Composition et fabrication des ciments courants

Août 2026

Composition et fabrication du ciment Portland. Il existe d'autres ciments élaborés suivant d'autres procédés.

Composition des ciments courants

Le constituant principal des ciments est le **clinker**, qui est obtenu à partir de la cuisson d'un mélange approprié de calcaire et d'argile, en proportion respective moyenne de 80 %/20 %.

Fabrication des ciments courants

Les différentes étapes de la fabrication sont :

1. Extraction et concassage : Les matières premières sont extraites de carrières généralement à ciel ouvert. Les blocs obtenus sont réduits, dans des concasseurs situés généralement sur les lieux mêmes de l'extraction, en éléments d'une dimension maximale de 150 mm.

2. Préparation de la matière première : Les grains de calcaire et d'argile sont intimement mélangés par broyage, dans des proportions définies, en un mélange très fin, le «cru ». À ce niveau, des corrections de composition peuvent être effectuées en incorporant, en faible proportion, de la **bauxite**, de l'oxyde de fer, etc. Le mélange cru est préparé automatiquement en fonction de la technique de fabrication utilisée.

3. Les voies sèche, semi-sèche et humide :

- **La voie sèche** est la technique majoritairement employée en France (65 % de fours en voie sèche, 25 % en voie semi-sèche et 5% en voie humide). La matière première est préparée sous forme de poudre. La préhomogénéisation permet d'atteindre un dosage parfait des constituants essentiels du ciment, par superposition de multiples couches. Une station d'échantillonnage analyse régulièrement les constituants et le mélange pour en garantir la régularité. À la sortie du hall de préhomogénéisation, le mélange est très finement broyé dans des broyeurs-sécheurs, qui éliminent l'humidité résiduelle et permettent d'obtenir une poudre qui présente la finesse requise ; cette poudre, le «cru», est une nouvelle fois homogénéisée par fluidisation.
- **La voie semi-sèche** consiste à agglomérer la matière sous forme de granules.
- **La voie humide** consiste à transformer celle-ci en une pâte fluide.

4. Cuisson du cru : quelle que soit la technique de fabrication utilisée pour élaborer le cru, et la voie technologique de cuisson, les installations sont similaires et comportent deux parties :

- **Un échangeur de chaleur** qui permet de préparer la matière (deshydratation et décarbonatation). La poudre est ainsi portée à une température comprise entre 800 °C et 1 000 °C.
- **Un four horizontal rotatif cylindrique** en acier (avec revêtement intérieur réfractaire) de 50 à 90 m de long, de 4 à 5 m de diamètre, légèrement incliné et tournant de 1 à 3 tours/minute. La matière pénètre à l'amont du four (en partie haute) où s'achève la décarbonatation, et progresse jusqu'à la zone de clinkerisation (environ 1 450 °C). Le temps de parcours est de l'ordre d'une heure. Sous l'effet de la chaleur, les constituants de l'argile, principalement composée de silicates d'alumine et d'oxydes de fer, se combinent à la chaux provenant du calcaire pour donner des silicates et des aluminates de calcium.

Tout en améliorant la qualité des produits, les industriels ont fortement réduit au cours des dernières années la consommation d'énergie nécessaire à la cuisson, qui est de plus en plus fournie par des combustibles de substitution, ce qui contribue à la minimisation des émissions de **CO2**. En outre, l'industrie cimentière contribue aussi à la protection de l'environnement en valorisant des sous-produits industriels, inutilisables pour d'autres emplois. Les rejets des usines sont sensiblement inférieurs aux normes.

5. Broyage du clinker : À la fin de la cuisson, la matière brusquement refroidie se présente sous forme de granules noires de 1 à 3 cm de diamètre qui constituent le clinker, "principe actif" du ciment. Celui-ci, finement broyé avec du **gypse** (moins de 5 %) pour régulariser la prise, donne le ciment Portland. Les autres types de ciment sont obtenus en ajoutant d'autres constituants tels que du laitier de haut fourneau, des **cendres volantes**, des schistes calcinés, du calcaire, des fumées de silice.

La prise du ciment

1. **Phase dormante :** La pâte de ciment – ciment + eau – reste en apparence inchangée pendant un certain temps (de quelques minutes à plusieurs heures suivant la nature du ciment et la température). En fait, dès le malaxage, les premières réactions de dissolution se produisent, mais elles sont ralenties par la présence du gypse.
2. **Début et fin de prise :** Après une à deux heures pour la plupart des ciments, on observe une augmentation brusque de la viscosité : c'est le début de prise, qui est accompagné d'un dégagement de chaleur. La fin de prise correspond au moment où la pâte cesse d'être déformable et se transforme en un matériau rigide.
3. **Prise et durcissement du ciment :** Les réactions de dissolution et d'hydratation qui se passent dès le début du gâchage et se poursuivent dans le temps sont extrêmement complexes. Le ciment Portland contient quatre constituants principaux : le silicate tricalcique 3 CaO, SiO_2 (ou, par abréviation, C3S) ; le silicate bicalcique 2 CaO, SiO_2 (ou C2S) ; l'aluminate tricalcique 3 CaO, $Al2O_3$ (ou C3A) ; l'aluminoferrite tétracalcique 4 CaO, $Al2O_3$, Fe_2O_3 (ou C4AF). Ces constituants anhydres donnent naissance, en présence d'eau, à des silicates et des aluminates de calcium hydratés ainsi que de la chaux hydratée dite portlandite formant un gel microcristallin, à l'origine du phénomène dit de « prise ». C'est le développement et la multiplication de ces micro- cristaux dans le temps qui expliquent l'augmentation des résistances mécaniques. Le ciment durci est une véritable « roche artificielle » qui évolue dans le temps et en fonction des conditions extérieures.
4. **Durcissement :** On a l'habitude de considérer le durcissement comme la période qui suit la prise et pendant laquelle l'hydratation du ciment se poursuit. Cette phase de durcissement se poursuit très longtemps et les résistances mécaniques continuent de croître, mais la résistance à 28 jours constitue le critère important de classification du ciment pour la plupart des applications.

Principales caractéristiques du ciment

Le ciment se caractérise par un certain nombre de critères mesurés de façon conventionnelle, soit sur la poudre sèche, soit sur la pâte hydratée, soit en **pâte pure** (mélange ciment + eau), soit sur le «**mortier** normal » (mélange normalisé de ciment, de sable et d'eau défini par la norme NF EN 196-1).

Caractéristiques de la poudre

La surface spécifique (finesse Blaine) permet de mesurer la finesse de mouture d'un ciment. Elle est caractérisée par la surface spécifique ou surface développée totale de tous les grains contenus dans un gramme de ciment (norme NF EN 196-6). Elle s'exprime en cm^2/g. Suivant le **type de ciment**, cette valeur est généralement comprise entre 2 800 et 5 000 cm^2/g.

La masse volumique apparente représente la masse de la poudre par unité de volume (vides entre les éléments inclus). Elle est de l'ordre de 1 000 kg/m^3 (1 kg par litre) en moyenne pour un ciment.

La masse volumique absolue représente la masse de la poudre par unité de volume (vides entre les éléments exclus). Elle varie de 2,90 à 3,15 g/cm^3 suivant le type de ciment.

Caractéristiques mesurées sur pâte de consistance normalisée ou sur « mortier normal »

Le début de prise (mesuré sur pâte pure) est déterminé par l'instant où l'aiguille de Vicat – aiguille de 1 mm^2 de **section** pesant 300 g – ne s'enfonce plus jusqu'au fond d'une pastille de pâte de consistance normalisée de ciment. Les modalités de l'essai font l'objet de la norme NF EN 196-3. Suivant la classe de résistance, le temps de début de prise doit être supérieur ou égale à 45, 60 ou 75 minutes (NF EN 197-1).

L'expansion se mesure sur pâte pure suivant un essai normalisé (norme NF EN 196-3) et grâce aux aiguilles de Le Chatelier. Il permet de s'assurer de la stabilité du ciment. L'expansion ne doit pas être supérieure à 10 mm sur pâte pure pour tous les ciments (conformément à la norme NF EN 197-1).

Les résistances mécaniques, mesurées sur éprouvettes de mortier normal, caractérisent de façon conventionnelle la résistance du ciment définie par sa valeur nominale. Cette valeur est la limite inférieure de résistance en **compression** à 28 jours. Les conditions précises de détermination de cette résistance sont fournies dans le chapitre 1.2.

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 29/11/2026 © infociments.fr