

MINISTÈRE DE L'ENVIRONNEMENT
ET DU CADRE DE VIE

*Direction des affaires
économiques et internationales.*

MINISTÈRE DE L'ÉCONOMIE
ET DES FINANCES

*Commission centrale des marchés.
Groupe permanent d'étude
des marchés de travaux.*

01E20 - MELT

MARCHÉS PUBLICS

INSTRUCTION TECHNIQUE DU 15 JANVIER 1979
SUR LE CONTRÔLE DE LA QUALITÉ DES BETONS

Recommandation n° 5-79
du Groupe Permanent d'Étude des Marchés
de Travaux (GPEM-T)

Circulaire n° 79-23 du 9 mars 1979

Tous renseignements ou observations au sujet du présent fascicule
doivent être adressés :

- soit au secrétariat général de la commission centrale des marchés,
41, quai Branly, 75700 Paris (Téléphone : 555.71.11, poste 31-85);
- soit au secrétariat du G.P.E.M./T., conseil général des ponts et
chaussées, ministère de l'environnement et du cadre de vie,
246, boulevard Saint-Germain, 75007 Paris (téléphone : 544.39.92
poste 40-14).

**RECOMMANDATION n° 5-79 du Groupe Permanent
d'Etude des Marchés de Travaux**

**approuvée le 15 mai 1979
par la Section Technique de la Commission
Centrale des Marchés**

Contrôle de la qualité des bétons

Bulletin officiel des services des prix du 23 juin 1979)

P R E A M B U L E

1.

Les règlements actuellement en vigueur pour les constructions en béton armé ou en béton précontraint stipulent une résistance à 28 jours à respecter pour le béton.

Celle-ci est :

- La résistance nominale (définie comme la moyenne arithmétique des mesures en nombre suffisant, diminuée des huit dixièmes de leur écart quadratique moyen ($m-0,8s$) pour le titre VI du fascicule 61 du C.P.C., dit C.C.B.A. 68 et l'instruction provisoire n° 1 relative à l'emploi du béton précontraint (I.P.1);
- La résistance caractéristique d'ordre 0,10 pour le titre I — Section I du fascicule 62 du C.C.T.G., dit B.A.E.L. (règlement du béton armé aux états-limites) et l'instruction provisoire n° 2 relative à l'emploi du béton précontraint (I.P.2).

Or, les textes en vigueur n'indiquent pas les modalités du contrôle de la résistance nominale et envisagent, pour celui de la résistance caractéristique, des règles d'application pratique difficile, dans le cas le plus fréquent où le nombre d'essais est faible.

2.

Aussi, par une instruction du 15 janvier 1979, diffusée aux services du ministère de l'Environnement et du Cadre de Vie et du ministère des Transports par une circulaire n° 79-23 du 9 mars 1979, le Conseil général des Ponts et Chaussées a donné des règles de contrôle de la qualité des bétons précises et faciles à appliquer.

3.

Le G.P.E.M.-T. a estimé, au cours de sa séance du 14 mai 1979, qu'il serait opportun que l'utilisation de l'instruction technique du 15 janvier 1979 soit recommandée aux autres ministères.

- 1 — Le G.P.E.M.-T. recommande aux services du secteur public d'appliquer l'Instruction Technique du 15 janvier 1979 du Conseil Général des Ponts et Chaussées relative au contrôle de la qualité des bétons diffusée par la circulaire n° 79-23 du 9 mars 1979 du ministère de l'Environnement et du Cadre de Vie.
- 2 — La présente recommandation doit être publiée :
 - dans le bulletin officiel du Service des Prix (1) (3)
 - dans la revue Marchés Publics (1) (3)
 - dans le bulletin officiel du ministère de l'Environnement et du Cadre de Vie et du ministère des Transports (2) (3).

(1) Sans l'instruction du Conseil Général des Ponts et Chaussées.
(2) Avec l'instruction du Conseil Général des Ponts et Chaussées.
(3) En vente à la direction des Journaux Officiels, 26, rue Desaix, 75732 PARIS CEDEX 15.

MINISTÈRE DE L'ENVIRONNEMENT ET DU CADRE DE VIE
MINISTÈRE DES TRANSPORTS — TEXTES OFFICIELS

MINISTÈRE DE L'ENVIRONNEMENT
ET DU CADRE DE VIE

Direction des affaires économiques
et internationales

136-0

non parue
au J.O.

280
(79-10 bis)

CIRCULAIRE N° 79-23 DU 9 MARS 1979
relative au contrôle de la qualité des bétons

Références :

- Circulaire n° 70-115 du 27 octobre 1970 relative au titre IV du fascicule 61 — Règles techniques de conception et de calcul des ouvrages et constructions en béton armé (1) (C.C.B.A. 68).
Circulaire n° 44 du 12 août 1965 portant approbation d'une instruction provisoire relative à l'emploi du béton précontraint (I.P.1.) (2).
Circulaire n° 73-153 du 13 août 1973 relative à l'emploi du béton précontraint, transmettant l'instruction provisoire n° 2 sur l'emploi du béton précontraint (I.P.2.) (3).
Circulaire n° 69-92 du 13 août 1969 relative au fascicule 65 exécution des ouvrages et constructions en béton armé (4).

Texte abrogé :

Annexe B. à la circulaire n° 73-153 du 13 août « Règles transitoires relatives aux conditions auxquelles un béton peut-être considéré comme ayant la résistance exigée ».

Pièce jointe :

Instruction technique du 15.01.1979, du Conseil général des Ponts et Chaussées relative au contrôle de la qualité des bétons et ses trois annexes.

*Le Ministre de l'Environnement
et du Cadre de Vie*

à

Messieurs les directeurs et chefs de service de l'administration centrale ;

Messieurs les ingénieurs généraux des Ponts et Chaussées chargés d'une circonscription ou d'une mission d'inspection générale ;

- (1) Fascicule spécial n° 70-93 bis.
(2) Fascicule spécial n° 65-15 bis.
(3) Fascicule spécial n° 73-64 bis.
(4) Fascicule spécial n° 69-15 ter.

Messieurs les directeurs régionaux de l'équipement (sous couvert de Messieurs les préfets);

Messieurs les directeurs départementaux de l'équipement (sous couvert de Messieurs les préfets);

Messieurs les chefs des services maritimes (sous couvert de Messieurs les préfets);

Messieurs les chefs des services de navigation;

Messieurs les directeurs des ports autonomes de Dunkerque, Le Havre, Rouen, Nantes, Saint-Nazaire, Bordeaux, Marseille, Strasbourg, Paris et la Guadeloupe;

Messieurs les ingénieurs en chef des services spéciaux des bases aériennes de l'Île-de-France, de la Gironde et des Bouches-du-Rhône;

Monsieur le chef du service technique des bases aériennes à Paris;

Messieurs les chefs de service de l'aviation civile à Djibouti, Moroni, Nouméa et Papeete;

Messieurs les directeurs et chefs de service des travaux maritimes de Toulon, Brest, Lorient, Cherbourg et Rochefort;

Monsieur le directeur général de l'aéroport de Paris;

Messieurs les directeurs des services techniques centraux;

Monsieur le directeur du laboratoire central des Ponts et Chaussées;

Messieurs les directeurs des centres d'études technique de l'équipement d'Aix-en-Provence, Bordeaux, Lille, Lyon, Rouen, Nantes et de l'Est.

Je vous prie de trouver ci-jointe une instruction technique, datant du 15.01.1979, du Conseil général des Ponts et Chaussées, 2^e Section, relative au contrôle de la qualité du béton et ses trois annexes.

Je vous demande de bien vouloir viser dans les Cahiers des clauses techniques particulières (C.C.T.P.) des marchés de construction d'ouvrages en béton armé ou en béton précontraint :

- L'annexe n° 1 au cas où le projet stipule une résistance caractéristique,
- L'annexe n° 1 modifiée par l'annexe n° 2 au cas où le projet stipule une résistance nominale.

Par ailleurs, les pièces du marché devront comporter la mention de dérogation à l'article 12-4-1 du fascicule n° 65 du C.P.C. en raison de la suppression du « principe de jumelage ».

Le Ministre de l'Environnement et du Cadre de Vie
pour le Ministre et par délégation
l'Ingénieur en Chef des Ponts et Chaussées
Chef de la Mission de la Normalisation
et de la Réglementation Technique.

R. MAURUS

MINISTÈRE DE L'ENVIRONNEMENT ET DU CADRE DE VIE
MINISTÈRE DES TRANSPORTS

Conseil général des Ponts et Chaussées
2^e Section — Bâtiment et Génie civil

INSTRUCTION TECHNIQUE (1) DU 15 JANVIER 1979
relative au contrôle de la qualité des bétons

Pièces jointes : trois annexes.

(1) Document établi par un groupe de travail dont la composition est donnée en annexe 3.

1.

Les projets de construction en béton armé ou en béton précontraint stipulent une résistance à respecter par le béton.

Les règlements actuellement en vigueur, sont :

- pour le béton armé,
 - le titre VI du fascicule 61, dit C.C.B.A. 68,
- pour le béton précontraint, selon le cas,
 - soit l'instruction provisoire n° 1 (I.P.1.),
 - soit l'instruction provisoire n° 2 (I.P.2.).

Les textes antérieurs à l'I.P.2. (I.P.1. et C.C.B.A. 68) font référence à une résistance nominale du béton à la compression à 28 jours définie comme la moyenne arithmétique de mesures en nombre suffisant, diminuée des huit dixièmes de leur écart quadratique moyen ($m-0,8 S$). Mais ils n'indiquent pas les modalités pratiques du contrôle, non plus que le fascicule 65 relatif à l'exécution des ouvrages en béton armé. Des règles pratiques figurent dans le C.P.S. — type « Ponts courants » du S.E.T.R.A.

Le règlement de béton précontraint (I.P.2.) a introduit la résistance caractéristique à la compression à 28 jours, d'ordre $p=0,10$.

L'annexe B. à l'I.P.2. donne des règles selon lesquelles, si le nombre d'essais est très grand, la résistance caractéristique tend vers $m - 1,28 S$. Toutefois ces règles se sont révélées d'application pratique difficile, dans les cas les plus fréquents où le nombre d'essais est faible.

Etant donné l'approbation prochaine du règlement du béton armé aux états limites (B.A.E.L.) et la généralisation du calcul aux états limites au domaine du béton précontraint qui suivra, il est apparu nécessaire en attendant la révision du fascicule 65 du CCTG qui est en cours, de donner des règles de contrôle de la résistance des bétons précises et faciles à appliquer.

2.

Ces règles sont exposées dans les cas de l'utilisation de la résistance caractéristique, et de celle de la résistance nominale.

2.-1. — Quand, pour l'établissement des projets, un béton est défini par une valeur de sa résistance à la compression à 28 jours dite « valeur caractéristique requise », celle-ci est choisie par le projecteur compte tenu des possibilités locales et des modalités effectives du contrôle.

L'annexe I à la présente instruction a pour but de définir des règles de contrôle dont l'objectif est de donner aux maîtres-d'œuvre les moyens de faire respecter la valeur caractéristique contractuellement requise et de vérifier que cette valeur est satisfaite pour chaque partie d'ouvrage préalablement définie.

L'ordre de la valeur caractéristique (notée f_{ck}) est $p = 0,05$ si $f_{ck} > 25$ MPa et $p = 0,10$ si $f_{ck} \leq 25$ MPa.

Ces règles constituent un complément au fascicule 65 et seront reprises dans la nouvelle version de ce fascicule.

2.-2. — L'annexe II à cette instruction vise le contrôle de la qualité des bétons dans le cas d'utilisation de la résistance nominale (C.C.B.A. 68 et I.P.1.).

2.-3. — Ces règles modifient les errements actuels sans leur être contraires, puisqu'elles comportent une extension au domaine des bétons des procédures de contrôle de qualité en vigueur pour de nombreux autres matériaux et produits, en harmonie d'ailleurs avec l'évolution constatée à ce sujet chez nos partenaires de la communauté européenne ou plus généralement à l'étranger.

3.

La méthode de contrôle doit être adaptée à chacun des cas suivants :

3.-1. — Béton agréé. C'est le cas d'un lot quelconque, issu d'une production réglée et contrôlée conformément à l'agrément, qui présente une forte probabilité de conformité aux spécifications. Le contrôle d'acceptation, fondé sur des échantillons d'effectif faible, vise à déceler des anomalies exceptionnelles.

3.-2. — Béton pour lequel on dispose d'informations antérieures constituées soit, par les résultats d'une épreuve d'étude, soit par des références d'emploi dans des conditions analogues à celles qui sont envisagées pour le chantier considéré. Les prescriptions de moyens qui en résultent (formule du béton, nature et provenance des constituants) assorties d'un contrôle efficace en cours de fabrication permettent de retenir des critères d'acceptation de sévérité modérée.

3.-3. — Béton pour lequel le maître-d'œuvre ne dispose pas d'informations sur la fiabilité du contrôle en cours de fabrication ou ne dispose pas de l'épreuve d'étude, non effectuée en raison des circonstances particulières : le maître-d'œuvre doit alors exercer le contrôle d'acceptation avec une sévérité accrue.

4.

L'attention des maîtres d'œuvre est appelée sur la nécessité d'effectuer les contrôles à la fois au cours de la fabrication des bétons (sur le chantier ou dans une usine) et au cours de sa mise en œuvre sur le chantier.

5.

Ne sont en cause dans ce document que les rapports contractuels entre (maîtrise d'ouvrage — maîtrise d'œuvre) et entreprise. Si l'entreprise fait appel à une usine fabriquant du béton figurant dans une liste d'agrément approuvée, les prescriptions de la présente instruction doivent être imposées par l'entreprise à son fournisseur de béton. La commission d'agrément des usines fabriquant du béton adressera aux services extérieurs de l'Administration une note leur indiquant quelles sont, au moment de la commande d'une formule agréée, les précautions à prendre en matière de contrôle ; dans l'attente de cette note, il y a lieu d'appliquer les modalités de contrôle visées au 3.2. ci-dessus.

6.

Pour des raisons de simplicité, le nombre de critères faisant obligatoirement l'objet de spécifications ou de prescriptions a été réduit au minimum : dans le cas général le contrôle porte essentiellement sur la maniabilité et la résistance à la compression à 28 jours. A cette fin, le C.C.T.P. pourra déroger à l'article 12-4-1 du fascicule 65 en révision en n'imposant plus la confection d'un prisme de traction chaque fois qu'était confectionné un cylindre de compression ; cette dérogation doit être récapitulée à la fin du C.C.A.P.

La nature particulière de la partie d'ouvrage ou de l'ouvrage à construire, ou de son mode de construction, peut cependant conduire le maître d'œuvre à formuler d'autres exigences. La vérification de la conformité de ces caractères complémentaires avec les spécifications ou prescriptions particulières est assurée par les épreuves d'information selon des modalités fixées par le C.C.T.P.

MINISTÈRE DE L'ENVIRONNEMENT ET DU CADRE DE VIE
MINISTÈRE DES TRANSPORTS

Conseil général des Ponts et Chaussées
2^e Section — Bâtiment et Génie civil

ANNEXE I

A L'INSTRUCTION TECHNIQUE DU 15 JANVIER 1979

**Règles additives pour le contrôle de qualité des bétons dans le
cas d'utilisation de la résistance caractéristique**

COMMENTAIRES

(1) La consistance peut être remplacée ou accompagnée de tout autre caractère rendant compte de l'aptitude du béton à être mis en œuvre dans des conditions données.

(2) Les caractères liés aux conditions de calcul sont par exemple :

- la résistance à la traction à 28 jours, les résistances à long terme, le module de déformation longitudinale instantanée, la masse volumique, le coefficient de dilatation, les caractères liés au retrait et au fluage, etc.

(3) Les caractères liés aux conditions d'exécution sont par exemple :

- les résistances à la compression ou à la traction aux jeunes âges (inférieurs à 28 jours) liées aux opérations de décoffrage, de mise en précontrainte, de chargement...,
- les résistances à la compression ou à la traction mesurée sur des éprouvettes de béton conservées dans des conditions non normalisées (représentations des conditions existant sur le site ou d'un traitement thermique),
- les résistances à la compression ou à la traction mesurée sur des éprouvettes de béton mises en œuvre dans des conditions non représentées de façon correcte par les conditions normalisées.

(4) Les caractères liés aux conditions d'exploitation sont par exemple :

- la durabilité et l'aptitude du béton à protéger les armatures,
- les caractères déjà cités en (2).

TEXTE

I. - SPECIFICATIONS DES BETONS HYDRAULIQUES

I.1. — DEFINITION CONTRACTUELLE DES BETONS.

Un béton est défini contractuellement dans le C.C.T.P. par :

- des spécifications de caractères,
- des prescriptions de moyens, portant sur la formule du béton et sur les procédés et matériels de fabrication, correspondant aux aspects de la qualité qu'il n'est pas possible de définir par des spécifications de caractères ou aux spécifications de caractères qu'il n'est pas possible de contrôler efficacement ou économiquement.

I.2. — SPECIFICATIONS DES BETONS.

Elles fixent :

- les caractères spécifiés (critères techniques de qualité),
- les paramètres de distribution des valeurs des caractères spécifiés,
- les valeurs requises de ces paramètres (valeurs spécifiées).

I.2.1. — *Les caractères spécifiés des bétons sont :*

— dans tous les cas,

- la consistance (1) du béton frais immédiatement avant bétonnage,
- la résistance à la compression à 28 jours du béton conservé et essayé dans les conditions normalisées,
- les caractères rendant compte de la durabilité du béton et de son aptitude à assurer la protection des armateurs qu'il contient par le biais de prescriptions portant sur la nature et la teneur minimale en ciment et sur le diamètre maximal du granulat.

— s'il y a lieu,

- les caractères liés aux conditions de calcul (2), d'exécution (3) ou d'exploitation (4) particulières à l'ouvrage.

COMMENTAIRES

- (1) La valeur caractéristique d'ordre p , d'une distribution des valeurs d'un caractère est la valeur telle que la proportion de la population qui lui est inférieure est égale à p .
- (2) Une valeur minimale (maximale) est une valeur en-deçà (au-delà) de laquelle ne doit se trouver aucun individu de la population considérée. Le titulaire du marché doit accepter de garantir cette valeur et d'engager ainsi sa responsabilité en cas de non respect.
- (3) Pour la résistance à la compression à 28 jours, l'ordre de la valeur caractéristique notée f_{ck} est $p = 0,05$ si $f_{ck} > 25$ MPa et $p = 0,10$ si $f_{ck} \leq 25$ MPa. L'ordre des valeurs caractéristiques éventuellement requises pour d'autres résistances (en traction et (ou) à des échéances différentes de 28 jours et (ou), mesurées dans des conditions de conservation ou de mise en place autre que les conditions normalisées) est toujours $p = 0,10$.
- (4) (a) - Le C.C.T.P. fixe la valeur de f_{ck} en le choisissant, si possible, parmi la série proposée par les textes normatifs ou réglementaires en vigueur.
 (b) - $f_{e\ min}$ est fixé par le C.C.T.P. de la manière suivante :

$$f_{e\ min} = f_{ck} - 3 \text{ MPa si } f_{ck} \geq 25 \text{ MPa}$$

$$f_{e\ min} = f_{ck} - 3,5 \text{ MPa si } f_{ck} < 25 \text{ MPa}$$
 C'est ce dont il est tenu compte dans les règles d'interprétation de l'épreuve de contrôle (chapitre IV).
 (c) - le dosage minimal en ciment (*) fixé par le C.C.T.P., ne pourra être inférieur à $\frac{250 + 10 f_{ck}}{\sqrt[5]{D}}$ D étant la dimension maximale des granulats (en mm), f_{ck} étant exprimé en MPa.

(5) Par exemple :

B.20.P. 0/25 C.P.A. 35 signifierait un béton dont la résistance caractéristique à 28 jours est de 20 MPa, la consistance est plastique, la dimension maximale des granulats est de 25 mm comportant au moins : $\frac{450}{\sqrt[5]{25}} = 236 \text{ kg au m}^3 \text{ de ciment}$

C.P.A. 35.

B.30.P. 0/25 - 380 C.P.A. 45 signifierait un béton dont la résistance caractéristique à 28 jours est de 30 MPa, la consistance est plastique, la dimension maximale des granulats est de 25 mm comportant au moins 380 kg au m³ de ciment C.P.A. 45.

(*) En kg de ciment par m³ de béton.

TEXTE

I-2-2. — Les paramètres de distribution des valeurs des caractères spécifiés sont :

- pour les résistances (compression ou traction) une valeur caractéristique d'ordre p (1) et une valeur minimale (2) (3).
- pour la consistance, une valeur minimale et une valeur maximale (2).
- pour les autres caractères une valeur minimale ou une valeur maximale ou une valeur minimale et une valeur maximale.

I-2-3. — Les valeurs spécifiées sont fixées par le C.C.T.P. pour les caractères ou prescriptions à définir dans tous les cas : f_{ck} ; $f_{e\ min}$ et teneur minimale en ciment (4). Ces valeurs sont utilisées pour la dénomination des bétons (5). Pour les caractères ou prescriptions éventuels, elles peuvent être soit fixées par le C.C.T.P. soit soumises à l'acceptation du maître d'œuvre.

COMMENTAIRES

(1) Particulièrement, lorsqu'un traitement thermique est envisagé.

(2) Le contrôle direct d'un caractère est constitué par l'ensemble des mesures permettant de déterminer le niveau de ce caractère sur l'échantillon prélevé et par l'interprétation de ces mesures.

Le contrôle indirect d'un caractère est constitué par l'ensemble des informations (autres que les mesures directes de ce caractère au moment considéré) permettant d'estimer le niveau de ce caractère (par exemple, en utilisant des regressions entre caractères, des relations entre la qualité des constituants ou la proportion de ceux-ci dans le béton et le(s) caractère(s) considérés du béton, des relations entre niveau d'un caractère à des âges différents du béton, etc.).

(3) Celles-ci ont donc pour objet, outre de permettre une définition et une vérification des aspects de la qualité non représentables par des caractères spécifiés, de rendre efficace le contrôle de qualité du béton vis-à-vis :

- des caractères spécifiés sur lesquels porte l'épreuve de contrôle (par exemple, la qualité du matériel de fabrication est en relation avec la valeur forfaitaire de l'écart-type de la résistance à la compression à 28 jours pour prise en compte dans les critères de conformité),
- des caractères spécifiés faisant ou non l'objet d'essais d'information (par exemple, certains paramètres de réglage d'un traitement thermique sont en relation avec l'évolution des résistances à long terme).

(4) Les sanctions des épreuves consistent à tirer les conclusions de l'exploitation des résultats des essais et des vérifications du respect des prescriptions par le responsable du contrôle et à prendre les décisions qui en résultent, par le maître d'œuvre.

TEXTE

I-3. — PRESCRIPTIONS DE MOYENS.

Les prescriptions de moyens, qui doivent être compatibles avec les valeurs requises des caractères spécifiés, peuvent porter sur :

- la nature des constituants et l'origine des constituants,
- le dosage de chacun d'eux exprimé sous forme de borne(s),
- les moyens de fabrication du béton (stockage des constituants, précision du mélange, qualité et durée du malaxage, ...),
- le transport du béton,
- les conditions de mise en œuvre et de durcissement (1) du béton,

I-4. — RELATIONS ENTRE LES SPECIFICATIONS ET LES PRESCRIPTIONS DE MOYENS ET LE CONTROLE DE QUALITE DU BETON.

Les caractères spécifiés dans tous les cas (consistance et résistance à la compression à 28 jours) font l'objet d'un contrôle direct (2) de conformité (épreuves de contrôle).

Les autres caractères, spécifiés s'il y a lieu, font l'objet d'un contrôle indirect (2) de conformité et, éventuellement, d'essais directs. Le contrôle indirect de conformité repose sur la vérification des prescriptions de moyens (3) dont les modalités sont soit fixées par le C.C.T.P. soit soumises à l'approbation du maître d'œuvre après exécution des épreuves préalables (épreuves d'étude et de convenance).

Ainsi, le contrôle de qualité du béton, fondé sur le respect des spécifications et des prescriptions de moyens, comporte l'exécution de deux catégories d'épreuves :

- la première catégorie d'épreuves effectuées et sanctionnées (4) avant l'ordre de service de bétonnage de la partie d'ouvrage concernée comporte :
 - l'épreuve d'étude,
 - l'épreuve de convenance,
- la seconde catégorie d'épreuves effectuées pendant le bétonnage et sanctionnées (4) après le bétonnage comporte :
 - les épreuves de contrôle,
 - les épreuves d'information.

COMMENTAIRES

- (1) L'étude exigée ne doit pas nécessairement être originale.

L'entrepreneur peut présenter une étude qui aurait été antérieurement effectuée à partir des mêmes matériaux pour satisfaire des spécifications semblables à celles qui sont stipulées pour le marché considéré.

De telles études peuvent exister notamment dans le cas d'utilisation de béton prêt à l'emploi, de béton fabriqué en usine fixe de préfabrication, de formules régionales de béton établies et suivies par les laboratoires régionaux des Ponts et Chaussées.

- (2) Le terme « nominal(e) » signifie ici « visé(e) » (c'est-à-dire annoncé(e)) par le producteur. La proportion réelle d'un constituant dans une gâchée peut donc s'écarter de la proportion nominale dans les limites des tolérances de fabrication.

- (3) La composition des bétons doit être définie en poids tant pour les granulats que pour le ciment et les adjuvants. Elle peut être exprimée en volume pour ce qui concerne les granulats légers (*).

- (4) Ces valeurs extrêmes acceptables définissent les bornes au-delà desquelles le béton cesserait d'être conforme aux spécifications. L'intervalle ainsi défini ne doit pas être inférieur aux tolérances de fabrication sans atteindre les limites choisies dans l'épreuve d'étude (voir ci-dessous § II.4-1).

- (5) L'étude est faite par un laboratoire choisi d'un commun accord par le maître d'œuvre et l'entrepreneur.

- (6) L'épreuve d'étude ne peut donner une certitude, du fait du grand nombre de facteurs influençant le résultat dont certains ne peuvent être pris en compte en laboratoire, mais seulement une forte présomption.

- (7) Le visa du maître d'œuvre sur les propositions de l'entrepreneur peut être retiré à tout moment s'il apparaît que l'une ou l'autre des qualités requises n'est plus obtenue. L'entrepreneur doit alors proposer une autre composition.

Le C.C.T.P. fixe les délais impartis à l'entrepreneur pour présenter ses propositions et au maître d'œuvre pour formuler ses observations.

- (*) « Recommandations provisoires pour l'emploi du béton léger dans les ouvrages dépendant de la direction des routes et de la circulation routière au ministère de l'Équipement. » SETRA-LCPC; décembre 1976.

TEXTE

II. - EPREUVE D'ETUDE

II-1. — L'ETUDE D'UN BETON (1) COMPORTE :

- la détermination de la formule nominale du béton,
- l'exécution de l'épreuve d'étude.

II-2. — LA FORMULE NOMINALE (2) D'UNBETON FIXE :

- la nature et la qualité des constituants, par référence aux normes ou textes réglementaires en vigueur, ainsi que leurs origines,
- le dosage nominal (2) de chaque constituant dans un mètre cube de béton assorti des valeurs extrêmes des proportions (3) acceptables (4) de chaque constituant.

II-3. — L'EPREUVE D'ETUDE (5) A POUR OBJET :

- de vérifier que la formule nominale du béton permet de satisfaire les exigences de qualités fixées par les spécifications,
- de vérifier que ces exigences seraient (6) encore respectées si les proportions des constituants atteignaient les valeurs limites tolérées,
- de vérifier que ces exigences seraient (6) encore respectées si la qualité des constituants atteignait les limites tolérées par les spécifications auxquelles ils sont assujettis.

Cette étude doit être effectuée suffisamment tôt avant la fabrication du béton qui sera utilisé sur le chantier, de façon à permettre au maître d'œuvre d'accepter la composition et la méthode de fabrication proposées par l'entreprise.

L'épreuve d'étude se fait avec des moyens de laboratoire et les matériaux dont l'emploi est envisagé, sur la base d'essais effectués conformément aux normes en vigueur.

Les résultats de l'épreuve d'étude sont soumis au visa (7) du maître d'œuvre avec toutes les justifications expérimentales nécessaires. L'entrepreneur est tenu de fournir au cours des travaux les études ou justifications supplémentaires qui seraient requises par le maître d'œuvre.

- (1) Les critères d'équivalence sont énumérées dans le commentaire (3) de la page 20.

- (2) Ces gâchées ont pour objet la vérification de la susceptibilité du béton à une variation de la proportion de ses constituants.

L'intervalle ainsi défini englobe l'intervalle de tolérances de fabrication, la différence constituant les possibilités d'adaptation éventuelle de la formule.

Sauf prescriptions différentes du C.C.T.P., pour chacune des deux gâchées dérivées, on modifie respectivement :

- le rapport entre le poids de sable et celui du total des granulats de plus et de moins dix pour cent,
- la quantité d'eau de gâchage de plus et de moins dix litres/m³,
- la quantité de ciment de plus et de moins 25 kg/m³ avec réajustement éventuel de la formule.

- (3) Ces caractères pourront être notamment :

- la résistance à la compression à un âge différent de 28 jours,
- la résistance à la traction à des âges déterminés,
- la masse volumique, en particulier dans le cas du béton léger.

II-4. — EXECUTION ET INTERPRETATION DE L'EPREUVE D'ETUDE.

Il peut se présenter trois cas. Dans chacun de ces cas, le maître d'œuvre a en outre à accepter l'implantation de la centrale de fabrication par rapport au chantier, une durée de transport excessive du béton pouvant rendre non probante l'épreuve d'étude quant à la qualité du béton.

II-4-1. — Premier cas : le béton ne dispose pas de références.

Le béton proposé n'a pas encore été mis en œuvre sur chantier dans des conditions à peu près équivalentes (1) à celles du chantier pour lequel il est proposé.

L'épreuve d'étude implique alors l'exécution :

- de trois gâchées répondant à la formule nominale,
- de deux gâchées dérivées de la formule nominale par une modification du rapport entre le poids de sable et celui du total des granulats (2),
- de deux gâchées dérivées de la formule nominale par une modification de la quantité d'eau de gâchage (2),
- éventuellement, de deux gâchées dérivées de la formule nominale par une modification de la quantité de ciment (2).

Chaque gâchée donne lieu à un prélèvement à partir duquel sont effectués :

- un essai de consistance,
- un essai de maniabilité,
- un essai de détermination de la résistance à la compression à 28 jours dont le résultat sera pris égal à la moyenne arithmétique des mesures effectuées sur trois éprouvettes,
- éventuellement, les essais fixés par le C.C.T.P. relatifs à d'autres caractères spécifiés (3).

Si un traitement thermique du béton est envisagé, les prélèvements dans les gâchées répondant à la formule nominale donneront lieu aux essais supplémentaires suivants :

- un essai de résistance à la traction à 28 jours dans les conditions normalisées,
- un essai de résistance à la traction à 28 jours et un essai de résistance à la compression à 28 jours sur le béton ayant subi le traitement thermique envisagé,
- éventuellement, des essais de résistance à échéances différentes de 28 jours.

En outre, le ciment utilisé pour l'épreuve d'étude donnera lieu à un essai de résistance à la compression dans les conditions normalisées et à un prélèvement conservatoire.

COMMENTAIRES

- (1) Cette interprétation des résultats a pour objet de vérifier que la valeur caractéristique requise doit normalement être encore respectée lorsque la résistance du ciment atteint la valeur minimale garantie fixée par la norme. Elle suppose une relation linéaire entre f_c et C qui peut être utilisée pour déterminer un seuil

$$C_A = C_R - \frac{f_{cR} - f_{ck}}{\lambda} \text{ en deçà duquel il existe un risque non}$$

négligeable que la résistance caractéristique requise du béton cesse d'être respectée. Si on veut éviter ce risque, notamment pour un ouvrage ou une partie d'ouvrage exceptionnels, le C.C.T.P. doit resserrer l'intervalle de variation possible de la résistance à la compression du ciment par rapport à celui défini par la norme qui est de ± 10 MPa.

- (2) Ces justifications expérimentales peuvent découler d'une étude dans laquelle il aurait été possible de faire varier la valeur de C_R ou de références probantes (expériences d'un laboratoire régional, par exemple).

- (3) L'équivalence doit être appréciée par le maître d'œuvre en fonction des critères suivants :

- matériaux de mêmes spécifications et de mêmes provenances,
- identité du matériel utilisé pour la fabrication ou, à défaut, qualité au moins égale,
- identité des responsables de la fabrication ou, à défaut, qualification au moins égale,
- durée prévisible de transport et d'attente du béton (avec éventuellement correction saisonnière) pas plus défavorable que pour le(s) chantier(s) de référence.

TEXTE

L'épreuve d'étude sera réputée probante si les conditions suivantes sont toutes remplies :

- tous les résultats de consistance et de maniabilité sont dans les fourchettes requises par le C.C.T.P.,
- la moyenne arithmétique (notée f_{cE}) des trois essais (9 mesures) de résistance à la compression à 28 jours effectués sur les trois gâchées répondant à la formule nominale satisfait :

$$\begin{cases} f_{cE} \geq f_{ck} + \lambda (C_E - C_{min}) & (1) \\ \text{et } f_{cE} \geq 1,1 f_{ck} \end{cases}$$

- f_{ck} est la valeur caractéristique requise de la résistance à la compression à 28 jours,
- C_E est la résistance à la compression à 28 jours du ciment utilisé pour l'épreuve d'étude,
- C_{min} est la valeur minimale garantie de la résistance à la compression à 28 jours du ciment, fixée par la norme, compte tenu de la classe du ciment,

- λ est un coefficient pris égal à 1 en l'absence de justifications expérimentales (2).

- Les résultats des essais de résistance à la compression à 28 jours effectués sur les formules dérivées de la formule nominale sont compris dans la fourchette $f_{cE} \pm 15 \% f_{cE}$.
- Les résultats des essais éventuels complémentaires satisfont les valeurs requises correspondantes fixées par le C.C.T.P.

En particulier, dans le cas où un traitement thermique est envisagé, les essais supplémentaires de résistance à la traction à 28 jours prévus ci-dessus devront faire apparaître un rapport des résultats obtenus respectivement sur éprouvettes traitées thermiquement et sur éprouvettes conservées dans les conditions normalisées supérieur à 0,9.

II.-4-2. — Deuxième cas : le béton dispose de références.

Le béton proposé a été antérieurement fabriqué et mis en œuvre sur chantier dans des conditions à peu près équivalentes (3) à celles du chantier pour lequel il est proposé.

La population de référence, pour chaque caractère étudié comporte tous les résultats d'essais obtenus pendant une durée de bétonnage d'au moins six mois. Le nombre n de ces résultats est en outre supérieur ou égal à trente.

Ces populations tiendront lieu d'épreuve d'étude probante si les conditions suivantes sont remplies :

- 95 % au moins des résultats de consistance sont dans la fourchette requise,
- f_c (moyenne arithmétique des n résultats d'essais de résistance à la compression à 28 jours) est supérieure ou égale à $f_{ck} + K S_n$.

COMMENTAIRES

- (1) La prise en compte de cette estimation S de l'écart-type de la population de référence suppose que tous les facteurs de dispersion ont été pris en compte; cela exclut donc la variation systématique ultérieure d'un des facteurs pouvant agir sur la qualité du béton (par exemple, changement de qualité des ciments pour les adapter aux prescriptions de la nouvelle norme).
- (2) Cette différence tient à la différence d'ordre des valeurs caractéristiques requises, précisée au commentaire (3) du § I.2-2.
- (3) Dans la période intermédiaire où les renseignements figurant sur les fiches d'agrément ne sont pas ceux-ci, les informations nécessaires seront demandées au secrétariat de la commission. Au cas où le secrétariat ne pourrait pas donner les informations nécessaires il y a lieu d'exécuter l'épreuve d'étude définie en II.-4-1 et d'appliquer les modalités de l'épreuve de contrôle appartenant au deuxième cas de l'article IV.-3-2.

TEXTE

- f_{ek} valeur caractéristique requise de la résistance à la compression à 28 jours,
- S_n écart-type des n résultats d'essais de résistance à la compression à 28 jours (1) (si $S_n < 0,07 f_e$ il sera pris égal à $0,07 f_e$ dans la formule),

- $K = 2$ si $f_{ek} > 25$ MPa et $K = 1,5$ si $f_{ek} \leq 25$ MPa (2),
- les résultats relatifs à d'autres caractères spécifiés satisfont les valeurs requises pour ces caractères fixées par le C.C.T.P.; s'ils n'existent pas, ils seront étudiés lors de l'épreuve de convenance.

II.-4-3. — *Troisième cas : béton agréé fabriqué en usine.*

Le béton proposé est un béton agréé fabriqué en usine. L'épreuve d'étude, définie par le règlement de l'agrément, est interprétée par la commission compétente qui fait figurer sur les fiches d'agrément la fourchette garantie pour la consistance, la valeur caractéristique de la résistance à la compression à 28 jours, et la valeur maximale de l'écart-type de la population de référence relative à la résistance à la compression à 28 jours (3).

Les autres caractères spécifiés, dont l'étude serait requise par le C.C.T.P. seront étudiés lors de l'épreuve de convenance.

COMMENTAIRES

- (1) Les conditions particulières au chantier qui peuvent influencer sur la dispersion de la qualité du béton sont notamment les suivantes :
- les conditions d'approvisionnement des constituants notamment du ciment,
 - la qualité des matériels de fabrication du béton,
 - les moyens de contrôle en cours de fabrication,
 - la durée et les conditions du transport et du déchargement du béton.
- (2) L'attention est attirée sur le fait que ce délai doit être suffisant pour permettre l'exploitation complète des essais et, en cas de sanction défavorable de l'épreuve, de procéder aux adaptations nécessaires et à une nouvelle épreuve, éventuellement simplifiée.

TEXTE

III. - EPREUVE DE CONVENANCE

L'épreuve de convenance a pour but de vérifier, que le béton fabriqué en application de la formule nominale, avec les matériaux et matériels approvisionnés pour le chantier considéré ou figurant dans l'usine productrice au moment considéré, satisfait les prescriptions du marché.

Elle doit permettre :

- de préjuger, compte tenu des dispersions estimées en fonction des conditions particulières (1) au chantier, que les caractères spécifiés auront une grande probabilité d'être respectés,
- de vérifier que la formule de béton proposée, compte tenu des moyens de mise en œuvre envisagés, permettra d'exécuter la partie d'ouvrage concernée sans défauts préjudiciables au comportement de l'ouvrage,
- de constater que les prescriptions de moyens fixées par le C.C.T.P. ou soumises à l'acceptation du maître d'œuvre sont respectées.

L'épreuve de convenance est donc effectuée avant toute mise en fabrication du béton qui sera coulé sur le chantier ; elle est faite sur le chantier de l'ouvrage, avec les matériaux approvisionnés, dans les conditions et avec les moyens du chantier. Si un de ces éléments est modifié avant le début du bétonnage ou en cours de bétonnage, l'entrepreneur doit refaire une épreuve de convenance, éventuellement simplifiée selon l'élément modifié et en accord avec le maître d'œuvre.

Le C.C.T.P. fixe le délai (2) et la consistance précise de l'épreuve de convenance ; il indique notamment la (ou les) partie(s) d'ouvrage qui nécessite(nt) de mettre en œuvre le béton dans un élément de coffrage significatif (béton témoin). L'épreuve de convenance est conduite dans des conditions significatives de la durée maximale de transport tolérée, compte tenu de la température. Elle implique au moins la vérification complète du respect des prescriptions de moyens et l'exécution de trois gâchées telles que la composition visée du béton soit la composition nominale. Ces gâchées donnent lieu aux prélèvements et essais prévus ci-dessus (en II-4-1) pour l'épreuve d'étude, l'interprétation étant celle visée dans ce même § II-4-1.

COMMENTAIRES

- (1) La possibilité, pour le maître d'œuvre, d'utiliser les résultats obtenus par le producteur doit être examinée notamment lorsque le producteur bénéficie, pour le béton considéré, d'un agrément ou d'une certification de qualité impliquant un suivi de ses contrôles par un service de vérification du contrôle en usine selon des modalités définies par la commission d'agrément ou de certification.

Elle implique que les règles de lotissement et d'échantillonnage édictées en IV.-1 et IV.-2 soient rigoureusement respectées.

- (2) Les parties d'ouvrage définies par le C.C.T.P. constituent des éléments homogènes du point de vue structural, coulés en une seule fois (par exemple, une pile, un groupe de pieux, un groupe de poutres précontraintes par pré-tension subissant un même cycle de traitement thermique, un voussoir). Pour certaines structures, des C.C.T.P. types donnent des indications pour définir les parties d'ouvrage.

- (3) Par exemple, sortie du flexible de la pompe à béton, de la goulotte de déversement de la benne, etc.

- (4) L'effectif est normalement égal à trois si la partie d'ouvrage à bétonner requiert moins de 100 m³ de béton. Dans le cas contraire, il sera normalement égal à trois plus un par cent mètres cube supplémentaires à bétonner ou fraction restante.

- (5) Compte tenu des hypothèses sous-jacentes à une application fiable du critère de conformité, hypothèses dont on ne peut vérifier le bien fondé à partir des résultats issus de l'échantillon, il est possible d'effectuer un prélèvement sur toute gâchée (ou charge) pour laquelle on a une raison convenue de douter de son appartenance au lot homogène. Le (ou les) résultats correspondants sont interprétés par la seule formule 2 du critère de conformité, indépendamment des n résultats initialement prévus.

- (6) Exceptionnellement le C.C.T.P. peut ne prévoir qu'une ou deux éprouvette(s) par prélèvement.

- (7) Cet essai peut être remplacé par un essai au maniabilimètre si la spécification de la maniabilité a été fixée par le C.C.T.P.

TEXTE

IV. - EPREUVE DE CONTROLE

L'épreuve de contrôle constitue le contrôle de conformité du béton aux prescriptions du marché (1).

Elle est effectuée sur un prélèvement fait immédiatement avant le coulage du béton.

IV.-1. — LOTISSEMENT.

Le lot de béton est, par définition, l'ensemble du béton en place faisant l'objet d'une même sanction du contrôle (déclaration de conformité ou de non conformité aux prescriptions). Il s'agit donc d'un lot d'emploi constitué de l'ensemble du béton mis en œuvre dans une partie d'ouvrage (2).

Les conditions de fabrication du béton constituant un lot seront homogènes. L'homogénéité des conditions de fabrication implique l'utilisation d'une même formule nominale avec des constituants de même origine, des mêmes réglages à la centrale, et si possible, d'un même lot de ciment.

IV.-2. — ECHANTILLONNAGE ET ESSAIS.

Les prélèvements destinés aux essais sont toujours effectués au moment et au lieu d'utilisation du béton, si possible au point le plus près de sa mise en place dans l'ouvrage (3).

Le nombre n de prélèvements conduisant à l'effectif n (4) de l'échantillon soumis à l'épreuve de contrôle est fixé par le C.C.T.P. en même temps que la définition du lot.

Chaque prélèvement est issu d'une seule gâchée (ou charge). Chaque gâchée (ou charge) ne donne lieu qu'à un seul prélèvement et sera choisie (5) dans l'ensemble des gâchées (ou charge) constituant le lot.

A partir d'un prélèvement sont réalisées :

— trois (6) éprouvettes pour détermination de la résistance à la compression à 28 jours ; le résultat relatif au prélèvement sera la moyenne arithmétique des trois mesures faites sur les trois éprouvettes,

— une mesure pour essai au cône d'Abrams (7).

(*) Les indications qui figurent dans ce chapitre sont extraites du rapport « Contrôle de qualité des bétons hydrauliques ; calcul des coefficients k_1 et k_2 du critère de conformité ; rappels concernant les courbes d'efficacité » qui sera publié dans le bulletin de liaison des Laboratoires des Ponts et Chaussées.

(1) Les valeurs de k_1 sont fondées dans ce cas sur la prise en compte d'un risque de première espèce (du fournisseur) $\alpha = 0,05$ et sur une valeur forfaitaire de l'écart-type du lot de 2,5 MPa (si $f_{ck} \leq 25$ MPa) et de 3 MPa (si $f_{ck} > 25$ MPa).

(2) Si, exceptionnellement, on doit retenir un nombre de résultats inférieurs à trois, seule la relation 2 du critère de conformité sera utilisée, lorsque l'effectif de l'échantillon est supérieur ou égal à 15, la relation 1 du critère de conformité doit être remplacée par la suivante :

$$\begin{aligned} \bar{f}_c - 1,2 S &\geq f_{ck} \text{ (si } f_{ck} > 25 \text{ MPa),} \\ \bar{f}_c - 0,85 S &\geq f_{ck} \text{ (si } f_{ck} \leq 25 \text{ MPa).} \end{aligned}$$

S , étant l'écart-type des n résultats ($n \geq 15$), et on prendra $k_2 = 4$ dans la relation 2 du critère de conformité.

Pour l'interprétation de l'épreuve de contrôle, on ne devra jamais cumuler les effectifs relatifs à plusieurs lots successifs. Par contre, l'effectif de l'échantillon relatif à un lot peut être augmenté, au début de chantier, pendant la période de réglage éventuelle.

IV.-3. — CRITERES DE CONFORMITE.

IV.-3-1. — Consistance.

Le lot sera réputé conforme aux spécifications si les n résultats d'essais de consistance se trouvent dans la fourchette requise.

Si le résultat d'un essai de consistance est extérieur à la fourchette requise, la gâchée (ou charge) correspondante pourra être rebutée et la gâchée suivante fera l'objet d'un nouveau prélèvement pour essai de consistance. Si le résultat est encore extérieur à la fourchette requise, le bétonnage sera arrêté jusqu'à détermination des causes de l'anomalie et modification du réglage. La première gâchée (ou charge) fabriquée à partir de ce nouveau réglage fera l'objet d'un essai qui devra se situer dans la fourchette requise.

IV.-3-2. — Résistance à la compression à 28 jours.

Chaque lot est représenté par n résultats notés :

$$f_{e1} \leq f_{e2} \leq \dots f_{en} \leq f_{en}$$

Le lot sera considéré comme conforme à la spécification si les deux conditions suivantes sont simultanément remplies :

$$\begin{aligned} \text{relation : 1- } & \bar{f}_c \geq f_{ck} + k_1 \\ \text{relation : 2- } & f_{e1} \geq f_{ck} - k_2 \end{aligned}$$

\bar{f}_c est la moyenne arithmétique des n résultats,

f_{e1} est la valeur minimale des n résultats,

f_{ck} est la valeur caractéristique requise,

k_1 et k_2 sont deux coefficients dont les valeurs numériques (en MPa) sont données ci-dessous selon les trois cas qui peuvent se présenter (*).

premier cas :

Le béton est soit du béton agréé fabriqué en usine soit du béton fabriqué en usine de préfabrication bénéficiant d'une certification de qualité.

Les coefficients k_1 et k_2 prennent (1) les valeurs (en MPa) figurant dans le tableau ci-dessous :

| Effectif de l'échantillon (2) | $f_{ck} \leq 25$ MPa | | $f_{ck} > 25$ MPa | |
|-------------------------------|----------------------|-------|-------------------|-------|
| | k_1 | k_2 | k_1 | k_2 |
| $n = 3$ | 1,0 | 3,5 | 2,0 | 3,0 |
| $n = 6$ | 1,5 | 3,5 | 3,0 | 3,0 |
| $n = 9$ | 1,8 | 3,5 | 3,3 | 3,0 |
| $n = 12$ | 2,0 | 3,5 | 3,5 | 3,0 |

COMMENTAIRES

- (1) La fiabilité du matériel de fabrication concerne essentiellement la précision obtenue sur les proportions de chaque constituant et la fidélité de ces proportions aux ordres donnés par le responsable de la centrale. (précision des balances, automatismes, sécurités.)

Les contrôles en cours de fabrication portent, selon des modalités (définies, le cas échéant, par un C.C.T.P.-type) à adapter à la nature de l'élément à construire, sur :

- la qualité et la régularité des constituants,
- la qualité du stockage et des opérations de manutention,
- la teneur en eau des granulats et la détermination de l'eau supplémentaire à introduire,
- l'enregistrement de la puissance absorbée par le malaxeur (wattmètre différentiel) ou tout autre procédé analogue,
- l'enregistrement des pesées des constituants ou l'existence d'une alerte lorsque ces pesées sont hors tolérances.

- (2) Les valeurs de k_1 sont fondées, dans ce cas, sur la prise en considération d'un risque de première espèce (du fournisseur) $\alpha = 0,10$ et sur une valeur forfaitaire de l'écart-type du lot de 2,5 MPa (si $f_{ck} \leq 25$ MPa) et de 3 MPa (si $f_{ck} > 25$ MPa).

- (3) Le commentaire (2) relatif au premier cas (page précédente) s'applique également ici.

TEXTE

deuxième cas :

Il s'agit du cas général (hormis le cas ci-dessus) où le maître d'œuvre dispose :

- des résultats des épreuves préalables (étude et convenance) jugés satisfaisants,
- d'informations suffisantes (1) sur la fiabilité du matériel de fabrication, sur les contrôles en cours de fabrication et sur les suites données aux résultats de ces contrôles.

Les coefficients k_1 et k_2 prennent (2) alors les valeurs (en MPa) figurant dans le tableau ci-dessous :

| Effectif de l'échantillon (3) | $f_{ck} \leq 25$ MPa | | $f_{ck} > 25$ MPa | |
|-------------------------------|----------------------|-------|-------------------|-------|
| | k_1 | k_2 | k_1 | k_2 |
| $n = 3$ | 1,5 | 3,5 | 2,7 | 3,0 |
| $n = 6$ | 2,0 | 3,5 | 3,4 | 3,0 |
| $n = 9$ | 2,2 | 3,5 | 3,7 | 3,0 |
| $n = 12$ | 2,5 | 3,5 | 3,8 | 3,0 |

COMMENTAIRES

- (1) Du fait des valeurs très pénalisantes pour le béton des coefficients k_1 et k_2 à introduire dans le critère de conformité, le maître d'œuvre devra examiner s'il n'y a pas lieu d'imposer les prescriptions nécessaires pour que le cas 2 soit applicable.
- (2) Les valeurs de k_1 sont fondées, dans ce cas, sur la prise en considération d'un risque de deuxième espèce (du client) $\beta = 0,10$ pour des lots qui présenteraient des proportions d'individus inférieurs à la valeur caractéristique requise, respectivement de 0,20 si $f_{ck} \leq 25$ MPa et de 0,10 si $f_{ck} > 25$ MPa et sur une valeur forfaitaire de l'écart-type du lot de 2,5 MPa si $f_{ck} \leq 25$ MPa et de 3 MPa si $f_{ck} > 25$ MPa.

- (3) Si l'effectif est supérieur ou égal à 15, la relation (1) du critère de conformité sera remplacée par :

$$\bar{f}_c - 1,9 S \geq f_{ck} \text{ si } f_{ck} > 25 \text{ MPa}$$

$$\bar{f}_c - 1,30 S \geq f_{ck} \text{ si } f_{ck} \leq 25 \text{ MPa}$$

S étant l'écart-type des n résultats.

On prendra $k_2 = 1$ dans la relation -2- du critère de conformité.

- (4) La résistance constatée aux épreuves de contrôle peut être inégalement représentative de la qualité du béton de l'ouvrage :
- d'une part parce que la qualité de mise en œuvre peut différer, dans un sens aussi bien que dans l'autre, entre éprouvettes et ouvrage ;
 - d'autre part parce que, selon qu'une structure ou partie de structure est grêle (exemple poteau) ou massive, sa résistance est ou non celle d'une seule gâchée de béton.

TEXTE

troisième cas :

Il s'agit du cas où l'une au moins des conditions appartenant au cas 2 n'est pas respectée (1).

Les coefficients k_1 et k_2 prennent (2) alors les valeurs (en MPa) figurant dans le tableau ci-dessous :

| Effectif de l'échantillon (3) | $f_{ck} \leq 25$ MPa | | $f_{ck} > 25$ MPa | |
|-------------------------------|----------------------|-------|-------------------|-------|
| | k_1 | k_2 | k_1 | k_2 |
| $n = 3$ | 4,0 | 1,0 | 6,0 | 0 |
| $n = 6$ | 3,5 | 1,0 | 5,5 | 0 |
| $n = 9$ | 3,2 | 1,0 | 5,2 | 0 |
| $n = 12$ | 3,0 | 1,0 | 5,0 | 0 |

IV.4. — ACCEPTATION DU BETON.

Un lot reconnu conforme aux prescriptions est accepté.

Si un lot est reconnu « non conforme » aux spécifications et prescriptions, il y a généralement lieu à appréciation avant décision (4).

COMMENTAIRES

(1) L'utilisation d'une méthode non destructive (notamment l'auscultation dynamique) peut fournir de précieuses informations sur l'homogénéité du béton en place, mais requiert l'exécution préalable d'un étalonnage (relation empirique entre vitesse de propagation des ondes sonores longitudinales et résistance à la compression) si l'on veut obtenir des informations quantitatives sur la résistance du béton en place.

(2) Cette décision pourra être l'acceptation du lot accompagnée, s'il y a lieu, de la prescription d'un renforcement de la partie d'ouvrage concernée par l'exécution d'éléments confortatifs, ou d'une surveillance particulière de la partie d'ouvrage considérée, par l'entrepreneur.

Si l'ensemble des informations conduit à prescrire que l'insuffisance de résistance est susceptible de mettre en cause la sécurité de l'ouvrage, sans que les dispositions précédentes puissent valablement y remédier, il y a lieu de refuser le lot ou si le béton a été mis en œuvre dans une partie vitale de la structure, il y a lieu de prescrire la démolition de la partie d'ouvrage concernée.

(3) Les épreuves d'information permettent, par exemple, d'apprécier les résistances effectivement atteintes dans les ouvrages en fonction du temps et de juger des possibilités de décoffrage, de décalage et de décintrement, de mise en tension des unités de précontrainte.

(4) Les conditions de conservation des éprouvettes ne sont donc pas les conditions normalisées mais elles sont étudiées pour représenter au mieux les conditions dans lesquelles se déroule le durcissement du béton de l'ouvrage.

(5) Il s'agit, par exemple, de résistance à la traction ou de résistances à la compression à long terme (notamment, 90 jours). Seuls les résultats de ces essais, effectués dans les conditions normalisées, sont opposables au producteur de béton s'il est différent de l'entrepreneur ou du producteur de l'élément à construire.

TEXTE

En cas d'accord entre les parties intéressées, le lot peut faire l'objet d'investigations complémentaires portant notamment sur des carottes prélevées dans le béton en place et (ou) sur des essais non destructifs du béton en place (1). La décision pourra alors être prise au vu de l'ensemble des informations (2).

V. - EPREUVES D'INFORMATION

V.-1. — Les épreuves d'information ont pour but :

- de s'assurer que le béton mis en œuvre dans une partie d'ouvrage a bien la qualité requise pour supporter sans dégradation les diverses opérations qui lui sont imposées pour des raisons liées au procédé de construction (3) compte tenu des conditions réelles du durcissement du béton de l'ouvrage (4),
- éventuellement, de vérifier que les caractères spécifiés non soumis au contrôle direct de conformité (épreuves de contrôle) satisfont les valeurs requises (5),
- éventuellement, de permettre une estimation anticipée de la résistance à la compression à 28 jours.

Elles sont effectuées en même temps que les épreuves de contrôle.

V.-2. — L'entrepreneur soumet à l'approbation du maître d'œuvre son programme d'épreuves d'information, les délais de transmission des résultats, l'interprétation et les suites données à ces épreuves.

MINISTÈRE DE L'ENVIRONNEMENT ET DU CADRE DE VIE
MINISTÈRE DES TRANSPORTS

Conseil général des Ponts et Chaussées
2^e Section — Bâtiment et Génie civil

ANNEXE II

A L'INSTRUCTION TECHNIQUE DU 15 JANVIER 1979

Modificatif à l'annexe I dans le cas de la résistance nominale

CAS DE DEFINITION DE LA RESISTANCE DES BETONS PAR SA VALEUR NOMINALE

Pendant la période transitoire où la résistance à la compression requise à 28 jours est contractuellement définie par une « valeur nominale » l'ensemble des prescriptions des chapitres II, III, IV et V s'applique sous réserve de modifier les valeurs numériques des coefficients intervenant dans les critères d'acceptation ou de conformité, conformément aux indications ci-dessous. La valeur requise de la résistance nominale est notée f_{cN} .

I. — EPREUVE D'ETUDE.

Premier cas : le béton ne dispose pas de références.

Le double critère d'acceptation de l'épreuve (§ II-4-1) doit être remplacé par le suivant :

$$f_{cB} \geq 0,85 f_{cN} + \lambda (C_B - C_{min})$$

$$f_{cB} \geq 1,1 f_{cN}$$

Deuxième cas : le béton dispose de références.

Le critère s'écrit :

$$f_c \geq f_{cN} + K S$$

avec $K = 1,2$

II. — EPREUVE DE CONVENANCE.

L'interprétation de l'épreuve de convenance étant la même que celle de l'épreuve d'étude (premier cas ; II-4-1), la modification indiquée ci-dessus à propos de ce paragraphe doit être appliquée.

III. — EPREUVE DE CONTROLE.

Le critère de conformité applicable à la résistance à la compression à 28 jours garde la forme générale et s'écrit :

$$\overline{f_c} \geq f_{cN} + k_1$$

$$f_{c1} \geq f_{cN} - k_2$$

Les valeurs numériques des coefficients k_1 et k_2 figurent dans le tableau ci-dessous, selon les cas définis dans le texte :

| Effectif de l'échantillon | Premier cas | | Deuxième cas | | Troisième cas | |
|---------------------------|-------------|-------|--------------|-------|---------------|--------|
| | k_1 | k_2 | k_1 | k_2 | k_1 | k_2 |
| 3 | 0 | 4 | 0,5 | 4 | (p.m.) | (p.m.) |
| 6 | 0,7 | 4 | 1,1 | 4 | 3,3 | 1 |
| 9 | 1 | 4 | 1,3 | 4 | 3,1 | 1 |
| 12 | 1,2 | 4 | 1,5 | 4 | 2,9 | 1 |

L'attention est attirée sur le fait que l'application des coefficients relatifs au deuxième cas implique, d'une part, que les épreuves initiales (étude et convenance) aient été conduites et interprétées conformément aux prescriptions des chapitres II et III, d'autre part, qu'un contrôle fiable de fabrication ait été mis en place. Si ces conditions ne sont pas satisfaites, on se trouve dans le troisième cas.

MINISTÈRE DE L'ENVIRONNEMENT ET DU CADRE DE VIE
MINISTÈRE DES TRANSPORTS

Conseil général des Ponts et Chaussées
2^e Section — Bâtiment et Génie civil

ANNEXE III

A L'INSTRUCTION TECHNIQUE DU 15 JANVIER 1979

Composition du groupe de travail

| | |
|---------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| M. MOGARAY | Ingénieur Général des Ponts et Chaussées, <i>Président.</i> |
| M. ARQUIE | Ingénieur Général des Ponts et Chaussées. |
| M. BRUNSCHWIG | Ingénieur en Chef des Ponts et Chaussées, L.C.P.C. |
| M. DARPAS | Ingénieur en Chef des Ponts et Chaussées, S.E.T.R.A. |
| M. GODLEWSKI | Ingénieur des Ponts et Chaussées (D.R.E. Basse-Normandie). |
| M. SIMON | Ingénieur T.P.E., D.E.S.R.E.T. |
| M. ADAM | Union Technique Interprofessionnelle (U.T.I.) des Fédérations Nationales du Bâtiment et des Travaux Publics. |
| M. CAZEUNEUVE | S.O.C.O.T.E.C. |
| M. CHABREL | Centre Scientifique et Technique du Bâti- ment. |
| M. JACQUES | L.C.P.C., <i>Rapporteur.</i> |

TABLE DES MATIERES

| | <u>Pages</u> |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------|
| 1 — Recommandation n° 5-79 du Groupe Permanent d'Etude des Marchés de Travaux, approuvée le 15 mai 1979 par la Section Technique de la Commission Centrale des Marchés | 1 |
| 2 — Circulaire n° 79-23 du 9 mars 1979 du ministre de l'Environnement et du Cadre de Vie | 3 |
| 3 — Instruction technique du 15 janvier 1979 du Conseil Général des Ponts et Chaussées, relative au contrôle de la qualité des bétons | 5 |
| 4 — Annexe I à l'instruction technique du 15 janvier 1979. Règles additives pour le contrôle de la qualité des bétons dans le cas d'utilisation de la résistance caractéristique. | 9 |
| 5 — Annexe II à l'instruction technique du 15 janvier 1979. Modificatif de l'annexe I dans le cas de résistance nominale | 37 |
| 6 — Annexe III à l'instruction technique du 15 janvier 1979. Composition du Groupe de Travail | 41 |
