

Bétonnage par temps chaud

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

Objektyp: **Article**

Zeitschrift: **Bulletin du ciment**

Band (Jahr): **56-57 (1988-1989)**

Heft 16

PDF erstellt am: **05.08.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-146199>

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 1989

57E ANNÉE

NUMÉRO 16

Bétonnage par temps chaud

Influences sur le béton frais et sur le béton durci. Recommandations pour le programme et l'exécution.

Les travaux de construction sont influencés par le temps qu'il fait parce qu'ils sont exécutés en plein air. A cet égard, on considère la saison froide comme critique et on prend les mesures qui conviennent. Si les travaux doivent se prolonger d'automne en hiver sans restrictions, il en résultera des dépenses supplémentaires. Il en va autrement du passage à la saison chaude. Il procure un allègement, car on peut à nouveau renoncer aux mesures supplémentaires et augmenter sensiblement les rendements. Toutefois les travaux de bétonnage ont cette particularité qu'ils posent aussi des problèmes en saison chaude. On sait que les températures élevées réduisent le temps pendant lequel le béton reste maniable. Mais il y a d'autres considérations dont il faut tenir compte dans l'établissement du programme des travaux. Si elles sont négligées, cela peut conduire à des défauts plus ou moins graves de l'ouvrage. En ce qui concerne l'estimation des inconvénients dus au temps chaud, il y a de fausses idées préconçues telles que:

- Ce n'est qu'en plein été qu'on a des conditions météorologiques critiques.
- En été, il suffit d'utiliser un retardateur de prise.
- En été, il se produit davantage de fissures.
- En été, on reçoit un ciment de qualité différente, car la production indigène ne suffit pas.
- Les problèmes de température ne se posent que s'il s'agit d'éléments de construction de grandes dimensions.

2 Les considérations qui suivent ne concernent que les travaux en béton coulé sur place tels qu'ils se présentent en général dans le bâtiment et le génie civil. S'il s'agit d'ouvrages très importants ou de procédés spéciaux, il faudra tenir compte en outre d'autres considérations.

Influence des conditions météorologiques

Pour l'estimation de l'influence du temps qu'il fait sur les travaux de bétonnage, les points suivants sont déterminants:

- Température de l'air
- Humidité de l'air
- Vitesse du vent
- Ensoleillement

Il ne faut pas les considérer isolément, mais dans leur ensemble. C'est la raison pour laquelle l'évolution du temps joue également un rôle. Les changements tels que brusque arrivée du foehn ou tendance aux orages avec forte chute de température sont particulièrement importants. Des situations météorologiques critiques peuvent toujours survenir en été, de juin à septembre. Il n'y a donc pas de règle valable toute l'année, mais on peut donner une formule de béton pour chaque mois, en fonction de la température. Les mesures à prendre doivent être adaptées aux conditions particulières de chaque chantier et aux conditions météorologiques du moment. Celles-ci agissent aussi bien sur le béton frais que sur le béton durci. Elles déterminent par conséquent le déroulement du bétonnage.

Influences sur le béton frais

Par temps chaud, ce sont les propriétés suivantes du béton frais qui sont déterminantes:

1. *La température du béton:* En gros, elle suit celle de l'air. D'une façon plus précise elle dépend de la somme des apports de température des différents composants. Pour une plus faible part, elle dépend aussi du dosage en ciment. Le tableau 1 donne deux exemples de ces températures approximatives.

Ces valeurs sont tirées du diagramme pour la détermination des températures [1]. Ce sont les granulats qui fournissent la plus forte contribution. S'ils se réchauffent de 10°C, la température du béton s'élève de 7°C. En général ils sont un peu moins chauds que l'air s'ils ne sont pas en plein soleil. Le ciment a une contribution sensiblement plus faible bien qu'il soit souvent livré relativement chaud. 10°C supplémentaires n'élèvent la température du béton que de 1°C.

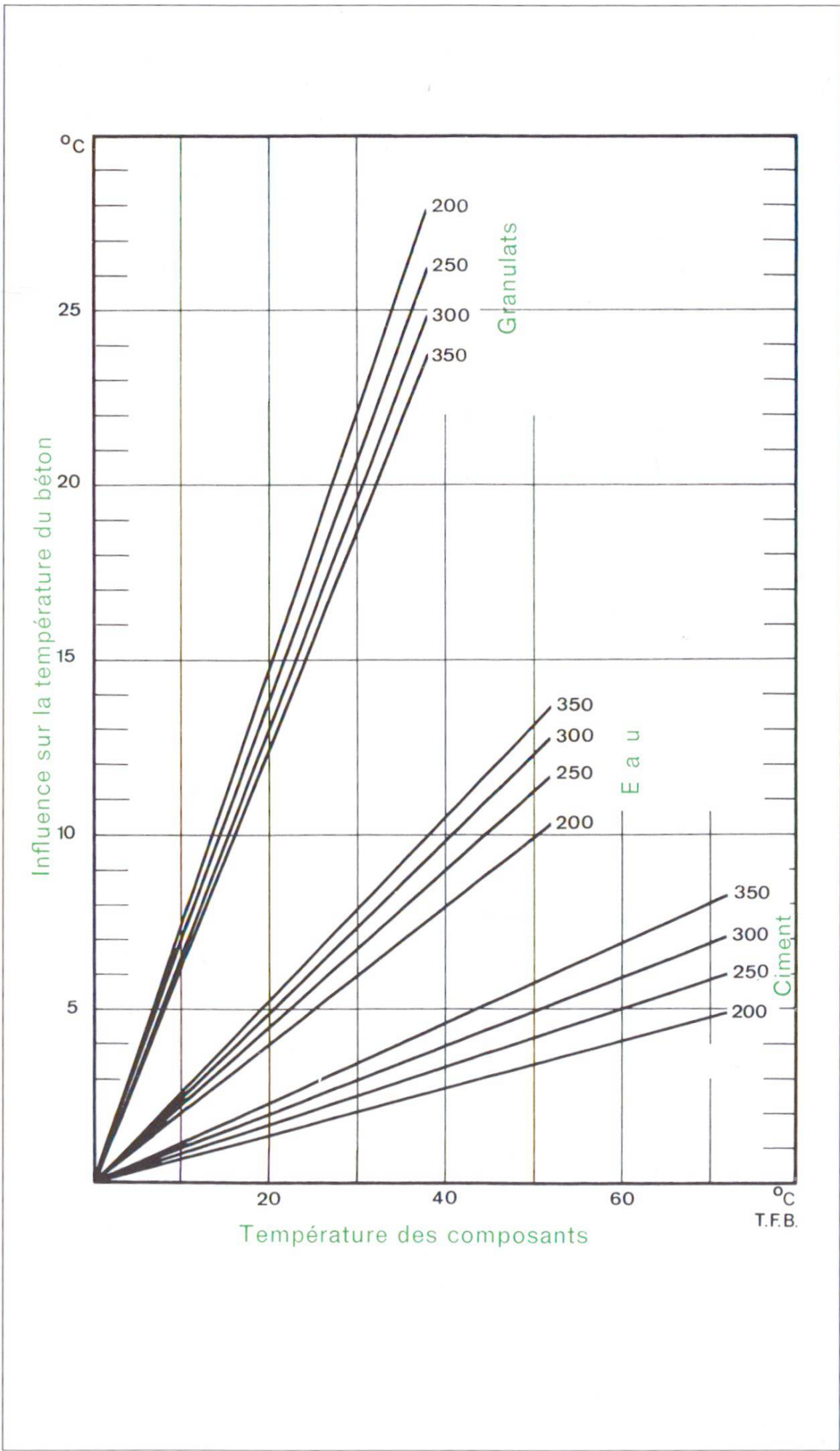


Fig. 1 Diagramme permettant de déterminer la température du béton frais à partir de celles des granulats, du ciment et de l'eau de gâchage, pour des dosages en ciment de 200, 250, 300 et 350 kg/m³. La somme des températures lues en ordonnée donne celle du béton frais.

4 Tableau 1. Calcul de la température du béton frais à partir de celles de composants. Deux exemples:

Dosage: CP 300 kg/m ³		Températures			
		Granulat	Ciment	Eau	Béton frais
①	Temp. des matériaux	22°	75°	15°	25,3°C
	Contribution de temp.	14,3°	7,3°	3,7°	
②	Temp. des matériaux	18°	60°	12°	20,5°C
	Contribution de temp.	11,7°	5,8°	3,0°	

2. *La consistance*: La consistance du béton dépend de sa teneur en eau, de la durée et de la température, si les autres facteurs tels qu'adjuvant et teneur en fines restent constants. Ce qui est intéressant, c'est l'évolution en fonction du temps dès le moment du malaxage jusqu'à celui de la mise en place. Le tableau 2 montre l'exemple d'un intervalle de 45 minutes à partir du malaxage [2]. Dans ce cas, seule la teneur en eau varie de façon à ce que la consistance initiale soit maintenue (plastique avec mesure d'affaissements $s = 2.5$).

Immédiatement après le malaxage, la consistance est à peu près la même, que ce soit en hiver ou en été. Ensuite la maniabilité diminue plus ou moins rapidement suivant la température. Si après 45 minutes elle devait être encore la même qu'au début, il faudrait ajouter en hiver 9 litres d'eau par m³ de béton et en été 18 litres.

Les températures élevées raccourcissent le temps pendant lequel le béton est maniable, c'est-à-dire celui dont on dispose pour le malaxage, le transport, la mise en place et le compactage. Si la teneur en eau reste constante, les durées approximatives sont les suivantes:

- moins d'une heure pour une température de 30°C du béton frais;
- moins de deux heures pour une température de 20°C du béton frais.

En pratique le béton se dessèche encore pendant sa mise en œuvre, en sorte que le temps disponible est encore raccourci.

Influences sur le béton durci

Un temps chaud a les influences suivantes sur le béton durci:

1. Si la diminution de maniabilité est compensée par une augmentation du facteur e/c, alors la résistance diminue. Selon une règle

5 Tableau 2. Diminution de la maniabilité en raison de la température, caractérisée par la quantité d'eau qu'il faudrait rajouter pour la maintenir [2].

Temps après malaxage en minutes	Facteur e/c	Quantité d'eau en l/m ³ pour un dosage CP 300 kg/m ³	
		Hiver	Eté
T = 0'	0,53–0,54	0	< 3
T = 45'	0,56–0,59	9	18

approximative, une addition de 10 litres d'eau par m³ réduit la résistance de 10%. Une augmentation de la teneur en eau accroît en outre la tendance à la fissuration.

2. Il y a danger de dessèchement du béton non seulement pendant sa mise en œuvre, mais aussi immédiatement après. Cela concerne surtout la surface libre des dalles. Si le béton n'a pas encore acquis de résistance à la traction, il est alors sujet à fissuration précoce. On admet que de telles fissures peuvent se produire à partir d'un dessèchement de 1000 g par m² et par heure. Ces valeurs peuvent être tirées du diagramme pour la détermination du dessèchement [3]. Exemple: Température de l'air et du béton frais: 22 °C; air sec ayant une humidité relative de 20%; vitesse du vent: 8 m/sec. Dans ces conditions, le dessèchement est de 1300 g/m²/h. Si la surface n'est pas protégée, des fissures précoces se produiront.

3. Par température élevée, la résistance augmente rapidement. Mais après 28 jours et à une température de 20 °C, normale en été et en plein air, cette résistance n'atteint pas celle d'un béton ayant durci à température plus basse. Par température élevée, la résistance finale est donc plus faible.

4. Aux surfaces apparentes, des dessèchements différents provoquent des variations du facteur e/c et par conséquent des différences dans la teinte grise du béton.

5. Les éprouvettes de béton ont un volume beaucoup plus petit que celui de la partie d'ouvrage qu'elles concernent. Leur mise en œuvre et leur compactage sont donc différents de ceux de la masse de béton de l'ouvrage. Cela accentue encore les écarts entre leur résistance et celle de l'ouvrage lui-même, écarts dus déjà aux différences dans les conditions de conservation [4].

6 Recommandations concernant l'établissement du programme

Dès la mise en soumission on tiendra compte des mesures spéciales à prendre, aussi bien pour le bétonnage en été que pour celui qui a lieu en hiver. Le coût de ces mesures sera soit compris dans les prix unitaires, soit fera l'objet de positions séparées. La direction des travaux contrôlera le programme de bétonnage et donnera son autorisation à l'emploi d'adjuvants.

Le retard de prise dû à l'emploi d'un adjuvant et la diminution de la maniabilité sont deux choses différentes qui doivent être étudiées séparément. L'adjuvant ne fait que retarder le moment de la prise, mais il ne garantit pas que la maniabilité sera conservée car il n'empêche pas le dessèchement.

En été on obtiendra des résistances un peu plus basses qu'en automne et au printemps. Il ne faudrait pas utiliser un ciment à haute résistance initiale (HPC), à cause de sa prise plus rapide. Avec un ciment de laitier, le béton est particulièrement enclin à la perte d'eau par évaporation.

Recommandations pour l'exécution

La formule de béton doit être adaptée aux conditions météorologiques. La température du béton frais ne doit pas être supérieure à 30 °C. Pour y parvenir, le moyen le plus efficace est le refroidissement des granulats et de l'eau de gâchage. Dans les centrales à béton et sur les chantiers, il n'est guère possible pratiquement de refroidir un ciment livré chaud. Sa contribution à la température doit donc être considérée comme une donnée dans le calcul de la température du béton frais. Comme limite supérieure de la température du ciment, on recommande d'admettre 70 °C mesurés au moment de l'introduction dans le malaxeur [2]; dans des directives américaines à ce sujet, on trouve 77 °C [5]. Si le ciment était exceptionnellement livré plus chaud, on veillera tout particulièrement à obtenir un malaxage très soigné et d'une durée suffisante.

Les travaux devant être exécutés rapidement, il faut en préparer méticuleusement le programme et la coordination des différentes opérations. Le contremaître et son équipe doivent être orientés à temps sur les particularités du béton. On évitera toute interruption du bétonnage en s'efforçant de réaliser un déroulement rythmé des travaux. Il faut avoir des engins de réserve en suffisance sur le chantier afin de pouvoir intervenir rapidement en cas de panne. Si on utilise le béton prêt à l'emploi d'une centrale, il peut arriver que la durée du transport soit doublée en raison des difficultés de la circulation urbaine; il faut en avoir tenu compte dans le programme.

7 Le béton prêt à l'emploi doit être commandé à une consistance telle qu'il soit encore maniable sur le chantier. Dans tous les cas, il faut éviter d'avoir à rajouter de l'eau à son arrivée.

Si le temps est agréablement chaud mais qu'on ne transpire quand même pas, c'est un signe évident que le béton peut se dessécher rapidement. Si en pareil cas on ne peut plus rien changer à la commande, il n'est cependant pas trop tard pour effectuer un traitement de cure efficace!

En ce qui concerne le résultat de ce traitement, les premières heures sont déterminantes, c'est-à-dire qu'il faut le commencer immédiatement après la mise en place du béton. Suivant les conditions météorologiques, il doit durer de trois à sept jours. Les moyens à disposition sont: Couverture par une feuille de plastique ou par des nattes isolantes, ou encore application d'un produit de cure (bien observer alors les instructions du fournisseur). Un arrosage discontinu est déconseillé.

Voici encore quelques remarques pratiques:

- Eviter autant que possible les courants d'air (p. ex. dans les tours, cheminées, cages d'ascenseur, etc.).
- Eviter l'exposition directe au soleil et utiliser les effets de l'ombre, aussi bien sur le chantier que sur les engins (malaxeur, engins de transport, dispositif de transvasage).
- Assurer l'alimentation en eau (pas pour en ajouter au béton frais, mais pour l'aspersion des coffrages, engins et éventuellement du béton mis en place).
- Ne pas réutiliser les petites quantités de béton tombées à côté car elles peuvent s'être desséchées entre-temps.
- Appliquer des mesures spéciales s'il s'agit de béton pompé ou de béton ayant des propriétés particulières.
- Prélever et conserver des éprouvettes conformément aux normes.
- Inscrire chaque jour les données météorologiques dans le rapport de travail.

Les travaux de bétonnage par temps chaud exigent en général un compromis basé sur des considérations techniques. Il faut mettre en balance qualité, économie et possibilités pratiques d'exécution. On tiendra compte de l'importance de l'ouvrage ainsi que de l'expérience de l'entrepreneur et du fournisseur de béton en ce qui concerne les effets des conditions météorologiques. Les décisions de dernière minute sont rarement les bonnes. Il vaut mieux prévoir l'évolution du temps et passer commande du béton la veille dans le cadre d'un programme et d'une conception du bétonnage établis pour tout le chantier.

B. M.

8 Bibliographie

- [1] Bulletin du ciment No 3/1976 «Bétonnage par chaleur estivale»
- [2] Hoiler G. et al.: «La résistance des bétons fabriqués en été». Document établi par la SSE, Section de Genève, en collaboration avec la Société des chaux et ciments de la Suisse romande, l'association genevoise des ingénieurs (AGI) et le laboratoire de S.A. C. Zschokke
- [3] Bulletin du ciment No 23/1983 «Le dessèchement du béton jeune»
- [4] Agthe, R. (1974): Vergleich der an Würfelproben ermittelten Festigkeiten mit der Qualität des Betons am Bauwerk, «Schweiz. Bauzeitung», Heft 20, S. 490–492
- [5] ACI Committee 305 (1977): «Hot Weather Concreting». Revised 1982. Manuel of Concrete Practice, p. 305 R-1/17