

Effets de la composition des liants bas carbone sur l'hydratation et la durabilité des bétons : vers un indicateur de performance en lien avec l'empreinte carbone

La qualification d'un béton bas carbone préoccupe actuellement l'ensemble des acteurs du secteur de construction surtout avec l'émergence de la réglementation environnementale RE2020. Utiliser des bétons bas carbone est devenu désormais une nécessité. Les normes qui régissent les bétons (EN 206) et les ciments (EN 197) ont récemment évolué pour permettre plus de solutions bas carbone dans un cadre normatif. L'utilisation des ciments dits « bas carbone » est rendue par conséquent possible par une approche prescriptive. Il s'agit des ciments CEM II/C-M et CEM VI à des taux de remplacement du clinker minimaux respectives de 50 % et 35 % avec la possibilité de combiner deux additions.

Dans ce cadre, le travail présenté ici se focalise sur le comportement des bétons à base de ces nouveaux ciments, notamment les mélanges ternaires Clinker-Laitier-Calcaire (K-S-LL) pour des taux de remplacement de clinker élevés. On propose un indicateur qui caractérise à la fois l'empreinte carbone du béton et sa durabilité vis-à-vis du risque de corrosion induite par carbonatation. Cet indicateur paraît pertinent puisqu'il qu'il renseigne le coût carbone d'une année de service du béton. Pour aboutir à cette caractérisation, différentes compositions de ciment mélangés au laboratoire ont été étudiées. Cinq liants ternaires ont été sélectionnés sur la base de leur rapport CO_2 /résistance en compression (CO_2/f_c). Les mécanismes d'hydratation, le développement des résistances mécaniques ainsi que les indicateurs de durabilité de ces bétons ont été étudiés puis analysés. Enfin et pour répondre au premier objectif, les paramètres qui influencent la durée d'initiation et de propagation de la corrosion qui sont respectivement la vitesse de carbonatation accélérée et la résistivité électrique ont été déterminés conjointement à un calcul CO_2 des compositions étudiées.

Les résultats montrent que le rapport CO_2/f_c diminue avec le coefficient d'activité des additions, soulignant ainsi le rôle important des additions réactives à réduire le coût carbone des ciments tout en maintenant de bonnes propriétés mécaniques. Un modèle qui permet la prédiction de la durée de vie de l'enrobage en fonction des propriétés matérielles du béton a été adapté à notre problématique. L'émission carbone des bétons a été ensuite rapportée à leur durée de vie pour quantifier le coût carbone d'une année de service (CO_2/ddv). Les résultats montrent que les bétons à base des ciments ternaires présentent des CO_2/ddv intéressants liés à une durée de propagation de corrosion élevée par rapport aux bétons à base de ciment portland. Cependant, la prise en compte de l'effet de carbonatation sur la résistivité électrique influence les tendances observées.

Mots-clés : Liant bas carbone, microstructure, carbonatation, durabilité, durée de vie