Bétonnage par temps froid

Avril 2018

Le froid et le gel peuvent avoir des conséquences néfastes sur la qualité et les performances finales du béton. Il est possible de les maîtriser moyennant des précautions aussi bien sur la formulation, la fabrication et le transport du béton que sur la mise en œuvre et la cure du béton frais.

Nota : le raccourcissement du béton sous l'effet d'une basse température et surtout la formation de gradients thermiques entre le cœur et la surface du béton risque de provoquer des fissurations au sein du béton.

Incidence de la température

La prise et le durcissement du béton sont retardés par une baisse de la température. En conséquence, les résistances du béton soumis à des basses températures sont très faibles, même au bout de quelques jours. Il convient donc d'augmenter, en cas de faibles températures, les délais de décoffrage.

En dessous d'une température de 5°c, la prise peut être suffisamment affectée pour altérer l'évolution des réactions d'hydratation.

Pour les températures basses mais supérieures à 0°c, les réactions d'hydratation du ciment ralentissent. On constate :

- Un retard de début de prise ;
- Un allongement du temps de durcissement.

La cinétique d'hydratation du ciment s'arrête dès que la température du béton descend en dessous de 0°c.

Nota : pour une température extérieure de 5°c :

- Le temps de prise est de l'ordre de 10 h contre 2h30 à 20°c ;
- Les résistances en compression à 2 jours sont de l'ordre de 2 mpa contre 15 à 20 mpa à 20°c.

Sur chantier, il convient de relever régulièrement les températures, leurs valeurs conditionnant les dispositions à prendre. Le thermomètre du chantier sera placé à 1,50m au-dessus du sol et à l'abri de la pluie et du soleil.

Le froid peut affecter de façon irréversible les caractéristiques physiques et mécaniques du béton. Les effets proportionnels à l'abaissement de la température et concernent à la fois le béton frais (avant la prise) et le béton jeune (juste après la prise).

Les effets du gel sur le béton varient selon le degré d'avancement de sa prise :

- Avant le début de prise, le béton est encore plastique et l'augmentation de volume dû à la solidification de l'eau de gâchage (environ 9%) peut se faire sans dégradation. Le durcissement reprend dès que la température dépasse 5°c, sans que les performances du béton ne soient affectées.
- Entre le début et la fin de prise, l'action du gel est néfaste. Les premières liaisons de cristallisation sont détruites. L'adhérence pâte granulat diminue. Le béton a ensuite une structure plus poreuse et donc des résistances amoindries. Lors du dégel, le processus physico-chimique de prise peut reprendre, mais les désordres provoqués par la glace sont irréversibles.

La résistance finale du béton est d'autant plus affectée que le gel du béton est précoce dans la phase de prise.

L'action du gel, après la prise, dépend du niveau de résistance atteint par le béton. On considère souvent qu'un béton doit avoir atteint une résistance à la compression d'au moins 5 mpa au moment où survient le gel pour que ses performances ne soient pas altérées.

Le délai après mise en œuvre nécessaire à la mise « hors gel » du béton est de l'ordre de 3 jours pour une température au moins égale à 5°c. Un béton soumis au gel en deçà de ce délai est pratiquement irrécupérable (il faut dans ce cas détruire les parties du béton gelées), tandis qu'au-delà, le froid ne provoque plus qu'un ralentissement du durcissement.

Précautions à prendre pour le bétonnage par temps froid

Dès que la température de l'air descend au-dessous de 5°c pendant plusieurs jours consécutifs, il convient de mettre en œuvre des moyens de prévention efficaces et prendre des précautions minimales pour protéger le béton frais et limiter les effets des basses températures.

S'il y a risque de gel et surtout si la température mesurée sur chantier est inférieure à -5°c, il est préférable dans la mesure du possible de différer les opérations de bétonnage, sauf si des dispositions du marché prévoient le recours à des solutions appropriées.

Par temps froid, il est indispensable :

- D'adapter la composition du béton : utilisation d'un accélérateur de prise et de durcissement ;
- D'apporter et de maintenir une quantité de chaleur au béton frais ;
- De maintenir les dispositions de protection en place au-delà des délais habituels ;
- De protéger les coffrages du froid ;
- D'éviter de bétonner en fin d'après-midi.

Le programme de bétonnage doit préciser les dispositions à prendre.

Recommandations relatives a la formulation

Les adaptations de la formule visent à accélérer le durcissement du béton. Le choix d'un ciment de classe 42,5 ou 52,5 et de type r est recommandé. Les ciments à durcissement rapide, à chaleur d'hydratation élevée et à fortes résistances initiales doivent être privilégiés (ciments de type CEM I).

Le dosage en ciment peut être augmenté. La quantité d'eau (et donc le rapport e/c) doit être réduite en utilisant les adjuvants adaptés. L'emploi d'adjuvants , tels que le réducteurs d'eau, accélérateurs de prise et accélérateurs de durcissement est conseillé. Des granulats non gélifs sont privilégiés.

Nota : il est indispensable de réaliser des études préalables de compatibilité ciment-adjuvant dans des conditions de température proches de celles du chantier.

Recommandations pour apporter et maintenir une quantité de chaleur au béton frais

Le béton peut être chauffé par l'eau lors de sa fabrication (utilisation d'eau de gâchage chauffée). Il peut être ensuite maintenu à température après sa mise en place, par chauffage du coffrage.

Les granulats doivent être stockés, le mieux possible, à l'abri du gel et en cas extrême, éventuellement chauffés (par injection de vapeur) avant introduction dans la centrale de malaxage.

Nota : l'augmentation de la température des constituants du béton peut élever sa température, par exemple :

- Une augmentation de 10°c de l'eau élève de 2°c la température du béton (une augmentation de 50°c permet un accroissement de 10°c) ;
- Une augmentation de 10°c des granulats élève de 6°c la température du béton ;
- Une augmentation de 10°c du ciment élève de 1°c la température du béton.

Les coffrages en bois isolent mieux le béton que les coffrages métalliques.

Les temps de transport entre la centrale de fabrication du béton et le chantier ainsi que l'attente sur le chantier doivent être réduits au strict minimum. La mise en place dans les coffrages doit être la plus rapide possible, en évitant toute période d'attente pendant laquelle le béton risque de se refroidir.

Maintien des dispositions de protection

Les coffrages pourront comporter une isolation (calorifugeage) qui limite les échanges thermiques avec l'extérieur. L'étuvage du béton au cours de son durcissement, par traitement thermique, à l'aide de coffrages chauffants, accélèrera l'hydratation du ciment.

La surface du béton en contact avec l'air devra être protégée du froid, par exemple avec une bâche isolante ou des panneaux

isolants. La protection thermique doit être d'autant plus efficace que la pièce est de faible épaisseur.

La mise en œuvre de ces dispositions doit permettre de maintenir le béton à une température minimale comprise entre 15 et 20°c (et surtout ne descendant jamais en dessous de 5°c) pendant sa prise et sont durcissement initial.

Recommandations pour le décoffrage

Les protections de surface doivent être maintenues au moins pendant 72 h pour éviter le contact du béton avec l'air froid.

Le décoffrage ne doit être effectué que si le béton a atteint une résistance mécanique minimale suffisante de l'ordre de 5 mpa (ce qui lui permet de résister aux effets du gel). Une résistance supérieure de l'ordre de 10 mpa peut être nécessaire pour supporter les contraintes ultérieures lors des phases suivantes de bétonnage.

Extrait du fascicule 65

Lorsque la température mesurée sur chantier est inférieure à 5°c, des dispositions particulières préalablement définies doivent être adoptées.

Bétonnage par temps froid

- Lorsque la température mesurée sur chantier est inférieure à -5°c, la mise en place du béton n'est pas autorisée, sauf disposition contraire du marché prévoyant le recours à des solutions appropriées.
- Lorsque cette température est comprise entre -5°c et +5°c, la mise en place du béton n'est autorisée que sous réserve de l'emploi de moyens efficaces pour prévenir les effets dommageables du froid, le programme de bétonnage précise les dispositions à prendre.
- Après interruption du bétonnage due au froid, le béton éventuellement endommagé est démoli.

Auteur

Patrick Guiraud



Article imprimé le 29/11/2026 © infociments.fr