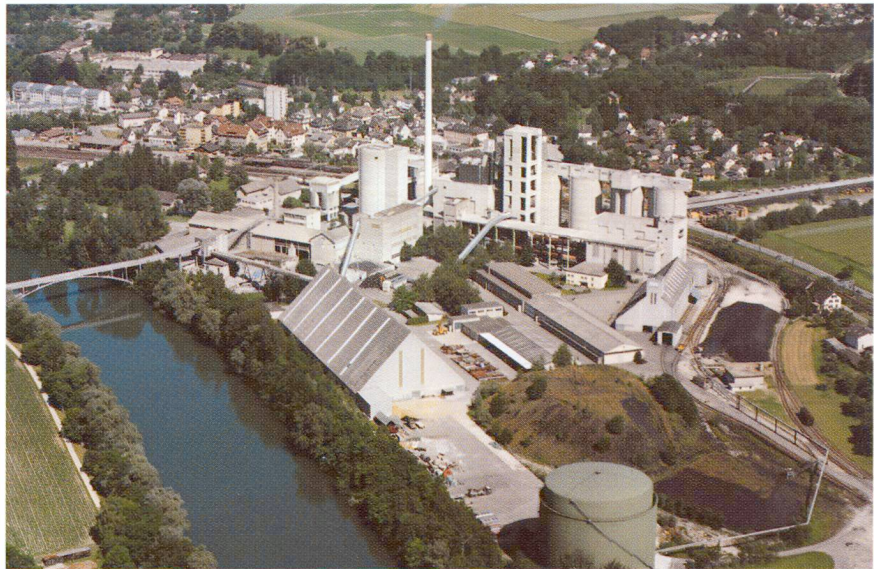


Photo: Spectra Foto AG, Baden

Jura-Cement Fabriken, Aarau-Wildegg (usine de Wildegg).

ment avoir une influence sur la demande de nouvelles sortes de ciments. Il faut en outre prendre en considération qu'utiliser pour la première fois un nouveau ciment implique de gros frais.

En 1993, les cimenteries suisses ont livré au total 4 millions de tonnes de ciment. Pour un bon 93 %, il s'agissait d'une seule sorte de ciment, soit le CP d'utilisation à peu près universelle. De grandes quantités de CPHR ainsi que de faibles quantités de CPHS et CPHS-HR (ciments à résistance élevée aux sulfates) ont en outre été vendues (tableau 4). Ce sont tous des ciments purement Portland, qui continueront à être produits. Les informations que les producteurs de ciment adressent actuellement à leur clientèle laissent

prévoir qu'ils n'élargiront pas tous leur offre dans la même mesure. On trouvera notamment sur le marché au moins trois nouveaux ciments selon norme SIA 215.002, soit

- CEM I 32,5, un ciment Portland,
- CEM II/A-L 32,5, un ciment Portland au calcaire contenant 6 à 20 % de calcaire, ainsi que
- CEM II/A-D, un ciment Portland à la fumée de silice.

Les deux premiers de ces trois types de ciments impliquent l'introduction d'une troisième classe de résistance. Le CEM II/A-D servira probablement de ciment spécial, avantageux surtout pour la fabrication de béton projeté et de béton à haute résistance.

Les professionnels de la branche pensent que quatre types principaux

Sorte de ciment	Livraisons dans le pays en 1993 (en 1000 t)	
CP	3723	(93,1 %)
CPHR	216	(5,4 %)
CPHS	47	(1,2 %)
CPHS-HR	13	(0,3 %)
Total	4000	(100,0 %)

Tab. 4 Livraisons de ciments suisses dans le pays en 1993.

(Source: rapport statistique annuel 1993 de E.G. Portland.)

de ciments vont probablement s'implanter en Suisse au cours des prochaines années: en dehors des deux ciments Portland éprouvés, soit le CEM I 42,5 et le CEM I 52,5, le ciment Portland à résistance normale peu élevée (CEM I 32,5) et le ciment Portland au calcaire (CEM II/A-L 32,5) ont de bonnes chances d'en faire partie.

Deux vieilles connaissances...

La norme SIA 162 «Ouvrages en béton» admet implicitement l'utilisation de ciment Portland ([5], chiffre 5 14 11). Il y est aussi précisé: «Lorsque l'emploi à fins spéciales d'un autre liant est envisagé, on en contrôlera la convenance au moyen



"HCB Siggenthal, Siggenthal.

d'essais préliminaires systématiques» ([5], chiffre 5 14 12). Cela signifie que la première utilisation d'un ciment qui ne fait pas partie du groupe CEM I exige des analyses longues et coûteuses. Un fait qui à lui seul incite à continuer de donner la préférence à l'utilisation de CEM I 42,5 et CEM I 52,5.

CEM I 42,5, le ciment Portland livrable jusqu'à présent sous la désignation CP, restera **le** ciment le plus utilisé. Cela pour plusieurs raisons, et principalement parce que selon la

norme SIA 162, les analyses approfondies mentionnées plus haut ne sont pas nécessaires si, pour un béton classifié, on remplace le CP utilisé jusqu'à présent par un CEM I 42,5. Ce qui s'explique par le fait que c'est probablement dans la désignation que réside la principale différence entre un CEM I 42,5 et un CP d'un même producteur. Quelques CP suisses seront toutefois moulus un peu plus finement que jusqu'à présent, afin qu'ils atteignent à coup sûr le niveau de résistance donné pour CEM I 42,5.

CEM I 52,5, le ciment Portland à hautes résistances à 2 et à 28 jours [4], ne sera pas concurrencé par les nouveaux ciments qu'il est prévu de produire, car mis à part CEM II/A-D, ces derniers se situent à l'autre bout de la gamme d'application. C'est principalement pour les éléments de construction qui doivent témoigner d'une résistance élevée quelques heures déjà après le durcissement du béton, donc dans la préfabrication, que l'on tire profit des propriétés spécifiques de CEM I 52,5. De plus, le dégagement de chaleur comparativement élevé lié au déve-



Ciments Vigier SA, Reuchenette.



Photo: Swissair

Portlandcementwerk AG Olten, Olten.

loppement rapide de la résistance, se révèle avantageux lors du bétonnage par temps froid. (Pour d'autres applications, voir *tableau 5*.)

...et deux nouveaux venus

A notre avis, ce sont CEM I 32,5 et CEM II/A-L 32,5, les deux types de ciments Portland à résistance normale peu élevée, qui ont le plus de chances de s'imposer sur le marché suisse en tant que nouveaux venus. **CEM I 32,5** témoigne des propriétés typiques d'un ciment Portland. Sa résistance normale peu élevée est due à ce qu'il est moulu un peu plus grossièrement qu'un CEM I 42,5. Quelques-unes de ses propriétés sont mentionnées plus loin.

CEM II/A-L 32,5 (ciment Portland au calcaire) est le premier ciment Portland composite qui va probablement être produit en grandes quantités en Suisse. Il contient 80–94 % de ciment Portland, 6–20 % de calcaire, ainsi que 0–5 % de constituants secondaires (fillers). Le CEM II/A-L 32,5 le plus fréquemment utilisé contient environ 15 % de calcaire.

Lorsque le calcaire et le clinker Portland sont moulus ensemble, le calcaire se concentre dans les fractions les plus fines. Il en résulte une répartition granulométrique relativement large, qui a des conséquences favorables sur les propriétés aussi bien du béton frais que du béton durci. La diminution de la résistance due au plus faible pourcentage de

clinker est compensée par une mouture plus fine, qui rend la part de ciment Portland plus active. En France, où l'on utilise quelque 6 millions de tonnes de CEM II/A-L normalisé par année, on a une grande expérience de ce ciment, tout comme en Espagne et en Italie, où il est également bien implanté. Et en Allemagne, le PKZ 35 F – qui correspond à peu près à un CEM II/A-L 32,5 – a été homologué officiellement, et mis sur le marché avec succès.

Bibliographie

- [1] Norme SIA 215.002, «Ciment – Composition, spécifications et critères de conformité – Partie 1: Ciments courants» (édition 1993).
- [2] ENV 197-1, «Ciment – Composition, spécifications et critères de conformité – Partie 1: Ciments courants», adoptée le 29 avril 1992.
- [3] Norme SIA 215.001, «Méthodes d'essais des ciments» (édition 1991).
- [4] Norme SIA 215, «Liants minéraux» (édition 1978).
- [5] Norme SIA 162, «Ouvrages en béton» (édition 1993).
- [6] *Schrämli, W.*, «Europäische Normen für Zement», *Schweizer Ingenieur und Architekt* **1994** [20], 363–368 (1994).
- [7] *Albeck, J.*, et *Sutej, B.*, «Eigenschaften von Betonen aus Portlandkalksteinzement», *Beton* **41** [5], 240–244 et [6], 288–291 (1991).
- [8] *Siebel, E.*, et *Sprung, S.*, «Einfluss des Kalksteins im Portlandkalksteinzement auf die Dauerhaftigkeit von Beton», *Beton* **41** [3], 113–117 et [4], 185–188 (1991).
- [9] *Schmidt, M.*, *Harr, K.*, et *Boeing, R.*, «Blended cement according to ENV 197 and experiences in Germany», *Cement, Concrete, and Aggregates* **15** [2], 156–164 (1993).
- [10] *Braun, H.*, «Portlandkalksteinzement (CEM II/A-L) in der Anwendung», documents écrits pour un exposé à la journée d'information «Neue Entwicklungen im Zement-sortiment» de HCB, du 8 avril 1994.
- [11] *Cochet, G.*, et *Jésus, B.*, «Diffusion of chloride ions in Portland cement-filler mortars» dans *Swamy, R.N.* (Ed.) «Blended cements in construction», Elsevier Applied Science, London (1991), pages 365–375.



Photo: "HCB

"HCB Rekingen, Rekingen.

CEM I 32,5 ou CEM II/A-L 32,5?

On part généralement du fait que CEM I 32,5 et CEM II/A-L 32,5 ont le même comportement en ce qui concerne le développement de la résistance, et qu'ils sont interchangeables dans de nombreuses applications. Il est possible de fabriquer un béton à résistance à la compression peu élevée avec un ciment à résistance normale élevée, par exemple en diminuant le dosage en ciment. Une autre possibilité consiste à utiliser un ciment à résistance normale peu élevée (CEM I 32,5 ou CEM II/A-L 32,5). Cette dernière est préférable, car une faible teneur en ciment amoindrit les propriétés du béton frais, et donne un béton poreux dont la durabilité est insuffisante. Si l'on doit utiliser des granulats pauvres en fines, CEM II/A-L 32,5 permet mieux d'obtenir de bonnes propriétés du béton frais et du béton durci que CEM I 32,5 avec cendres volantes de houille ou farine calcaire remplaçant les fines [7]. Les bétons avec CEM II/A-L 32,5 ont généralement une consistance de

départ un peu plus plastique que les bétons avec CEM I 32,5 comparables [8]. Ils sont souvent plus faciles à travailler, se laissent bien compacter, tendent peu à la ségrégation et cèdent peu d'eau [9]. Avec CEM II/A-L 32,5, on peut doser les fluidifiants plus faiblement qu'avec CEM I 32,5, pour obtenir le même effet. Pour les retardateurs de prise et les entraîneurs d'air, les dosages sont à peu près pareils [7]. CEM II/A-L 32,5 peut, comme CEM I 32,5, s'utiliser sans risque pour des éléments de construction armés. Diverses analyses ont démontré que le calcaire peut avoir tout au plus un effet négatif minime sur la profondeur de carbonatation [7-9]. La progression de la carbonatation dépend essentiellement de la porosité du béton, et non du type de ciment [10]. Cela vaut également pour la profondeur de pénétration des chlorures, bien qu'en l'occurrence la perméabilité et la capacité du ciment hydraté à fixer les ions de chlorure peuvent peut-être également jouer un rôle [11]. Pour la résistance aux sulfates, l'étanchéité du

béton et la teneur en C_3A du clinker sont considérées comme déterminantes [10].

Des études approfondies sur la résistance au gel et aux sels de dégel [7, 9] ont donné les résultats suivants:

- La résistance au gel des bétons fabriqués avec CEM II/A-L 32,5 ou CEM I 32,5 est bonne.
- La résistance aux sels de dégel dépend essentiellement de la teneur en air, et non du type de ciment.

La farine calcaire influe positivement sur la nature et l'apparence des surfaces de béton. Les praticiens apprécient le fait que les bétons avec CEM II/A-L 32,5 sont faciles à travailler, et leurs surfaces faciles à égaliser. Les bétons avec CEM II/A-L 32,5 ont généralement une surface plus régulière et plus claire que ceux avec CEM I 32,5. Ils sont particulièrement indiqués pour les éléments en béton que l'on fabrique en utilisant des coffrages lisses [10].

Quel ciment pour quel usage?

Dans le *tableau 5*, on a tenté d'estimer la convenance des quatre types de ciments principaux probables pour la fabrication de bétons déterminés. Il faut toutefois émettre la restriction que la convenance d'un

Application	CEM I 52,5	CEM I 42,5	CEM I 32,5	CEM II/A-L 32,5
bâtiment en général	■ ■	■ ■ ■ ■	■ ■	■ ■ ■ ■
génie civil en général	■	■ ■ ■ ■	■ ■	■ ■
béton précontraint	■ ■	■ ■ ■ ■	■ ■	■
injections de ciment	■ ■ ■ ■	■ ■	■	■ ■
béton de masse	■	■ ■	■ ■ ■ ■	■ ■ ■ ■
béton pompé/béton à la grue	■ ■	■ ■ ■ ■	■ ■ ■ ■	■ ■ ■ ■
béton projeté	■ ■	■ ■	■	■ ■
béton apparent	■	■ ■	■ ■	■ ■ ■ ■
béton filtrant	■	■	■ ■	■ ■ ■ ■
béton maigre	■	■	■ ■ ■ ■	■ ■ ■ ■
béton à haute résistance	■ ■ ■ ■	■ ■ ■ ■	■	■
béton à résistance peu élevée	■	■	■ ■ ■ ■	■ ■ ■ ■
béton étanche à l'eau	■ ■ ■ ■	■ ■ ■ ■	■ ■	■ ■
béton résistant au gel et aux sels de dégel	■ ■	■ ■ ■ ■	■ ■	■ ■
béton pour bétonnage en hiver	■ ■ ■ ■	■ ■	■	■
béton pour bétonnage en été	■	■ ■	■ ■	■ ■
béton pouvant rapidement être décoffré	■ ■ ■ ■	■ ■	■	■
préfabrication	■ ■ ■ ■	■ ■	■	■ ■
articles en béton	■ ■	■ ■ ■ ■	■ ■	■ ■
chapes/sous-planchers	■	■ ■	■ ■ ■ ■	■ ■ ■ ■
mortiers pour enduits et mortiers à maçonner	■	■ ■	■ ■ ■ ■	■ ■ ■ ■
revêtements de chaussées	■ ■	■ ■ ■ ■	■	■
stabilisation des sols	■	■ ■	■ ■ ■ ■	■ ■ ■ ■

■ ■ ■ convient très bien ■ ■ convient bien ■ convient sous réserve

Tab. 5 Domaines d'application possibles des principales sortes de ciments prévues. (Attention: ce tableau ne remplace pas l'avis de l'homme de métier!)

ciment ne dépend pas uniquement des propriétés dont il témoigne, mais également des données techniques relatives à la construction, des granulats du béton, ainsi que des influences de l'environnement sur l'ouvrage, ce qui laisse une grande marge d'appréciation. Et pour certains de ces ciments, il y a également le manque d'expérience dans leur utilisation. Il faut donc établir clairement que ce tableau ne remplace ni l'homme de métier qui propose une formule pour le béton

en tenant compte de tous les points importants, ni les essais préliminaires toujours nécessaires avec des produits de base mal connus, ou en présence de rudes conditions environnementales.

Même si les quatre sortes de ciments CEM I 32,5, CEM I 42,5, CEM I 52,5 et CEM II/A-L 32,5 devaient s'imposer comme prévu, elles ne seront certainement pas utilisées dans toutes les centrales à béton, car de nouvelles sortes de ciments supposent, entre autres, de nouvelles

classifications du béton, à moins que l'on ne se limite à remplacer le CP par le CEM I 42,5 et le CPHR par le CEM I 52,5. Etant donné les différences minimales entre ces anciennes et ces nouvelles sortes de ciments, une nouvelle classification n'est ici pas nécessaire.

Ce pourrait être déjà plus critique pour CEM I 32,5, bien que ce ciment aussi, en tant que purement Portland, réponde aux exigences de l'article 5 14 11 de la norme SIA 162. Sa résistance moins élevée par rapport au CP utilisé jusqu'à présent pourrait également nécessiter de nouvelles classifications. Pour CEM II/A-L 32,5, l'affaire est claire: sa convenance doit être contrôlée au moyen «d'essais préalables systématiques» (norme SIA 162, chiffre 5 14 12 [5]). On sait par expérience que la classification d'un béton non seulement exige beaucoup de temps – on compte quatre mois et plus –, mais entraîne également des frais considérables.

Kurt Hermann



Photo: Juracime