

MODIFICATION DES REACTIONS D'HYDRATATION DES LAITIERS GRANULES VIEILLISSANT EN MILIEU HUMIDE

Par

Abdelmalek BRAHMA

Chargé de Cours, Institut de Génie Civil, Université de Blida

Résumé

Un laitier de même composition présente, en vieillissant en milieu humide, des réactivités différentes. Lorsque ce laitier est activé au gypse ou à la chaux, ses réactions d'hydratation peuvent être modifiées.

Nous montrons dans cette étude qu'un laitier vieilli en milieu humide donne naissance à une plus grande quantité d'hydrates formés aux jeunes âges.

Mots clés : laitiers • vieillissement • hydratation • hydrates • conversion.

1 INTRODUCTION

Le laitier granulé peut être conservé humide en stock avant son utilisation à la confection des matériaux. Dans ces conditions il peut, n'étant pas parfaitement stable, s'hydrater légèrement. Placé au contact de l'activant, les réactions d'hydratation et la quantité d'hydrates formés aux jeunes âges sont, en partie, modifiées.

Nous présentons ci-après d'abord dans un premier temps les matériaux utilisés puis, dans second temps, l'hydratation du laitier vieilli en milieu humide.

2 MATERIAUX UTILISES

2.1 Le laitier

Le laitier utilisé est un laitier granulé de réactivité $\alpha = 20/40$. Sa courbe granulométrique est donnée à la fig.

re 1 et les résultats de son analyse chimique sont regroupés dans le tableau 1.

Oxydes	%
CaO	41.1
SiO ₂	34.7
Al ₂ O ₃	15.3
MgO	4.8
SO ₃	1.7
K ₂ O	0.7
TiO ₂	0.6
MnO	0.4
Fe ₂ O ₃	0.2

Tableaux 1 : Résultats de l'analyse chimique du laitier.

Le coefficient α a été défini comme un coefficient égal à un facteur 10^{-3} près au produit de la surface spécifique des éléments fins naturels du laitier granulé (< 80 microns) mesurée au perméamètre Blaine, par le pourcentage d'éléments < 80 Microns, obtenus après un broyage type sur échantillon de 500 g.

Si :

S : surface spécifique Blaine en cm^2/g ;

P : la friabilité (% d'éléments < 80 microns obtenus après broyage).

$$\alpha = \frac{S \cdot P}{10^3}$$

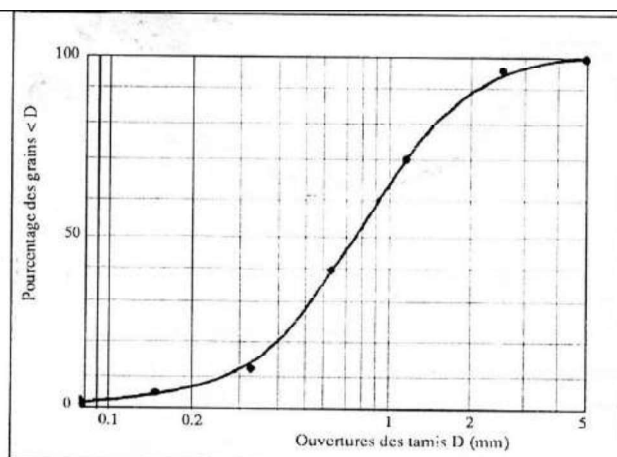


Figure 1 : Laitier granulé.

Le broyage a été défini comme celui qui donnait la meilleure corrélation avec le pouvoir hydraulique. Il est bien normal que le laitier qui a le plus grand coefficient α soit le plus réactif car ce coefficient définit le pouvoir hydraulique. Il constitue un indice d'hydraulicité et varie selon les conditions de granulation.

2.2 Les activants

Les activants utilisés sont de trois types :

- une chaux fine ($< 80 \mu\text{m}$)
- un gypsonat de type A (7% d'alcalinité)
- un gypsonat de type B (13% d'alcalinité)

Le gypsonat est un mélange constitué essentiellement de gypse et d'une addition de soude. En général, l'activation sulfatique des laitiers granulés est très lente au jeune âge. La soude est introduite pour remédier à cette insuffisance.

3 RESULTATS ET DISCUSSION

3.1 Hydratation du laitier vieilli en milieu humide

Le diffractogramme du gypsonat utilisé est rapporté à la figure 2.

Sur la figure 3 est présenté le diffractogramme du laitier anhydre de fraîche production. On peut constater que ce diagramme présente un halo (bosse) caractéristique de l'état vitreux du laitier : un corps amorphe présente un diagramme, sans raie, présentant une bosse. Le caractère plus ou moins aigu de celle-ci renseigne sur le degré de virification du matériau.

On montre à la figure 4 qu'après 3 ans de conservation, en stock humide, ce même laitier est effectivement un peu hydraté : l'aluminate C_4AH_{13} , la ghélinite hydratée et le CSH sont les produits détectés par DRX ⁽¹⁾ sur le laitier granulé.

Activé au gypsonat (A ou B) ce laitier, vieilli en milieu humide, donne naissance très rapidement à de l'ettringite (Figure 5) ⁽²⁾ par réaction avec les aluminates (et silico-aluminates) et les ions sulfates. Des observations au microscope électronique à balayage (MEB) ont montré que les cristaux formés par réaction entre les aluminates (et silico-aluminates) et les ions sulfates apparaissent en abondance dès 1 jour autour des grains de laitier ⁽²⁾ ; un peu plus tard, la morphologie des cristaux d'ettringite néo-formés évolue : les aiguilles sont de taille beaucoup plus petite.

On peut constater, en outre, sur la figure 5 que l'activant ne se limite pas à une simple action catalytique. Il est consommé par les réactions d'hydratation.

Mis en contact avec la chaux, le C_2ASH_8 du laitier, conservé 3 ans en stock humide, se transforme complètement en C_4AH_{13} (en 1 jour). De même qu'après activation sulfatique, la quantité d'hydrates formés aux très jeunes âges est beaucoup plus importante que pour les laitiers activés peu de temps après leur fabrication.

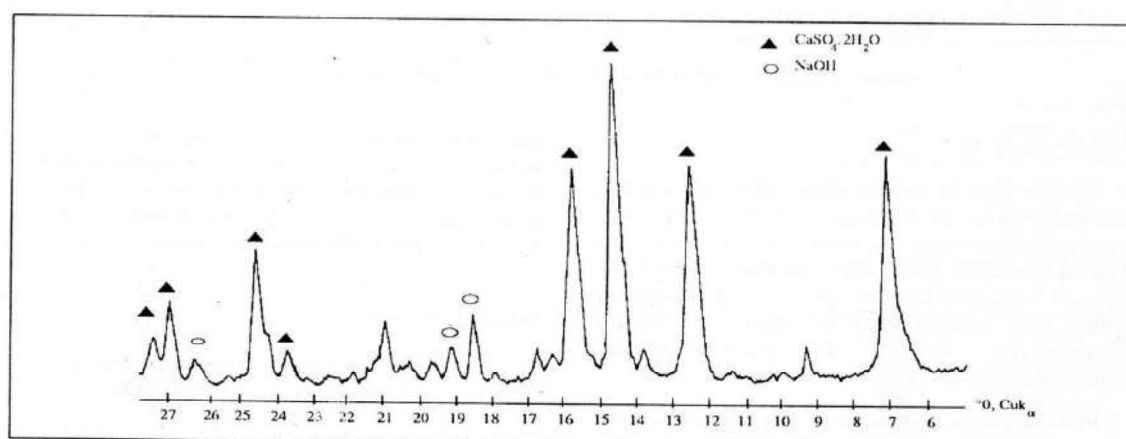


Figure 2 : Diffractogramme du gypsonat.

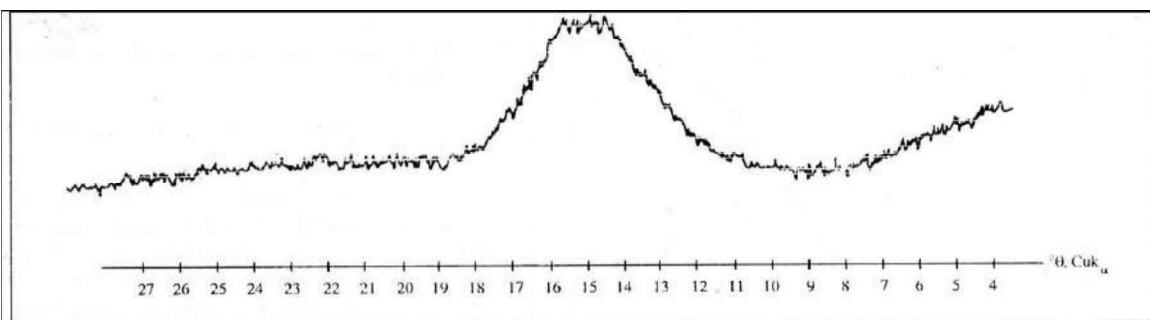


Figure 3 : Diffractogramme du laitier anhydre.

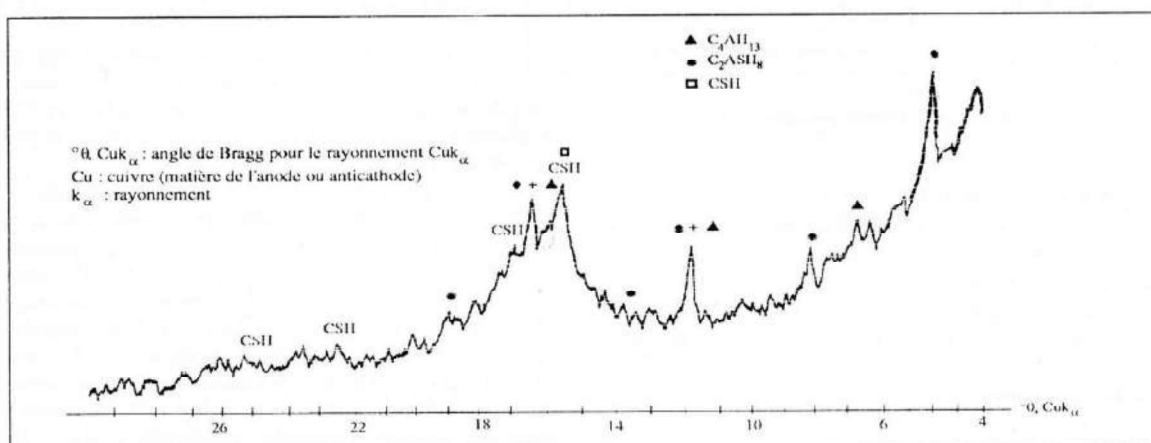


Figure 4 : Laitier granulé conservé humide (3 ans).

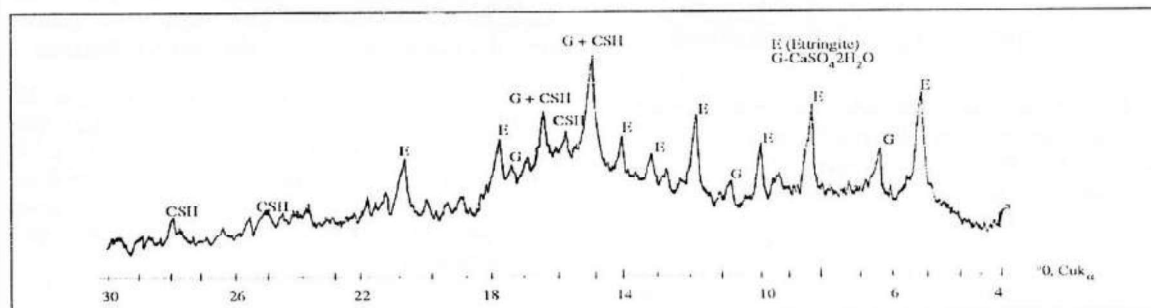


Figure 5 : Laitier granulé conservé humide (3 ans) + gypse surdosé (1 jour).

4 CONCLUSION

On peut dire ici qu'il se forme principalement des aluminates au niveau des grains de laitier ayant accusé une légère hydratation en stock. Lors de l'activation d'un tel laitier, les aluminates sont décomposés et forment de l'ettringite avec le gypse et de l'aluminate tétracalcique hydraté avec la chaux. La quantité d'hydrates qui se forme à courtes échéances, est alors plus élevée dans ces laitiers.

Etant activé, le laitier joue le rôle de liant et cons-

titue, dans certains cas, le seul composant actif des mélanges de matériaux. L'hydratation du laitier au sein du mélange peut donc être responsable directement ou indirectement des variations dimensionnelles de ce dernier, en cours d'hydratation, comme de son augmentation de résistance ②

BIBLIOGRAPHIE

- [1] E. Prandi : "Rapport préliminaire d'études des mélanges de sables-laitiers". LCPC, 1980.
- [2] A. Voinovitch & R. Dron : "Action des différents activateurs sur l'hydratation du laitier granulé". BLPC, N° 83, Mai/Juin 1976.

(1) Les aluminates hydratés sont identifiables dès 18 mois en DRX.
(2) Ceci constitue une différence importante par rapport au grains de laitier granulé activés peu de temps après leur fabrication.