

Bétonnage par temps froid

Température du béton frais

La température du béton influe sur le durcissement, la prise et donc, au final, sur l'ouvrabilité du béton frais. L'influence est particulièrement importante par temps froid. La température du béton frais peut être calculée grâce à la formule simplifiée suivante:

$$T_{b,fr} = 0.1 \cdot T_c + 0.7 \cdot T_g + 0.2 \cdot T_e$$

$T_{b,fr}$ Température du béton frais [°C]

T_c Température du ciment [°C]

T_g Température des granulats [°C]

T_e Température de l'eau [°C]

Exemple:

Température du ciment $T_c = 50^\circ\text{C}$

$T_c = 50^\circ\text{C}$

Température des granulats $T_g = 8^\circ\text{C}$

$T_g = 8^\circ\text{C}$

Température de l'eau $T_e = 10^\circ\text{C}$

$T_e = 10^\circ\text{C}$

Température du béton frais

$$T_{b,fr} = 0.1 \cdot 50 + 0.7 \cdot 8 + 0.2 \cdot 10 = 12.6^\circ\text{C}$$



Durée de cure pour les bétons ayant des exigences de résistance

Classes de cure (NBK) et durée de cure pour le béton pour les évolutions de la résistance à la compression conventionnelles du béton (SIA 262, tab. 22)

Exigences	Conditions environnantes	Classe d'exposition correspondante	NBK ¹⁾	Proportion de la résistance caractéristique conformément à 28 d
néant	–	–	1	– ²⁾
normales	Aucune exigence concernant la densité	p. ex. XC2	2	35% ³⁾
élèves	Eléments exposés aux intempéries ou exigences élevées en termes de fissuration	p. ex. XC4	3	50% ³⁾
hautes	Eléments fortement exposés avec longue durée de service, contrainte d'usure ou exigences élevées en termes de fissuration	p. ex. XD3, XF4	4	70% ³⁾

Valeurs indicatives pour la durée moyenne de cure sans connaissances relatives à l'évolution de la résistance à la compression du béton (SIA 262, tab. 23)

		Durée minimale de la cure [jours] ¹⁾					
Evolution de la résistance du béton à 20°C selon SN EN 206		rapide		moyenne			
		r ≥ 0.50	0.50 > r ≥ 0.30				
NBK ¹⁾		2	3	4	2	3	4
Température superficielle du béton ³⁾ [°C]	15 > T ≥ 10	1.5	2.5	7	4	7	13
	10 > T ≥ 5 ⁵⁾	2	3.5	9	5	9	18

- 1) Les classes de cure sont définies pour la cure des bétons ayant des exigences de résistance.
- 2) La classe de cure 1 doit comporter une durée de cure d'au moins 12 heures. Cette valeur vaut dans la mesure où le durcissement du béton ne dépasse pas 5 heures et que la température superficielle du béton est d'au moins 5°C.
- 3) Si l'évolution de la résistance à la compression n'est pas déterminée, il convient d'appliquer les valeurs indiquées dans le tableau 23.
- 4) Pour une durée d'ouvrabilité de plus de 5 heures, la durée de la cure doit être prolongée de manière adéquate.
- 5) Pour des températures < 5°C, la durée de la cure doit être prolongée du temps durant lequel la température < 5°C.
- 6) Alternative: température de l'air à 7h00 du matin, mesurée à l'ombre.

Durée de cure pour le béton ayant des exigences de durabilité

Valeurs indicatives pour la durée minimale de cure en cas d'exigences accrues ou élevées (SIA 262, Tab.23a)

		Durée minimale de la cure [jours] ¹⁾	
Evolution de la résistance à 20°C selon SN EN 206		moyenne et rapide r ≥ 0.30	
Exigences		accrues	élevées
Types de béton	B et C	B et C, D à G	
Température superficielle du béton ³⁾ [°C]	15 > T ≥ 10 10 > T ≥ 5 ²⁾	5 7	7 9

1) Pour une durée d'ouvrabilité de plus de 5 heures, la durée de la cure doit être prolongée de manière adéquate.

2) Pour des températures < 5°C, la durée de la cure doit être prolongée du temps durant lequel la température < 5°C.

3) Alternative: température de l'air à 7h00 du matin, mesurée à l'ombre.

Recommandation pour associer les exigences de la durée de cure selon la feuille 23 et 23a

Applicable en l'absence d'exigences supplémentaires concernant l'évolution de la résistance à la compression conformément à la norme SIA 262, al. 3.1.1.2.2 (p.ex. résistance de précontrainte, résistance du coffrage).

		Durée minimale de la cure [jours] ¹⁾					
Type de béton		A		B et C D à G			
Exigences de cure ⁴⁾		normales	accrues	élevées			
Evolution de la résistance à 20°C selon SN EN 206		rapide	moyenne	rapide et moyenne			
		r ≥ 0.50	0.50 > r ≥ 0.30	r ≥ 0.50 et 0.50 > r ≥ 0.30			
Température superficielle du béton ³⁾ [°C]	15 > T ≥ 10	1.5	2.5	7	4	5	7
	10 > T ≥ 5 ⁵⁾	2	3.5	9	5	9	18

1) 2) 3) = cf. feuille 23a pour les notes de bas de page.

4) Les exigences de cure (normales, accrues et élevées) doivent impérativement être définies par le concepteur.

Mesures de cure et de protection à prendre en fonction de la température extérieure

Type	Mesures	Température de l'air [°C]			
		inférieure à -3 à -3	-3 à +5 +5	+5 à +10 +10	+10 à +15 +15
recouvrir ou vaporiser produit de cure (produit NB)	Recouvrir ou vaporiser un produit NB, prendre éventuellement les mesures supplémentaires mentionnées ci-dessous: • Mouiller les coffrages en bois • Protéger les coffrages métalliques de l'ensoleillement • Recouvrir et humidifier les surfaces bétonnées libres	X	X		
recouvrir d'une feuille imperméable à la vapeur d'eau / pulvériser produit de cure (produit NB)	Recouvrir ou vaporiser un produit NB et poser une isolation thermique ¹⁾ • Utiliser un coffrage isolant thermiquement (p.ex. le bois) est judicieux, coffrage métallique avec des nattes thermiquement isolantes		X		
humidifier avec de l'eau	Recouvrir et déposer un isolant thermique ¹⁾ • refermer le poste de travail (tente), le cas échéant chauffer (par ex. radiateur). Et également: maintenir la température du béton à ≥ +10°C durant 3 jours au moins	X			
	maintenir un film d'eau visible permanent sur la surface du béton	(X)	X		

1) Ne pas humidifier: maintenir à distance l'eau de pluie et d'écoulement.

Holcim (Suisse) SA

Hagenholzstrasse 83

8050 Zurich

Suisse

Téléphone +41 58 850 68 68

Télécax +41 58 850 68 69

marketing-ch@lafargeholcim.com

www.holcim.ch

Introduction

La qualité des bétons au jeune âge est influencée par les basses températures qui peuvent conduire à des dommages:

- A basse température, le début de prise du béton est retardé voire arrêté en dessous du point de congélation et la montée en résistance est ralenti.
- Si l'eau gèle à l'intérieur du béton au jeune âge, cela peut endommager sa structure.
- De fortes différences de températures entre le cœur et la surface du béton peuvent conduire, dans le cas d'ouvrages massifs, à la formation de fissures en surface du béton.

En cas de bétonnage par temps froid, le but est d'atteindre rapidement la résistance au gel:

- On considère qu'un béton au jeune âge peut supporter les effets du gel dès que sa résistance à la compression atteint 5 N/mm^2 (cf. informations techniques).

Pour le bétonnage par temps froid, il est recommandé de procéder en suivant les trois étapes suivantes:

- Planification d'une recette hivernale
- mise en place et compactage
- cure adaptée.

1 Planification d'une recette hivernale

Il est possible de bétonner par temps froid à condition d'optimiser le béton en prenant les mesures de technologie suivantes:

- Elever la température du béton frais en préchauffant l'eau de gâchage et/ou les granulats.
- Choisir une température du béton frais en tenant compte de la diminution de la température pendant le transport et les éventuels temps d'attente sur le chantier.
- Utiliser un ciment avec un développement de chaleur d'hydratation élevé (p. ex. Normo 5R).
- Augmenter le dosage en ciment ($> 300 \text{ kg/m}^3$).
- Abaisser le rapport E/C par l'utilisation d'adjuvant fluidifiant accélérateur de prise (FM-SBE).
- Utiliser un adjuvant antigel (FS) pour améliorer la résistance au gel.
- Ne pas remplacer le ciment par des cendres volantes et se passer d'adjuvant retardateur (VZ).
- Accélérer exceptionnellement la montée en résistance par l'emploi d'un agent accélérateur de prise (HBE).

2 Mise en place et compactage

Il est possible de bétonner par temps froid en prenant les précautions suivantes sur le chantier:

- Ne jamais bétonner sur un sol gelé ni contre du béton gelé. Sinon, prévoir une «couche sacrificielle».
 - Evacuer la neige et la glace du coffrage et de l'armature, mais jamais au moyen d'eau. Utiliser pour cela de l'air chaud.
 - Assurer un transbordement et une mise en place rapides du béton frais préchauffé dans le coffrage libre de neige et de glace et le compacter immédiatement.
 - Eviter dans la mesure du possible la déperdition de chaleur du béton frais lors du transport sur le chantier et autres transbordements. A cet égard les convoyeurs à bande sont à déconseiller. En cas de pompage des bétons, prévoir si possible une isolation des conduites.
 - En l'absence de dispositions particulières, la température du béton ne doit pas descendre en dessous de $+5^\circ\text{C}$. Pour garantir des surfaces répondant à des exigences accrues, il est recommandé d'élever la température du béton frais à $+10^\circ\text{C}$.
 - La température du béton frais, lors de sa mise en œuvre, doit être constamment mesurée et vérifiée. Prévoir, le cas échéant, des moyens de chauffage supplémentaires.
- En cas de bétonnage par temps froid, une attention toute particulière doit être portée à la protection des bétons:
- Utiliser un coffrage bien isolant (p. ex. en bois).
 - Par temps froid, le béton doit être protégé dès sa mise en place contre toute déperdition de chaleur par une natte thermique.
 - A défaut, prévoir une protection contre les courants d'air (enveloppement).
 - Pendant la période de durcissement, le béton doit également être protégé contre la dessication. Par temps froid et/ou sec, l'humidité relative de l'air est très faible et favorise l'évaporation.
 - Le type de la cure dépend des conditions météorologiques (température, humidité de l'air et vent), de la température et de la montée en résistance du béton, du type de coffrage ainsi que de la géométrie des éléments de construction et des exigences définies par l'auteur du projet.
 - La norme SIA 262, en particulier les tableaux 22 ou 23, règle le type de cure pour les bétons ayant des exigences de résistance. En présence d'exigences de durabilité, c'est la norme SIA 262, tableau 23a qui s'applique.
 - Dans le cas où la température du béton chutent sous le point de congélation pendant la phase de prise, les délais de décoffrage sont à retarder au minimum du nombre de jours de gel constatés.
 - Pour les ouvrages en béton de parement, il est préférable de repousser le bétonnage pour éviter l'apparition de taches de couleurs claires-sombres (effet Léopard).

3 Cure

Informations techniques

Résistance au gel du béton

Durée de prise nécessaire pour atteindre une résistance à la compression de 5 N/mm^2 des différentes sortes de béton en fonction de l'évolution de la résistance et de la température du béton.

Evolution de la résistance du béton à 20°C selon la norme SN EN 206	Durée de prise nécessaire, en jour, pour atteindre une résistance au gel suffisante			
	Température du béton lors du bétonnage	5°C	10°C	15°C
rapide		1.5–2.0	1.0–1.5	0.5–1.0
moyenne		2.0–2.5	1.5–2.0	1.0–1.5

Lors de conditions hivernales, la durée de prise d'un béton à durcissement lent sera fortement prolongée.

Découvrez des outils pratiques, des informations techniques, des avis d'experts et bien plus encore sur notre plate-forme → www.holcimpartner.net