Bétonnage et danger de gel

Autor(en): **[s.n.]**

Objekttyp: **Article**

Zeitschrift: **Bulletin du ciment**

Band (Jahr): **42-43 (1974-1975)**

Heft 22

PDF erstellt am: **27.04.2024**

Persistenter Link: https://doi.org/10.5169/seals-145886

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern.
Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden.
Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

Haftungsausschluss

Alle Angaben erfolgen ohne Gewähr für Vollständigkeit oder Richtigkeit. Es wird keine Haftung übernommen für Schäden durch die Verwendung von Informationen aus diesem Online-Angebot oder durch das Fehlen von Informationen. Dies gilt auch für Inhalte Dritter, die über dieses Angebot zugänglich sind.

Ein Dienst der *ETH-Bibliothek*
ETH Zürich, Rämistrasse 101, 8092 Zürich, Schweiz, www.library.ethz.ch

http://www.e-periodica.ch

BULLETIN DU CIMENT

OCTOBRE 1975 42e ANNEE NUMERO 22

Bétonnage et danger de gel

Effets du gel. Seuil de résistance au gel et degré de maturité correspondant. Détermination du seuil de résistance au gel. Mesures pratiques.

Il est bien connu que l'eau augmente de volume quand elle gèle. Cela peut développer des forces considérables et provoquer des éclatements. Le béton frais contenant de l'eau libre susceptible de geler, la question se pose de savoir si cela peut entraîner des dégâts. L'expérience montre que c'est bien le cas: Le béton frais gonfle s'il est soumis au gel, il s'y forme des cristaux de glace et une certaine séparation entre l'eau et les grains de ciment. La réaction chimique du ciment n'est pas compromise par le gel, elle n'est que fortement réduite pendant la période de froid. La perte de résistance est donc imputable uniquement à des modifications

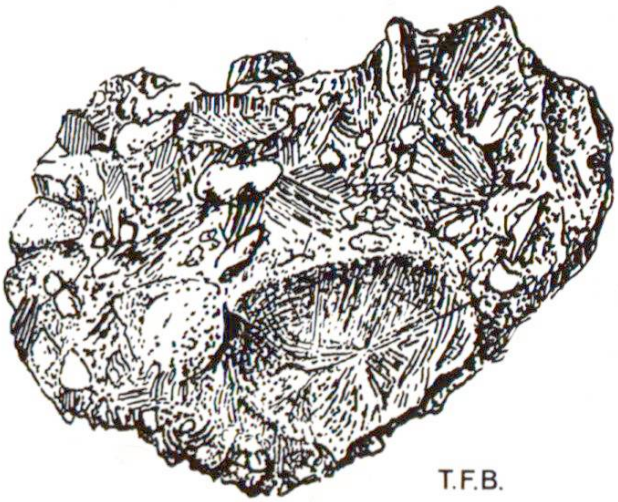

Fig. 1 Béton qui a été gelé et dans lequel on distingue des cristaux de glace.

de volume et elle serait évitée si l'on pouvait recompacter (vibrer) le béton immédiatement après son dégel. La relation existant entre le développement des résistances et la température a été traitée dans le BC No 20/1973.

Si le gel n'intervient qu'après que le béton ait atteint une certaine résistance, il n'y provoque pas de dégâts. Cette résistance critique peut être appelée «seuil de résistance au gel». Pour un béton de ciment portland elle est d'environ 100 kg/cm². A ce stade de durcissement, l'eau du béton est déjà finement répartie et en grande partie liée chimiquement ou adsorbée, en sorte qu'elle ne peut plus former les cristaux de glace responsables du gonflement.

Mais sachant cela, on n'est pas beaucoup plus avancé car on ne sait pas à quel moment ce «seuil de résistance au gel» est atteint. C'est bien là que se trouve la question essentielle pour le praticien. Comme la détermination exacte de ce moment exigerait des essais importants et coûteux, on doit se borner à des estimations.

La difficulté réside dans le fait que deux influences antagonistes difficiles à définir sont en jeu. Il s'agit d'une part du **refroidissement** probable et d'autre part de **l'échauffement** provoqué par la réaction de durcissement. Si le refroidissement prend le dessus, alors son effet s'accentue immédiatement car il freine la réaction chimique et le dégagement de chaleur qui lui est lié. Si au contraire l'échauffement est prépondérant, alors il va s'accélérer de lui-même. Le système est incapable d'atteindre un état d'équilibre stable, mais au contraire il tend à pencher vers ses extrêmes.

Le «seuil de résistance au gel» de différents bétons peut-être exprimé en degré de maturité (voir BC No 20/1973).

Tableau 1: Degrés de maturité critiques correspondant au seuil de résistance au gel

		Coefficients eau/ciment:			
		0.4	0.5	0.6	
Sortes de ciment:	**CP**	450	700	1000	
	CPHR	350	450	600	°C · h

Degré de maturité $R = (t + 10) \cdot h$

t = température de durcissement
h = temps de durcissement en heures

3 Connaissant son degré de maturité critique, on peut calculer le temps que mettra le béton pour atteindre le seuil de résistance au gel.

$$\text{Temps de durcissement } h = \frac{R}{t + 10}$$

Si l'on prend pour t la température la plus basse mesurée dans le béton, alors bien qu'approximatif, le résultat de ce calcul nous place du côté de sécurité. Si la température varie fortement pendant le premier durcissement, on peut déterminer le degré de maturité à partir de la courbe de température (fig. 2).

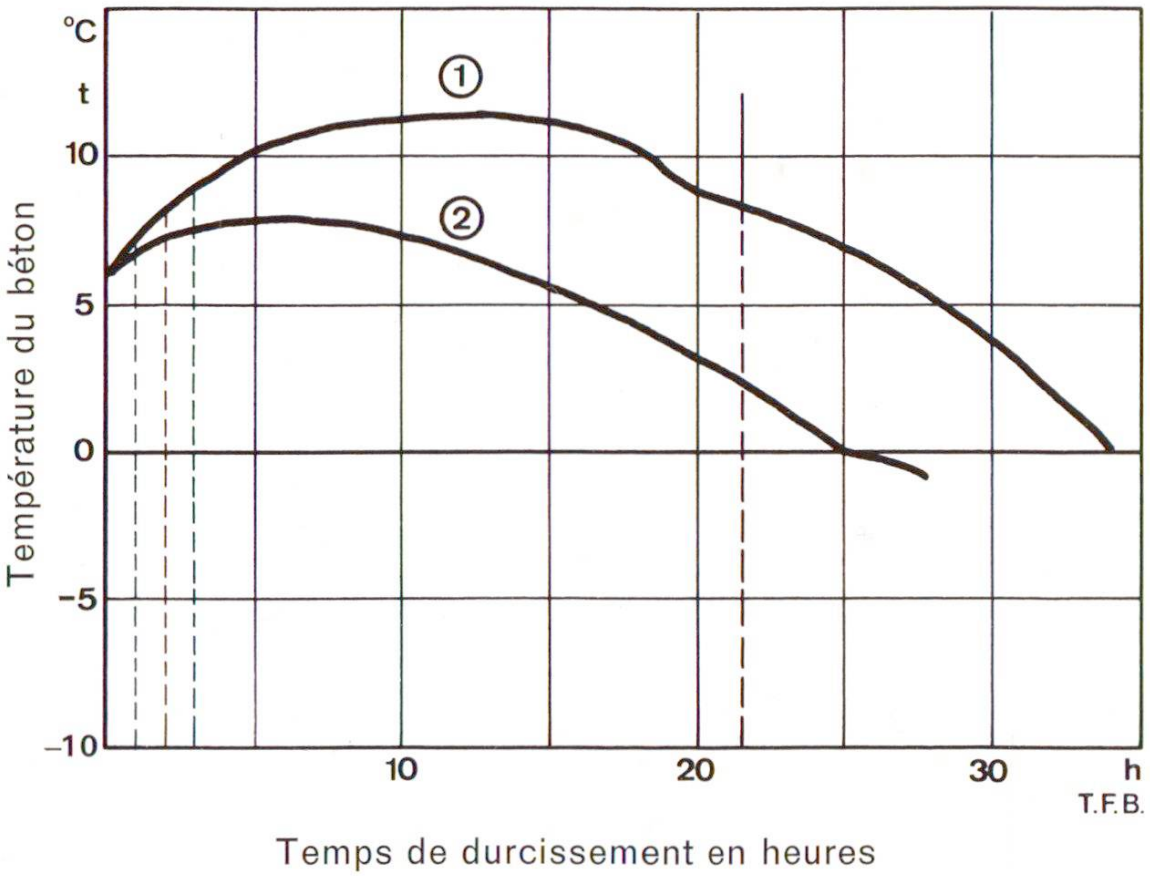

Fig. 2 La courbe de température d'un béton frais permet de déterminer le moment où le seuil de résistance au gel est atteint. On calcule la surface comprise entre la ligne –10°C et la courbe en faisant la somme des ordonnées correspondant à chaque heure. Cette somme est le degré de maturité.

Exemple: Béton CPHR 300. Coefficient eau/ciment = 0.48
Température initiale = 6°C
Degré de maturité correspondant au seuil de résistance au gel = 430°C · h (Tableau 1).
Température ambiante: –8°C à –12°C.

Le béton isolé (courbe 1) atteint le seuil de résistance au gel après 21.5 h (R = 430), avant que sa température soit descendue à 0°C.

Le béton non isolé (courbe 2) commence à geler après 25 h alors qu'il a un degré de maturité de 390. A ce moment, il n'a pas atteint le seuil de résistance au gel et pourra donc subir des dégâts.

4 En pratique, on dispose de quatre moyens pour éviter des dégâts par le gel:

1. Choix d'une composition appropriée du béton.
2. Stimulation de la prise et du dégagement de chaleur.
3. Réduction des pertes de chaleur.
4. Abaissement du point de congélation de l'eau par un produit antigel.

Pour la **composition du béton,** on peut conseiller les mesures suivantes:

- Emploi d'un ciment spécial (CPHR)
- Dosage en ciment aussi élevé que possible
- Facteur eau/ciment aussi bas que possible
- Grain maximum petit

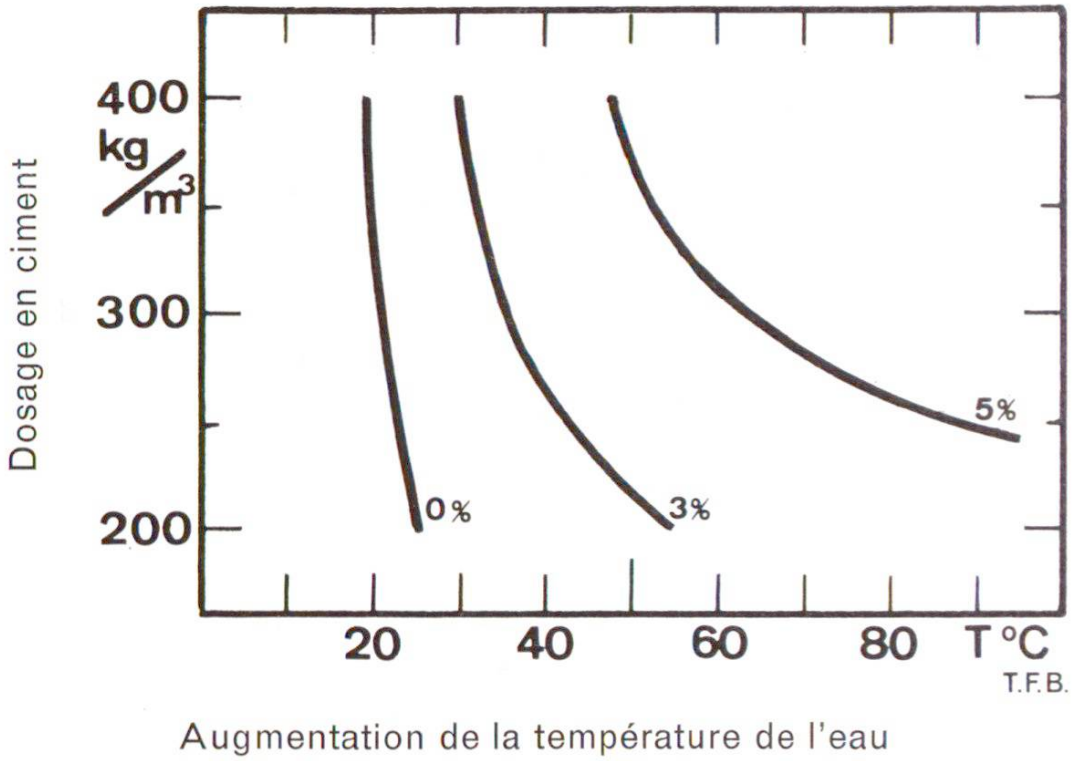

Fig. 3 Utilisation d'eau de gâchage chauffée pour élever la température du béton frais. Le diagramme permet de trouver l'augmentation T de température de l'eau nécessaire pour que la température du béton soit élevée de 5°C.

Conditions:
- T_0 = Température des granulats et du ciment
- $T_0 + 5$ = Température du béton à atteindre
- $T_0 + T$ = Température nécessaire de l'eau
- $T_0 > 0$°C (valable seulement pour granulats non gelés)
- Béton de consistance faiblement plastique

Pour une consistance constante, la température de l'eau dépend du dosage en ciment (ordonnée) et de la teneur en eau des granulats (courbes 0 %, 3 % et 5 %).

5 Le meilleur moyen de **stimuler** la prise est d'élever la température du béton frais. Une fois en place, le béton devrait avoir une température d'au moins + 5°C et pour cela au moins + 10°C à la bétonnière. Pour élever la température du béton frais, on peut chauffer l'eau de gâchage et la mélanger premièrement avec les granulats seuls (fig. 3). Toutefois, si les granulats sont gelés, cette méthode ne suffit pas et il faut préalablement les dégeler, à la vapeur par exemple. En présence d'un gel fort et durable, on utilise parfois un courant électrique pour chauffer le béton en place (béton électrique).

Pour réduire les **pertes de chaleur,** on a recours à l'isolation du béton en place par du bois, des paillassons, des plaques de matière synthétique expansée, etc. S'il y a courant d'air, il faudrait encore une protection par une feuille de plastique. Ces mesures contre les pertes de chaleur sont surtout nécessaires pour les éléments de béton relativement élancés tels que piliers et parois minces; elles le sont moins pour les éléments massifs tels que fondations, dalles etc. C'est le rapport entre surface et volume du béton qui est déterminant. Ainsi les arêtes et autres saillies sont les plus vulnérables.

Pour utiliser un **antigel** il faut en connaître exactement les prescriptions de dosage, ainsi que l'influence qu'il peut avoir sur les résistances et sur l'armature. On n'utilisera que des produits accompagnés d'un mode d'emploi complet et dont le fournisseur dispose d'un service technique capable de répondre à toute question pouvant se poser. Les produits antigel agissent en général par «stimulation» de la prise.

Bibliographie

Bulletin du Ciment No 23/1959 et No 11/1964
RILEM, Directives pour le bétonnage hivernal, TFB, Wildegg 1972

TFB

Pour tous autres renseignements s'adresser au
SERVICE DE RECHERCHES ET CONSEILS TECHNIQUES
DE L'INDUSTRIE SUISSE DU CIMENT WILDEGG/SUISSE
5103 Wildegg Case postale Téléphone (064) 53 17 71