

RECOMMANDATIONS : BIEN PRESCRIRE LES BÉTONS

CLASSE DE CURE

Le choix de la classe de cure est de la responsabilité du maître d'œuvre.

La classe de cure doit être mentionnée dans le CCTP.

Le fascicule 65 impose la classe de cure 2.

Exemple de rédaction du CCTP :

La durée minimale de cure est de classe 2 au sens du fascicule 65 pour les bétons coulés en place.

Le choix de la classe de cure traduit l'exigence du maître d'œuvre concernant la prévention des effets de la dessiccation du béton.

La durée nécessaire d'application de la cure dépend en particulier du type de béton et de l'évolution de ses propriétés dans la zone de surface et des conditions climatiques lors de la réalisation du chantier (vent, température, humidité). Elle est fonction de la Classe de cure choisie.

La durée minimale de cure traduit la durée au-delà de laquelle le béton de surface présente une maturité suffisante pour que le risque de dessiccation soit minimisé.

Plus la durée de cure est longue, meilleures seront les propriétés et performances du béton d'enrobage : meilleure hydratation, porosité plus faible, progression du front de carbonatation plus lente.

Néanmoins, l'augmentation de la durée de cure (et donc du délai de décoffrage s'il n'y a pas de cure complémentaire) pour les parties d'ouvrages verticales) a une incidence non négligeable sur les coûts de réalisation de l'ouvrage et sur les délais d'exécution.

Note : Attention un délai de décoffrage trop important peut engendrer un retrait gêné.

PRÉCISIONS SUR LES CLASSES DE CURE

La norme NF EN 13670/CN introduit la notion de classes de cure (classes 1 à 4), en fonction de la durée de la période de cure (classe 1), ou du pourcentage de la valeur spécifiée pour la résistance à la compression caractéristique à 28 jours (classes 2 à 4).

Nota : La résistance du béton en surface peut être déterminée en particulier par la technique de maturométrie (montée en résistance au jeune âge) ou par essai au scléromètre (dureté de surface du béton).

DÉFINITION DES CLASSES DE CURE

	Classe de cure 1	Classe de cure 2	Classe de cure 3	Classe de cure 4
Période (heures)	12 ^{a)}	NA	NA	NA
Pourcentage de la valeur spécifiée pour la résistance à la compression caractéristique à 28 jours	Non applicable (NA)	35 %	50%	70%
a) à condition que la durée de prise n'excède pas 5h et que la surface du béton soit à une température supérieure ou égale à 5°C				

NA : Non Applicable

L'annexe F de la norme NF EN 13670/CN « Guide sur les opérations de bétonnage » propose des valeurs de durées minimales de cure, à respecter pour les classes de cure 2 à 4. Ces valeurs sont fonction de la température à la surface du béton et de l'évolution de la résistance du béton (3 types : rapide, moyenne, lente), traduite par le rapport de la résistance à la compression à 2 jours à la résistance à la compression à 28 jours.

NORME NF EN 13670/CN ANNEXE F : GUIDE SUR L'OPÉRATION DE BÉTONNAGE : DURÉE MINIMALE DE CURE

CLASSES DE CURE 2

Température de la surface du béton (t) en °C	Durée minimale de cure, jours ^(a)		
	Evolution de la résistance du béton ^(c,d) (f_{cm2} / f_{cm28}) = r		
	Rapide $r \geq 0,50$	Moyenne $0,50 > r \geq 0,30$	Lente $0,30 > r \geq 0,15$
$t \geq 25$	1,0	1,5	2,5
$25 > t \geq 15$	1,0	2,5	5
$15 > t \geq 10$	1,5	4	8
$10 > t \geq 5^{(b)}$	2,0	5	11

- (a) Ajouter toute durée de prise excédant 5 h
- (b) Pour les températures inférieures à 5 °C, il convient d'augmenter la valeur indiquée dans le tableau par la durée pendant laquelle la température est restée inférieure à 5°C
- (c) L'évolution de la résistance du béton est le rapport de la résistance moyenne à la compression à 2 j à la résistance moyenne à la compression après 28 j, déterminé par des essais préalables ou basé sur l'expérience d'un béton de composition comparable.
- (d) Pour une évolution très lente de la résistance du béton, il convient de formuler des exigences particulières dans les spécifications d'exécution.

CLASSE DE CURE 3

Température de la surface du béton (t) en °C	Durée minimale de cure, jours ^(a)		
	Evolution de la résistance du béton ^(c,d) (f_{cm2} / f_{cm28}) = r		
	Rapide $r \geq 0,50$	Moyenne $0,50 > r \geq 0,30$	Lente $0,30 > r \geq 0,15$
$t \geq 25$	1,5	2,5	3,5
$25 > t \geq 15$	2,0	4	7
$15 > t \geq 10$	2,5	7	12
$10 > t \geq 5$ ^(b)	3,5	9	18

CLASSE DE CURE 4

Température de la surface du béton (t) en °C	Durée minimale de cure, jours ^(a)		
	Evolution de la résistance du béton ^(c,d) (f_{cm2} / f_{cm28}) = r		
	Rapide $r \geq 0,50$	Moyenne $0,50 > r \geq 0,30$	Lente $0,30 > r \geq 0,15$
$t \geq 25$	3	5	6
$25 > t \geq 15$	5	9	12
$15 > t \geq 10$	7	13	21
$10 > t \geq 5$ ^(b)	9	18	30

NORME NF EN 13369 : EXTRAIT DES DISPOSITIONS RELATIVES A LA CURE ET A LA PROTECTION CONTRE LA DESSICCATION

Toutes les surfaces des produits fraîchement moulés peuvent être protégées par une des méthodes indiquées dans le Tableau 1 ou par toute autre méthode applicable sur le lieu d'utilisation, à moins que des essais ou un contrôle réalisé sur le produit fini ou sur des échantillons représentatifs aient montré que d'autres moyens sont appropriés dans l'environnement de production.

Tableau 1 — Protection contre la dessiccation

Méthode	Dispositions types de protection
A - Sans apport d'eau	<ul style="list-style-type: none"> — Maintien du béton dans un environnement présentant une humidité relative supérieure à 65 % pour CEM I et CEM II/A, et à 75 % pour tous les autres types de liants ; — maintien du moule en place ; — couverture de la surface du béton au moyen de films pare-vapeur.
B - Maintien de l'humidité du béton par apport d'eau	<ul style="list-style-type: none"> — Maintien de paillasons humides à la surface du béton ; — surface du béton maintenue humide par aspersion d'eau.
C - Utilisation de produits de cure	Les produits de cure utilisés doivent être conformes aux dispositions en vigueur sur le lieu d'utilisation.

Pour les méthodes A et B, la protection doit être maintenue jusqu'à ce que la résistance à la compression de l'échantillon à l'issue de la cure ($f_{c,cure}$) soit égale ou supérieure à la plus petite valeur des paramètres $Dd.f_{ck}$ et $f_{c,L}$ (cylindres ou cubes). Les paramètres Dd et $f_{c,L}$ sont définis dans le Tableau 2.

$f_{c,cure} \geq \text{MIN} (Dd.f_{ck} ; f_{c,L})$ où f_{ck} est la résistance caractéristique à la compression du béton à l'âge de 28 jours visée par le fabricant.

La mesure de la résistance moyenne à la compression $f_{c,cure}$ doit être effectuée sur des échantillons de béton soumis à la même protection contre la dessiccation que le produit.

Le degré de durcissement du Tableau 2 peut être soit mesuré par des essais sur éprouvette de béton, soit estimé par calcul à partir d'une loi de durcissement établie d'après un essai de type initial ou le concept de maturité.

Tableau 2 — Résistance minimale du béton à la fin de la protection contre la dessiccation

Conditions environnementales du produit sur le lieu d'utilisation (classes d'exposition de l'EN 206)	Degré de durcissement D_d %	Cylindre/cube $f_{c,L}$ MPa
X0, XC1	Seules les prescriptions sur $f_{c,L}$ s'appliquent	12/15
XC2, XC3, XC4, XD1, XD2, XF1	35	12/15 ^a
Toutes les autres conditions environnementales (cycles d'humidification/séchage)	50	16/20 ^b

^a Substituer cette valeur par $0,25.f_{ck}$ si $0,25.f_{ck} \geq 12$ MPa (cylindre) ; 15 MPa (cube).
^b Substituer cette valeur par $0,35.f_{ck}$ si $0,35.f_{ck} \geq 16$ MPa (cylindre) ; 20 MPa (cube).

D'autres moyens que ceux définis dans le Tableau 1 peuvent être employés si la valeur d'absorption d'eau du béton, mesurée conformément au mode opératoire d'essai défini à

l'Annexe F de la norme NF EN 13369, ne dépasse pas 10 % (en proportion relative) de la valeur d'absorption d'eau du béton conforme aux prescriptions du Tableau 2. L'essai d'absorption d'eau est réalisé sur des échantillons de (30 ± 1) mm d'épaisseur, comprenant la surface exposée à l'environnement.

PRÉCISION SUR LES CLASSES DE CURE DANS LE FASCICULE 65

La cure du béton permet en particulier de lutter contre la dessiccation du béton au jeune âge. Elle permet de minimiser les risques de fissuration induits et de conférer au béton d'enrobage les propriétés nécessaires pour obtenir sa durabilité.

Le Fascicule 65 « exécution des ouvrages de Génie Civil en béton » impose une durée minimale de cure conforme à la définition de la classe 2 de la norme NF EN 13670/CN

Cette durée est estimée en fonction de la température à la surface du béton et du développement de la résistance à la compression du béton (rapport de la résistance moyenne à 2 jours à a résistance moyenne à 28 jours)

Ces durées ont été modifiés et complétés par rapport au tableau (correspondant à la classe de cure 2) de l'annexe F de la norme NF EN 13670/CN. Selon le chapitre 9 du fascicule 65, pour les produits en béton fabriqués en usine, il convient d'appliquer les modalités de la norme NF EN 13369 « Règles communes pour les produits préfabriqués en béton ».

CLASSE DE CURE 2 : FASCICULE 65

Température à la surface du béton t en °C (1)	Durée minimale de cure, jours (j) ou en heure (h)			
	Développement de la résistance, r , du béton (2)			
	Rapide $r \geq 0,50$	Moyen $0,50 > r \geq 0,30$	Lent $0,30 > r \geq 0,15$	Très lent $r < 0,15$
$t \geq 25$	14 h	1,5 j	2 j	2 j
$25 > t \geq 15$	1 j	2,5 j	4 j	5 j
$15 > t \geq 10$	1,5 j	4 j	7 j	9 j
$10 > t \geq 5^{(3)}$	2 j	5 j	10 j	15 j

- (1) Il s'agit de la température mesurée à la surface du béton et non pas à l'extérieur du coffrage. En pratique, en l'absence de mesure directe de température à la surface du béton, on peut retenir la température ambiante moyenne sur la durée de la cure. Cette température moyenne peut être estimée à partir de la moyenne de températures journalières mesurées à midi sous abri.

- (2) Le développement de la résistance, r , du béton est le rapport de la résistance moyenne à 2 jours à la résistance moyenne à 28 jours, déterminée par des essais préalables ou basée sur l'expérience d'un béton de composition comparable
- (3) Le décompte de la durée de cure est suspendu lorsque la température de la surface du béton est inférieure à 5°C.