

# norme française

NF P 18-201

Mars 2004

DTU 21

---

Travaux de bâtiment

Exécution des ouvrages en béton

Cahier des clauses techniques

---

E : DTU 21 - building works - execution of concrete works - technical specifications

D : DTU 21 - Bauarbeiten - Durchführung von Betonarbeiten - Technische Vorschriften

---

## Statut

Norme française homologuée par décision du Directeur Général d'AFNOR le 20 janvier 2004 pour prendre effet le 20 mars 2004. Remplace la norme homologuée NF P18-201, de mai 1993 et ses amendements A1, de janvier 1999 et A2, de janvier 2001.

## Correspondance

A la date de publication du présent document, il existe un projet du CEN/TC 104 traitant du même sujet (ENV 13670).

## Analyse

Le présent document définit les conditions d'exécution des ouvrages en béton et en béton armé de granulats courants justiciables des règles de conception et de calcul aux états-limites (Règles BAEL) ou de celles de normes NF-DTU particulières faisant référence au présent document. Il fixe les contrôles techniques minimaux qui incombent à l'entreprise.

## Descripteurs

Thésaurus International Technique : bâtiment, structure en béton, béton, constituant, béton prêt à l'emploi, caractéristique, résistance mécanique, fabrication, armature, acier, mise en place, contrôle, dimension, tolérance de dimension, état de surface, conditions d'exécution, cahier des charges.

## Modifications

Par rapport aux documents remplacés, mise en cohérence avec la norme NF EN 206-1 et ses annexes nationales.

## Sommaire

- Liste des auteurs
- Avant-propos
- 1 Domaine d'application
- 2 Références normatives
- 3 Prescriptions générales relatives aux constituants.
  - 3.1 Généralités
  - 3.2 Constituants du béton
  - 3.3 Aciers et armatures pour béton armé
- 4 Spécifications et caractéristiques minimales du béton
  - 4.1 Généralités
  - 4.2 Catégories de chantiers
    - 4.2.1 Définitions
    - 4.2.2 Catégorie A
    - 4.2.3 Catégorie B
    - 4.2.4 Catégorie C
    - 4.2.5 Ouvrages particuliers PA, PB et PC des chantiers de catégorie A, B et C
  - 4.3 Classes d'exposition
  - 4.4 Dossier d'étude des bétons
    - 4.4.1 Contenu du dossier
    - 4.4.2 Dossier initial
    - 4.4.3 Dossier de suivi des bétons à propriétés spécifiées
    - 4.4.4 Dossier de suivi des bétons à composition prescrite (de chantier ou prêts à l'emploi)
    - 4.4.5 Dossier de suivi des bétons à composition prescrite dans une norme
  - 4.5 Cas particulier des bétons à " composition prescrite dans la présente norme "
    - 4.5.1 Limites d'utilisation
    - 4.5.2 Dosages majorés minimaux en ciment
    - 4.5.3 Résistance caractéristique attribuable a priori au béton de l'ouvrage
- 5 Fabrication et mise en place
  - 5.1 Coffrage - étalement
  - 5.2 Armatures
    - 5.2.1 Façonnages des armatures
    - 5.2.2 Mise en place et fixation des armatures
    - 5.2.3 Soudage
    - 5.2.4 Assemblages par manchons
    - 5.2.5 Armatures en attente, dispositions particulières relatives à la sécurité des

## personnes

- 5.3 Béton
  - 5.3.1 Production
  - 5.3.2 Transport
  - 5.3.3 Mise en place
  - 5.3.4 Reprise de bétonnage
  - 5.3.5 Effet des conditions ambiantes
  - 5.3.6 Décoffrage et désétalement
  - 5.3.7 Rebouchage, ragréage et finitions
  - 5.3.8 Percements et scellements
  - 5.3.9 Information
- 5.4 Pièces préfabriquées en béton
- 6 Contrôles
  - 6.1 Principe
  - 6.2 Contrôles concernant les aciers et les armatures
  - 6.3 Contrôles des constituants du béton
  - 6.4 Contrôle du matériel
  - 6.5 Contrôle de la fabrication du béton
    - 6.5.1 Objectifs
    - 6.5.2 Nature des contrôles
    - 6.5.3 Béton prêt à l'emploi à propriétés spécifiées
    - 6.5.4 Béton de chantier ou béton prêt à l'emploi à composition prescrite
    - 6.5.5 Tableau récapitulatif des contrôles du béton destiné à l'ouvrage
- 7 Caractéristiques dimensionnelles des ouvrages
  - 7.1 Tolérances dimensionnelles de construction
    - 7.1.1 Généralités
    - 7.1.2 Poteaux et murs
    - 7.1.3 Poutres et dalles
    - 7.1.4 Sections
  - 7.2 Etats de surface
    - 7.2.1 Parements des parois latérales et sous-faces
    - 7.2.2 Etat de surface des dalles et des planchers
    - 7.2.3 Incorporations dans les dalles et murs
- 8 Plans et notes de calculs
- Annexe A (normative) Interprétation des résultats d'essais de compression d'un lot de béton destiné à un ouvrage ou à une partie d'ouvrage
  - A.1 Respect des exigences
  - A.2 Lot, prélèvements, éprouvettes
  - A.3 Alerte et présomption de respect des exigences :
    - A.3.1 Alerte
    - A.3.2 Procédure d'alerte
    - A.3.3 Présomption de respect des exigences du marché de travaux

- A.4 Interprétation des résultats d'essais
- Annexe B (informative) Utilisation du scléromètre
  - B.1 Etalonnage et contrôle de fonctionnement
  - B.2 Vérification périodique avec réétalonnage éventuel
  - B.3 Incidence des conditions climatiques

Membres de la commission de normalisation

Président : M COIN

Secrétariat : M LEMOINE - UMGO

- M AUTISSIER VINCI CONSTRUCTION
- BAZIN CGNorBat-DTU

MME BOURDETTE ATILH

- M CANBOLAT LAFARGE BETONS SERVICES
- CHAMPOISEAU UNESI
- COIN
- COQUILLAT CEBTP
- CORTADE
- DE CHEFDEBIEN CERIB
- DELORT ATILH
- DEVILLEBICHOT EGF/BTP
- DURAND UMGO
- DUROT BOUYGUES BATIMENT
- ELGUEDJ FIB
- FAR SETRA
- GARCIA LAFARGE BETONS SERVICES
- GRANIER COPREC
- GUERINET EIFFAGE CONSTRUCTION
- HAWTHORN UNIBETON
- HENRY BNIB
- HESLING AFNOR
- HOLLEBECQ AFCAB
- JACQUES LCPC
- LACROIX
- MARTIN BUREAU VERITAS

MLLE MAZOUFFRE UNECB

M MERLET CSTB

MME OSMANI EIFFAGE CONSTRUCTION

- M PAILLE SOCOTEC
- PINCON BNTEC
- SCHELL RMC FRANCE
- SENIOR UNSFA
- SERVALLI SAINT DENIS CONSTRUCTION
- THOMAS SNBPE
- THONIER FNTF
- TRINH CETEN-APAVE
- VALLES BNIB

## Avant-propos

La révision de la norme NFP 18-201 (DTU 21) a été entreprise,

- d'une part, pour mise en conformité avec la parution de la norme NF EN 206-1 et de son annexe nationale,
- d'autre part, pour intégrer l'évolution des normes concernant les aciers,
- enfin, pour préparer le passage de la norme ENV 13670-1 à l'état NF EN 13670-1.

En ce qui concerne le béton, il faut distinguer :

- la conformité du béton en tant que matériau, qui est régie par la norme NF EN 206-1 et son annexe nationale,
- la conformité du béton dans l'ouvrage, et la conformité de l'ouvrage, qui sont régies par le présent texte et par les documents particuliers du marché, ci-après désignés DPM.

A chaque fois que nécessaire, il a été fait référence aux parties correspondantes concernées de la NF EN 206-1 et de son annexe nationale.

## 1 Domaine d'application

Le présent document définit les conditions d'exécution des ouvrages en béton et en béton armé de granulats courants justiciables des règles de conception et de calcul aux états limites (BAEL) ou de normes NF-DTU faisant référence au présent document.

Ces ouvrages ou éléments d'ouvrages *peuvent être* coulés en place ou préfabriqués sur le chantier ou en usine.

Le présent document traite de l'exécution des ouvrages réalisés dans des conditions climatiques courantes. Des dispositions complémentaires sont à prendre dans le cas de conditions climatiques différentes.

Le présent document s'applique aux ouvrages utilisant des bétons de résistance caractéristique à 28 jours inférieure ou égale à 80 MPa (classe C80/95 de la norme NF EN 206-1)

Le présent document fixe les contrôles techniques minimaux qui incombent à l'entreprise.

Le domaine d'application est celui défini dans la partie B du BAEL.

Le présent document ne traite pas :

- des ouvrages réalisés à partir de granulats lourds ou légers ainsi que de ceux en béton caverneux ou cellulaire et de ceux en gros béton,
- des ouvrages spéciaux pour lesquels des prescriptions particulières d'exécution sont données (par exemple : cheminées, cuves et réservoirs),
- des éléments préfabriqués couverts par des normes produit et/ou faisant l'objet d'une fabrication contrôlée en usine titulaire d'une certification produit délivrée par un organisme certificateur reconnu par les instances compétentes,
- des éléments préfabriqués non traditionnels et non couverts par des normes produit. Lorsque de tels éléments font l'objet d'un Avis Technique, leur emploi est précisé dans celui-ci. En l'absence d'Avis Technique, leur emploi relève de l'accord entre les parties,
- des ouvrages en béton précontraint. Le Fascicule 65 A du CCTG traitant des conditions d'exécution de ces ouvrages, les Documents Particuliers du Marché (DPM) peuvent faire référence aux prescriptions techniques qui y figurent.

### NOTE

Une construction spéciale, par exemple un parking en site urbain dont la couverture constitue une chaussée publique qui peut relever du Fascicule 65 A, relève du présent document pour les autres parties à usage de parking de véhicules légers qui forment une construction courante.

Le matériau béton doit être conforme à la norme NF EN 206-1 et à son annexe nationale française, ci après désignés en abrégé, dans la suite du texte par NF EN 206-1.

Il peut être :

- soit un matériau prêt à l'emploi livré sur le chantier à l'état frais par un producteur,
- soit un matériau fabriqué sur le chantier par l'utilisateur, pour lesquels les règles définies dans le présent document, établissent la conformité à la norme NF EN 206-1 :
  - s'il s'agit de béton à composition prescrite, le présent document fournit les exigences relatives aux contrôles nécessaires et suffisants pour satisfaire aux articles 8, 9 et 10 de la norme NF EN 206-1,

- s'il s'agit de béton à composition prescrite dans une norme, le présent document fournit en 4.5 les prescriptions nécessaires et suffisantes,
- Le présent document ne fournit pas de prescription particulière pour l'établissement de la conformité des bétons à propriétés spécifiées, dans les conditions indiquées en 4.1. Pour ces bétons, les règles pour l'établissement de la conformité, données dans la NF EN 206-1, s'appliquent.

## 2 Références normatives

Le présent document comporte par référence datée ou non datée des dispositions d'autres publications. Ces références normatives sont citées aux endroits appropriés dans le texte et les publications sont énumérées ci-après. Pour les références datées, les amendements ou révisions ultérieurs de l'une quelconque de ces publications ne s'appliquent à ce document que s'ils y ont été incorporés par amendement ou révision. Pour les références non datées, la dernière édition de la publication à laquelle il est fait référence s'applique.

### **NF EN 206-1**

et son annexe nationale : Béton - Partie 1 : Spécification, performances, production et conformité.

### **XP A 35-014**

Aciers pour béton armé - Barres, fils machine et fils en acier inoxydable.

### **NF A 35-015**

Armatures pour béton armé - Ronds lisses soudables.

### **NF A 35-016**

Armatures pour béton armé - Barres et couronnes soudables à verrous de nuance Fe E500 Treillis soudés constitués de ces armatures.

### **NFA 35-017**

Armatures pour béton armé - Barres et fils machine non soudables à verrous.

### **NF A 35-019-1**

Armatures pour béton armé - Armatures constituées de fils soudables à empreintes - Partie 1 : Barres et couronnes.

### **NF A 35-019-2**

Armatures pour béton armé - Armatures constituées de fils soudables à empreintes - Partie 2 : Treillis soudés.

### **NF A 35-020-1**

Produits en acier - Dispositifs de raboutage ou d'ancrage d'armatures à haute adhérence pour le béton - Partie 1 : Prescriptions relatives aux performances mécaniques.

### **NF A 35-024**

Aciers pour béton - Treillis soudés constitués de fils de diamètre inférieur à 5 mm.

### **NF A 35-027**

Produits en acier pour béton armé - Armatures.

### **FD A 35-029**

Armatures pour béton armé - Assemblages soudés - Qualification d'un mode opératoire de soudage. Qualification des soudeurs.

### **XP A 35-031**

Armatures pour béton armé - Barres soudables à verrous de diamètre supérieur à 40 mm.

### **P 18-503**

Surfaces et parements de béton - Eléments d'identification.

### **NF EN 12350-1**

Essai pour béton frais - Partie 1 : Echantillonnage (Indice de classement : P 18-437).

### **NF EN 12350-7**

Essais pour béton frais - Partie 7 : Teneur en air - Méthode de la compressibilité (Indice de classement : P 18-443).

### **NF EN 12390-3**

Essai pour béton durci - Partie 3 : résistance à la compression des éprouvettes (Indice de classement : P 18-455).

### **NF EN 12504-2**

Essais pour béton dans les structures - Partie 2 : essais non-destructifs - Détermination de l'indice de rebondissement (Indice de classement : P 18-445).

### **prNF EN 13791**

Evaluation de la résistance à la compression du béton dans les structures ou les éléments structuraux (Indice de classement : P 18-410).

## 3 Prescriptions générales relatives aux constituants.

### 3.1 Généralités

Pour les constituants, durant les phases de stockage, confection, manipulation, transport et mise en place, on doit prendre des dispositions pour assurer la protection contre les actions climatiques et pour éviter les souillures, de telle sorte que (au besoin par l'emploi de procédés permettant de corriger les effets néfastes de ces facteurs) le béton de l'ouvrage ait les qualités escomptées.

Pour l'exécution des travaux hors des Etats membres du CEN, où il peut y avoir impossibilité de droit ou de fait à utiliser des matériaux conformes aux normes européennes, il pourra être utilisé des matériaux conformes à d'autres normes en appliquant les recommandations en vigueur sur le lieu d'utilisation.

Il en est de même des matériaux non précisés dans le présent document qui peuvent être utilisés sous réserve qu'une étude ait montré la possibilité de les employer et que le maître d'ouvrage ait donné son accord.

### 3.2 Constituants du béton

Les exigences relatives aux constituants du béton, qu'il s'agisse :

- de béton prêt à l'emploi,
- de béton de chantier,
- de béton fabriqué dans une usine de production d'éléments préfabriqués,

sont définies par la norme NF EN 206-1.

### 3.3 Aciers et armatures pour béton armé

Les aciers utilisés doivent répondre aux spécifications des normes NF A 35-014, NF A 35-015, NF A 35-016, NF A 35-017, NF A 35-019-1, NF A 35-019-2, NF 35-024 ou XP A 35-031.

Les armatures coupées, façonnées ou assemblées doivent répondre aux spécifications de la norme NF A 35-027.

#### NOTE

Une façon de justifier de la conformité aux normes est de recourir aux marques NF-Aciers pour béton armé et NF-Armatures.

Lorsqu'il y a risque de confusion sur le chantier, il est interdit d'employer dans un même ouvrage des aciers de même apparence géométrique ayant des caractéristiques différentes.

## 4 Spécifications et caractéristiques minimales du béton

### 4.1 Généralités

La spécification et les caractéristiques minimales du béton doivent être conformes aux dispositions :

- définies en 6 de la norme NF EN 206-1,
- du " Tableau NA.F.1 des valeurs limites spécifiées applicables en France à la composition et aux propriétés du béton " de l'Annexe Nationale à la norme NF EN 206-1.

L'entrepreneur doit pouvoir fournir, au début des travaux, un dossier d'étude des bétons utilisés (voir 4.3), dossier qui doit notamment préciser s'il s'agit, au sens de la norme NF EN 206-1 :

- de " bétons à propriétés spécifiées " tels que définis en 3.1.11 et spécifiés selon 6.2,
- de " bétons à composition prescrite " tels que définis en 3.1.12 et spécifiés selon 6.3,
- de " bétons à composition prescrite dans une norme " tels que définis en 3.1.13 et spécifiés selon 6.4 et selon 4.5 du présent document.

Sauf dispositions particulières du contrat de réalisation de l'ouvrage imposant explicitement, l'utilisation de " béton à propriétés spécifiées ", les bétons de chantier sont des bétons à composition prescrite.

Les bétons à propriétés spécifiées sont définis dans la norme NF EN 206-1 et leurs spécifications doivent être conformes à 6.2 de cette norme.

Les caractéristiques minimales du béton sont fixées en fonction :

- de la catégorie des chantiers, c'est-à-dire selon l'importance des ouvrages à réaliser (voir 4.2),
- de la classe d'exposition, c'est-à-dire selon les actions de l'environnement sur l'ouvrage (voir 4.3).

## 4.2 Catégories de chantiers

### 4.2.1 Définitions

Les catégories sont définies de façon à pouvoir assurer des niveaux de contrôle croissants avec :

- l'importance des travaux,
- la présence d'éventuels ouvrages particuliers.

A défaut de prescriptions dans le contrat de réalisation de l'ouvrage, ces catégories sont définies ci-après.

### 4.2.2 Catégorie A

Chantier de petite importance respectant les conditions suivantes :

- construction comportant au plus deux étages sur rez-de-chaussée et un sous-sol,
- construction ne comportant que des éléments courants de portée limitée, sans porte-à-faux important, et sans poteau élancé.

Cette catégorie concerne en particulier les maisons individuelles isolées, jumelées, en faible nombre.

### 4.2.3 Catégorie B

Chantier de moyenne importance ne comportant que des éléments de dimension courante et normalement sollicités. Cette catégorie concerne en particulier les bâtiments d'au plus 16 niveaux, un ensemble pavillonnaire important ou une construction industrielle courante .

La quantité de béton mise en oeuvre n'y excède pas 5 000 mètres cubes.

### 4.2.4 Catégorie C

Chantier de grande importance ne comportant que des éléments de dimensions courantes et normalement sollicités. Cette catégorie concerne en particulier les immeubles de plus de 16 niveaux, les entrepôts industriels à fortes charges ou les complexes sportifs de grandes dimensions.

### 4.2.5 Ouvrages particuliers PA, PB et PC des chantiers de catégorie A, B et C

Ce sont les ouvrages tels que :

- porte-à-faux importants,
- planchers de reprise fortement sollicités,
- poteaux élancés,
- planchers de grande portée,
- ouvrages nécessitant des techniques d'application délicate,
- ouvrages dont la résistance caractéristique de calcul requise pour le béton est au moins égale à 35 MPa à 28 jours.

## 4.3 Classes d'exposition

Les classes d'exposition à considérer du point de vue de la durabilité de l'ouvrage sont définies en 4.1 de la norme NF EN 206-1.

## 4.4 Dossier d'étude des bétons

### 4.4.1 Contenu du dossier



Le dossier d'étude des bétons comprend :

- un dossier initial que l'entrepreneur doit pouvoir fournir avant le début des travaux (voir 4.4.2),
- un dossier de suivi que l'entrepreneur doit constituer au fur et à mesure de leur avancement (voir 4.4.3 et 4.4.5).

#### 4.4.2 Dossier initial

Ce dossier comporte, pour chaque béton utilisé :

- l'indication du béton dont il s'agit : béton à propriétés spécifiées, béton à composition prescrite ou béton à composition prescrite dans une norme,
- les exigences de base et les éventuelles exigences complémentaires énumérées, respectivement en 6.2, 6.3 et 6.4 de la norme NF EN 206-1,
- les éléments justifiant du respect de ces exigences,
- la description des moyens de confection et de mise en place du béton.

En outre, dans le cas des bétons à composition prescrite ou à composition prescrite dans une norme, le prescripteur doit compléter le dossier initial par l'indication de la résistance caractéristique en compression à 28 jours retenue pour le calcul des ouvrages.

Dans le cas d'utilisation de béton à composition nouvelle, un procès verbal d'essai initial conformément à 6.5 et à l'Annexe A de la norme NF EN 206-1, doit pouvoir être fourni.

#### NOTE

Toute modification de l'une des caractéristiques ou d'un composant conduit à considérer qu'il s'agit d'une nouvelle composition de béton pour lequel il doit être établi un essai initial, à moins que les connaissances traditionnelles ou l'avis favorable d'un spécialiste reconnu ne permettent, soit d'admettre que les performances ne seront pas affectées par cette modification, soit d'apprécier l'évolution de ces performances.

Les éléments justifiant du respect de ces exigences peuvent, soit être établis à l'occasion du chantier concerné, soit provenir de l'usine de béton prêt à l'emploi retenue, soit provenir en tout ou partie de chantiers antérieurs comparables ; il est néanmoins précisé que seuls sont admis les éléments datant de moins d'un an.

#### 4.4.3 Dossier de suivi des bétons à propriétés spécifiées

Il comprend :

- a les éléments énumérés en 7 de la norme NF EN 206-1 concernant la livraison du béton frais, à savoir :
- l'information de l'utilisateur au producteur du béton conformément à 7.1 de la norme NF EN 206-1,
  - l'information du producteur du béton à l'utilisateur conformément à 7.2 de la norme NF EN 206-1,

et, au fur et à mesure de l'avancement des travaux :

- les éléments techniques des bons de livraison pour le béton prêt à l'emploi, conformes à 7.3 de la norme NF EN 206-1.

- b les éléments issus des contrôles de conformité et de production :

- dans le cas des bétons certifiés NF ou équivalent, l'attestation de l'organisme certificateur est suffisante.
- dans les autres cas, une description du système de contrôle de production au sens du 9 de la norme NF EN 206-1 doit pouvoir être fournie et doit pouvoir être accompagnée d'un relevé des contrôles effectués permettant de s'assurer de la conformité du béton au sens de 8.2 de la norme NF EN 206-1.

- c les éléments de contrôle du béton destiné à l'ouvrage, obtenus au fur et à mesure de l'avancement des travaux par l'utilisateur du béton, tels que définis à 6.4 du présent document.

#### 4.4.4 Dossier de suivi des bétons à composition prescrite (de chantier ou prêts à l'emploi)

Il comprend :

- a les éléments énumérés en 7 de la norme NF EN 206-1 concernant la livraison du béton frais, à savoir :
- l'information de l'utilisateur au producteur du béton conformément à 7.1,
  - l'information du producteur du béton à l'utilisateur conformément à 7.2,
- et, au fur et à mesure de l'avancement des travaux :
- les éléments techniques des bons de livraison pour le béton prêt à l'emploi, conformes à 7.3.
- b les éléments issus des contrôles de conformité et de production :
- dans le cas des bétons certifiés NF ou équivalent, l'attestation de l'organisme certificateur est suffisante,
  - dans les autres cas, une description du système de contrôle de production au sens du 9 de la norme NF EN 206-1 doit pouvoir être fournie et doit pouvoir être accompagnée d'un relevé des contrôles effectués permettant de s'assurer de la conformité du béton au sens de 8.3 de la dite norme .
- c les éléments de contrôle du béton destiné à l'ouvrage, obtenus au fur et à mesure de l'avancement des travaux par l'utilisateur du béton, tels que définis en 6.5 du présent document.

#### 4.4.5 Dossier de suivi des bétons à composition prescrite dans une norme

Le dossier d'étude de ces bétons comprend le dossier initial et la justification du suivi du respect des exigences de cette norme.

### 4.5 Cas particulier des bétons à " composition prescrite dans la présente norme "

#### 4.5.1 Limites d'utilisation

Pour les chantiers de catégorie A exclusivement, en classes d'exposition X0, XC1, XC2, XC3, XC4, XD1 et XF1, l'utilisateur peut s'affranchir des contrôles de résistance pour autant qu'il majore le dosage en ciment et qu'il minore les caractéristiques mécaniques attribuables a priori au béton de l'ouvrage.

Les bétons respectant les spécifications des 4.5.2 et 4.5.5 ci-après constituent des " bétons à composition prescrite dans la présente norme ".

#### 4.5.2 Dosages majorés minimaux en ciment

Les dosages ci-après sont des dosages minimaux en ciment sans prise en compte d'éventuelles additions :

- 350 kg/m<sup>3</sup> pour du béton armé,
- 300 kg/m<sup>3</sup> pour du béton non armé,
- 250 kg/m<sup>3</sup> pour du béton non armé de semelle filante.

En outre, l'incorporation d'entraîneurs d'air est interdite pour ces bétons.

#### 4.5.3 Résistance caractéristique attribuable a priori au béton de l'ouvrage

La résistance caractéristique maximale en compression à 28 jours, attribuable a priori à ces bétons, sans justification par essais, et pouvant être prise en compte dans le calcul des ouvrages, est plafonnée, en fonction du dosage en ciment, à la valeur suivante :

- $f_{ck28,cyl} = 20$  MPa pour un dosage de 400 kg/m<sup>3</sup>,
- $f_{ck28,cyl} = 16$  MPa pour un dosage de 350 kg/m<sup>3</sup>,
- $f_{ck28,cyl} = 12$  MPa pour un dosage de 300 kg/m<sup>3</sup>,
- $f_{ck28,cyl} = 8$  MPa pour un dosage de 250 kg/m<sup>3</sup>.

Pour les trois derniers cas précédents, ces valeurs peuvent être majorées de 4 MPa sur justification spéciale.

NOTE

Peut être considérée comme justification spéciale la référence à des résultats de vérification d'un chantier de catégorie B ou C utilisant un béton comparable, ou la référence à un dossier de suivi comportant les justifications demandées pour les catégories B ou C, à condition que ces références datent de moins d'un an.

Lorsque l'entrepreneur qui exécute un chantier de catégorie A se conforme aux conditions de contrôle des bétons de la catégorie B ou C telles que définies en 6 du présent texte, la limitation de résistance caractéristique n'est plus applicable.

## 5 Fabrication et mise en place

### 5.1 Coffrage - étalement

Les coffrages et étalements doivent présenter une rigidité suffisante pour résister, sans tassements ni déformations nuisibles, aux actions de toute nature qu'ils sont exposés à subir pendant l'exécution des travaux, et notamment aux efforts engendrés par le serrage du béton.

Les coffrages doivent être suffisamment étanches pour que la mise en place du béton ne soit pas une cause de perte d'une partie appréciable du ciment et des fines.

### 5.2 Armatures

#### 5.2.1 Façonnages des armatures

La coupe des aciers doit être faite mécaniquement, sauf pour les ronds lisses (NF A 35-015) pour lesquels elle peut être faite par effet thermique.

Le cintrage doit être fait, progressivement et à vitesse suffisamment lente, mécaniquement à l'aide de mandrins ou par tout autre procédé permettant de respecter les rayons de courbure minimaux prescrits. Le cintrage des aciers de limite d'élasticité supérieure ou égale à 400 MPa doit être fait à température ambiante.

A défaut de précaution spéciale, le façonnage des armatures est interdit lorsque la température ambiante est inférieure à - 5 °C, exception faite pour les ronds lisses et autres produits, si la norme de référence l'autorise.

En dehors des ronds lisses, le redressage d'armatures pliées n'est autorisé que si toutes les conditions ci-après sont remplies :

- les aciers sont aptes au redressage après pliage pour le diamètre utilisé,
- cette opération n'est effectuée qu'une seule fois,
- un outillage spécifique est utilisé afin de limiter les concentrations de contraintes dans l'acier,
- la procédure de redressage de l'acier permet d'obtenir un fonctionnement correct " de béton armé ",
- il n'y a pas de soudure dans la zone de redressage.

Cette dernière condition s'applique également aux ronds lisses.

#### 5.2.2 Mise en place et fixation des armatures

Au moment du bétonnage les armatures doivent être sans plaques de rouille ni de calamine non adhérentes et ne doivent pas comporter de traces de terre, ni de graisse.

Les armatures doivent être mises en place conformément aux dispositions définies dans les plans, compte tenu des prescriptions de 7.1 et de 8.

Ces armatures doivent être fixées entre elles et calées au coffrage, de manière à ne subir aucun déplacement ni aucune déformation notable lors de la mise en place du béton.

La nature des cales et leur positionnement dans le béton doivent être compatibles avec le bon comportement ultérieur de l'ouvrage, notamment en ce qui concerne la protection des armatures contre la corrosion et, le cas échéant, pour la résistance au feu.

#### 5.2.3 Soudage

Dans le cas d'acier soudable au sens des normes, le soudage doit être effectué conformément aux prescriptions correspondantes, notamment celles de la norme NF A 35-027 et de FD A 35-029 et XP A 35-014.

Aucun soudage ne doit être exécuté sur chantier dans une partie courbe d'une barre principale dont le diamètre du mandrin de cintrage est inférieur à 20 diamètres. Il est néanmoins possible de déroger à cette règle après avis

favorable d'un spécialiste reconnu.

Le soudage par points est autorisé pour l'assemblage des armatures, moyennant le respect de la norme NF A 35-027.

#### 5.2.4 Assemblages par manchons

Les assemblages par manchons doivent être conformes à la norme NF A 35-020-1.

##### NOTE

Une façon de justifier la conformité à la norme est de recourir à la marque AFCAB - Dispositifs de raboutage ou d'ancrage.

#### 5.2.5 Armatures en attente, dispositions particulières relatives à la sécurité des personnes

La prévention des blessures que peuvent causer les armatures en attente au personnel doit être assurée, au stade des études et de l'établissement des plans, par le choix de détails technologiques appropriés puis, au stade de l'exécution, par le choix des méthodes et matériels de réalisation et de protection.

On peut ainsi, en choisissant la solution la mieux adaptée :

- soit modifier la nature et/ou la forme des armatures dans le respect des règles du béton armé et des produits du commerce,
- soit, toujours dans le respect des règles du béton armé et des produits du commerce, ceinturer les attentes à leur partie haute par un cadre solidement fixé, remonter le niveau du recouvrement des armatures verticales en attente, mettre en place des panneaux d'armatures dont l'acier de répartition soit proche de l'extrémité des aciers en attente...,
- soit définir des moyens et instructions de sécurité appropriés,
- soit isoler matériellement les postes de travail et les circulations des zones dangereuses.

### 5.3 Béton

#### 5.3.1 Production

La production du béton doit être conforme aux prescriptions de la norme NF EN 206-1.

#### 5.3.2 Transport

Les transports, depuis le lieu de fabrication jusqu'au lieu d'emploi, sont effectués de telle façon que le béton présente, avant mise en place, les qualités requises, en particulier en évitant toute ségrégation sensible.

Dans le cas de béton prêt à l'emploi, le transport entre le lieu de fabrication et le lieu de livraison doit s'effectuer conformément aux exigences de la norme NF EN 206-1.

En raison de ses effets particulièrement nocifs sur le béton, notamment sa résistance, son retrait et sa porosité et par voie de conséquence sur sa fissuration et sur sa durabilité, tout ajout d'eau après fabrication et avant mise en place est strictement interdit, sauf justification particulière.

#### 5.3.3 Mise en place

Le béton ne doit être mis en place qu'au contact de surfaces et dans des volumes débarrassés de tous corps étrangers.

Lorsque les coffrages et/ou les supports sont susceptibles d'absorber l'eau ou d'activer son évaporation, ils doivent être convenablement humidifiés.

Le béton doit être mis en place avant tout commencement de prise par des procédés lui conservant son homogénéité.

Le serrage du béton, autre qu'autoplaçant, peut être obtenu par damage, vibration ou pervibration par couches d'épaisseur appropriée.

#### 5.3.4 Reprise de bétonnage

En dehors des cas courants, les reprises de bétonnage doivent être, soit précisées sur les plans d'exécution, soit soumises à l'avis de l'ingénieur d'études.

La surface de reprise doit être propre, rugueuse, et traitée de façon à obtenir une bonne adhérence à l'interface, sans

toutefois dégrader la zone de béton proche de cette interface.

**NOTE**

Des recommandations professionnelles ont été récemment publiées sur ce sujet.

### 5.3.5 Effet des conditions ambiantes

Les prescriptions de fabrication et mise en place du béton sont prévues pour des conditions ambiantes courantes.

Des précautions particulières (chauffage...) peuvent permettre le bétonnage par basse température.

Si malgré les précautions particulières mises en oeuvre, une partie du béton gelé n'a pas fait sa prise après le dégel ou n'a pas obtenu une résistance suffisante, cette partie doit être démolie.

Une température élevée, le vent ou une faible hygrométrie sont susceptibles d'entraîner une dessiccation excessive du béton.

Il en découle que le béton au jeune âge doit être l'objet d'une cure et d'une protection afin de :

- minimiser le retrait plastique,
- assurer une résistance convenable en surface,
- assurer une durabilité convenable de la zone superficielle,
- le protéger contre le gel,
- le protéger contre les vibrations préjudiciables, les chocs et tout effet dommageable.

La méthode de cure doit permettre de réduire le taux d'évaporation de la surface du béton, ou de maintenir celle-ci en état permanent d'humidité.

**NOTE**

La cure naturelle, y compris celle assurée par le maintien du coffrage, est suffisante lorsque, pendant toute la période requise pour la cure, les conditions sont telles que le taux d'évaporation de la surface du béton reste faible.

La cure doit être entreprise sans délai après les opérations de serrage et surfacage du béton pour les horizontaux, complétée, si nécessaire, dès le décoffrage pour les verticaux.

La durée de cure doit être fonction du développement des propriétés de la zone superficielle du béton.

Des dispositions particulières doivent être adoptées :

- dès que la température ambiante au moment de la mise en place du béton est susceptible de dépasser 35 °C,
- dès que la température du béton est susceptible de dépasser 65 °C pendant sa prise,
- dès que la température du béton est susceptible de descendre en dessous de 0 °C, jusqu'à ce que la zone de surface ait atteint une résistance suffisante (par exemple 5 MPa pour une dalle).

### 5.3.6 Décoffrage et désétalement

Les opérations de décoffrage et de désétalement ne peuvent être effectuées que lorsque la résistance du béton est suffisante, compte tenu des sollicitations de l'ouvrage, pour éviter toute déformation excessive. Ces opérations doivent se faire de façon régulière et progressive pour ne pas entraîner des sollicitations brutales dans l'ouvrage.

**NOTE**

On peut réduire le délai pendant lequel l'ouvrage doit rester coffré si un étalement adapté, mis en place au moment opportun, est maintenu pendant une durée suffisante.

Par temps froid, les délais avant décoffrage doivent être augmentés, à défaut de précaution particulière concernant la maturation du béton.

### 5.3.7 Rebouchage, ragréage et finitions

Les réservations nécessaires à l'exécution des ouvrages et qui ne peuvent subsister à l'état définitif doivent être traitées de façon que les qualités requises pour l'ouvrage fini soient obtenues.

Si les ouvrages présentent certains défauts localisés (armatures accidentellement mal enrobées, épaufrures, nids de cailloux, etc.), il faut, avant d'exécuter le ragréage qui s'impose, s'assurer que ce défaut n'est pas de nature à mettre en cause la conservation des qualités de ces ouvrages, auquel cas tous travaux de réfection nécessaires doivent être entrepris avant ceux de ragréage.

Des opérations de ragréage (dressage des surfaces et des feuillures, enlèvement des balèvres, traitement des nids de cailloux, etc.) peuvent être nécessaires pour respecter les tolérances dimensionnelles de l'ouvrage fini.

### 5.3.8 Percements et scellements

Les percements et scellements effectués a posteriori dans le béton durci doivent être exécutés de façon qu'ils ne compromettent pas les qualités requises de l'ouvrage fini.

### 5.3.9 Information

En cas d'utilisation d'un produit de démoulage, de cure ou de ragréage, la fiche du produit doit être tenue à disposition du Maître d'oeuvre compte tenu des possibles interactions avec les revêtements appliqués ultérieurement.

### 5.4 Pièces préfabriquées en béton

Les phases de stockage, manutention, mise en place et étalement des pièces préfabriquées doivent être exécutées de telle sorte que les qualités requises pour ces pièces et l'ouvrage fini soient obtenues, après traitement des détériorations mineures qui pourraient survenir au cours de ces opérations.

La stabilité de ces pièces préfabriquées doit, en outre, être assurée durant toutes ces phases.

#### NOTE

Un schéma de levage définissant les points de suspension et les forces, les dispositions du système de levage et, si nécessaire, toute prescription particulière, doit être disponible. Le poids total et toute possibilité d'écart doivent être précisés pour chaque élément.

## 6 Contrôles

### 6.1 Principe

Les contrôles techniques minimaux qui incombent à l'entrepreneur sont les suivants ; les commandes de matériaux étant elles-mêmes conformes aux prescriptions de 3.

### 6.2 Contrôles concernant les aciers et les armatures

Tableau 1 Contrôles à réaliser sur les aciers et les armatures

	Réception des aciers à façonner, et des armatures façonnées et/ou assemblées.	Armatures façonnées et assemblées mises en place avant fermeture du coffrage
Inspection/essais	Examen du bon de livraison  Examen visuel de la livraison	Cas général : inspection visuelle  Cas particulier <sup>1)</sup> : inspection visuelle confirmée par quelques mesures de contrôle <sup>2)</sup>
Objectif	S'assurer que la livraison est conforme à la commande	Conformité au plan  Bon arrimage et tolérances, en particulier enrobage
Fréquence	À chaque livraison	Avant chaque coulage par sondage

1) Il s'agit par exemple de zones de ferrailage complexes où la position et la forme des armatures jouent un rôle déterminant ou d'aciers de porte-à-faux de dalle.

2) Dans certains cas, tels que ceux des armatures de porte-à-faux de dalle, le résultat des vérifications doit faire l'objet d'un document enregistré.

### 6.3 Contrôles des constituants du béton

Le contrôle des constituants du béton se fait en conformité avec les dispositions du tableau 22 de 9.9 de la norme NF EN 206-1.

Pour le béton de chantier, ce contrôle incombe à l'entrepreneur.

## 6.4 Contrôle du matériel

Le contrôle du matériel se fait en conformité avec les dispositions du tableau 23 de 9.9 de la norme NF EN 206-1. Pour le béton de chantier, ce contrôle incombe à l'entrepreneur.

## 6.5 Contrôle de la fabrication du béton

### 6.5.1 Objectifs

Les contrôles effectués par l'entreprise tels que définis par le présent article, ont pour but de vérifier en temps opportun que le béton destiné à l'ouvrage peut être présumé respecter les exigences du marché de travaux. Ils ne se substituent pas aux tests d'identification d'une fourniture de béton définis dans la norme NF EN 206-1.

### 6.5.2 Nature des contrôles

#### 6.5.2.1 Types de contrôles

Ces contrôles, définis dans le tableau 24 de 9.9 de la norme NF EN 206-1 et effectués juste avant la mise en place du béton, sont de deux types :

- 1 ceux dont les résultats sont connus avant mise en place du béton ; il s'agit :
  - des inspections visuelles pour détecter d'emblée toute anomalie d'aspect,
  - des mesures de consistance pour évaluer la conformité avec la consistance requise,
  - des mesures de teneur en air en cas d'utilisation d'entraîneur d'air.
- 2 ceux dont les résultats ne sont connus qu'après mise en place du béton : il s'agit des mesures de résistance des éprouvettes prélevées.

#### 6.5.2.2 Procédure de contrôle

En cas de doute à la suite des contrôles du premier type, il est possible de renforcer la fréquence des contrôles du deuxième type.

Les mesures de résistance sont obtenues à partir d'essais de compression effectués sur cylindres ou sur cubes conformément à la norme NF EN 12390-3.

Les prélèvements sont réalisés selon NF EN 12350-1. Ils sont effectués sur le chantier immédiatement avant la mise en place du béton. Chaque prélèvement est issu d'une seule gâchée ou charge, et une gâchée ou charge ne peut donner lieu qu'à un seul prélèvement ; il comporte un volume de béton au moins égal à 1,5 fois environ le volume nécessaire aux essais.

Les résultats de toutes ces mesures sont enregistrés.

La fréquence des contrôles est définie en 6.5.3 à 6.5.5.

L'interprétation des mesures de résistance est faite conformément à l'annexe A.

Pour tout chantier, les parties peuvent se mettre d'accord dans les Documents Particuliers du Marché (DPM) pour renforcer les moyens de contrôle du béton, tels que définis en 6.5.3 à 6.5.5.

#### 6.5.2.3 Analyse

Si la présomption de respect des exigences du marché de travaux n'est pas obtenue, les raisons doivent être analysées et un processus visant à lever l'incertitude doit être mis en oeuvre.

A titre indicatif, ce processus peut consister en :

- la prise en compte d'essais complémentaires,
- des essais sur le béton durci et/ou sur l'ouvrage,

##### NOTE

Les essais sur le béton durci de l'ouvrage font l'objet du projet de norme PR EN 13791. En attendant sa publication, se référer à l'Annexe B pour l'utilisation du scléromètre.

- les analyses physico-chimiques du béton et de ses constituants,
- une analyse complète de la pérennité et de la solidité de l'ouvrage (ou partie d'ouvrage) concerné, tel qu'il a été

réalisé et tel qu'il a été reconnu.

### 6.5.3 Béton prêt à l'emploi à propriétés spécifiées

#### 6.5.3.1 Chantiers de catégories A, B et C

En complément des essais de conformité auxquels doit procéder le producteur du béton dans le cadre de la norme NF EN 206-1, l'entrepreneur pourra limiter les contrôles de la résistance du béton destiné à l'ouvrage à un prélèvement par type de béton au démarrage du chantier, et ensuite à un prélèvement par lot, chaque lot ne comportant qu'une formulation de béton et son volume n'excédant pas :

- 1 000 m<sup>3</sup> pour les bétons titulaires d'une certification NF ou reconnue équivalente,
- 500 m<sup>3</sup> pour les autres bétons, ou un volume n'excédant pas celui mis en oeuvre dans un mois de travail continu.

#### 6.5.3.2 Ouvrages des catégories PA, PB, et PC

Les contrôles du béton destiné à ces ouvrages particuliers sont définis, soit par avance dans les documents particuliers du marché ou sur proposition de l'entrepreneur, soit avant tout début de réalisation par accord entre les parties.

La fréquence de ces contrôles ne peut être inférieure à celle de 6.5.3.1 précédent.

### 6.5.4 Béton de chantier ou béton prêt à l'emploi à composition prescrite

#### 6.5.4.1 Chantiers de catégorie A

Aucune mesure de résistance n'est requise pour autant que les dosages minimaux définis en 4.5.2 soient respectés.

##### NOTE

Pour les chantiers de cette catégorie, le niveau faible des sollicitations ainsi que l'exigence de dosage minimal (4.5.2) et le plafonnement de la résistance caractéristique maximale à 28 jours attribuable a priori au béton (4.5.3) autorisent cette absence de spécification particulière.

Lorsque l'entrepreneur, qui exécute un chantier de catégorie A, se conforme aux conditions de vérification de la catégorie B, l'exigence de dosage minimal (4.5.2) et le plafonnement de la résistance caractéristique maximale à 28 jours attribuable a priori (4.5.3) ne sont plus applicables.

#### 6.5.4.2 Chantiers des catégories B et C

Il sera effectué au moins un prélèvement par lot. Chaque lot ne comporte qu'une formulation de béton et son volume n'excède pas :

- 250 m<sup>3</sup> pour les chantiers de catégorie B,
- 150 m<sup>3</sup> pour les chantiers de catégorie C,

ou, pour chacune de ces catégories, un volume n'excédant pas celui mis en oeuvre dans un mois de travail continu.

##### NOTE

La mesure de consistance doit être faite au moment de chaque prélèvement et, à la suite d'une inspection visuelle concluant à un doute sur le respect de la consistance prévue.

#### 6.5.4.3 Ouvrages des catégories PA, PB, et PC

Les contrôles du béton destiné à ces ouvrages particuliers sont définis, soit par avance dans les documents particuliers du marché ou sur proposition de l'entrepreneur, soit avant tout début de réalisation par accord entre les parties.

Ces contrôles sont au minimum ceux requis pour les chantiers de catégorie C.



### 6.5.5 Tableau récapitulatif des contrôles du béton destiné à l'ouvrage

Tableau 2 Contrôles du béton destiné à l'ouvrage

Catégorie de Chantier	Béton à propriétés spécifiées		Béton à composition prescrite (Béton de chantier ou Béton Prêt à l'Emploi)	
	Consistance	Résistance	Consistance	Résistance
Toutes catégories	Inspection visuelle à chaque chargement	Selon catégorie de chantier	Inspection visuelle à chaque chargement	Selon catégorie de chantier
Catégorie A	Mesure si doute suite à inspection visuelle	Mesure en début de chantier puis :	Néant	Néant <sup>1)</sup>
Catégorie B		- tous les 500 m <sup>3</sup> ou tous les mois	Mesure en début de chantier puis tous les 250 m <sup>3</sup> ou tous les mois <sup>2)</sup>	
Catégorie C		- ou tous les 1 000 m <sup>3</sup> si béton certifié	Mesure en début de chantier puis : tous les 150 m <sup>3</sup> ou tous les mois <sup>2)</sup>	
Ouvrages particuliers PA, PB, PC	Au minimum exigence de la catégorie C	Mesures selon documents particuliers du marché	Au minimum exigence de la catégorie C	Mesures selon documents particuliers du marché
1) cf. 4.5.1				
2) Dans le cas d'utilisation d'un entraîneur d'air, la mesure de consistance est complétée par un essai normalisé de vérification de la teneur en air (NF-EN 12350-7), essai devant en outre être réalisé en cas de doute suite à inspection visuelle.				

## 7 Caractéristiques dimensionnelles des ouvrages

### 7.1 Tolérances dimensionnelles de construction

#### 7.1.1 Généralités

Les tolérances d'implantation, à comparer aux écarts admissibles par rapport à un repère général, ne sont pas traitées dans le présent document.

Les chiffres donnés ci-après concernent les ouvrages à parements soignés (voir 7.2.1). A défaut de spécifications moins sévères dans les DPM, les tolérances pour les ouvrages à parements courants ou ordinaires sont les mêmes. Les écarts relatifs à la distance entre deux parties d'ouvrage sont estimés par cumul d'un écart sur les distances entre repères de ces parties d'ouvrages, et d'un écart sur les cotes de dimensionnement de ces parties d'ouvrages par rapport à ce repère.

Les repères pour les éléments verticaux sont des plans moyens ou des axes, et pour les ouvrages horizontaux, le niveau des nus supérieurs. Les prescriptions résultent donc, d'une part, des tolérances données pour les cotes de dimensionnement et, d'autre part, des tolérances sur les distances entre repères.

Les tolérances ci-après n'incluent pas les déformations qui se produiront après la livraison de l'ouvrage, et dont il doit être tenu compte en tant que de besoin.

Le respect des valeurs mentionnées ci-dessus dispense des justifications de résistance et de stabilité des ouvrages tels que construits, sauf cas particuliers (voiles minces, voûtes minces...). En cas de dépassement, on examine, en vue de déterminer les moyens appropriés pour y remédier le cas échéant, les conséquences des écarts sur la stabilité de l'ouvrage et sur la possibilité de réaliser les autres ouvrages.

Sauf disposition contraire des DPM, des hors-profils plus importants que ceux résultant des valeurs ci-après peuvent être admis lorsqu'il s'agit de la conséquence d'un processus constructif spécifique d'ouvrages enterrés ou contre terre, pour autant que ces hors-profils ne compromettent pas la stabilité de l'ouvrage.

Les petits ouvrages (trémies, réservations...) sont repérés dans leur ouvrage support (dalle, poutre...) par des cotes de positionnement et des cotes de dimension. Les écarts admissibles par rapport à ces diverses cotes sont de  $\pm 20$  mm.

#### 7.1.2 Poteaux et murs

Les valeurs des écarts admissibles pour les poteaux et pour les murs sont donnés par la figure 1, dans laquelle toutes les cotes sont exprimées en mm.

Figure 1 Ecart admissible pour les poteaux et pour les murs

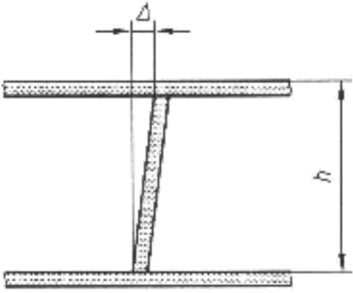
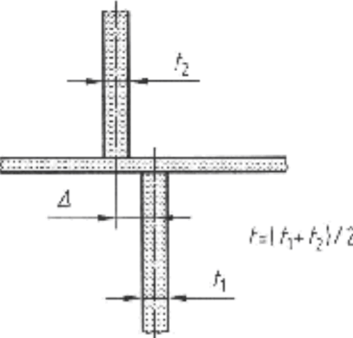
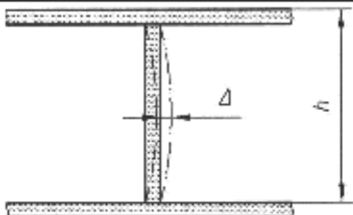
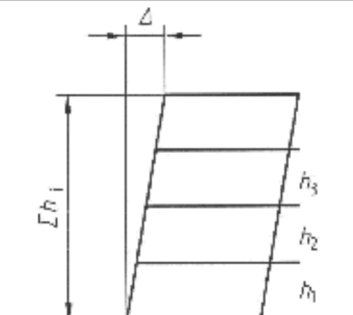
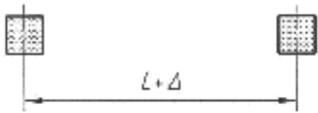
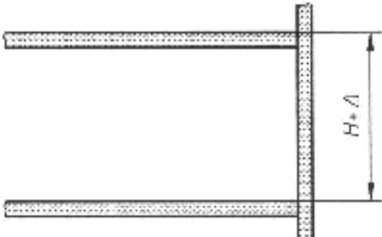
N°	Types d'écart	Description	Écart admissible $\Delta$
a		Inclinaison d'un poteau à tout niveau dans un bâtiment d'un ou de plusieurs étages	La plus grande des deux valeurs :  $h/300$ ou 15 mm
b		Écart entre axes pour les poteaux et les murs	La plus grande des deux valeurs :  $t/30$ ou 15 mm
c		Flèche d'un poteau entre deux niveaux consécutifs	La plus grande des deux valeurs :  $h/300$ ou 15 mm
d		Position de l'axe d'un poteau ou d'un mur à tout niveau par rapport à la verticale de son centre au niveau bas d'une structure à plusieurs étages : n, nombre d'étages. avec : $n \geq 1$	La plus grande des deux valeurs :  50 mm ou $\Sigma h / (200 n^{1/2})$

Figure 2 Ecart vertical admissible pour les poteaux et les murs

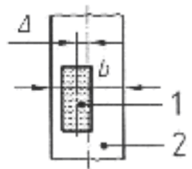
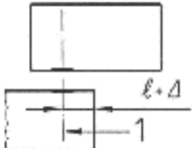
N°	Types d'écart	Description	Écart admissible $\Delta$
a		Distance entre axes	La plus grande des deux valeurs :  $\pm 20 \text{ mm}$ ou $\pm L/600$
b		Niveaux d'étages consécutifs au droit des appuis	$\pm 20 \text{ mm}$

### 7.1.3 Poutres et dalles

Les écarts donnés pour la position et le niveau des poutres et des dalles s'appliquent aussi aux autres composants structuraux horizontaux ou inclinés.

Les valeurs des écarts structuraux admissibles pour les poutres et les dalles sont données par la figure 3 dans laquelle toutes les cotes sont exprimées en mm.

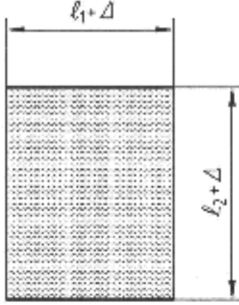
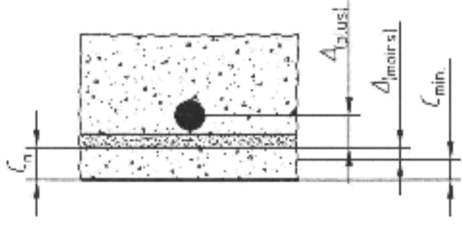
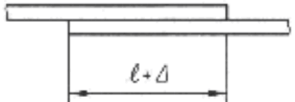
Figure 3 Ecart admissible pour les poutres et dalles

N°	Types d'écart	Description	Écart admissible $\Delta$
a		Position d'une liaison poutre-poteau repérée par rapport au poteau.  $b$ = dimension du poteau suivant la direction de $\Delta$ .  avec 1 = poutre et 2 = poteau	La plus grande des deux valeurs :  $\pm b/30$ ou $\pm 20 \text{ mm}$
b		Position de l'axe d'un appui par rapport au support.  $l$ = distance théorique à l'arête.  1 = Axe réel de l'appui.	La plus grande des deux valeurs :  $\pm l/20$ ou $\pm 15 \text{ mm}$

### 7.1.4 Sections

Les dimensions de la section transversale, l'enrobage et la position des armatures de béton armé ne doivent pas présenter par rapport aux valeurs théoriques d'écart supérieurs aux valeurs définies par la figure 4, dans laquelle toutes les cotes sont exprimées en mm.

Figure 4 Ecart admissible des sections

N°	Types d'écart	Description	Écart admissible $\Delta$
a	Dimension de la section 	$l_1$ = dimension dans une section.  Applicable aux poutres, dalles et poteaux  Pour $l_1 < 150$ mm  $l_1 = 400$ mm  $l_1 = 2\,500$ mm  avec interpolation linéaire pour les valeurs intermédiaires.	$\pm 10$ mm  $\pm 15$ mm  $\pm 30$ mm
b	Position de l'armature passive Section transversale  $C_{min}$ = enrobage minimum requis $C_n$ = enrobage nominal = $C_{min} +  \Delta_{(moins)} $ $C$ = enrobage réel $\Delta$ = écart admissible sur $C_n$ $h$ = hauteur de la section Exigence : $C_n + \Delta_{(plus)} > C > C_n -  \Delta_{(moins)} $	Pour toute valeur de $h$ :  $\Delta_{(moins)}$ $h \leq 150$ mm, $\Delta_{(plus)}$ $h = 400$ mm, $\Delta_{(plus)}$ $h \geq 2\,500$ mm, $\Delta_{(plus)}$ avec interpolation linéaire pour les valeurs intermédiaires.	10 mm  + 10 mm  + 15 mm  + 20 mm
NOTE II est possible d'augmenter de 15 mm les écarts positifs admissibles pour les enrobages des armatures des fondations et des éléments de béton des fondations.			
c	Recouvrement 	$l$ = Longueur de recouvrement	$0,06 l$

Les valeurs données s'appliquent en positions verticale et horizontale.

## 7.2 Etats de surface

### 7.2.1 Parements des parois latérales et sous-faces

Il s'agit en particulier des parois latérales des murs et poteaux, des sous-faces des dalles et poutres et des joues latérales des poutres. On distingue quatre qualités de parements de béton :

- parement élémentaire,
- parement ordinaire,
- parement courant,
- parement soigné.

#### NOTE

Le parement élémentaire est généralement réservé aux parois de locaux utilitaires pour lesquels une finition ordinaire

n'est pas nécessaire ou aux parois destinées, soit à recevoir une finition rapportée non directement appliquée sur le support, soit à être masquées par une cloison de doublage indépendante de ces parois.

Le parement ordinaire peut convenir pour les emplois ci-dessus lorsque la paroi est destinée à recevoir un enduit de parement traditionnel épais. Le parement courant correspond par exemple à des ouvrages susceptibles de recevoir des finitions classiques de papiers peints ou peintures moyennant un rebouchage préalable et l'application d'un enduit garnissant (sauf indication contraire des DPM, ces travaux de rebouchage et enduit garnissant ne sont pas à la charge de l'entreprise de gros oeuvre).

Le parement soigné convient aux mêmes usages que le parement courant mais sa meilleure finition permet de limiter les travaux ultérieurs de revêtement éventuel et n'exige qu'une moindre préparation.

En l'absence de toute indication des DPM, les parements ordinaires sont retenus.

Cependant le parement extérieur des ouvrages exposés à la pluie doit, lorsqu'il est destiné à rester brut ou à être revêtu d'une peinture ou d'un carrelage collé, être un parement soigné.

Des qualités de parement différentes peuvent être exigées. Elles sont alors définies dans les DPM (parements bouchardés, lavés, etc.).

Les caractéristiques de planéité des parements définis ci-dessus sont regroupées dans le tableau ci-après :

<b>Parements <sup>1)</sup></b>	<b>Planéité d'ensemble rapportée à la règle de 2 m</b>	<b>Planéité locale - hors Joints - rapportée à un réglet de 0,20 m (creux maximal sous ce réglet)</b>
Élémentaire	Pas de spécification particulière	Pas de spécification particulière
Ordinaire	15 mm	6 mm
Courant	7 mm	2 mm
Soigné	5 mm	2 mm

*1) Les caractéristiques de l'épiderme et tolérances d'aspect sont définies dans le FD P 18-503.*

## 7.2.2 Etat de surface des dalles et des planchers

Les spécifications concernant l'état de surface des dalles et planchers sont données dans le tableau ci-après.

<b>État de surface</b>	<b>Planéité d'ensemble rapportée à la règle de 2 m</b>	<b>Planéité locale - hors Joints - rapportée à un réglet de 0,20 m (creux maximal sous ce réglet)</b>
Brut de règle	15 mm	Pas de spécification particulière
Surfacé	10 mm	3 mm
Lissé <sup>1)</sup>	7 mm	2 mm

*1) Dans le cas où les DPM indiquent que le support est destiné à recevoir un revêtement de sol collé ou une sous couche isolante ou encore un revêtement de sol en pose scellée désolidarisée, les tolérances de planéité sous la règle de 2 m et le réglet de 0,20 m sont respectivement de 7 mm et 2 mm.*

En l'absence de toute indication des DPM, l'état de surface est surfacé

## 7.2.3 Incorporations dans les dalles et murs

Les canalisations, gaines, fourreaux, etc., incorporés doivent satisfaire, tous corps d'état confondus, les spécifications suivantes :

- être situés entre les nappes d'armature, (lorsqu'elles existent), de chacune des deux faces,
- permettre un enrobage par le béton au moins égal au diamètre de la plus grosse gaine, avec un minimum de 4 cm,
- présenter, sauf localement, une distance horizontale entre elles au moins égale à leur diamètre, avec un minimum de 4 cm,
- au droit des croisements ou empilages localisés, ne pas occuper plus de la demi-épaisseur et permettre un bétonnage correct des zones de concentration ponctuelle de gaines au voisinage des raccordements dans les boîtiers.

## 8 Plans et notes de calculs

Les ouvrages à construire sont définis par un dossier de plans établis à une échelle appropriée et fournissant sans redondance toutes les indications nécessaires, compte tenu des usages et connaissances du personnel exécutant les ouvrages.

### NOTE 1

Certains ouvrages, soit parce qu'ils sont de faible importance, soit parce que l'entreprise a l'habitude de les exécuter, peuvent ainsi être définis de façon simplifiée ou par référence à des documents types ou des catalogues, etc.

Le dossier des plans d'exécution des ouvrages doit préciser les indications suivantes :

- les hypothèses de charges d'exploitation retenues au projet, la portance du sol, etc.,
- les conditions spéciales de mise en oeuvre relatives à la stabilité de l'ouvrage (préfabrication, phases de travaux, étalements, délais, etc.),
- les caractéristiques du béton (soit dosage, soit résistance) et des armatures requises, ainsi que les conditions de façonnage de ces armatures, sauf à se référer à des documents types,
- les enrobages des aciers.

De plus, lorsqu'ils sont fondamentaux pour la stabilité (balcons, poteaux très élancés, etc.), pour la bonne conservation de l'ouvrage (parements exposés aux intempéries et autres, actions agressives, etc.) et pour la sécurité (sécurité au feu, garde-corps, etc.), ces enrobages doivent figurer sur des détails d'armatures appropriés.

### NOTE 2

Les enrobages figurant sur les plans sont les enrobages nominaux correspondant à l'enrobage minimal augmenté de la tolérance.

- les noms et signatures de l'exécutant et du vérificateur des plans.

Les notes de calculs nécessaires à l'établissement du dossier de plans ne sont en principe pas à fournir. Toutefois, les hypothèses et méthodes de calculs utilisées pour tout ou partie de l'ouvrage peuvent être demandées, ainsi que, sur indication expresse des DPM, les notes de calculs des éléments particuliers.

Les notes de calculs et plans sont des documents de travail établis en vue de permettre la réalisation de l'ouvrage construit en conformité du marché de travaux. Ainsi les plans d'exécution des ouvrages, les plans d'atelier et de chantier représentent des ouvrages qui se différencient de ceux effectivement construits du fait, d'une part, des divers écarts admissibles de construction (tolérances), d'autre part, des diverses adaptations ou transformations mineures respectant les règles de l'art et qui, conformément aux usages et après consultation, le cas échéant, de l'ingénieur d'études, sont à l'initiative du responsable technique des travaux.

### NOTE 3

Exemples de transformations mineures :

- adaptation d'un ferrailage prévu en vue d'en faciliter le façonnage en usine ou pour tenir compte de longueurs commerciales ou pour optimiser les chutes, etc.,
- adaptation d'un ferrailage en vue de pallier une rupture de stock sur un diamètre, sur un type de panneaux, sur une nuance d'acier, etc.

Exemple de transformations nécessitant un plan rectificatif :

- déplacement d'une trémie importante dans un plancher ou d'une réservation importante dans une poutre ou un voile porteur.

Exemple de dispositions devant figurer sur les plans :

- les armatures doivent permettre la mise en place du béton et le cas échéant sa vibration à l'aide d'aiguilles.

## Annexe A (normative) Interprétation des résultats d'essais de compression d'un lot de béton destiné à un ouvrage ou à une partie d'ouvrage

### A.1 Respect des exigences

- Il convient de bien distinguer :
- la conformité du béton, en tant que matériau, qui est régie par la norme NF EN 206-1 et ses annexes nationales. Elle ne constitue pas l'objet de la présente annexe.
- la conformité du béton dans l'ouvrage, et la conformité de l'ouvrage qui sont régies par les DPM ainsi que par le présent texte.

## A.2 Lot, prélèvements, éprouvettes

Un lot de béton correspond à une quantité de béton que l'on désire individualiser, sans que celle-ci puisse excéder les valeurs définies en 6.5.3 à 6.5.5.

Chaque lot fait l'objet d'un ou de plusieurs prélèvements.

Chaque prélèvement comporte au moins quatre éprouvettes.

Deux de ces éprouvettes de ce prélèvement sont écrasées le plus tôt possible à partir de 7 jours (sauf étuvage), les deux autres sont écrasées à 28 jours.

On appelle  $f_{a28}$  (a pour alerte) la résistance en MPa déduite de la moyenne arithmétique des deux résistances mesurées à 7 jours par utilisation de l'évolution expérimentale de durcissement du béton, en fonction de son âge provenant du dossier initial et des résultats obtenus lors du suivi du chantier.

Lorsque les résultats d'écrasement de deux ou plusieurs éprouvettes d'un même prélèvement présentent une étendue supérieure à 15 % de la valeur moyenne, ils doivent être considérés non significatifs, sauf s'il existe une raison pertinente d'écarter un résultat individuel.

## A.3 Alerte et présomption de respect des exigences :

### A.3.1 Alerte

Il y a alerte lorsque, pour un prélèvement, un résultat d'essai de résistance laisse penser qu'il pourrait ne pas y avoir respect des exigences du marché de travaux.

#### NOTE

Il est rappelé qu'il est nécessaire de viser une résistance moyenne à 28 jours supérieure de quelques MPa à la caractéristique requise, afin de respecter la définition de celle qui figure en 3.1.32 de la norme NF EN 206-1.

### A.3.2 Procédure d'alerte

Cas 1 :  $f_{a28} \geq f_{ck28 \text{ projet}}$

Il n'y a pas alerte.

Cas 2 :  $f_{a28} < f_{ck28 \text{ projet}} - 4$

On applique la procédure de 6.5.2.3 du présent texte.

Cas 3 :  $f_{ck28 \text{ projet}} - 4 \leq f_{a28} < f_{ck28 \text{ projet}}$

Il y a alerte et on doit procéder à l'analyse des causes probables, qui peuvent provenir, notamment, de :

- anomalie mettant en cause la représentativité du résultat,
- anomalie de confection et/ou de conservation d'éprouvette (entre la fabrication et l'écrasement),
- incident ou condition anormale de transport de la centrale à l'aire de réception (lieu de prélèvement),
- non conformité à la norme NF EN 206-1 mise en évidence par les informations du producteur du béton (centrale BPE ou de chantier) rappelées en 4.4.3 et 4.4.4 du présent texte.

- a Si au moins une des deux dernières causes est détectée, on applique la procédure de 6.5.2.3 du présent texte.
- b Dans le cas contraire, on procède aux essais d'écrasement de tout ou partie des éprouvettes restantes du prélèvement, puis si nécessaire, on procède à un autre prélèvement du même lot.

- si on constate toujours :  $f_{a28} < f_{ck28 \text{ projet}}$   
on applique la procédure de l'article 6.5.2.3 du présent texte.
- Si on constate :  $f_{a28} \geq f_{ck28 \text{ projet}}$   
l'alerte est levée.

**A.3.3 Présomption de respect des exigences du marché de travaux**

Pour chaque béton utilisé sur le chantier, il y a présomption de respect des exigences du marché de travaux, si les deux conditions suivantes sont réunies :

- il n'y a pas eu d'alerte ou toutes les alertes ont pu être levées
- la moyenne des résultats d'essais à la compression, à 28 jours sur éprouvettes cylindriques, désignée  $f_{cm28}$  est supérieure ou égale aux valeurs de résistance fixées dans le tableau ci-après :

Nombre n de prélèvements pour un type de béton	$f_{cm28}$ en MPa
2	$\geq f_{ck28} - 1.0$
3	$\geq f_{ck28} + 1.0$
4	$\geq f_{ck28} + 2.0$
5	$\geq f_{ck28} + 2.5$
$\geq 6$	$\geq f_{ck28} + 3.0$

**A.4 Interprétation des résultats d'essais**

Les résultats d'essais peuvent le cas échéant être utilisés en vue d'estimer la résistance du béton de l'ouvrage.

**Annexe B (informative) Utilisation du scléromètre**

Cette Annexe peut être appliquée dans l'attente de la parution des normes NF EN 13791 et NF EN 12504-2.

**B.1 Etalonnage et contrôle de fonctionnement**

Tout scléromètre utilisé pour les contrôles définis dans la présente norme doit avoir fait l'objet d'un étalonnage, effectué par un laboratoire indépendant, dans le domaine des compositions des bétons de la région, ce qui permet d'établir un réseau de courbes résistance-indice de rebondissement.

Ce scléromètre fait l'objet d'un entretien et de vérifications fréquentes de bon fonctionnement à l'enclume de contrôle.

**B.2 Vérification périodique avec réétalonnage éventuel**

Le réseau des courbes résistance-indice de rebondissement fait aussi périodiquement l'objet d'une vérification, avec réétalonnage éventuel dans son domaine de résistance, en fonction des résultats d'essais de compression d'éprouvettes cylindriques et des mesures des indices relevés au scléromètre sur ces éprouvettes.

Par éprouvette cylindrique, l'indice de rebondissement est la médiane des indices relevés sur au moins onze mesures effectuées en onze points distincts après avoir poncé la surface du béton en ces points (si l'on classe les onze résultats par ordre croissant, la médiane est la sixième valeur). Les mesures au scléromètre ne peuvent être effectuées qu'après un délai d'au moins 48 heures après la sortie de ces éprouvettes des bacs d'eau dans lesquels elles étaient éventuellement conservées.

La vérification avec réétalonnage éventuel est faite annuellement par catégorie de béton à l'aide de neuf éprouvettes cylindriques prélevées sur trois gâchées différentes et dont les essais de compression et les mesures au scléromètre sont effectués à 28 jours. Les trois résultats des trois éprouvettes d'une même gâchée donnent une valeur moyenne de résistance. Les trois résultats d'indice de rebondissement de ces mêmes éprouvettes donnent un indice moyen. On a ainsi trois couples de valeurs, valeur moyenne de résistance-indice moyen de rebondissement, sur lesquels on peut par translation (parallèle à l'axe repérant les résistances) ajuster au mieux la courbe du réseau obtenu pour ce béton lors de l'étalonnage du scléromètre.

Une autre façon d'effectuer la vérification périodique avec réétalonnage éventuel peut consister à effectuer des mesures d'indices de rebondissement dans la gamme de résistance des bétons utilisés sur une ou plusieurs éprouvettes de référence conservées à cet effet.

Il est admis de ne pas changer cette courbe lorsque les écarts constatés pour les résistances sont inférieurs à 15 %.



### B.3 Incidence des conditions climatiques

Les mesures au scléromètre effectuées in situ, à comparer aux résistances obtenues par écrasement de cylindres à 28 jours, conservés dans les conditions normalisées, doivent être réalisées à 28 jours de temps équivalent exprimé en jours.

Si on appelle  $\theta$  la température moyenne du béton durant une journée, la durée de cette journée pour obtenir son temps équivalent est à multiplier par :

- zéro si  $\theta$  est inférieur à zéro degré,
- $\theta + 10 / 30$  si  $\theta$  est supérieur ou égal à zéro degré,

$\theta$  étant exprimé en degrés Celsius.

#### Liste des documents référencés

#1 - Règles BAEL 91 (DTU P18-702) (mars 1992) : Règles techniques de conception et de calcul des ouvrages et constructions en béton armé suivant la méthode des états limites (Règle DTU de calcul retirée) + Amendement A1 (février 2000)

#### Liste des tableaux

Tableau 1 Contrôles à réaliser sur les aciers et les armatures

Tableau 2 Contrôles du béton destiné à l'ouvrage

Figure 1 Ecart admissible pour les poteaux et pour les murs

Figure 2 Ecart vertical admissible pour les poteaux et les murs

Figure 3 Ecart admissible pour les poutres et dalles

Figure 4 Ecart admissible des sections

Tableau de l'article : 7.2.1 Parements des parois latérales et sous-faces

Tableau de l'article : 7.2.2 Etat de surface des dalles et des planchers

Tableau de l'article : A.3.3 Présomption de respect des exigences du marché de travaux