

Les retraits du béton sur 3 échelles de temps

Le premier phénomène qui accompagne le durcissement du béton est un dégagement de chaleur. La chaleur produite par la réaction chimique d'hydratation – réaction exothermique - représente environ 300 à 500 Joules par gramme de ciment hydraté. En l'absence d'échange de chaleur avec l'extérieur, par exemple pour un béton de laboratoire placé en caisson isolé, ou, dans une moindre mesure, pour la partie de béton au cœur d'une paroi très épaisse, la chaleur produite provoque une élévation de température qui peut atteindre 30 à 60°C par rapport à la température ambiante. Le retour à la température ambiante provoque donc un retrait thermique. Le pic de température se situe généralement environ 24 heures après le bétonnage. Après le pic, la température peut mettre plusieurs jours pour redescendre à la température ambiante, en fonction de l'épaisseur de la pièce.

Le second phénomène est provoqué par la réaction d'hydratation du ciment. En terme de chimie, on dit que les produits de la réaction ont un volume massique plus faible que les volumes massiques des réactifs. C'est Le Chatelier qui a mis en 1900 ce phénomène en évidence, et, pour cette raison, on l'appelle contraction Le Chatelier. Lorsque la pâte de ciment n'a pas encore fait prise, la contraction Le Chatelier peut se développer librement. Lorsque la pâte a fait prise et se comporte comme un solide, le phénomène se poursuit, grâce à l'entrée en jeu de tensions capillaires dans la microstructure du ciment durci, mais de manière moins intense. Le squelette solide ainsi créé s'oppose à la diminution de volume. On nomme cette composante le retrait endogène, puisqu'elle est inhérente aux réactions chimiques du matériau. Le retrait endogène est faible et même négligeable pour les bétons ordinaires, mais assez élevé pour les bétons de haute résistance – il peut atteindre 0,25 mm/m-. Il se produit rapidement. Pour fixer les idées, au bout de 4 semaines plus des 2/3 du retrait endogène s'est déjà produit.

La troisième composante du retrait vient de la présence d'eau libre dans la microstructure. On gâche un béton ordinaire, pour le bâtiment, avec une proportion d'eau d'environ 60% de la masse de ciment, alors que celui-ci n'en demande que 25% de sa masse pour l'hydratation complète [voir fiche formulation]. Les 35% restants vont donc, une fois le béton durci, migrer vers la surface, si toutefois l'humidité relative extérieure est inférieure à 100%. C'est effectivement le cas en France métropolitaine, puisqu'on y considère que l'hygrométrie moyenne est comprise entre 55 et 70%. L'eau qui migre sous forme de vapeur va donc provoquer une dessiccation. Cette dessiccation est à rapprocher de l'image d'une éponge qui rétrécit en séchant, ou de la boue qui craquelle au fond d'une ancienne flaque d'eau sur un chemin. L'explication physique est à trouver dans la formation de tensions capillaires dans les pores de taille inférieure à 1 µm (un millième de millimètre). Ces tensions mettent l'eau occupant ces capillaires en état de tension, ce qui a pour conséquence de rapprocher les parois solides les unes des autres. Cette composante du retrait est appelée le retrait de dessiccation. Il se produit lentement et ce d'autant plus que l'élément en béton est épais – en multipliant par 2 l'épaisseur d'un mur, on multiplie par 4 le temps de séchage-. Pour un voile de 20 cm d'épaisseur, le phénomène se développera sur une période très longue de près de 30 ans, bien que l'essentiel se soit produit au cours des 3 premières années. La progression plus ou moins lente du front de séchage vers le centre de l'élément en béton explique la lenteur du phénomène. Le retrait sera stabilisé lorsque la microstructure du béton sera en équilibre hydrique avec le milieu extérieur.

Les bétons de hautes performances, gâchés avec peu d'eau ont un retrait de dessiccation faible, pouvant être inférieur à 0,2 mm/m. Celui des bétons ordinaires peut être 4 fois plus important.