

COMPORTEMENT AU JEUNE AGE DE MATERIAUX CIMENTAIRES AVEC LAITIER DE HAUT-FOURNEAU

DARQUENNES A. ET BENBOUDJEMA F.

LMT/ENS Cachan/CNRS UMR8535/UMPC/PRES UniverSud Paris, Cachan, France

aveline.darquennes@ens-cachan.fr, farid.benboudjema@dgc.ens-cachan.fr,

Actuellement, le laitier de haut-fourneau, sous-produit de l'industrie sidérurgique, est largement utilisé dans les matériaux cimentaires sous la forme de granulats ou d'additions minérales caractérisées par des propriétés hydrauliques latentes. Cette dernière utilisation présente l'avantage de diminuer les émissions de CO₂ des cimenteries liées à la clinkérisation en réduisant les quantités de clinker nécessaires à la fabrication de ciment [1]. Il en résulte que le ciment au laitier de haut-fourneau est généralement considéré comme un écomatériau. De plus, ce matériau se caractérise par une faible perméabilité, une bonne résistance au sulfate, etc [2]. Suite à ces nombreux avantages, les bétons avec du laitier de haut-fourneau sont largement utilisés pour les constructions et les ouvrages du génie civil (autoroutes, ponts, écluses...).

Cependant, certains de ces ouvrages (par exemple : stations d'épuration) ont présenté une fissuration précoce au jeune âge suite à la restriction de leurs déformations différées. En effet, ces structures massives sont soumises à plusieurs types de déformations liées à l'hydratation du ciment. Etant donné que le séchage est un phénomène très lent (10³ à 10⁶ fois plus lent que le processus de diffusion thermique), le retrait de dessiccation ne sera pas considéré. Suite à la consommation de l'eau par le ciment, des dépressions capillaires apparaissent au sein du matériau générant une contraction globale du matériau (retrait endogène). Cette réaction chimique étant exothermique, le matériau subira également une dilatation thermique suivi d'une contraction (retrait thermique). Lorsque ces déformations volumiques sont empêchées par la partie de la structure existante, des contraintes de traction apparaissent pouvant générer de la fissuration. La compréhension de ce phénomène passe donc par une étude expérimentale approfondie du comportement des bétons formulés avec du ciment au laitier de haut-fourneau [3], afin de prédire correctement le comportement de structures réalisées avec ce type de matériau. Ainsi, ce travail se focalise sur l'étude du comportement au jeune âge de trois bétons différant par leur teneur en laitier.

Sur base de ces résultats expérimentaux, une première simulation du comportement d'une structure (station d'épuration) est proposée [4,5]. Il apparaît que la sensibilité à la fissuration des bétons avec du ciment au laitier de haut-fourneau est plus élevée que celle de bétons avec du ciment Portland. Ce comportement peut s'expliquer par leur cinétique d'hydratation plus lente retardant l'évolution de leur résistance en traction et la cinétique assez rapide de leur retrait endogène. De plus, il apparaît clairement que leur gonflement endogène ne génère pas de contrainte de compression significative, ce qui n'est pas le cas pour la dilatation thermique du béton formulé avec du ciment au Portland. Pour cette dernière, les contraintes de compression permettent de retarder l'apparition de contraintes de traction au sein du matériau, ce qui peut expliquer partiellement la plus faible sensibilité à la fissuration de ce matériau dans cette configuration d'étude.

Références

- [1] F. De Larrard, « Quelques questions soulevées par analyses du cycle de vie des infrastructures routières », *Bulletin du Laboratoire des Ponts et Chaussées*, Vol. 276, pp. 1-8, 2009.
- [2] J. Bijen, « Blast furnace slag cement for durable marine structures », CIP Royal Library Den Haag, Stichting Betonprisma, 's-Hertogenbosch, The Netherlands, 1998.
- [3] A. Darquennes, S. Staquet, M.-P. Delplancke-Ogletree, B. Espion, « Effect of autogenous deformation on the cracking risk of slag cement concretes », *Cement and Concrete Composites*, Vol. 33, pp. 368-379, 2011.
- [4] M., Briffaut, F. Benboudjema, J.-M. Torrenti, G. Nahas, « Numerical analysis of the thermal active restrained shrinkage ring test to study the early age behavior of massive concrete structures », *Engineering Structures*, Vol. 33, pp. 1390-1401, 2011.
- [5] M. Briffaut, F. Benboudjema, J.-M. Torrenti, G. Nahas, « Early age behaviour of a massive concrete structure: Effects of thermal boundary conditions and thermal properties evolutions on temperature and stress fields », *European Journal of Environmental and Civil Engineering*, Vol. 16, pp.589-605, 2012.