

Influence de la température sur le durcissement du béton

Autor(en): [s.n.]

Objektyp: **Article**

Zeitschrift: **Bulletin du ciment**

Band (Jahr): **22-23 (1954-1955)**

Heft 4

PDF erstellt am: **16.05.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-145426>

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.

BULLETIN DU CIMENT

AVRIL 1954

22ÈME ANNÉE

NUMÉRO 4

Influence de la température sur le durcissement du béton

On a l'habitude d'évaluer la résistance du béton d'après son âge. Ainsi, par exemple, on n'autorise le décoffrage d'un ouvrage qu'après un certain nombre de jours de durcissement. Dans certains cas, il faut cependant tenir compte aussi de la température. Il est donc nécessaire de connaître exactement son influence.

Effet de la température

Selon une loi générale de la nature, les réactions chimiques sont activées par une élévation de température. Appellons « maturité »

l'état de la réaction à un moment quelconque. On a: $\frac{\text{maturité}}{\text{temps}} =$

f (température), c'est-à-dire que la vitesse de réaction est fonction de la température. Ceci correspond au fait physique connu que la chaleur augmente l'agitation et par conséquent la fréquence des rencontres des molécules. Un morceau de sucre fondant dans l'eau est un exemple de réaction simple dans lequel l'influence de la température est facile à observer. L'agitation des molécules, accrue par la chaleur diminue la cohésion de chaque cristal de sucre et augmente en même temps les chances de chocs entre les molécules de sucre et d'eau, chocs qui sont le véritable siège de la réaction. Un phénomène analogue se passe lors de la prise et du durcissement du ciment.

2 Le durcissement du ciment (voir BC 1949/21 und 1951/13)

Le début de la prise correspond au moment où l'eau commence à agir sur les grains de ciment en formant un « gel » à leur surface. Jusqu'à la fin de prise, ce gel, d'abord très dilué, se concentre petit à petit quand l'eau pénètre plus avant dans les grains. A ce moment, une faible partie seulement de l'eau est combinée chimiquement. Pendant le durcissement proprement dit, dont l'augmentation est d'abord rapide puis toujours plus lente et ceci pendant des mois et même des années, l'eau pénètre complètement les grains de ciment en se combinant chimiquement (hydratation).

Influence de la température sur le durcissement

La qualité d'un ciment ou d'un béton est caractérisée par sa résistance, liée directement à son durcissement, soit au progrès de la combinaison chimique de l'eau avec le ciment, en d'autres termes, à sa **maturité**. On a donc d'après l'égalité déjà donnée plus haut:

Résistance = fonction de la maturité

Maturité = fonction du temps et de la température.

Ainsi la **résistance** dépend du **temps**, mais aussi de la **température**. C'est la raison pour laquelle ces deux facteurs sont fixés dans les normes qui donnent la résistance minimum à **28 jours** pour une température de durcissement de **18°**. (De plus, pour les raisons que chacun connaît, il est précisé encore que les éprouvettes doivent être conservées dans l'eau ou dans une humidité suffisante. Cette condition est sous-entendue pour tous les essais mentionnés ci-dessous.)

Si l'on examine de plus près l'influence de ces deux facteurs en procédant à des essais dans lesquels on fait varier tantôt l'un tantôt l'autre, on constate que la température et le temps ont des effets différents sur l'augmentation des résistances, suivant les conditions dans lesquelles ils agissent.

Etat du béton	Grandeur de l'influence	
	de la température	du temps
Froid (peu en-dessus de 0°)	grande	petite
Chaud (p. ex. 50°)	petite	grande
Jeune	grande	petite
Vieux	petite	grande

Ce tableau montre que si l'on bétonne par temps froid, un réchauffement de quelques degrés active sensiblement le durcissement; ou

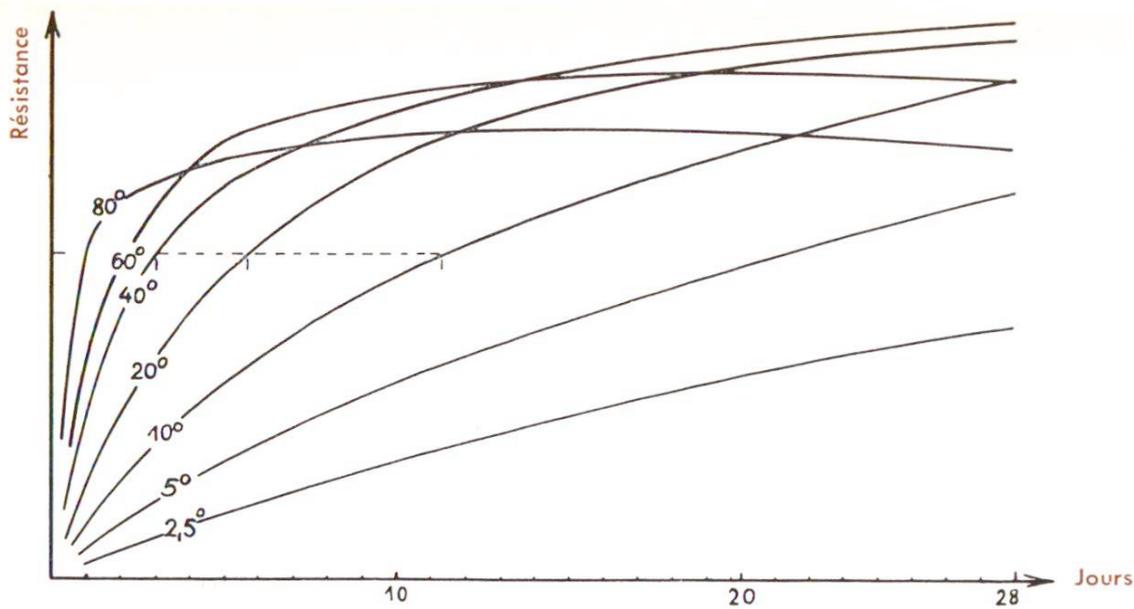


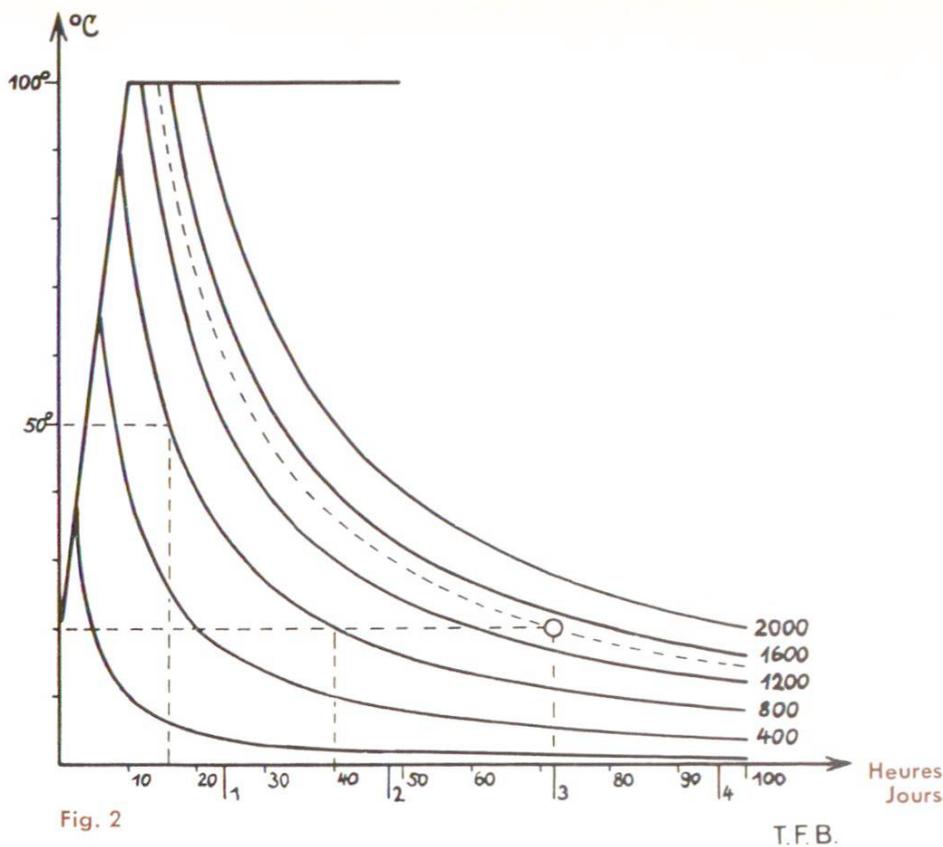
Fig. 1

T.F.B

bien, que l'augmentation des résistances d'un béton plus âgé est très peu influencée par la température ambiante. Il n'est donc pas nécessaire en pratique, de tenir compte de l'influence de la température sur le durcissement d'un béton âgé de quelques semaines.

L'évolution des résistances en fonction de la température et du temps peut être représentée graphiquement. La figure 1 donne cette évolution pour différentes températures. A 40° p. ex., un béton atteint déjà en 3 jours la résistance qu'il n'aurait qu'après 6 jours à 20° et après 12 jours environ à 10°. L'intensité de l'influence de la température est caractérisée par la pente des courbes. On voit que c'est pendant les premiers jours qu'elle est la plus forte, et ceci d'autant plus que la température est élevée. Pour les hautes températures, 60° et plus, après une **augmentation rapide**, la résistance diminue ensuite légèrement. Certains essais ont montré que le durcissement **trop rapide** provoque des désordres dans la masse et des anomalies dans le développement des réactions chimiques. Pour éviter ce phénomène fâcheux les températures élevées ne doivent pas être mises en jeu quand le béton est tout frais, mais seulement **quelques heures après son gâchage**; il semble donc que ce n'est que pendant la prise qu'elles peuvent être néfastes, mais on n'est cependant pas encore au clair sur ce point.

La figure 2 donne une autre représentation de ce qui se passe dans la première période de durcissement. On y fait intervenir la notion de « maturité » du béton exprimée en « degré-heure » par le produit température \times temps. Pour un béton déterminé, une maturité donnée correspond à une certaine résistance. Par



conséquent, le béton atteint la même résistance après un durcissement de 40 h à 20° ou après 16 h à 50° (maturité 800). Si la résistance d'un béton après 3 jours (72 h) à 20° est de 110 kg/cm², on peut lui conférer la même résistance par les autres combinaisons — température × temps — dont le produit constant est 1440 et qui sont représentées par la courbe pointillée.

Cette règle n'est valable toutefois qu'à certaines conditions:

- Conservation du béton dans l'eau ou à l'humidité
- Pas de température élevée pendant la prise
- Facteur eau/ciment inférieur à 0,5
- Emploi de ciment portland
- Bétons de mêmes compositions.

Il serait intéressant surtout d'avoir une formule générale permettant de calculer la résistance à partir de la maturité. Mais c'est très difficile car une telle relation dépend des nombreux facteurs qui caractérisent la qualité et la composition d'un béton. Il faut donc toujours avoir recours à des essais qui sont la seule base valable pour établir cette relation (voir BC 1944/11).

A la figure 3, on a encore une autre courbe permettant de **déterminer approximativement** l'influence de la température. Elle résulte des graphiques ci-dessus ainsi que d'un essai de résistance.

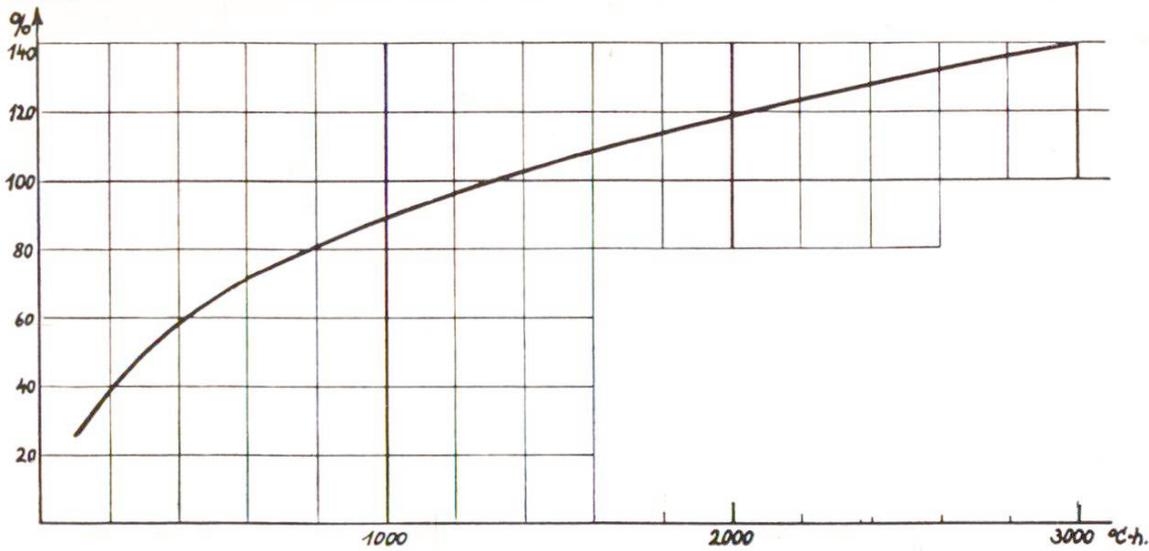


Fig. 3 Ciment portland normal

Maturité T.F.B.

Exemples (avec ciment portland normal)

a) Un béton a une résistance de 220 kg/cm^2 après 3 jours de durcissement à 18° . On désire la porter à 280 kg/cm^2 après 30 heures. A quelle température faut-il le maintenir?

$$\text{Maturité} = 72 \times 18 = 1300.$$

Sur la courbe, à une maturité de 1300 correspond le 100 % de la résistance normale. Ainsi $220 \text{ kg/cm}^2 = 100 \%$ et $280 \text{ kg/cm}^2 = 127 \%$.

La courbe montre que pour avoir 127 % il faut une maturité de 2350.

$$\text{La température cherchée est donc } \frac{2350}{30} = 78 \text{ à } 79^\circ \text{ C.}$$

b) La résistance d'un béton déterminée par un essai après 55 heures de durcissement à 12° est de 135 kg/cm^2 . Quelle est-elle après 3 jours à 20° et à 35° C ?

$$\text{Maturité } 55 \times 12 = 660.$$

A une maturité 660 correspond le 75 % de la résistance normale
 $660 \rightarrow 75 \% = 135 \text{ kg/cm}^2$

$$1^{\text{ère}} \text{ question } m = 72 \times 20 = 1440 \rightarrow 104 \% = \mathbf{187 \text{ kg/cm}^2}$$

$$2^{\text{ème}} \text{ question } m = 72 \times 35 = 2520 \rightarrow 132 \% = \mathbf{238 \text{ kg/cm}^2}$$

Cette méthode n'a pas une grande précision et ne donne qu'une valeur approximative de l'influence de la température. Ceci premièrement parceque la température du béton n'est pas égale à celle du milieu et qu'elle est difficile à mesurer. D'autre part, le durcissement du ciment dégage de la chaleur qui, suivant la grandeur de l'ouvrage, l'isolation réalisée par le coffrage, le dosage, augmente ou diminue la différence entre la température du béton et celle du milieu.

6 Conclusions pratiques

Par le **froid**, quand la température est voisine ou inférieure à 0° C, tout durcissement est pratiquement interrompu. Par conséquent le délai de décoffrage doit être prolongé du nombre de jours froids (voir BC 1937/12 et 1946/1).

Quand le béton est soumis à une chaleur artificielle ou aux rayons du soleil, ou simplement par temps chaud, il faut éviter l'évaporation de l'eau pendant son durcissement afin d'empêcher qu'il ne soit « brûlé ». Il ne faut pas soumettre le béton frais directement aux rayons du soleil qui provoquent un réchauffement inégal de ses différentes parties et par conséquent des résistances inégales et des fissures.

Le **durcissement à la vapeur** a pour but d'activer le développement des résistances par **l'action artificielle de la chaleur**. L'emploi de la vapeur d'eau permet d'augmenter à volonté la température du béton en le maintenant dans une humidité adéquate. Les résistances nécessaires étant ainsi rapidement atteintes, on peut réduire les délais de décoffrage et diminuer également la durée du traitement ultérieur à l'humidité. En raison de sa technique, ce procédé ne peut cependant s'appliquer normalement qu'à la fabrication en usine de certains éléments de construction.

En principe, l'action de la chaleur **n'augmente pas la qualité** finale du béton. Elle permet uniquement de lui conférer en peu de temps les résistances qu'il n'aurait atteintes qu'en 10 à 14 jours s'il n'avait par été soumis au traitement.

BIBLIOGRAPHIE

- | | | |
|-----------------|-----------------------------------|---------|
| R. W. Nurse, | Mag. of Concr. Res. 1, 77 (No. 2) | (1949) |
| | Zement-Kalk-Gips 5, 300 | (1952) |
| A. G. A. Saul, | Mag. of Concr. Res. 2, 127 (N° 6) | (1951) |
| | Zement-Kalk-Gips 5, 167 | (1952) |
| S. G. Bergström | Mag. of Concr. Res. 5, 59 (N° 14) | (1953). |

Pour tous autres renseignements s'adresser au

SERVICE DE RECHERCHES ET CONSEILS TECHNIQUES DE L'E. G. PORTLAND
WILDEGG, Téléphone (064) 8 43 71