

**Zeitschrift:** Bulletin du ciment  
**Band:** 40-41 (1972-1973)  
**Heft:** 20

**Artikel:** Le degré de maturité  
**Autor:** [s.n.]  
**DOI:** <https://doi.org/10.5169/seals-145844>

### **Nutzungsbedingungen**

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. [Siehe Rechtliche Hinweise.](#)

### **Conditions d'utilisation**

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. [Voir Informations légales.](#)

### **Terms of use**

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. [See Legal notice.](#)

**Download PDF:** 13.10.2024

**ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>**

# BULLETIN DU CIMENT

AOUT 1973

41e ANNÉE

NUMÉRO 20

---

## Le degré de maturité

**Accélération du durcissement du béton par élévation de la température. Rôle du degré de maturité. Evaluation du développement des résistances pour différentes températures. Exemples.**

Chacun sait que l'augmentation des résistances du béton est influencée par la température. Comme toutes les autres réactions chimiques, celles dont le ciment est le siège sont accélérées par des températures élevées. Dans la pratique, il est souvent très important de connaître cette influence, par exemple lors de fortes variations de la température de l'air, en cas de traitement thermique du béton, pour prévoir les résistances ou pour comparer les résistances en différentes saisons. Il s'agit chaque fois d'évaluer les résistances qui peuvent être atteintes pour différentes conditions de température.

Cette prévision dépend d'une relation simple basée sur ce qu'on a appelé le **degré de maturité R**. Pour un même béton, **chaque degré de maturité correspond à une certaine résistance**.

Le degré de maturité R est le produit du temps de durcissement par la température du béton et correspond à la surface pointillée de la figure 1. La formule du degré de maturité est  **$R = t (T + 10)$**  (en h  $\times$  °C). R = degré de maturité, t = temps de durcissement, T = température moyenne du béton pendant le temps considéré.

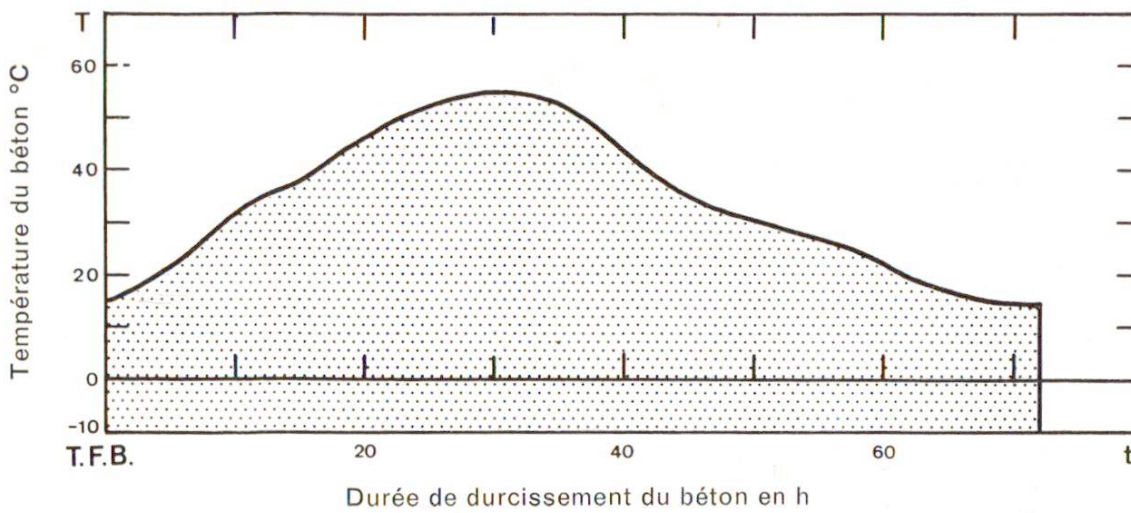


Fig. 1 Le degré de maturité R correspond à la surface comprise entre les axes de coordonnées et la courbe température-temps, augmentée de la surface  $t \times 10$  de la bande comprise entre l'axe des abscisses et la droite  $-10^\circ\text{C}$ .

Si la température du béton est constante, le degré de maturité est facile à déterminer (fig. 2), alors que pour trouver sa valeur si la température varie, il faut calculer la surface sous la courbe température-temps correspondante (fig. 3). Pour cela on trace la droite de la température moyenne, ou bien on fait la somme des surfaces de petites tranches verticales.

L'augmentation de  $10^\circ\text{C}$  de la température introduite dans la formule correspond au fait que ce n'est qu'à  $-10^\circ\text{C}$  environ que les réactions de durcissement du ciment cessent complètement. Ainsi, des températures comprises entre 0 et  $-10^\circ\text{C}$  contribuent aussi au degré de maturité.

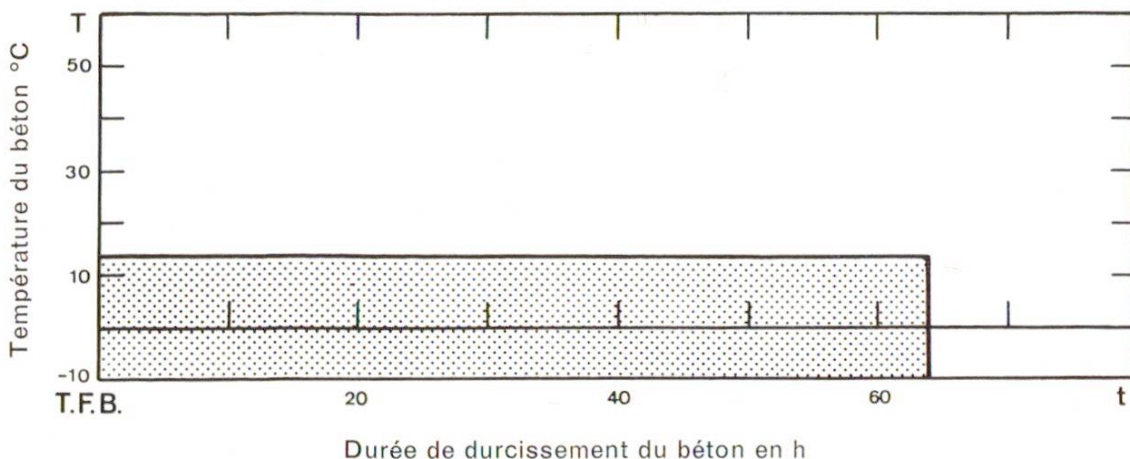


Fig. 2 Pour une température constante du béton ou si l'on a déterminé la température moyenne, il est facile de calculer le degré de maturité. Dans l'exemple:  $R = 64 (14 + 10) = 1536^\circ\text{C} \times \text{h}$ .

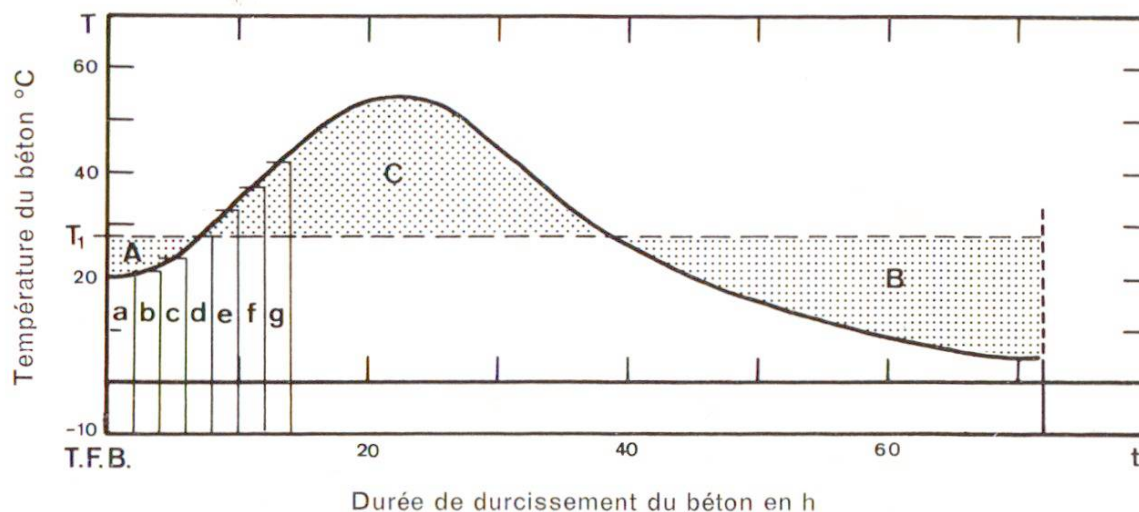


Fig. 3 Si la courbe température-temps est quelconque, le degré de maturité peut être déterminé graphiquement de deux manières:

1. On trace une ligne horizontale de température moyenne qui détermine avec la courbe des surfaces A, B et C. Sa position est telle que la somme des surfaces situées au-dessus soit égale à celle des surfaces situées au-dessous. Dans l'exemple:  
 $A + B = C$ ,  $T_1 = 28^\circ$ ,  $R = 72 (28 + 10) = 2736^\circ\text{C} \times \text{h}$ .
2. La surface sous la courbe, y compris celle de la bande jusqu'à  $-10^\circ\text{C}$ , est divisée en tranches verticales étroites dont on fait le total des surfaces. Dans l'exemple:  
 $R = a + b + c + d + e + f + g \dots^\circ\text{C} \times \text{h}$ .

Le principe suivant lequel une certaine résistance correspond à chaque degré de maturité n'est valable que dans certaines conditions. La première et la plus importante est que les bétons doivent être fabriqués avec les mêmes matériaux mélangés selon la même formule granulométrique. Il faut aussi que la teneur en eau soit constante pendant la durée considérée. En outre, le calcul de la résistance au moyen du degré de maturité sera d'autant plus inexact que la température dépassera  $40^\circ\text{C}$ . Dans ce cas, le degré de maturité calculé sera un peu inférieur à sa valeur réelle. Une correction de cet écart serait théoriquement possible, mais sans intérêt pratique.

La figure 4 donne l'évolution de la résistance d'un béton CP 300 kg. Il s'agit de la **résistance à la compression sur cube, en % de la résistance normale à 28 jours**. Si le béton avait une autre composition, l'allure de la courbe serait un peu différente, mais celle-ci correspond à un béton moyen de chantier. Ceux qui utilisent couramment le degré de maturité établissent une courbe pour leur propre béton sur la base de leur propre expérience.

4

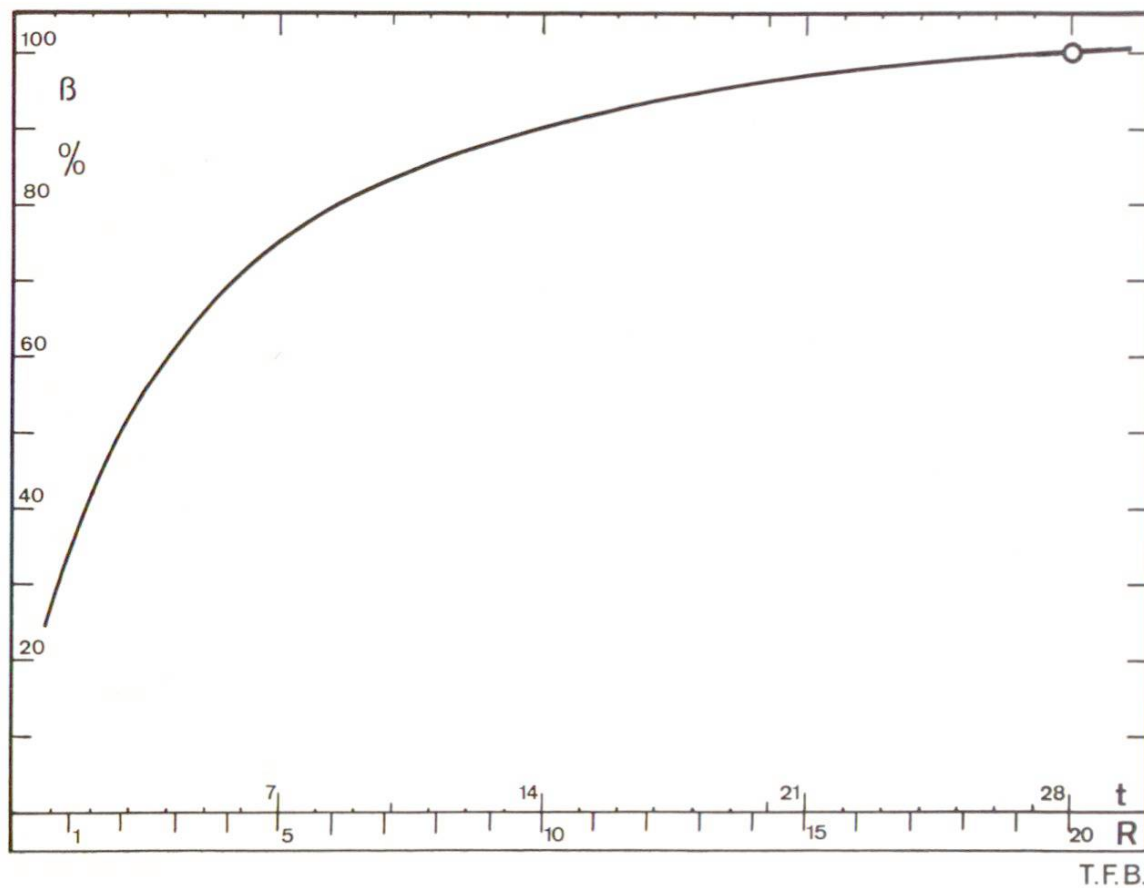


Fig. 4 Courbe de l'évolution de la résistance d'un béton CP 300 de chantier pour une température constante de 20 °C; résistances exprimées en % de la résistance normale à 28 jours.  
 t = temps de durcissement en jours  
 R = degré de maturité en °C × h × 1000

Les exemples suivants montrent des applications pratiques du degré de maturité R:

### Exemple 1

Sur un certain chantier, le plus court délai de décoffrage à la température normale de 27 °C est de 48 heures. Quel est le délai si la température moyenne du béton est de 8 °C ?

Solution:

-  $R = 48 (27 + 10) = 1776$

- Le degré de maturité est valable également dans les nouvelles conditions

- donc,  $t = \frac{1766}{8 + 10} = 99$

- Le nouveau délai de décoffrage est de 99 h, soit en gros 4 jours.

## 5 Exemple 2

Les essais préliminaires d'un béton ont donné à 28 jours et à 20 °C une résistance à la compression de 520 kg/cm<sup>2</sup>. Les éprouvettes prélevées sur le chantier ont donné 360 kg/cm<sup>2</sup> après 7 jours à 15 °C. Ce résultat correspond-il à deux des essais préliminaires ?

Solution :

- 360 kg/cm<sup>2</sup> sont le 69% de 520 kg/cm<sup>2</sup>
- Selon fig. 4, 69% correspond à un degré de maturité de 4000
- le degré de maturité calculé pour l'essai à 7 jours est  
 $R = 168 (15 + 10) = 4200$
- On constate donc une bonne concordance

## Exemple 3

Des éprouvettes d'un béton CP 300 prélevées sur un chantier ont à 7 jours et 12 °C une résistance de 230 kg/cm<sup>2</sup>. Quelle résistance auront-elles à 28 jours pour une température moyenne de 16 °C ?

Solution :

- Le degré de maturité de l'essai à 7 jours est:  $R = 168 (12 + 10) = 3700$
- Selon fig. 4,  $R = 3700$  correspond à 67% de la résistance normale qui est donc  $\frac{230}{67} \cdot 100 = 344 \text{ kg/cm}^2$
- Le degré de maturité de l'essai à 28 jours est:  $R = 672 (16 + 10) = 17472$
- Selon fig. 4,  $R = 17472$  correspond à 98% de la résistance normale
- La résistance à 28 jours sera donc environ  $\frac{344 \times 98}{100} = 335 \text{ kg/cm}^2$

## Exemple 4

Au cours du durcissement de 22 heures d'un élément préfabriqué, la température est portée un instant à 60 °C au moyen de vapeur. Cela provoque la courbe température-temps de la figure 5. Si on n'ose élever la température que jusqu'à 40 °C, comment doit s'appliquer le traitement thermique pour qu'on obtienne la même résistance après 22 heures ?

## 6 Solution:

La solution graphique est donnée par la figure 6. Les surfaces sous les courbes température-temps qui correspondent aux degrés de maturité doivent être égales. On voit que la température de 40 °C doit être maintenue pendant 7,5 heures.

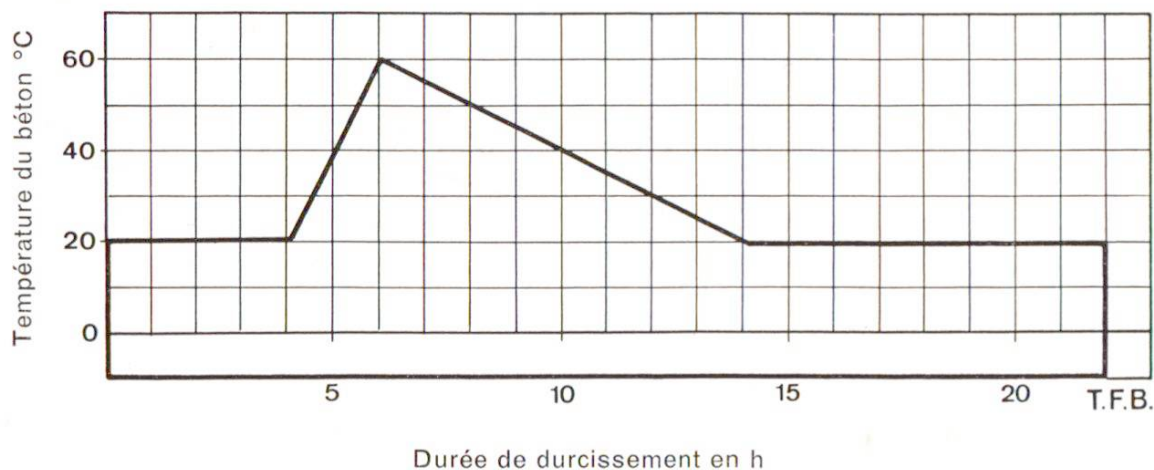


Fig. 5 Programme d'un traitement thermique lors de la fabrication d'éléments de béton. Délai de démoulage 22 h.

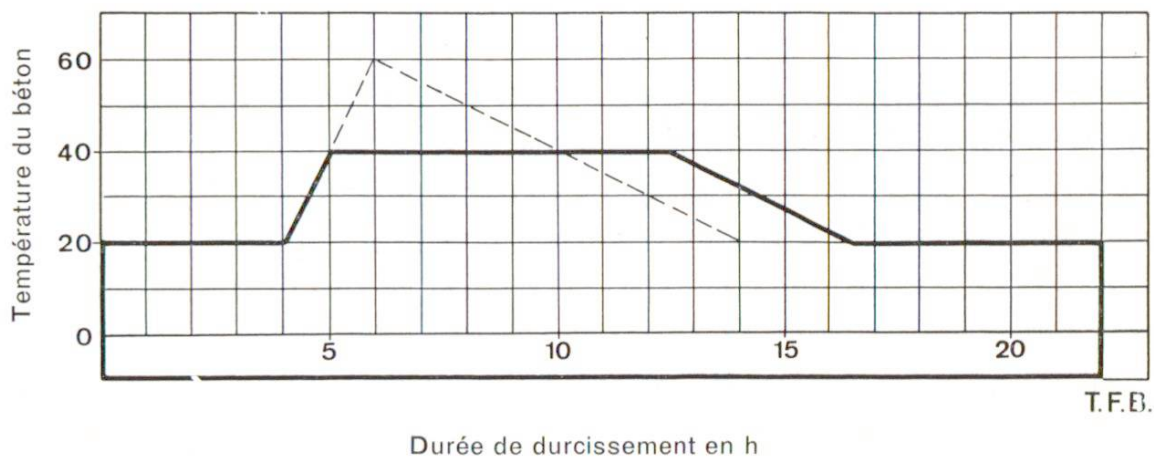


Fig. 6 Modification du programme de la figure 5, la température maximale étant limitée à 40 °C et la résistance après 22 h devant être la même.