



Dossier

Les ciments

Construire, agrandir une maison, couler une dalle, refaire un enduit, monter un barbecue, ... autant de travaux qui mettent en œuvre LE PRODUIT incontournable du bâtiment : le ciment.

Plus que centenaire, ce liant hydraulique bénéficie d'améliorations constantes pour des applications plus faciles, plus performantes et moins fatigantes.

► Un béton ou un mortier est un mélange de liant, de granulats et d'eau.

Les principaux liants sont le ciment et la chaux. Comme ils durcissent en présence d'eau, ils prennent l'appellation de liant hydraulique. Certaines chaux dites aériennes durcissent conjointement grâce à l'eau et surtout à l'air. Ici, il ne sera question que des ciments, la chaux hydraulique et aérienne sera traitée dans un futur dossier.

Un peu d'histoire

Les Romains furent les premiers sans doute à fabriquer des liants hydrauliques susceptibles de durcir au contact de l'eau. Pour cela, ils mélangeaient de la chaux et des cendres volcaniques de la région de Pouzzoles, d'où l'appellation bien connue de "pouzzolaniques" pour certains matériaux qui permettent de fixer la chaux en présence d'eau.

Restée longtemps ignorée, cette réaction fut expliquée par Louis Vicat, en 1817, qui établit la théorie sur l'hydraulicité de ce mélange. Ses travaux donnent les proportions précises de calcaire et de silice nécessaires pour réaliser le mélange qui, après cuisson et broyage, sera un liant hydraulique artificiel : le ciment. En 1824, Aspdin, un Ecossais, donna le nom de Portland au ciment qu'il fabriquait et atteignait la dureté de la pierre de la région.

La première usine de ciment a été créée par Dumont et Demarle, en 1846, à Boulogne-sur-Mer. Depuis, l'industrie cimentière s'est considérablement développée avec des fabrications sans cesse améliorées. En 1870, il fallait 40 heures pour produire une tonne de clinker, constituant de base du ciment. Aujourd'hui, il faut trois minutes.



Une fabrication en plusieurs étapes

Le constituant principal des ciments est le clinker, qui est obtenu à partir de la cuisson d'un amalgame de deux matières premières, du calcaire et de l'argile, mélangées dans des proportions de 80 % et 20 %.

Extraits de carrière, les blocs de calcaire et d'argile sont concassés en gros grains, puis mélangés intimement, par superposition de multiples couches et par broyage (ou délayage), pour donner un mélange, aussi fin que de la farine, appelé le "cru".

Préchauffé, puis cuit à 1500° C environ, le "cru" se décarbone. Sous l'effet de la chaleur, les constituants de l'argile (silicates d'alumine et oxydes de fer principalement) se combinent à la chaux provenant du calcaire pour donner des silicates et des aluminates de calcium. A la fin de cuisson, la matière refroidie brusquement prend l'appellation de clinker.

Celui-ci est finement broyé avec du gypse (3 à 5 %) pour réguler la prise. On obtient ainsi le ciment "Portland". Les autres catégories de ciment sont obtenues en mélangeant d'autres matériaux (pouzzolane, cendres volantes, calcaire, etc.).

Des ciments selon les usages

Depuis le 1^{er} avril 2001, les ciments sont soumis au marquage CE et à la norme européenne EN 197-1 (NF EN 197-1 en France) qui a harmonisé les appellations entre pays. Cette norme

subdivise les ciments en 5 types selon leur composition et la proportion des constituants autres que le clinker qui entrent dans leur fabrication.

■ **Le ciment Portland CEM I** contient au moins 95 % de clinker et au plus 5 % de constituants secondaires. Domaines d'utilisation : tous travaux en béton armé ou précontraint.

■ **Le ciment Portland composé CEM II A ou B** contient 65 % de clinker minimum et 6 à 20 % (A) ou 21 à 35 % maximum (B) d'autres constituants. Domaines d'utilisation : tous travaux de maçonnerie et de bétonnage (dalle, fondations,...).

■ **Le ciment de haut fourneau CEM III A, B ou C** contient entre 5 à 64 % de clinker et donc de 6 à 65 % d'autres constituants (C = 36 à 65 %). Domaines d'utilisation : travaux hydrauliques, souterrains, fondations, injection,...

■ **Le ciment pouzzolanique CEM IV A ou B** contient 45 à 89 % de clinker. Domaines d'utilisation : idem ci-dessus.

■ **Le ciment au laitier et aux cendres CEM V A ou B** contient 20 à 64 % de clinker, 18 à 50 % de cendres volantes ou de laitier. Domaines d'utilisation : idem ci-dessus.

■ **Les autres constituants** sont définis par une ou plusieurs lettres : D = fumée de silice ; L ou LL = calcaire ; P = pouzzolane naturelle ; Q = pouzzolane naturelle calcinée ; S = laitier de haut fourneau ; T = schiste calciné ; V = cendre volante siliceuse ; W = cendre volante calcique. >>>

Les classes de résistance

Les normes classent aussi les ciments en trois catégories de résistance, 32,5, 42,5 et 52,5. Ces chiffres indiquent la résistance mécanique en MPa (megapascal)* à la compression après 28 jours de séchage.

Une lettre N (Normal) ou R (Rapide) garantit une résistance mécanique minimum à court terme (à 2 ou 7 jours). Un ciment du type R permet un décoffrage plus rapide. Pour les ciments 32,5 et 42,5, il est fixé une valeur maximale de la résistance à 28 jours. >>>

Désignation de la classe	Résistance à la compression en MPa			
	Résistance à court terme		Résistance courante	
	à 2 jours	à 7 jours	à 28 jours	
			Limite inférieure	Limite supérieure
32,5 N	---	> 16	≥ 32,5	≤ 52,5
32,5 R	≥ 10	---	≥ 42,5	≤ 62,5
42,5 N	≥ 10	---	≥ 52,5	---
42,5 R	≥ 20	---		
52,5 N	> 20	---		
52,5 R	> 30	---		

* 1 Mpa = 1 N/mm² = 10 daN/cm² = 10 bars (N pour Newton).



Les adjuvants

En poudre ou en liquide, ils sont incorporés au début, en cours ou en fin de malaxage d'un béton, d'un mortier, d'un coulis, pour modifier les propriétés du mélange à l'état frais ou durci. Ils sont ajoutés en faible quantité à un dosage égal ou inférieur à 5 % du poids du ciment.

■ **Le plastifiant** permet de diminuer la teneur en eau d'un béton sans modifier sa consistance, pour que le mélange s'écoule plus facilement lors du déversement pour mieux

remplir un coffrage, un moule ou toute anfractuosité.

■ **L'accélérateur de prise** diminue le temps de prise du mélange en période hivernale.

■ **Le durcisseur** accélère la résistance initiale des bétons, l'adhérence et le maintien des bétons projetés à la machine.

■ **L'entraîneur d'air** incorpore pendant le malaxage des microbulles d'air, uniformément réparties, qui subsistent après durcissement.

Elles permettent au béton de résister aux cycles de gel et de dégels en empêchant la transformation de l'eau en glace.

■ **Le retardateur de prise** augmente considérablement le temps de prise des mortiers ou des bétons mis en œuvre par temps chaud.

■ **L'hydrofuge de masse** réduit la capillarité du béton en lui conférant une excellente étanchéité pour la réalisation de piscines, de bassins, de réservoir d'eau.



Les ciments spécifiques

Les ciments CEM I, II, III et V peuvent bénéficier de caractéristiques complémentaires pour des usages spécifiques : PM, pour travaux à la mer ; ES, pour travaux en eaux sulfatées ; CP 1 ou CP 2 pour béton précontraint.

Il existe d'autres ciments dont l'usage répond à certains travaux ou à des exigences techniques.

- **Le ciment blanc**, obtenu avec des matières premières très pures, possède des caractéristiques analogues au ciment Portland gris CEM I et CEM II. Il est plus apprécié pour les joints apparents, les enduits et pour la confection de bétons colorés.

- **Les ciments à maçonner (MC)** sont des mélanges de ciment Portland (pour la résistance mécanique), de gypse (pour la régulation du temps de prise), de calcaire (pour l'onctuosité) et d'adjuvants divers qui corrigent ou ajoutent certaines qualités à la préparation (temps de prise, résistance au froid,

etc.). On distingue trois classes dont les résistances minimales à la compression sont de 5, 12,5 et 22,5 MPa mesurées à 28 jours. Les ciments à maçonner s'utilisent surtout pour la confection des mortiers, des chapes et des enduits.

- **Le ciment prompt (CNP)** permet de réaliser des mortiers de scellement à prise ultra rapide, en quelques minutes. On l'utilise mélangé au ciment ordinaire pour accélérer sa prise, ou pur dans des cas très précis. Il existe des produits qui décalent le début de la prise d'un quart d'heure au lieu de 2 à 3 minutes.

- **Le ciment "fondu" (CA)** est obtenu après fusion de calcaire et de bauxite. Ayant déjà subi de hautes températures, il convient pour des ouvrages exigeant une résistance élevée à court terme, devant subir des chocs thermiques (barbecues, âtres et conduits de cheminée,...), pour les bétonnages par temps froid, etc. Utilisé pur ou dilué, c'est aussi un ciment rapide, plus lent que le prompt, donc plus facile à employer. <

Photos : Calcia, Lafarge Ciments

Pour plus d'informations

Le centre d'information sur le ciment et ses applications, le Cimbéton, a pour mission de faire connaître les progrès techniques des ciments et des bétons dans tous les secteurs de la construction. Il fait connaître les besoins des différents acteurs de la construction en favorisant les échanges entre les industriels, prescripteurs et utilisateurs de ciments.

Il participe également à la formulation de réponses techniques adaptées pour un meilleur usage des bétons au quotidien en faisant réaliser des études, des recherches et des essais, en faisant évoluer la réglementation.

Des experts répondent aux interrogations sous forme d'entretien individuel, téléphonique ou par courrier. Cimbéton agit aussi sur la formation, dans le cadre de l'école française du béton. Enfin, il édite des ouvrages et revues spécialisés et des dossiers thématiques gratuits disponibles sur le site internet www.infociments.fr.

Cimbéton, 7, place de la Défense,
92974 Paris-la-Défense Cedex.
Tél. (0)1 55 23 01 00. e-mail : centrinfo@cimbeton.net