



Le laitier de haut fourneau granulé moulu

Utilisé en addition dans le béton

Le laitier moulu, issu du laitier granulé de haut fourneau, est disponible aujourd'hui sur le marché pour formuler des bétons à la carte en fonction des ouvrages à réaliser, des conditions climatiques et des environnements chimiques.

Il met les «bétons bas carbone» à la portée des industriels du béton (producteurs de Béton Prêt à l'Emploi et préfabricants) et des entreprises du BTP.

S'agissant d'un produit fabriqué, le laitier moulu est un produit de qualité maîtrisée et disponible en quantité.

CTPL

CENTRE TECHNIQUE
ET DE PROMOTION
DES LAITIERS SIDERURGIQUES

Le laitier de haut fourneau granulé moulu : origine et production



Après séchage et broyage fin du laitier granulé de haut fourneau, on obtient le laitier moulu. Trois millions de tonnes de laitier moulu sont fabriquées annuellement en Europe. Le laitier moulu commercialisé en France répond à la norme NF EN 15167-1 (septembre 2006). Selon la norme, les valeurs qui caractérisent la qualité d'un laitier moulu sont principalement l'indice d'activité (réactivité avec le ciment) et la finesse.

Le laitier moulu disponible aujourd'hui sur le marché français a obtenu le marquage CE, obligatoire depuis le 1^{er} janvier 2012 pour toute mise sur le marché. L'évaluation et la surveillance des contrôles de la production sont effectuées par un organisme accrédité indépendant.

Composition chimique

C'est un liant hydraulique, constitué des mêmes éléments chimiques majeurs que le clinker des ciments Portland CEM I, mais dans des proportions légèrement différentes.

Constituant	% SiO ₂	% Al ₂ O ₃	% Fe ₂ O ₃	% CaO
Clinker Portland	20 à 23	4 à 7	2 à 5	63 à 67
Laitier moulu	33 à 37	9 à 14	0.2 à 0.5	38 à 42

Il fait prise et durcit dans l'air ou dans l'eau avec une vitesse d'hydratation très lente. Sa prise est accélérée par les alcalins et, notamment, par la chaux libérée lors de l'hydratation du clinker contenu dans les ciments Portland. Mais les silicates de calcium hydratés du laitier ont une texture plus dense que les silicates hydratés du clinker des Portland, expliquant en partie la meilleure durabilité apportée au béton.

Les filières d'utilisation

Ses caractéristiques lui permettent d'être utilisé :

- **comme composant des bétons**, en substitution au ciment de type CEM I, comme addition du type II, à caractère pouzzolanique ou hydraulique latent, au sens de la norme béton NF EN 206-1. Le laitier moulu peut être utilisé directement par les industriels du béton (producteurs de béton prêt à l'emploi et préfabricants) ou les entreprises du BTP dans les malaxeurs à béton.
- **avec de la bentonite, pour réaliser des fondations spéciales**, des renforcements de sols, ...,
- **comme base des liants hydrauliques routiers** ou pour des graves routières,
- **en traitement des agro-matériaux** (chanvre, colza,..), dont le laitier moulu contribue à améliorer la résistance à la pénétration de l'eau et des moisissures, et à améliorer la résistance au feu.



à retenir

Performances apportées au béton

L'addition de laitier est réalisée soit par les cimentiers qui proposent un produit déjà dosé ou par les centrales à béton qui composent un mélange à la carte au malaxeur avec - à teneur en laitier équivalente - des performances en résistances et en durabilité identiques, ou même supérieures.

En substitution partielle du CEM I, le laitier moulu rend les bétons plus performants, apportant notamment :

- **Une résistance mécanique plus élevée à long terme,**
malgré une résistance moins importante les sept premiers jours. En effet, le laitier moulu développe ses propriétés hydrauliques de manière continue pendant plusieurs mois. A terme, les bétons réalisés avec du laitier moulu atteignent une résistance à la compression plus élevée que celle de bétons réalisés avec du ciment courant et présentant une résistance initiale à 28 jours identique.
- **Une plus grande durabilité,**
particulièrement vis-à-vis des chlorures, des sulfates et de la réaction silico-calcaire, fait que ces bétons sont particulièrement recommandés pour des environnements marins, pour des ouvrages routiers exposés au sel de déverglaçage ou pour des bâtiments exposés à des substances organiques (engrais en particulier).
- **Une faible perméabilité associée à une faible chaleur d'hydratation**
qui évite l'apparition de fissures de retrait dans les bétons de masse, permettant une excellente protection des armatures.
- **Un aspect esthétique plus régulier**
avec une diminution des efflorescences, une teinte claire et homogène
- **Une résistance au feu plus élevée**



en pratique

Les bétons à la carte, une totale maîtrise

Le laitier moulu incorporé directement au malaxeur à béton, permet d'ajuster son dosage selon la teinte souhaitée, la résistance et la durabilité voulues pour s'adapter aux cahiers des charges des maîtres d'ouvrage et maîtres d'œuvre et à l'environnement des chantiers (temps de transport, températures extérieures,...).

Il est particulièrement apte à se substituer au ciment Portland blanc du fait de sa remarquable tenue en milieu agressif.

Les bétons réalisés avec du laitier de haut-fourneau granulé moulu en addition de type II présentent une meilleure maniabilité que les bétons «classiques» et sont donc plus faciles à mettre en œuvre (pompage, compactage par vibration).



Laitier granulé moulu et développement durable

Lors de sa transformation, l’empreinte carbone du laitier moulu n’est qu’une fraction de celle d’un ciment classique dit «CEM I». Il permet donc de fabriquer des bétons à faible teneur en carbone atteignant dès aujourd’hui l’objectif de réduction de moitié des émissions de CO₂ fixé pour 2020 par la loi du 3 août 2009 de programmation relative à la mise en œuvre du Grenelle de l’Environnement.

A titre d’exemple, et pour un projet utilisant 5 000 m³ de béton dosé à 300 kg de liant (bâtiment collectif de 4 étages avec parking), les émissions de CO₂ du liant composé à 100 % de ciment Portland CEM I sont de 1 345 tonnes.

En substituant 50 % de ciment Portland CEM I par du laitier moulu, et dans les conditions réglementaires actuelles, les émissions de CO₂ sont de 690 tonnes, soit une réduction de 655 tonnes correspondant à une économie proche de 50 % de CO₂ équivalent incorporé.

Ce gain est équivalent à la quantité de CO₂ émise par 327 véhicules pendant un an et on évite également :

- l’émission de 1 400 Kg de NOx,
- l’émission de 725 kg de SO₂,
- l’extraction de 1 146 tonnes de calcaire et d’argile.

De plus, l’utilisation de béton de couleur claire pour des éléments de façade augmente la réflectivité de celle-ci, réduisant d’autant l’absorption de l’énergie solaire par le bâtiment.

L’utilisation de laitier moulu à hauteur de 70% dans la composition du liant employé lors de la fabrication du béton double la réflectivité de celui-ci par rapport à un béton formulé avec un ciment CEM I. Ceci permet de réduire les besoins en climatisation.



CTPL

**CENTRE TECHNIQUE
ET DE PROMOTION
DES LAITIERS SIDERURGIQUES**

CTPL

5, rue Luigi Cherubini
93212 La Plaine Saint-Denis cedex

Jacques Reynard : 05 62 12 03 96
Jérémie Domas : 04 42 47 96 53

www.ctpl.info