



Ciments pour bétons en site maritime

Avril 2019

Pour certains types d'ouvrages, des propriétés complémentaires des ciments peuvent être requises. Ces propriétés, dont la résistance face aux agressions chimiques liées à l'environnement marin, font l'objet de normes spécifiques. Les caractéristiques de ces ciments pour bétons en site maritime sont présentés ci-dessous.

Rappel sur la norme NF EN 197-1 pour ciments courants

Les ciments courants font l'objet de la norme NF EN 197-1 « Ciment – partie 1 : composition, spécifications et critères de conformité des ciments courants » et du marquage CE qui atteste de leur conformité à la partie harmonisée de la norme EN 197-1.

Cette norme définit les constituants des ciments et les différents types de ciments courants. Elle fixe les classes de résistance, les spécifications mécaniques et physico-chimiques et précise les critères de conformité et les fréquences d'essais.

La marque NF, complémentaire du marquage CE, atteste que le ciment qui la porte est conforme au niveau de qualité requis par le marché français en fonction des conditions climatiques et environnementales du territoire ainsi que des techniques de mise en œuvre pratiquées.

Ciments pour travaux à la mer (PM)

Pour les ouvrages en site maritime, les caractéristiques complémentaires normalisées des ciments font l'objet de la norme NF P 15-317 « ciments pour travaux à la mer ». Ces ciments présentent des teneurs limitées en aluminate tricalcique (C3A) qui leur permettent de conférer au béton une résistance accrue à l'agression des ions sulfates en présence d'ions chlorures, au cours de la **prise** et ultérieurement.

Les ciments pour travaux à la mer sont :

- des CEM I et des CEM II qui possèdent des caractéristiques physiques et doivent respecter des spécificités chimiques complémentaires ;
- des CEM III/A (si la teneur en laitier est supérieure à 60%), B ou C et CEM V/A ou B qui sont naturellement qualifiés pour cet usage ;
- des ciments prompts naturels (CNP) définis par la norme NF P 15-314 et des ciments alumineux fondus (CA) définis par la norme NF EN 14647.

Ces ciments comportent la mention PM (Prise Mer) sur l'emballage ou le bon de livraison.

Les spécificités des ciments PM portent sur la composition du clinker, sur une limitation de la proportion de constituants autres que le clinker, des constituants secondaires (3%) et d'additifs (0,1%).

Ciment prompt naturel

Ce ciment fait l'objet de la norme NF P 15-314

Ses constituants lui confèrent des propriétés particulières de prise et de **durcissement** rapides, de quelques minutes à une ½ heure et de résistances aux acides, aux sulfates et à l'eau de mer. Le ciment prompt naturel est agréé Prise Mer selon la norme NF P 15-317.

Les résistances en **compression** sont faibles à court terme (minimum garanti de 19 MPa à 28 jours) mais progressent pendant plusieurs années, avec la **compacité** du béton, assurant une excellente durabilité.

En pratique, ce ciment peu utilisé pour les bétons de structure, a des propriétés très intéressantes pour les travaux urgents : colmatage de fissures, aveuglement de voies d'eau, scellements, calages, travaux entre deux marées, enduits imperméables, etc...

La **formulation** d'un béton de ciment prompt diffère peu de celle des bétons courants. La modulation du temps de prise s'effectue par ajout d'acide citrique (les retardateurs pour ciment Portland ne sont pas efficaces avec ce ciment). Le dosage est plus élevé ; il est compris entre 500 et 600 kg/m³.

Ciment sursulfaté

Le ciment sursulfaté (CSS) est un ciment ternaire au laitier, constitué de laitier de haut fourneau (≥ 80%), de sulfate de calcium (≤ 20%) et d'un système d'activation. Le processus d'hydratation de ce ciment permet la **stabilisation** de l'ettringite et la consommation totale de portlandite. Le ciment sursulfaté présente ainsi une très bonne résistance vis-à-vis des attaques chimiques.

L'ensemble des performances du ciment sursulfaté offre une plus grande durabilité des ouvrages pour lesquels les critères – tels que la résistance aux sulfates et aux acides, la résistance à la pénétration des chlorures, la prévention de la RAG- sont des facteurs essentiels ; le coefficient de diffusion des ions chlorures est exceptionnellement faible. Ce ciment génère une chaleur d'hydratation extrêmement faible –atout non négligeable pour la réalisation de bétons de masse.

La norme de référence est la NF P 15-313 « ciment sursulfaté ». Le ciment sursulfaté répond aussi aux spécifications des normes NF P 15-317 « ciments pour travaux à la mer » (notation « PM ») et NF P 15-319 « ciments pour travaux en eaux à haute teneur en sulfates » (notation « ES »).

Les dosages varient de 320 à 500 kg/m³ en privilégiant de fortes réductions d'eau par l'intermédiaire d'un **superplastifiant** approprié.

Les résistances à la compression aux jeunes âges sont inférieures à un ciment traditionnel mais à 28 jours et plus- progressent sensiblement de façon à égaler et dépasser ce dernier.

En sites maritimes et assimilés, les réalisations ont été des radoubes, radiers, bajoyers, digues, quais, dalles flottantes, barrages,...

Ciment alumineux fondu

Ce ciment fait l'objet, depuis décembre 2006, de la norme NF EN 14647 « Ciment d'aluminates de calcium - Composition, spécifications et critères de conformité » en remplacement de la norme NF P 15-315 « Ciment Alumineux Fondu ».

Sa chimie très différente des ciments courants fait de lui un ciment « Prise Mer », selon la norme NF P 15-317, ayant une prise normale et un durcissement rapide. Ces qualités permettent de l'utiliser pour des travaux à la mer, pour des ouvrages neufs ou devant être réparés. Dans les deux cas il permet des réalisations rapides et immédiatement durables.

De nombreux ouvrages construits entre les deux guerres mondiales montrent à quel point les bétons de ciment alumineux sont durables notamment dans leur partie la plus critique : la zone de marnage.

Le ciment alumineux fondu est fréquemment employé pour la remise en état d'ouvrage entre deux marées hautes. La résistance mécanique se développe très rapidement (on atteint typiquement 10 à 20 MPa à 4 heures, avec un temps ouvert d'environ 1 heure obtenu sans **adjuvant**). Il est donc possible avec un bon séchage du chantier de bétonner à marée basse et d'avoir un **béton durci** avant la marée haute.

Du fait de sa chimie et de sa minéralogie particulière, expliquant entre autre l'absence de portlandite, le ciment d'aluminates de calcium est communément employé pour la réalisation d'ouvrage exposé à la corrosion chimique.

Par ailleurs, parce que le clinker est d'une grande dureté, le ciment alumineux permet également d'obtenir des bétons qui résistent mieux à l'usure à granulats analogues. En utilisant des granulats ALAG® synthétiques, il est possible d'atteindre une résistance à l'usure, de plusieurs fois supérieure.

Le ciment alumineux est utilisable en béton, ou en mortier, en appliquant les principes généraux de préparation et de mise en œuvre des bétons de ciment courant. Des précautions doivent être prises pour éviter les mélanges avec du ciment Portland non durci ou tout autre source de **chaux**.

Le dosage généralement recommandé est de 400 kg/m³ avec un **E/C** ≤ 0,40, à moduler en fonction des performances visées. Comme le rappelle l'annexe « A » de la norme NF EN 14647 la formulation doit être établie en fonction des exigences de résistance mécanique et de durabilité, en tenant compte du phénomène de conversion des hydrates.

Il est possible de modifier le temps de prise de ces bétons en utilisant des **adjuvants**, après avoir fait un test préalable car à dosage égal les effets des ces produits peuvent être différents de ceux habituellement constatés avec des bétons de ciment Portland. Cependant, pour les bétons dans la zone de marnage, on évitera d'utiliser un retardateur pour ne pas compromettre le durcissement rapide avant le **recouvrement** par la marée montante.



Cet article est extrait de **Les ouvrages en béton en site maritime**

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