Caractéristiques et emplois des ciments

Septembre 2005

L'industrie cimentière met aujourd'hui à la disposition de l'utilisateur un grand nombre de ciments qui présentent des caractéristiques précises et adaptées à des domaines d'emploi déterminés. La gamme étendue de compositions, de résistances, de vitesse de prise et de durcissement répond aux usages très divers qui sont faits du béton sur chantier ou en usine, pour la réalisation de bâtiments ou de structures de génie civil.

Exigences climatiques, résistance à des agents agressifs, autant de paramètres qui impliquent de choisir le ciment le plus approprié.Pour faire ce choix, il importe de connaître les caractéristiques spécifiques des différents types de ciments prévus par la normalisation.

Les ciments peuvent fournir des valeurs de résistance des bétons très différentes. C'est ainsi que l'on peut réaliser des Bétons à Hautes Performances dépassant 100 MPa de résistance à la compression à partir de CEM I 42,5 ou 52,5.
L'objet de ce chapitre est de présenter les limites de composition de chaque type de ciment et les valeurs limites de résistance pour chaque classe. Les domaines d'emploi qui découlent de ces propriétés sont ensuite décrits, ainsi que les particularités liées à la mise en œuvre ou aux précautions d'emploi.

Les ciments Portland CEM I - norme NF EN 197 - 1

Composition

Les ciments Portland résultent du broyage de clinker et de sulfate de calcium (gypse ou anhydrite) pour régulariser la prise, et éventuellement de constituants secondaires en faible quantité (inférieure à 5 %). La teneur en clinker est au minimum de 95 % .

Valeurs limites

En plus des valeurs caractéristiques des classes de résistance, la norme prévoit le respect de valeurs limites de résistance à la compression applicables à chaque résultat d'essai. Ces résistances sont mesurées sur « mortier normal » selon la norme NF EN 196 -1.

Les propriétés chimiques, qui sont un facteur important de la résistance des bétons à des ambiances agressives, concernent la teneur en anhydride sulfurique(SO3) inférieure à 4 % (3,5 % pour les classes 32,5 N, 32,5 R et 42,5 N) et en ions chlorure inférieure à 0,10 %.

Valeurs limites de résistance à la compression			
Classe de résistance	Résistances minimales absolues en MPa		
	2 jours	7 jours	28 jours
32,5 L	–	10	30
32,5 N	–	14	30
32,5 R	8	–	30
42,5 L	-	14	40
42,5 N	8	–	40
42,5 R	18	–	40
52,5 L	8	–	50
52,5 N	18	–	50
52,5 R	28	–	50

Principaux domaines d'emploi

Les CEM I conviennent pour le béton armé ou le béton précontraint, en revanche leurs caractéristiques mécaniques n'en justifient généralement pas l'emploi pour les travaux de maçonnerie courante et les bétons en grande masse ou faiblement armés.

Les CEM I de classe R permettent un décoffrage rapide appréciable notamment en préfabrication. Les CEM I 52,5 N ou 52,5 R conviennent pour le béton armé ou précontraint pour lesquels est recherchée une résistance élevée.

Pour les travaux en milieu agressif, eaux de mer ou eaux sulfatées, on emploiera respectivement des ciments Portland pour travaux à la mer (PM), ou pour travaux en eaux à haute teneur en sulfates (ES).

Précautions particulières

Pour les ouvrages massifs, on évitera l'utilisation des CEM I dont la chaleur d'hydratation risque de conduire à une élévation de température excessive lors de leur réalisation.

Les ciments Portland composés - CEM II norme NF EN 197 - 1

Composition

Les ciments Portland composés résultent du mélange de clinker en quantité au moins égale à
65 % et d' autres constituants tels que laitiers de haut fourneau,cendres volantes, pouzzolanes, fumée de silice, dont le total ne dépasse pas 35 % .

Valeurs limites

De même que pour les CEM I, des valeurs limites de résistances minimales sont fixées aux échéances 2, 7 et 28 jours.Des valeurs limites sont également fixées pour la teneur en SO3 inférieure ou égale à 3,5 % , 4 % , 4,5 % ou 5,0 % (suivant le type de ciment et / ou la classe de résistance) et la teneur en ions chlorure inférieure à 0,10 %.

Principaux domaines d'emploi

Les CEM II 32,5 conviennent bien pour les travaux de maçonnerie.Les CEM II 32,5 N et 42,5 N conviennent pour les travaux de toute nature en béton armé. Les CEM II 52,5 sont adaptés au béton précontraint et au béton armé.

De façon générale, les CEM II sont bien adaptés pour les travaux massifs exigeant une élévation de température modérée. La classe R sera préférée pour les travaux exigeant des résistances initiales plus élevées. Pour les travaux en milieux agressifs, on emploiera les ciments pour travaux à la mer (PM) ou résistant aux eaux sulfatées (ES).

Précautions particulières

Lorsque l'aspect esthétique est important (béton brut, enduits), il convient d éviter l'emploi de certains CEM II comportant des proportions importantes de constituants susceptibles d'entraîner des variations de teinte trop marquées, les cendres volantes notamment.

Les ciments blancs

Composition et caractéristiques

La teinte blanche est obtenue grâce à des matières premières très pures (calcaire et kaolin) exemptes d'oxyde de fer. Les ciments blancs sont des ciments de type CEM I ou CEM II conformes à la norme NF EN 197 - 1.

Domaines d'emploi

Grâce à sa blancheur, le ciment blanc permet la mise en valeur des teintes des granulats dans les bétons apparents. La pâte peut être elle-même colorée à l'aide de pigments, ce qui offre une grande variété de teintes tant pour les bétons de structure que pour les bétons architectoniques et les enduits décoratifs. La composition du béton doit être bien étudiée en fonction des granulats, des effets recherchés et du traitement de surface.

Les ciments comportant du laitier de haut fourneau norme NF EN 197 - 1

Composition

Trois types de ciments comportent des pourcentages de laitier assez importants. Il s' agit du ciment Portland au laitier CEM II / A - S ou B - S, du ciment de haut fourneau CEM III / A, B ou C et du ciment composé CEM V / A ou B.

Ciments comportant du laitier de haut fourneau

Type de ciment	Notation	% Clinker K	% laitier de haut Fourneau S	% pouzzolanes naturelles ou naturelles calcinés ou cendres volantes siliceuses P ou V	% Calcaire (L ou LL)
Ciment Portland au laitier	CEM II/A-S	80-94	6-20	–	-
	CEM II/B-S	65-79	21-35	–	-
Ciment Portland composé	CEM II/C-M (S-PouVou L)	50-64	16-44	6-20 ↔ 6-20	
	CEM II/C-M (P ou V-LouLL)	50-64	-	16-44	6-20
Ciment de haut fourneau	CEM III/A	35-64	36-65	–	-
	CEMIII/B	20-34	66-80	–	-
	CEMIII/C	5-19	81-95	–	-
Ciment pouzzolanique au laitier	CEM V/A	40-64	18-30	18-30	-
	CEM V/B	20-38	31-49	31-49	-
Ciment Composé	CEM VI (S-Pou V)	35-49	31-59	6-20	-
	CEM VI (S-L)	35-49	31-59	-	6-20

** Les constituants principaux, autres que le clinker, doivent être déclarés dans la désignation du ciment.*

Valeurs limites

Les valeurs limites pour la résistance sont analogues à celles des CEM I. La teneur en SO3 doit être inférieure ou égale à 5 % pour le CEM III / C, à 4,5 % pour les CEM III / A ou B, 4 % pour le CEM V (4,5 % pour la classe 42,5 R et 52,5) et inférieure ou égale à 3,5 % ou 4 % pour les CEM VI.

Principaux domaines d'emploi

Ces ciments sont bien adaptés aux travaux suivants:

- travaux hydrauliques, souterrains, fondations, injections ;
- travaux en eaux agressives : eaux de mer, eaux séléniteuses, eaux industrielles et eaux pures ;
- ouvrages massifs : fondations et barrages ;
- travaux en milieu agricole : stockage, ensilage et fosse à lisier.

Précautions particulières

Les bétons employant ces types de ciment sont sensibles à la dessiccation ; il faut les maintenir humides pendant le durcissement et, pour cela, protéger au besoin leurs surfaces à l'aide d'un produit de cure. Pour cette raison, ces ciments sont à éviter dans les enduits. L'aspect râche du béton ne doit pas inciter à augmenter la teneur en eau de gâchage. Le ralentissement de la vitesse d'hydratation par le froid plus marqué qu'avec le ciment Portland de même classe, conduit à éviter l'emploi de ce type de ciment par temps froid.

À lire aussi

Histoire du ciment

Le ciment est le constituant de base des bétons et des mortiers. Ce liant hydraulique artificiel permet de coller entre eux les grains de sable et les granulats.

Les ciments à maçonner MC - norme NF EN 413 - 1

Composition

Liant hydraulique fabriqué en usine et dont le développement de résistance est essentiellement dû à la présence de clinker Portland.

Classes de résistance

La nouvelle norme introduit trois classes de résistance à la compression à 28 jours (MC 5, MC 12,5, MC 12,5 X et MC 22,5 X) dont le tableau ci-dessous précise la désignation en fonction de la présence ou non d'un entraîneur d'air.

Désignation des ciments à maçonner

Type	Classe de résistance en MPa	avec entraîneur d'air	sans entraîneur d'air
Ciment à maçonner	5 12,5 22,5	MC 5 MC 12,5 MC 22,5	- MC 12,5 X* MC 22,5 X*

** La lettre X signale les liants ne contenant pas d'entraîneur d'air.*

Valeurs limites

Chaque classe de ciment implique le respect de valeurs limites de résistance à la compression.

Résistance à la compression

Type	Résistances (à court terme) à 7 jours (en MPa)	Résistances (courantes) à 28 jours (en MPa)	
MC 5	–	≥ 5	≤ 15
MC 12,5 MC 12,5 X	≥ 7	≥12,5	≤ 32,5
MC 22,5 X	≥10	≥ 22,5	≤ 42,5

Le ciment prompt naturel CNP - norme NF P 15 - 314

Composition

Le ciment prompt naturel est obtenu par cuisson, à température modérée(1 000 / 1 200 °C), d' un calcaire argileux d' une grande régularité.

Le temps de début de prise du ciment prompt naturel, mesuré à l'aide de l'aiguille Vicat, sur pâte normale, est inférieur à 4 minutes. La teneur en SO3 est limitée à 3,0 % pour les classes 12,5 et 22,5 et à 2,5 % pour la classe 5.

Principaux domaines d'emploi

Ces ciments, dont les résistances sont volontairement limitées par rapport aux ciments courants, conviennent bien pour la confection des mortiers utilisés dans les travaux de bâtiment (maçonnerie, enduits, crépis, etc.). Ils peuvent être également utilisés pour la fabrication ou la reconstitution de pierres artificielles. Ces ciments ne conviennent pas pour les bétons à contraintes élevées ou les bétons armés. Ils ne doivent pas être employés dans les milieux agressifs.

Caractéristiques

Le ciment prompt naturel est un produit, à prise rapide, et à résistances élevées à très court terme. La mouture est plus fine que celle des ciments Portland. La résistance du« mortier 1/1» (une partie de ciment pour une partie de sable en poids) à 1 heure est de 6 MPa.

Évolution de la résistance dans le temps								
Résistance en MPa	15'	1 h	3 h	1 j	7 j	28 j	6 m	1 an
Compression	4,0	6,0	8,0	10,0	14,0	19,0	40,0	45,0
Flexion	1,4	1,8	2,3	2,5	3,0	3,5	5,0	5,5

Le début de prise commence à environ 2 minutes, s'achève pratiquement à 4 minutes. Le début de prise du ciment prompt naturel est de plus réglable de 3 à 15 minutes en utilisant l'adjuvant proposé par le fabricant qui ne modifie pas l'évolution du durcissement.

Le ciment prompt naturel est résistant aux eaux agressives (eaux séléniteuses, eaux pures, eaux acides). Il fait partie des ciments pour travaux à la mer (PM).

Principaux domaines d'emploi

Le ciment prompt naturel s'utilise en mortier (avec un dosage généralement de deux volumes de ciment pour un volume de sable) et éventuellement pour constituer un béton. Dans les cas d'urgence nécessitant une prise immédiate (aveuglements de voies d'eau), il est possible de l'employer en pâte pure.

Parmi les nombreux emplois, on peut citer :

- scellements ;
- travaux spéciaux et travaux de réparation ;
- enduits de façade (en mélange avec des chaux naturelles) ;
- moulages ;
- revêtements et enduits résistant aux eaux agressives et à bon nombre d'attaques chimiques, en particulier à l'acide lactique et aux déjections (bâtiments pour l' élevage, silos) ;
- colmatage et travaux à la mer ;
- bétons projetés, travaux souterrains.

Précautions d'emploi

Quelques précautions sont à prendre lorsqu'on emploie du ciment prompt naturel :

- ne pas rebattre un mortier ou lisser un enduit pour ne pas "casser" la prise;
- éviter particulièrement l'excès d'eau.

Le ciment d'aluminates de calcium CA norme NF EN 14647

Composition

Le ciment alumineux "fondu", ou ciment d'aluminates de calcium, résulte de la cuisson jusqu'à fusion d'un mélange de calcaire et de bauxite, suivie d'une mouture sans gypse à une finesse comparable à celle des ciments Portland.

Caractéristiques

Le temps de début de prise, déterminée conformément à l' EN 196 - 3, ne doit pas être inférieur à 90 min.

Exigences mécaniques et physiques données comme valeurs caractéristiques	
Résistance à la compression en MPa	
à 6h	à 24h
≥18,0	≥40,0

Le ciment d'aluminates de calcium développe des résistances à court terme élevées grâce à un durcissement rapide. Il est très résistant aux milieux agressifs et acides (jusqu'à des pH de l'ordre de 4). Il fait partie des ciments pour travaux à la mer (PM) et pour travaux en eaux à haute teneur en sulfate (ES).

La chaleur d'hydratation élevée, liée à son durcissement rapide, permet au ciment "fondu" d'être mis en œuvre par temps froid (jusqu' à -10° C). C'est également un ciment réfractaire (bon comportement jusqu'à 1 300° C).

Principaux domaines d' emploi

Le ciment alumineux "fondu" est particulièrement adapté aux domaines suivants :

- travaux nécessitant l'obtention, dans un délai très court, de résistances mécaniques élevées (poutres et linteaux pour le bâtiment, sols industriels) ;
- sols résistant aux chocs, à la corrosion, au trafic élevé ;
- ouvrages en milieux agricoles, canalisations, travaux d' assainissement ;
- fours, cheminées (bétons réfractaires) ;
- travaux de réparation ;
- scellements : en mélange avec du ciment Portland pour la préparation de mortiers à prise réglable.

Précautions d'emploi

Par temps très froid, il faut protéger le béton jusqu' au déclenchement de la phase de durcissement. Dans tous les cas, le mortier ou le béton de ciment "fondu" doit être maintenu humide (produit de cure ou protection) pendant toute sa période de durcissement, pour éviter sa dessiccation. Le dosage minimum en ciment "fondu" est généralement de 400 kg/m3 de béton, le rapport eau / ciment ne doit pas dépasser 0,4.

À lire aussi

Fabrication du ciment Portland : le process

Le ciment est produit en cimenterie. Découvrez les différentes étapes du process grâce à la visite virtuelle en 3D de l'usine (6.30 mn)

Auteur

Patrick Guiraud



Retrouvez toutes nos publications sur les ciments et bétons sur infociments.fr

Consultez les derniers projets publiés
Accédez à toutes nos archives
Abonnez-vous et gérez vos préférences
Soumettez votre projet

Article imprimé le 26/11/2026 © infociments.fr