

Etude de la norme « bétons »

(norme NF EN 206-1)

1° Domaine d'application de la norme NF EN 206-1

- Cette norme s'applique aux bétons destinés aux structures coulées en place, aux structures préfabriquées, aux éléments de structure préfabriqués pour bâtiments et structures de génie civil.
- Le béton peut être du béton préfabriqué sur chantier, du béton prêt à l'emploi ou du béton fabriqué dans une usine de production de produits préfabriqués.
- La présente norme européenne spécifie les exigences applicables :
 - aux constituants du béton.
 - aux propriétés du béton frais et durci et à leur vérification.
 - Aux limitations imposées à la composition du béton.
 - A la spécification du béton.
 - A la livraison du béton frais.
 - Aux procédures de contrôle de production.
 - Aux critères de conformité et à l'évaluation de la conformité.

2° QUELQUES DEFINITIONS

Béton : Matériau formé par mélange de ciment, de sable, de gravillon et d'eau, et éventuellement d'adjuvants et d'additions, et dont les propriétés se développent par hydratation du ciment.

Béton de chantier : Béton produit sur le lieu de la construction par l'utilisateur du béton pour son propre usage.

Béton prêt à l'emploi : Béton délivré à l'état frais à l'utilisateur par une personne physique ou morale qui n'est pas l'utilisateur. Au sens de cette norme le béton prêt à l'emploi est également :

- le béton produit par l'utilisateur hors du chantier.
- Le béton produit sur le chantier, mais pas par l'utilisateur.

Béton à haute résistance : Béton appartenant à une classe de résistance à la compression supérieure à C50/60.

Béton à propriétés spécifiées : Béton pour lesquels les propriétés requises et les caractéristiques supplémentaires sont spécifiées au producteur, qui est responsable de fournir un béton conforme.

Béton à composition prescrite : Béton pour lequel la composition du béton et les constituants à utiliser sont spécifiés au producteur, qui est responsable de fournir un béton conforme.

Charge : Quantité de béton transporté dans un véhicule et comprenant une ou plusieurs gâchées.

Prélèvement de béton : quantité de béton, réputée homogène, prélevée en une seule fois sur une charge, permettant de réaliser au moins une détermination de consistance et la confection d'éprouvettes de compression. Le prélèvement est effectué sur le lieu de livraison en une fois au déchargement, de sorte que la confection des éprouvettes pour essai de compression soit terminée dans les 40 minutes suivant l'arrivée du camion sur le chantier.

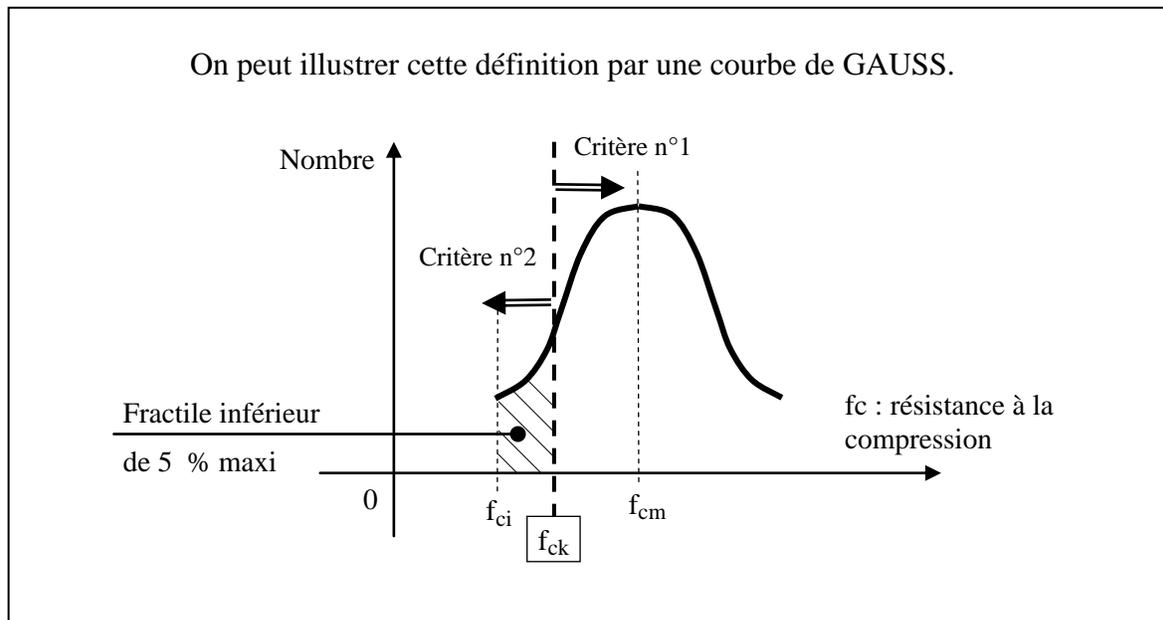
Lot : fraction d'une fourniture correspondant à un ouvrage ou à une partie d'ouvrage que l'utilisateur désire individualiser.

Le lot est composé de plusieurs charges.

Les lots sont définis à la commande.

Résistance caractéristique : définie comme la valeur de résistance « f_{ck} » en dessous de laquelle peuvent se situer 5 % **au plus** de la population de tous les résultats des mesures de résistance possible effectués pour le volume de béton considéré.

Le pourcentage d'essai (p %) pouvant être inférieur à « f_{ck} » est égal à 5 %.



Essai initial : Essai ou essais destinés à vérifier, avant le début de production, la façon dont un béton nouveau ou une nouvelle famille de bétons doit être formulée pour satisfaire, à l'état frais comme à l'état durci, à toutes les exigences spécifiées.

Essai d'identification : Essai pour déterminer si des gâchées ou charges particulières sont bien issues d'une population par ailleurs conforme.

Essai de conformité : essai effectué par le producteur pour évaluer la conformité du béton

Evaluation de conformité : Examen systématique du degré de satisfaction d'un produit aux exigences spécifiées.

Actions dues à l'environnement : Les actions physiques et chimiques auxquelles le béton est exposé, qui entraînent des effets sur le béton, les armatures, et qui ne sont pas considérées comme des charges pour la conception de la structure.

3° CONDITIONS DE CONTROLE.

- **Essai de consistance**, il est effectué au lieu de livraison.

En général, toute addition d'eau et d'adjuvants à la livraison est interdite. Dans des cas spéciaux, de l'eau ou des adjuvants peuvent être ajoutés lorsque ceci est effectué sous la responsabilité du producteur, sous réserve que les valeurs limites permises par la spécification ne soient pas dépassées et que cette addition d'adjuvant soit prévue dans la formulation du béton. Si ce n'est pas le cas, il convient que la charge de béton soit enregistrée comme « non conforme ».

- Les **essais de granularité et de compression du béton** sont réalisés dans un laboratoire accepté par le producteur et l'utilisateur.

Classes d'affaissement

| Classe | Affaissement en mm | Tolérances en mm |
|--------|--------------------|------------------|
| S1 | de 10 à 40 | 10 |
| S2 | de 50 à 90 | 20 |
| S3 | de 100 à 150 | 30 |
| S4 | de 160 à 210 | |
| S5 | > 220 | |

Classes d'étalement

| Classe | Diamètre d'étalement en mm |
|--------|----------------------------|
| F1 | < 340 |
| F2 | de 350 à 410 |
| F3 | de 420 à 480 |
| F4 | de 490 à 550 |
| F5 | de 560 à 620 |
| F6 | > 630 |

4° CARBONATATION DU BETON et ALCALI-REACTION.

4.1 La carbonatation du béton.

Le PH d'un béton non carbonaté, en général est supérieur à 13 pour un béton de ciment Portland sans addition. Les armatures sont dans un état dit « passivé » qui empêche la corrosion.

Quand le dioxyde de carbone de l'air pénètre à l'intérieur du béton et réagit avec la portlandite (CHS) le PH peut diminuer jusqu'en deçà de 11.5, valeur à partir de laquelle la corrosion de l'acier devient possible.

La diffusion du dioxyde de carbone est dix mille fois plus élevée dans l'air que dans l'eau, cette diffusion est donc beaucoup lente dans les bétons saturés. En revanche, la présence d'eau est nécessaire à la carbonatation des composés hydratés du ciment car le dioxyde de carbone doit se dissoudre dans l'eau avant de réagir.

Pour ralentir la carbonatation, le formulateur dispose du moyen suivant :

- Réduire le rapport E/C
- Augmenter la résistance du béton à la compression.
- Doser en ciment le moins possible.

4.2 L'alcali - réaction du béton.

Le terme d'alcali réaction désigne un ensemble de réactions chimiques qui peuvent se produire entre, d'une part la solution interstitielle du béton fortement basique et alcaline et, d'autre part, certaines phases minérales présentes dans les granulats. Trois conditions doivent être simultanément remplies pour que ces réactions puissent avoir lieu :

- Granulats potentiellement réactifs.
- Humidité relative excède 80 à 85%.
- Concentration d'alcalins.

L'alcali réaction peut provoquer à plus ou moins long terme (plusieurs années) : fissurations, expansion, baisse des performances mécaniques.

Pour prévenir les désordres, il faut utiliser, lorsque l'approvisionnement le permet, des sables et des gravillons non réactifs.

5° CONTROLE DE LA RESISTANCE CARACTERISTIQUE « f_{ck} »

5.1 La résistance doit être fondée sur des essais effectués sur des cubes (de 150 mm) ou des cylindres (de 150mm / 300mm).

Nota :

En plus des dimensions citées, les suivantes sont validées en France :

- Cylindres de 160mm/320mm.
- Cylindres de 110mm/220mm pour $D_{max} \leq 22.4$ mm.
- Cubes de 100 mm pour $D_{max} \leq 22.4$ mm

5.2 Résultat brut (R) et résultat d'essai en compression (f_c, cube ou cyl)

La lettre R désigne le résultat brut sans transposition exprimé en Mpa du résultat d'essai réalisé avec les éprouvettes de la taille mentionnée précédemment.

Détermination de **f_c**:

| Détermination de f_c à partir de R | | |
|---|---|---|
| Eprouvettes cylindriques | | Eprouvettes cubiques |
| 160mm / 320mm | 110mm / 220mm | de 100 mm |
| f_{c,cyl} = R | f_{c,cyl} = 0,98 * R Si R ≥ 50 Mpa | f_{c,cub} = 0,97 * R Si R ≥ 50 Mpa |
| | f_{c,cyl} = R - 1 Si R < 50 Mpa | f_{c,cyl} = R - 1,5 Si R < 50 Mpa |

Le résultat d'essai doit être obtenu à partir d'une moyenne des résultats lorsque au moins deux éprouvettes provenant d'un même échantillon sont soumises au même âge. Lorsque l'étendue des résultats d'essai, obtenus sur au moins deux éprouvettes confectionnées à partir d'un même échantillon, est supérieure à 15% de la moyenne, ces résultats ne doivent pas être pris en considération, sauf si un examen plus approfondi permet de trouver une raison valable de ne pas tenir compte d'une des valeurs d'essai.

Le résultat d'essai individuel de résistance à la compression est appelé « f_{ci} ».

La résistance moyenne en compression est appelée « f_{cm} ».

La classe de résistance à la compression est appelée « C.. / .. ».

$$f_{cm} = \frac{f_{c1} + f_{c2} + f_{c3} + \dots + f_{cn}}{n} \quad \text{et} \quad e = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (f_{ci} - f_c)^2}{n - 1}} : \text{écart type}$$

5.3 Fréquence d'échantillonnage.

Les échantillons de béton doivent être sélectionnés de façon aléatoire

Fréquence minimale d'échantillonnage pour l'évaluation de la conformité.

| Production | Fréquence minimale d'échantillonnage | | |
|--|--|--|---|
| | 50 premiers m ³ de la production | Au-delà des 50 premiers m ³ de production ^{a)} | |
| | | Béton avec certification du contrôle de la production | Béton sans certification du contrôle de la production |
| Initiale (jusqu'à ce que 35 résultats d'essai au moins aient été obtenu). | 3 échantillons | 1 échantillon tous les 200 m ³ ou 2 échantillons par semaine de production | 1 échantillon tous les 150 m ³ ou 1 échantillon par jour de production |
| Continue ^{b)} (une fois que 35 résultats au moins ont été obtenus) | | 1 échantillon tous les 400 m ³ ou 1 échantillon par semaine de production | |
| a) L'échantillonnage doit être réparti sur l'ensemble de la production et ne doit normalement pas comporter plus d'un échantillon pour 25 m ³ . | | | |
| b) Lorsque l'écart-type calculé pour les 15 derniers résultats d'essai est supérieur à 1,37σ , la fréquence d'échantillonnage doit être portée à la fréquence requise pour la production initiale pour les 35 résultats d'essais suivants. | | | |

5.4 Critère de confirmation pour les formules individuelles.

Pour confirmer qu'une nouvelle formulation appartient à une famille, la moyenne de tous les résultats d'essais f_{cm} , sera évaluée avec le critère 3 donné dans le tableau ci-dessous.

Critères de confirmation

pour les formules individuelles

| Nombre "n" de résultats d'essais de résistance pour un béton particulier | Critère 3 |
|--|--|
| | Moyenne de tous les résultats d'essais bruts (f_{cm}) pour un béton particulier N / mm ² |
| 2 | $\geq f_{ck} - 1,0$ |
| 3 | $\geq f_{ck} + 1,0$ |
| 4 | $\geq f_{ck} + 2,0$ |
| 5 | $\geq f_{ck} + 2,5$ |
| 6 | $\geq f_{ck} + 3,0$ |

5.5 Critères de conformité pour la résistance à la compression.

L'évaluation de la conformité doit se faire à partir des résultats d'essais obtenus au cours d'une période d'évaluation, qui ne doit pas dépasser les douze derniers mois.

La conformité de la résistance à la compression du béton est évaluée sur des éprouvettes essayées à 28 jours pour :

- des groupes de « n » résultats d'essais consécutifs f_{cm} (critère 1).
- Chaque résultat individuel d'essai f_{ci} (critère 2)

La conformité est confirmée si les deux critères donnés au tableau ci-dessous pour une production initiale ou continue sont satisfaits.

Critères d'identification pour la résistance en compression

| Nombre "n" de résultats de résistance en compression pour le volume de béton défini. | Critère 1 | Critère 2 |
|--|--|--|
| | Moyenne de "n" résultats (f_{cm}) N / mm ² | Tout résultat individuel d'essai (f_{ci}) N / mm ² |
| 1 | pas applicable | $\geq f_{ck} - 4$ |
| 2 - 4 | $\geq f_{ck} + 1$ | $\geq f_{ck} - 4$ |
| 5 - 6 | $\geq f_{ck} + 2$ | $\geq f_{ck} - 4$ |

Critères de conformité pour les résultats d'essai de résistance à la compression

| Production | Nombre "n" de résultats d'essai de résistance dans le groupe | Critère 1 | Critère 2 |
|------------|--|--|--|
| | | Moyenne de "n" résultats (f_{cm}) N / mm ² | Chaque résultat individuel d'essai (f_{ci}) N / mm ² |
| Initiale | 3 | $\geq f_{ck} + 4$ | $\geq f_{ck} - 4$ |
| Continue | 15 | $\geq f_{ck} + 1,48 \sigma$ | $\geq f_{ck} - 4$ |

5.6 Classes de résistance à la compression.

Lorsque le béton est classé selon sa résistance à la compression, le tableau est applicable s'il s'agit de bétons de masse volumique normale et de bétons lourds.

Béton de masse volumique :

- normale : Elle est comprise après séchage à l'étuve entre 2000 Kg/m³ et 2600 Kg/m³
- lourde : Elle est supérieure après séchage à l'étuve à 2600 Kg/m³

Classes de résistance à la compression pour les bétons de masse volumique normale et les bétons lourds.

| Classe de résistance à la compression. | Résistance caractéristique minimale sur cylindre | Résistance caractéristique minimale sur cube |
|--|--|--|
| | $f_{ck - cyl}$ N / mm ² | $f_{ck - cube}$ N / mm ² |
| C8/10 | 8 | 10 |
| C12/15 | 12 | 15 |
| C16/20 | 16 | 20 |
| C20/25 | 20 | 25 |
| C25/30 | 25 | 30 |
| C30/37 | 30 | 37 |
| C35/45 | 35 | 45 |
| C40/50 | 40 | 50 |
| C45/55 | 45 | 55 |
| C50/60 | 50 | 60 |
| C55/67 | 55 | 67 |
| C60/75 | 60 | 75 |
| C70/85 | 70 | 85 |
| C80/95 | 80 | 95 |
| C90/105 | 90 | 105 |
| C100/115 | 100 | 115 |

5.7 Classe de chlorures.

| Utilisation du béton | Classe des chlorures | Teneur maximal en ions chlorure (cl) rapportée à la masse de ciment et les additions prises en compte. |
|--|----------------------|--|
| Contenant de armatures de précontrainte en acier. | CL 0,20 | 0,20% |
| Contenant des armatures en acier ou des pièces métalliques noyées. | CL 0,40 | 0,40% |
| Contenant des armatures en acier ou des pièces métalliques noyées et formulées avec du CEM III | CL 0,65 | 0,65% |
| Ne contenant ni armatures en acier, ni pièces métalliques noyées. | CL 1,0 | 1,00% |

6° DESIGNATION DES BETONS.

6.1 Désignation des bétons à propriétés spécifiées (BPS).

Les caractéristiques essentielles d'un béton à propriétés spécifiées doivent être fournies suivant les dispositions ci après :

- BPS.
- NF EN 206-1.
- Classe de résistance (exemple C25/30).
- Classe d'exposition.
- Dimension maximale nominale du granulat D_{max}
- Classe de consistance.
- Classe de chlorures

Exemple : BPS NF EN206-1 C25/30 XC1(F) D_{max} 16 S3 CL 0.40

6.2 Désignation des bétons à composition prescrites (BCP).

Béton pour lequel la composition et les constituants à utiliser sont spécifiés au producteur.

- BCP.
- Dosage en ciment.
- Type de ciment et sa classe de résistance.
- Soit le rapport $E_{eff} / Liant$ équivalent, soit la consistance.
- Le type, la catégorie et la teneur maximale en chlorures de granulats.
- Classe de consistance.
- La dimension maximale nominale des granulats.
- Le type et la quantité des adjuvants ou additions.

7° RECOMMANDATIONS POUR LES LIMITES DE COMPOSITION DU BETON.