

Une nouvelle norme concernant l'**exécution** des **structures en béton**



ir. Bram Dooms



Normes relatives aux 'Structures en béton'

Conception



NBN EN 1990 (Eurocode)

Bases de calcul des structures

NBN EN 1992 (Eurocode 2)

Calcul des structures en béton

Exécution



NBN EN 13670 + NBN B 15-400

2010

2015

Exécution des structures en béton

Produits



Béton

NBN EN 206
NBN B15-001

Aciers pour béton armé

NBN A 24-301 à 304
PTV 301 à 304

Aciers de précontrainte























CWA 14646 + ETAG 013
NBN I 10-001/002/003/008

Produits préfabriqués en béton

NBN EN 13369
NBN B 21-600

Contenu de la norme

NBN EN 13670

 Sommaire	
 Avant-propos	
 Introduction	
 1 Domaine d'application	→
 2 Références normatives	→
 3 Termes et définitions	→
 4 Gestion de l'exécution	→
 5 Étais et coffrages	→
 6 Armatures de béton armé	→
 7 Précontrainte	→
 8 Opération de bétonnage	→
 9 Mise en oeuvre des éléments préfabriqués	→
 10 Tolérances géométriques	→
 Annexe A (informative) Guide sur la documentation	
 Annexe B (informative) Guide sur le management de la qualité	
 Annexe C (informative) Guide sur les étais et coffrages	
 Annexe D (informative) Guide sur les armatures de béton armé	
 Annexe E (informative) Guide sur la précontrainte	
 Annexe F (informative) Guide sur l'opération de bétonnage	
 Annexe G (informative) Guide sur les tolérances géométriques	
 Annexe H (informative) Guide sur l'annexe nationale	
 Bibliographie	

NBN B 15-400

 Avant-propos national	
 Introduction à l'annexe nationale	
 Introduction	
 1 DOMAINE D'APPLICATION	
 2 REFERENCES NORMATIVES	
 3 TERMES ET DEFINITIONS	
 4. GESTION DE L'EXECUTION	
 5. ETAIEMENTS ET COFFRAGES	
 6. ARMATURES DE BÉTON ARMÉ	
 7. PRÉCONTRAINTÉ	
 8. OPÉRATION DE BÉTONNAGE	
 9. MISE EN OEUVRE DES ÉLÉMENTS PRÉFABRIQUÉS	
 10. TOLÉRANCES GÉOMÉTRIQUES	
 ANNEXE B - GUIDE SUR LE MANAGEMENT DE LA QUALITE	
 ANNEXE E - GUIDE SUR LA PRÉCONTRAINTÉ	
 ANNEXE F - GUIDE SUR LE BETONNAGE	
 ANNEXE G - GUIDE SUR LES TOLÉRANCES GÉOMÉTRIQUES	
 ANNEXE I - PRÉCONTRAINTÉ PAR POST-TENSION	

Note d'information Technique (en préparation)



A photograph of a construction site under a clear blue sky. In the foreground, a large white tower crane stands prominently. To its left, a building is under construction, featuring a complex network of red metal scaffolding and formwork. A yellow and black striped hook is suspended from a cable on the right side of the frame. The background shows a clear blue sky and a portion of an existing concrete building with windows.

► **Gestion de l'exécution**

► **Coffrages**

► **Bétonnage**

► **Cure et protection**

► **Références**

Documentation

■ **Spécifications d'exécution**

- **Documents qui reprennent les plans, les données techniques et exigences nécessaires pour l'exécution d'un projet spécifique**



Documentation

■ Spécifications d'exécution

Article	Article/ Paragraphe	Libellé
1 Domaine d'application	1 (2)	Spécifier toutes les prescriptions particulières à la structure considérée
	1 (4)	Si nécessaire, spécifier toutes les prescriptions complémentaires relatives au béton léger, aux autres matériaux ou aux technologies particulières
	1 (5)	Énoncer toute exigence concernant les éléments en béton utilisés comme matériel ou équipement d'appoint
2 Références normatives	2 (1)	Ajouter toutes les normes ou dispositions nationales applicables en vigueur sur le lieu d'utilisation
3 Définitions	3.17	Définir l'axe de référence pour l'implantation
4 Gestion de l'exécution	4.1 (1)	Toute information technique nécessaire mentionnée par les spécifications d'exécution
	4.1 (3)	Spécifier les exigences concernant la qualification du personnel
	4.1 (4) et 4.2.1 (2)	Les prescriptions nationales à respecter
	4.2.1 (3)	Inclure la procédure de modification des spécifications d'exécution
	4.2.1 (3)	Exigences pour la diffusion des documents
	4.2.2 (1)	Mentionner si un plan de qualité est exigé
	4.2.4 (1)	Si une documentation spéciale est exigée, définir son champ d'application
	4.3.1 (5)	Spécifier la classe d'exécution et désigner le chargé du contrôle
	4.3.1 (6)	Spécifier les prescriptions relatives au personnel chargé du contrôle
	4.3.1 (7)	Si nécessaire, spécifier les prescriptions complémentaires relatives au système de management de la qualité
	4.3.2 (1) Tableau 1	Définir les contrôles et les essais de réception des produits dépourvus du marquage CE ou d'une certification tierce partie
	4.3.3 (1) Tableau 2 et Tableau 3	Vérifier la pertinence des contrôles préconisés pour le cas considéré, sinon énoncer des exigences additionnelles
	4.4 (3)	Si requis, spécifier les mesures correctives dans le cas d'une non-conformité
5 Étaisements et coffrages	5.3 (1) et 5.4 (1)	Si requis, spécifier si une note de méthode doit être produite

Management de la qualité

- **Vérifier la conformité avec les Spécifications d'exécution**
 - les propriétés des produits et matériaux
 - l'exécution des travaux
 - **3 'classes d'exécution' (1 → 2 → 3)**
 - type de contrôle, rapport, documentation de l'exécution,...
 - à spécifier dans les Spécifications d'exécution
 - peut s'appliquer à une structure entière ou des composants
 - choisir en fonction de
 - l'importance de la structure ou de ces composants
 - le caractère critique de l'exécution de la structure ou de ces composants vis-à-vis de leur capacité à remplir leurs fonctions
- capacité portante, durabilité, exigences esthétiques

Management de la qualité

■ P.ex. en classes d'exécution 2 et 3:

- rapports des contrôles sont obligatoires

ANB

▪ documentation de l'exécution:

- non-conformités et actions correctives
- conditions climatiques pendant le bétonnage et la cure
- ...

■ Par défaut: classe d'exécution 1

■ Éléments en béton précontraint par post-contrainte: classe d'exécution 2

A photograph of a construction site under a clear blue sky. In the foreground, a large white tower crane stands prominently. To its left, a building is under construction, featuring a complex network of red metal scaffolding and formwork. A yellow and black striped hook is suspended from a cable on the right side of the frame. The background shows a clear blue sky and a portion of an existing concrete building with windows.

► **Gestion de l'exécution**

► **Coffrages**

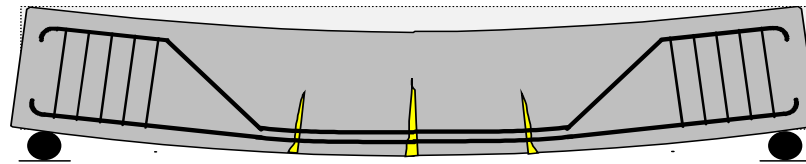
► **Bétonnage**

► **Cure et protection**

► **Références**

Délai de décoffrage

- **Quand le béton a atteint une résistance suffisante :**
 - pour résister aux arrachements de surface lors du décoffrage
 - pour résister aux efforts appliqués
 - pour éviter des flèches excessives
 - pour éviter les détériorations de surface dues aux conditions climatiques



**Arrachements de surface
lors du décoffrage**



Délai de décoffrage

- **NBN EN 13670 (annexe informative): $R_c = 5 \text{ MPa}$**
- **NBN B15-400 : absence de données détaillées :**

ANB

Délais de décoffrage pour température moyenne T du béton $\geq 20^\circ\text{C}$			
Evolution rapide de la résistance du béton	Evolution moyenne de la résistance du béton	Evolution lente de la résistance du béton	Eléments de coffrage considérés.
2 jours	2 jours	4 jours	Enlèvement de coffrages verticaux (colonnes, piles, parois, faces latérales de poutres).
4 jours	5 jours	8 jours	Enlèvement de coffrages horizontaux avec maintien des étaçons.
9 jours	10 jours	14 jours	Enlèvement de tous les étaçons à condition que la seule charge s'appliquant soit le poids propre de l'élément décoffré.

Délai de décoffrage

ANB

f_{cm2}/f_{cm28} * du béton ou R_2/R_{28} ** du ciment	Evolution de la résistance du béton
$\geq 0,5$	Rapide
$\geq 0,3$ à $<0,5$	Moyenne
$\geq 0,15$ à $<0,3$	Lente
$<0,15$	Très lente

* f_{cm} : résistance en compression suivant NBN EN 12390-3

** R_c : résistance en compression suivant NBN EN 196-1

- Usage d'additions: évolution lente/très lente

Délai de décoffrage

ANB

Type de ciment	Evolution de la résistance du béton
CEM I 52,5 N ou R,	Rapide
CEM I 42,5 N ou R	Moyenne
CEM II/A-S, -D ou -LL 52,5 N ou R	Rapide
CEM II/A-S, -D ou -LL 42,5 N ou R	Rapide
CEM II/A-S, -D ou -LL 32,5 R	Moyenne
CEM II/A-S, -D, -V, -M ou -LL 32,5 N	Lente
CEM II/A-V ou -M 32,5 R, 42,5 N ou 42,5R	Moyenne
CEM II/B-S, -LL, -M ou -V 42,5 N ou R ou 32,5 R	Moyenne
CEM II/B-S, -LL, -M ou -V 32,5 N	Lente
CEM III/A 52,5 N ou 42,5 N	Moyenne
CEM III/A 32,5N	Lente
CEM III/B 42,5 N ou 32,5 N,,	Lente
CEM III/C 32,5 N	Lente
CEM V/A 32,5 N	Lente
Ciment sursulfaté	Très lente

Délai de décoffrage

ANB

Température moyenne du béton sur 24h [°C]	Coefficient de maturité k ^a
≥ 20	1
15	0,8
10	0,6
5	0,45
0	0,3
-5	0,15

^a avec interpolation linéaire de k pour les températures intermédiaires

- La température du béton > 5°C durant les 72 premières heures

A photograph of a construction site under a clear blue sky. In the foreground, a large white tower crane stands prominently. To its left, a building is under construction, featuring a complex network of red metal scaffolding and formwork. A yellow and black striped hook is suspended from a cable on the right side of the frame. The background shows a clear blue sky and a portion of a completed building with windows.

► **Gestion de l'exécution**

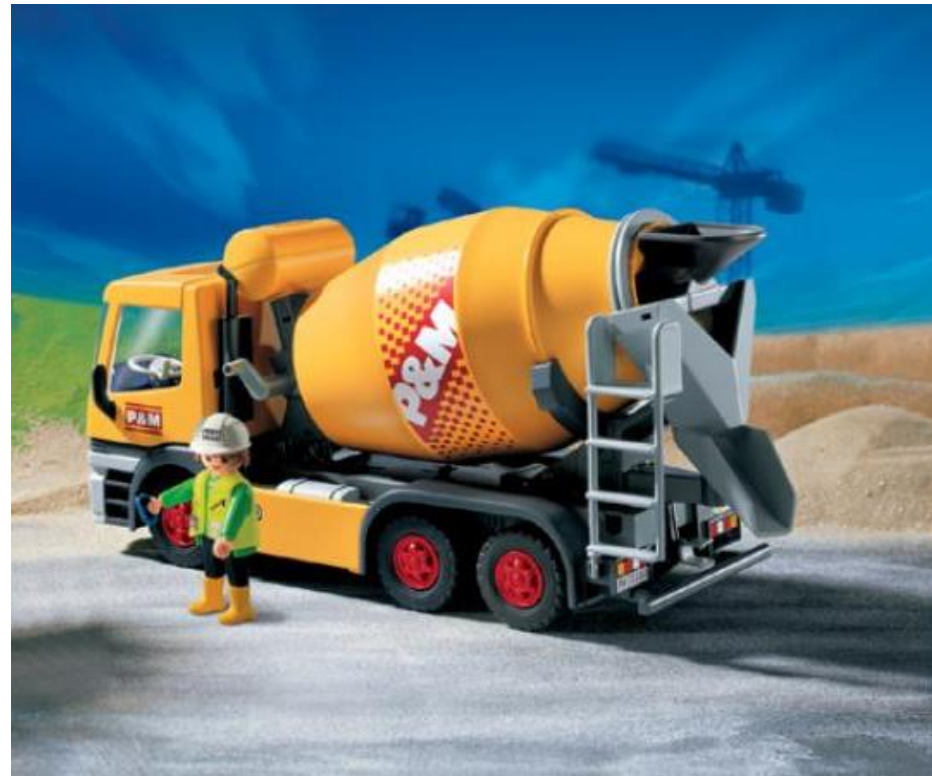
► **Coffrages**

► **Bétonnage**

► **Cure et protection**

► **Références**

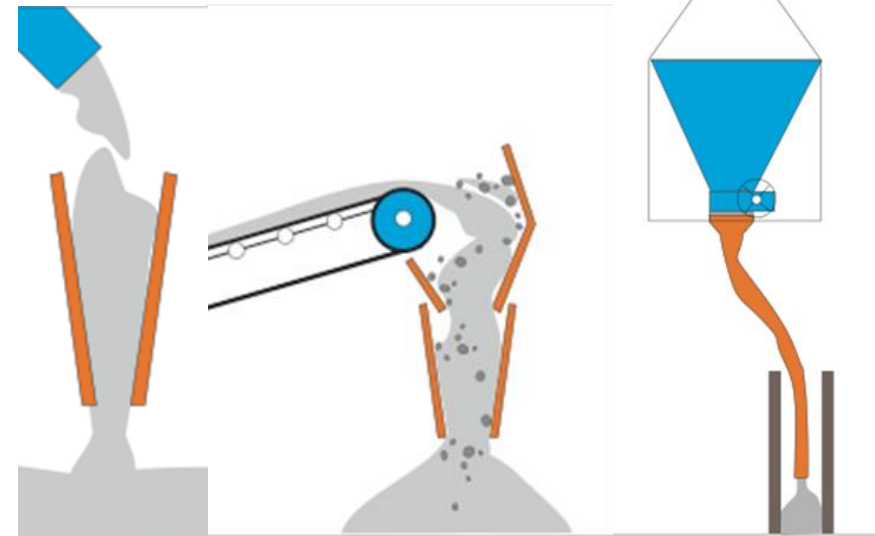
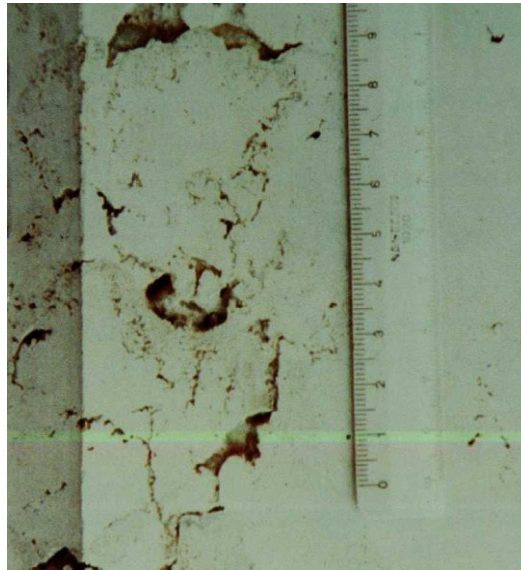
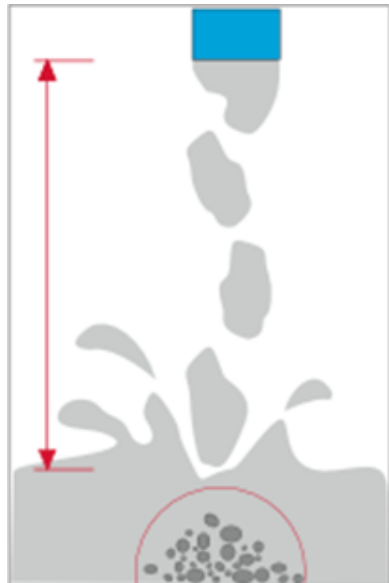
- Avant déversage, le temps de remalaxage doit être supérieur à 5 min ou à 1 min/m³



Mise en place

ANB

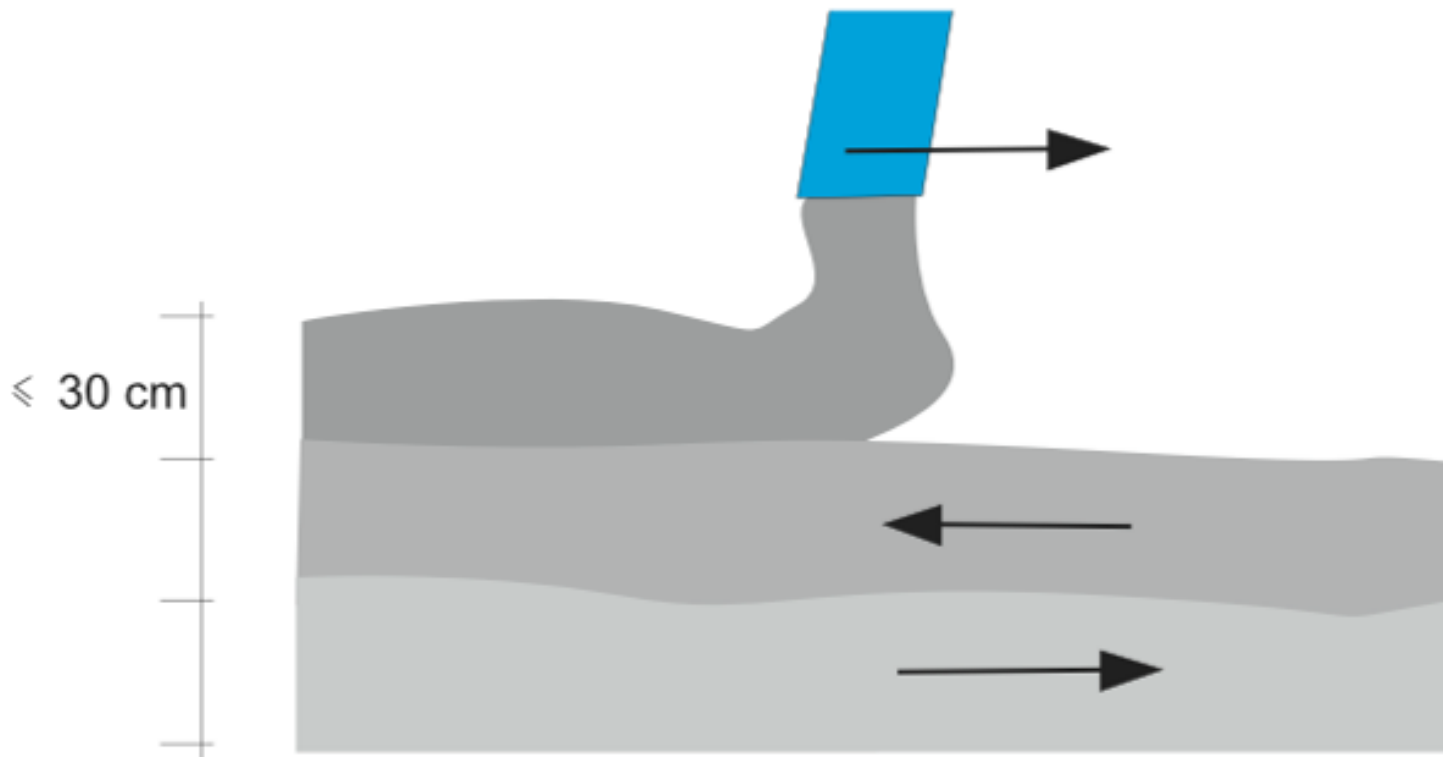
- **Limiter la hauteur de chute à 1 m**
 - goulottes, grues à grappin, cufas munis éventuellement d'un manchon en caoutchouc



Ségrégation!

Déplacement d'armatures et coffrages!

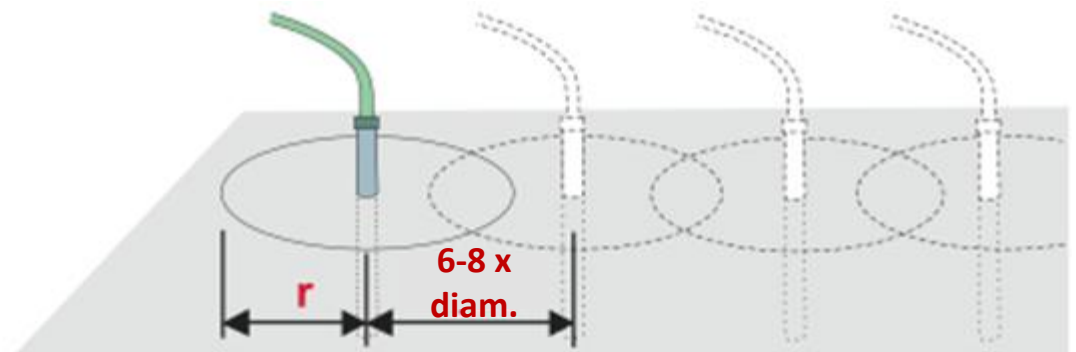
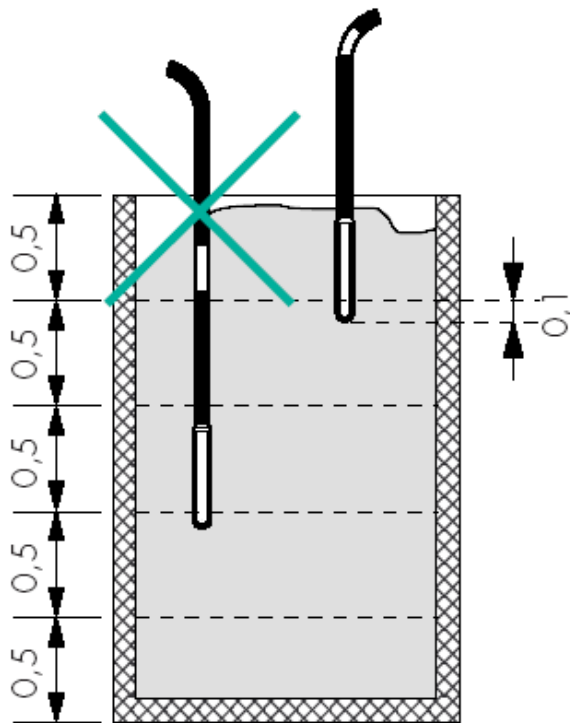
- Remplissage et serrage en couches de 30 à 50 cm d'épaisseur



Serrage

ANB

- L'aiguille pénètre dans la couche précédente d'au moins 10 cm

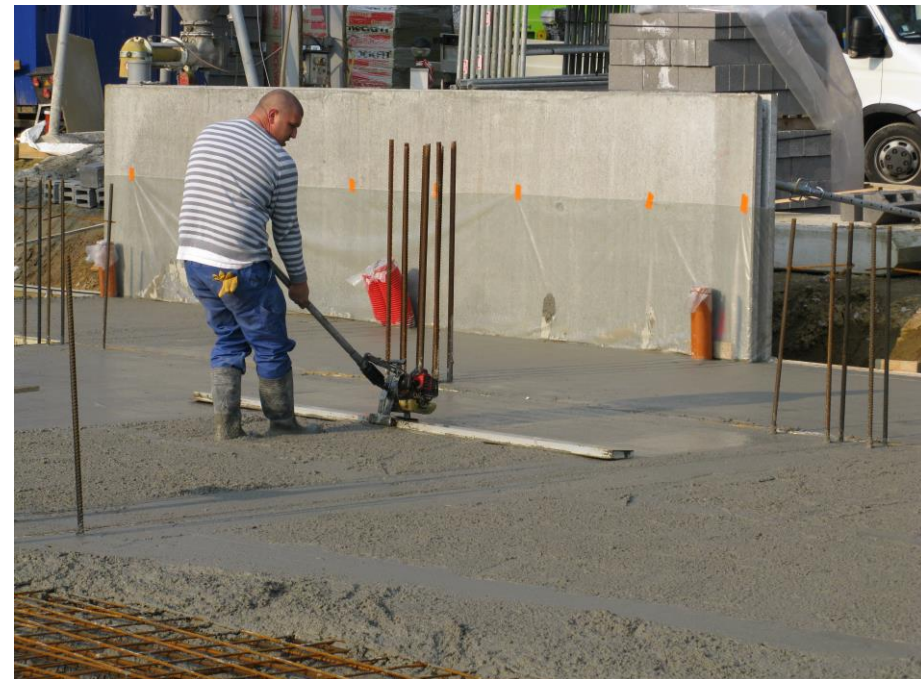


Serrage

■ Limitations

- Excepté pour bétons autocompactants et colloïdaux
- Déconseillé pour béton avec fibres de classe S4/S5
- Sol industriel S4 et S5 : latte vibrante

ANB



A photograph of a construction site under a clear blue sky. In the foreground, a large white tower crane stands tall. To its left, a building is under construction, featuring a complex network of red metal scaffolding and formwork. A yellow and black striped hook is suspended from a cable on the right side of the frame. The background shows a clear blue sky and a portion of a completed building with a window.

► **Gestion de l'exécution**

► **Coffrages**

► **Bétonnage**

► **Cure et protection**

► **Références**

Dessiccation

Arrêt de l'hydratation

Retrait plastique



Résistances ↓

Durabilité ↓

Aspect ↓

Dessiccation

■ Méthodes pour la cure



Maintien du coffrage en place



Couverture par bâches



Bâches humides



Humidification



Curing compound

Dessiccation

■ Durée de cure minimale:

■ Classe d'environnement EI = 12 h

- à l'exception des sols industriels et des bétons pour lesquels une qualité de surface élevée est exigée

■ Autres classes:

Durée minimale de la cure					
Conditions ambiantes	T° à la surface du béton	Evolution de la résistance du béton			
		Rapide	Moyenne	Lente	Très lente
BONNES					
Pas d'exposition directe au soleil et au vent	≥ 10 °C	1 jour	2 jours	3 jours	4 jours
Humidité relative de l'air ≥ 80 %	< 10 °C	2 jours	4 jours	5 jours	6 jours
NORMALES					
Ensoleillement moyen et/ou humidité relative ≥ 50 %	≥ 10 °C	2 jours	3 jours	4 jours	6 jours
	< 10 °C	4 jours	6 jours	8 jours	12 jours
MAUVAISES					
Fort ensoleillement et/ou vent fort et/ou humidité relative < 50 %	≥ 10 °C	3 jours	4 jours	7 jours	10 jours
	< 10 °C	5 jours	8 jours	10 jours	15 jours

ANB

A photograph of a construction site under a clear blue sky. In the foreground, a large white tower crane stands prominently. To its left, a multi-story building is under construction, featuring extensive red and yellow scaffolding and formwork. A red and white striped safety barrier runs across the lower part of the frame. In the background, another building with a window is visible. A semi-transparent white box on the right side of the image contains a list of topics.

► **Gestion de l'exécution**

► **Coffrages**

► **Bétonnage**

► **Cure et protection**

► **Références**



■ www.normes.be « béton-mortier-granulat »:

- Fiches, articles,...

■ www.nbn.be

■ www.cstc.be :

- Publications (NIT, articles, normes,...)

■ www.febelcem.be :

- ABC du ciment et du béton, Dossiers ciment

■ Cours de Technologie du béton, GBB, 2006

■ www.betonica.be : webinar, ...

Classes d'exécution, décoffrage et cure des bétons : nouvelles règles

Tableau 1 Débits de décoffrage minimums proposés dans le projet de norme prEN EN 13670 ANS (et également le 5.5.7 (2) de la norme)

Débits de décoffrage pour une température moyenne T du béton > 20 °C		Éléments de coffrage considérés	
Évaluation rapide de la résistance du béton	Évaluation minutieuse de la résistance du béton	2 jours	4 jours
4 jours	2 jours	2 jours	4 jours
8 jours	3 jours	3 jours	5 jours
12 jours	4 jours	4 jours	6 jours

Tableau 2 Coefficient de stabilité en fonction de la température moyenne du béton sur 24 h

Température moyenne du béton (°C)	Coefficient de stabilité (k)
≥ 20	1
15	0,8
10	0,6
5	0,4
0	0,3
-5	0,15

LA GESTION DE L'EXÉCUTION

Trois classes d'exécution sont proposées pour la gestion de la qualité. Excepté pour les éléments en béton précontraint, la liste des points à contrôler (matériau, produits, exécution) est la même pour ces trois classes. Le choix d'une de ces classes dépend de l'importance de l'ouvrage et d'un rapport de contrôle des matériaux et produits. Le type de contrôle de l'exécution doit aussi la documentation associée.

LA CURE

La cure consiste à protéger le béton contre la déshydratation (en limitant, par ex., le coffrage en place, un moyen d'été plâtrage ou de produits de cure). Elle tente de limiter l'évaporation de l'eau à sa surface de façon à favoriser l'hydratation du béton. Depuis 2006, l'État belge reconnaît les classes d'exécution de la norme NBN EN 13670-1 en fonction des données de cure sur la base de l'évaluation de la résistance du béton. **Le nouveau rapport de contrôle** importé dans le logiciel de calcul de la résistance des bétons dans le projet de norme prEN EN 13670-1 est donc dans le Document de CSTC 201102.3. Dans ce Document, les débits de décoffrage doivent être prolongés, si la température moyenne du béton est inférieure à 20 °C, ces débits sont prolongés en fonction du calcul simplifié de matériau de béton basé sur le tableau 2. Ceci est applicable à condition que la température du béton est inférieure à 20 °C durant les 72 premières heures.

Chaque jour de calculateur est affecté du coefficient de stabilité k, le résultat cumulé doit être comparé aux débits minimums du tableau 1.

Seul justification, la température de l'air ambiant est considérée comme étant celle du béton. La température moyenne d'un journalier est convenablement égale à la moyenne arithmétique des températures maximales et minimales mesurées cette journée. Si des coffrages démontés ou prélevés sont utilisés, ou que des moyens de démontage accéléré de béton sont mis en œuvre, des débits de décoffrage plus courts sont autorisés à condition de les justifier.

de l'air et de la vitesse du vent pour déterminer la durée de la cure.

Une durée minimale de cure de 12 h est d'application pour les classes d'exécution E1 à l'exception des sols industriels et des bétons pour lesquels une qualité de surface élevée est exigée. Pour ces exceptions et les classes d'exécution E2, E3 et E4, la durée de cure minimale est de 14 à 15 jours.

Une durée minimale de cure de 12 h est d'application pour les classes d'exécution E1 à l'exception des sols industriels et des bétons pour lesquels une qualité de surface élevée est exigée. Pour ces exceptions et les classes d'exécution E2, E3 et E4, la durée de cure minimale est de 14 à 15 jours.

Il faut le chef de chantier (responsable Matériau, technique et exécution) CSTC, l'expert en chef ingénieur de Technologie du Béton, CSTC, le Responsable, chef de la division Structures, CSTC, J.-F. Desmet, et, FEBELCEM.

www.cstc.be
Les Dossiers de CSTC 201102
La version longue de cet article peut être téléchargée prochainement sur notre site internet.

CSTC-Contact 201102 | 8

Webinar - Betonica
La norme NBN EN 13670
Une nouvelle norme relative à l'exécution des structures en béton

U. Maillat
H. Claryck
WTB/CSTC

