Bétonnage par temps chaud

Avril 2018

Le béton est sensible au jeune âge à la chaleur. L'élévation de la température accélère la prise et le durcissement, provoque l'évaporation de l'eau de gâchage et peut donc avoir une incidence défavorable sur les caractéristiques du béton durci.

Il convient de se préoccuper de cette sensibilité aux températures élevées, et de respecter quelques règles simples relatives à la **formulation** et la préparation du **béton**, puis pendant son transport, sa mise en œuvre, son **durcissement** et sa **cure** jusqu'à maturité.

Les ouvrages les plus concernés sont ceux présentant une grande surface libre non coffrée, tels que par exemple, les tabliers de ponts et les dallages.

Effets de la température sur le béton

L'élévation de température agit sur :

- La rhéologie du béton et son évolution ;
- La vitesse de prise ;
- La cinétique d'hydratation du ciment et de durcissement du béton ;
- L'évaporation de l'eau et la dessiccation du béton.

Effet de la température sur l'hydratation du ciment

L'élévation de la température ambiante accélère les réactions chimiques et modifie la cristallisation des silicates de calcium du ciment. En outre, l'hydratation du ciment est une réaction exothermique dont l'effet se cumule à celui des températures ambiantes élevées.

Ces phénomènes entraînent en particulier :

- Une modification des propriétés physico-chimiques du béton ;
- Un dégagement de chaleur plus rapide ;
- Une réduction sensible du temps de prise ;
- Un raidissement plus rapide du béton ;
- Une accélération de la dessiccation du béton ;
- Une diminution de la maniabilité du béton pouvant rendre plus délicate sa mise en œuvre ;
- Une augmentation de la température du béton et le risque de création de gradients thermiques importants ;
- Une augmentation du retrait et des risques de fissuration
- Une augmentation des résistances à court terme (1 à 7 jours) et, généralement, une réduction des résistances à 28 jours du béton.

Le temps de prise est en général divisé par 2 lorsque la température du béton passe de 20°c à 40°c.

Nota : chaque constituant participe à l'élévation de la température du béton en fonction de son dosage et de sa chaleur massique :

- une augmentation de 10°c de la température du ciment élève la température du béton de 1°c
- une augmentation de 10°c de la température de l'eau élève la température du béton de 2°c
- une augmentation de 10°c de la température des granulats élève la température du béton de 7°c

Effet de la température sur la demande en eau

Lorsque la température du béton augmente, sa demande en eau s'accroît et sa maniabilité baisse. La solution de rajouter de l'eau pour pallier cette perte d'ouvrabilité est à proscrire car elle entraîne une dégradation de la qualité du béton et une baisse sensible de la résistance mécanique à toutes les échéances

Effet de la température sur la consistance

L'élévation de température diminue sensiblement la maniabilité du béton. Pour une même formulation, si l'affaissement mesuré avec le **cône d'abrams** est de l'ordre, par exemple, de 100 mm à 20°c, il sera de 50 mm à 35°c.

Effet de la température sur l'évaporation

L'élévation de la température favorise l'évaporation. Or pour pouvoir durcir dans les meilleures conditions, le béton doit être préservé de l'évaporation de l'eau qu'il contient.

- L'évaporation est d'autant plus importante que l'air ambiant est sec, que la température est élevée et que la vitesse du vent est importante.
- L'évaporation trop rapide de l'eau du béton entraîne :
- Une hydratation imparfaite du ciment ;
- Une perte de maniabilité pendant le transport ;
- Une augmentation du retrait plastique facteur de fissuration superficielle ;
- Un défaut d'hydratation des surfaces non protégées et donc une dureté superficielle faible ;
- Une augmentation de la perméabilité de la couche superficielle du béton.

Lorsque le retrait est empêché, il peut se produire un phénomène de fissuration, quelques heures après le **décoffrage** (fissures de retrait plastique), si les contraintes engendrées deviennent supérieures à la résistance en **traction** du béton.

Ce phénomène est d'autant plus important que la température du béton est élevée, l'air est sec et que la température du béton augmente.

Précautions à prendre pour le bétonnage par temps chaud

Les conditions climatiques lors de la mise en œuvre du béton ont une incidence primordiale sur les performances du béton.

En règle générale, dès que la température mesurée sur chantier (la température doit être relevée sous abri à 1,50 m du sol) est durablement supérieure à 25°c, des dispositions particulières préalablement définies sont à prendre pour le bétonnage.

Au-dessus de 35°c, il convient dans la mesure du possible de différer le bétonnage à une période plus favorable ou de mettre en œuvre des dispositions renforcées.

Les moyens à mettre en œuvre sont fonction de la valeur de la température, de la dimension et du type de structure. L'entreprise doit prévoir dans sa procédure de bétonnage, les moyens de protection qu'elle appliquera pour limiter la température maximale du **béton frais**.

Nota : extrait du fascicule 65 :

Lorsque la température mesurée sur chantier est susceptible de dépasser 32°c, des dispositions particulières préalablement définies doivent être adoptées.

Bétonnage par temps chaud

Pour les périodes où la température ambiante, mesurée sur le chantier, est durablement supérieure à 30°c, l'entrepreneur soumet au maître d'œuvre, dans le **cadre** du programme de bétonnage, les dispositions qu'il propose de prendre pour limiter la température maximale du béton frais.

Recommandations relatives à la formulation

Des adaptations de la formulation du béton peuvent s'avérer nécessaires :

- Privilégier un ciment à faible chaleur d'hydratation (ciment faiblement exothermique) et éviter un ciment de type R ;
- Ne jamais accroître le rapport eau/ciment en ajoutant de l'eau au-delà de ce que prévoit la formule du béton et ne jamais rajouter d'eau dans le béton après malaxage ;
- Introduire dans la formulation un plastifiant ou un superplastifiant réducteur d'eau, ce qui permet d'obtenir la consistance souhaitée sans modifier le rapport eau/ciment, de limiter la dessiccation et d'améliorer la rhéologie en atténuant les effets de la température.
- Introduire dans la formulation un retardateur de prise pour compenser l'effet accélérateur de la chaleur et prolonger le temps d'utilisation.

Les études de formulation doivent être réalisées dans des conditions climatiques proches de celles de chantier,

afin de vérifier que la maniabilité reste satisfaisante pendant une durée compatible avec les conditions de transport et de mise en œuvre.

Recommandations pour la fabrication et le transport

Le ciment, l'eau et les granulats participent à l'élévation de la température du béton. Pour limiter leur échauffement, on s'efforcera de les protéger au maximum du soleil.

Cette précaution vaut particulièrement pour les granulats qui ont un rôle prépondérant dans l'augmentation de la température du béton.

Il est recommandé de prendre des précautions pour le stockage des granulats, d'utiliser les granulats de préférence le matin après refroidissement nocturne ou de les refroidir au préalable par arrosage. Dans ce cas, l'apport d'eau sera pris en compte dans la formulation du béton. Il est conseillé aussi d'utiliser de l'eau fraîche (ou de la refroidir si nécessaire avec de la glace).

Lorsque le chantier est approvisionné par une centrale de béton prêt à l'emploi, il faut s'efforcer de limiter la température du béton au départ de la centrale, réduire les temps de transport et d'attente et limiter le stationnement en plein soleil des camions malaxeurs.

Recommandations pour le bétonnage

Sur chantier, les horaires de bétonnage seront adaptés en fonction des températures (bétonnage aux heures les plus fraîches de la journée ou éventuellement la nuit).

La mise en œuvre du béton dans les coffrages doit être réalisée le plus vite possible, en réduisant toute attente et dans des délais très courts après sa fabrication. Il ne faut pas rajouter d'eau pour tenter d'améliorer la maniabilité du béton.

Les coffrages, en particulier métalliques, doivent être protégés de l'ensoleillement direct et éventuellement refroidis par humidification avant bétonnage. Pour des bétons exécutés en grande masse, le recours à des systèmes de refroidissement du béton dans la masse peut être nécessaire. La température du béton frais au moment de la mise en œuvre doit être inférieure à 30°c.

Protection des bétons

Les bétons doivent être protégés de l'évaporation immédiatement après leur mise en œuvre, notamment les surfaces exposées au soleil et au vent, par un produit de cure, par une bâche (paillassons humides, films polyéthylène…) ou par un système de pulvérisation d'eau. Cette protection doit être maintenue en place durant les premières heures, voire quelques jours selon l'évolution des conditions climatiques.

Il convient de prévoir toutes les dispositions permettant l'évacuation des calories de manière à maintenir le béton à une température acceptable (protection de l'ensoleillement, arrosage fréquent des coffrages…)

Auteur

Patrick Guiraud

Retrouvez toutes nos publications sur les ciments et bétons sur infociments.fr

Consultez les derniers projets publiés
Accédez à toutes nos archives
Abonnez-vous et gérez vos préférences
Soumettez votre projet