

**MARCHES PUBLICS DE TRAVAUX,**

**FOURNITURES ET SERVICES**

**BETON**

**PERFORMANCES, production, mise en  
oeuvre et critères de conformité**

**Application de la NBN B15-001 (1992)**

**Mémento pour l'application de  
la circulaire 42-3-98-03 (01)  
"Spécifications techniques  
et conditions d'acceptation  
des bétons"**

**Ministère wallon de l'Équipement et des Transports (M.E.T.)**

**Direction des structures en béton (D.423)**

**Note technique NT 423.98.14 (01)**

## Préambule

Le présent document rassemble les principaux tableaux et documents directement utiles dans le cadre du contrôle des bétons ainsi qu'une liste non limitative de points à contrôler.

Il n'a aucun caractère contractuel et est destiné à être utilisé au sein du M.E.T.

Il a été établi par la Direction des structures en béton **qui souhaite recevoir des utilisateurs les remarques, commentaires et si possible propositions en vue de son amélioration.**

Les tableaux et documents extraits de la circulaire sont repris tels quels sans modification de leur numérotation.

## Table des matières

**Liste non limitative de points à contrôler.** page M5

**Organisation du contrôle du béton (Annexe 1 de la circulaire).**

Chantiers - Tableau A1-1. page M9  
Usines de préfabrication - Tableau A1-2 page M10

**Dossier technique - Composition du béton (Annexe 2 de la circulaire).**

Tableau A2. page M11

**Contenu d'un dossier technique (D.T.).**

Tableau M1. page M12

**Principales propriétés du béton ou relatives à sa composition susceptibles d'être ou non couvertes (en date du 1.1.1997) par la marque BENOR (Annexe 3 de la circulaire).**

Tableau A3-1. page M13  
Tableau A3-2. page M14

**Formulaire de commande du béton et de demande de réception (Annexe 4 de la circulaire).** page M15

**Demande de réception et contrôle des livraisons - Actions de l'adjudicataire et de l'administration (Annexe 5 de la circulaire).**

Tableau A5. page M16

**Exemple de bordereau de livraison.**

Tableau M2<sup>(1)</sup>. page M17  
Tableau M2 - verso (dénomination des adjuvants) page M18

---

<sup>(1)</sup> Le CRIC n'impose pas la présentation du bordereau. Le modèle proposé ici a pour objectif de montrer comment on peut distinguer clairement ce qui est "Benor" de ce qui ne l'est pas et comment être précis en ce qui concerne les ajouts sur chantier.

**Exemple de bordereau de livraison complété.**

Tableau M3. page M19

**Exemple du contrôle de  $f_{ck}$  et de  $f_c$  dans le cas d'un pont en béton précontraint.**

Tableau M4-1 page M20  
Tableau M4-2. page M21

**Tolérances dimensionnelles et de forme des éprouvettes - Extrait de la norme NBN B15-236 § 3.**

Tableau M5. page M22

**Confection et conservation des éprouvettes - Extrait de la norme NBN B15-237 § 2.1, 4.1 et 4.2.**

Tableau M6. page M23

**Tableau synthétique des critères pour la résistance caractéristique  $f_{ck}$ .**

Tableau M7. page M24

**Classes de consistance et calibre maximum du gros granulat.**

Tableaux M8 et M9. page M25

**Bilan des alcalis (exemples).**

Tableau M10-1. page M26  
Tableau M10-2. page M27

**Exemple de partage en lots.**

Tableau M11. page M28

## **LISTE NON LIMITATIVE DE POINTS A CONTROLER**

- **DISTANCE DE LA CENTRALE (BENOR OU NON)** (en km et durée de trajet) : permet-elle de terminer la mise en oeuvre au plus tard 100 minutes après l'ajout d'eau en centrale ?
- **CENTRALE BENOR** : figure-t-elle sur la plus récente liste des producteurs BENOR <sup>(1)</sup>
- **PLUS DE 2000 M<sup>3</sup>** : centrale de dépannage prévue ? (voir circ. § A.1.).
- **COMMANDE** : conforme au C.S.Ch. (voir notamment annexes 4 et 5).
- **CENTRALE NON-BENOR** : le contrôle a-t-il été confié à la D.423 (voir § A.1.2.).
- **DOSSIER TECHNIQUE / FICHE TECHNIQUE / COMPOSITION DU BETON** : l'adjudicataire a-t-il fourni les données relatives à la composition (voir annexes A1-1 et A1-2) ?
- **BILAN DES ALCALIS** : voir tableaux M10-1 et M10-2.
- **DEMANDE DE RECEPTION (voir § B.8.2.1.)** :
  - \* l'adjudicataire a-t-il demandé la réception de ses différentes fournitures de béton en transmettant à l'administration son bon de commande ?
  - \* les commandes sont-elles conformes au C.S.C. et aux indications reprises sur les plans.  
N.B. : les plans sont-ils complets (voir § B.8.2.2.) ?
  - \* voir ci-après fiche récapitulative en annexe A-5.
- **ENROBAGE DES ARMATURES - D<sub>max</sub>** : voir tableau M9.

---

<sup>(1)</sup> Renseignements M.E.T. - D.423 : tél. 04/254.58.78 et Fax 04/253.04.05  
(ou CRIC-CERTIFICATION : tél. 02/645.52.51 - Fax : 02/645.52.61)..

- **REPARTITION EN LOTS :**

- \* la répartition en lots (voir § B.11.3.4.) a-t-elle bien été établie préalablement ?
- \* si des propriétés particulières non couvertes par la marque BENOR (voir tableaux A3-1 et A3-2 et § B.11.3.4.2.) doivent être contrôlées, a-t-on prévu des éprouvettes dans ce but ?
- \* voir exemples aux tableaux M4-1 et M4-2.
- \* si des conditions particulières de mise en oeuvre sont prévues [p. ex. retardeurs de prise (circ. § B.10.5.) ou forte fluidification (S4)...], en a-t-on tenu compte ?

- **BETON LIVRE :**

- \* le délai de 100 minutes (voir "DISTANCE ...") n'est-il pas déjà dépassé ?

N.B. : Ce délai peut être prolongé moyennant les conditions mentionnées au § B.10.5. de la circulaire.

- \* la consistance :

- correspond-elle au bordereau de livraison ? (N.B. : la faire mesurer régulièrement - Cône d'Abrams);
- si non, peut-elle être corrigée EN ACCORD avec le BORDEREAU.
- quelle disposition pratique est prise pour vérifier qu'en fin de déversement il n'y a pas ajout "clandestin" d'eau ou d'adjuvant ?

N.B. : Manquement grave à sanctionner selon le § B.10.4.

- **BORDEREAU DE LIVRAISON** (voir § B.8.2. et tableau M2)<sup>(2)</sup> :

- \* conforme aux prescriptions de la commande et du C.S.Ch. ?  
Si non : refuser le déversement.
- \* est-il daté, signé et complet ? si non : refuser le déversement.

---

<sup>(2)</sup> Pour tout problème avec les bordereaux avertir M.E.T. - D.423.

- \* a-t-on indiqué l'ajout d'adjuvant (et lequel) si c'est prévu (durée de remalaxage au moins 1 minute/m<sup>3</sup>) : si non : refuser (voir § B.10.4.).

N.B. : • TOUT AJOUT D'EAU (OU D'ADJUVANT), NON EXPLICITEMENT PREVU SUR LE BON, ENTRAINE LA PERTE DE LA MARQUE BENOR.

- TOUT AJOUT FRAUDULEUX (sans l'indiquer sur le bordereau et sans barrer le logo BENOR) CONSTITUE UNE INFRACTION GRAVE : A SANCTIONNER (§ B.10.4.).

- Un modèle de bordereau figure au tableau M2.

- Le tableau M3 est un modèle de bordereau de livraison complété à titre d'exemple pour un béton C35/45, classe 3S, béton armé,  $D_{\max} = 20$  mm, fluidité F3, ciment CEM III A, ciment LA (Low Alcalis), et résistant aux sulfates (HSR),  $E/C \leq 0,40$  avec absorption d'eau cas 1 et résistance aux sels de déverglaçage ( $\leq 5$  g/dm<sup>2</sup>).

- **CONSISTANCE DU BETON FRAIS** (Norme § 7.2., Circ. § B.7.2. et Circ. § B.7.1.) :

- \* personnel désigné ?
- \* personnel qualifié ? (voir § B.7.1.).
- \* matériel ? (Essai d'affaissement = plaque/cône/tige de piquage/mètre).
- \* classes de consistance : voir tableau M8.

- **CONFECTION D'EPROUVETTES** (Norme § 7.3.1., Circ. § B.7.3.1. et Circ. § B.7.1.) :

- \* personnel désigné ?
- \* personnel qualifié ?
- \* matériel de confection et conservation ?
- \* Voir tableaux M5 et M6.

- **EPROUVETTES DE CHANTIER :**

- \* sont-elles bien prélevées chaque fois qu'il y a des opérations particulières à contrôler (voir § B.7.3.1.3.) ?
- \* voir exemple aux tableaux M4-1 et M4-2.
- \* sont-elles bien conservées sur chantier comme les éléments à contrôler en respectant la norme NBN B15-237 (tableau M6) ?
- \* si elles sont envoyées en laboratoire a-t-on vérifié qu'on ne les expédie que le jour de l'essai ou si on les expédie plus tôt dans un laboratoire proche du chantier a-t-on vérifié qu'elles sont bien conservées à l'extérieur ?

N.B. : L'usage de moules en polystyrène est interdit car il accélère (isolation) le durcissement de manière anormale (sauf vérification par un programme d'essai particulier).

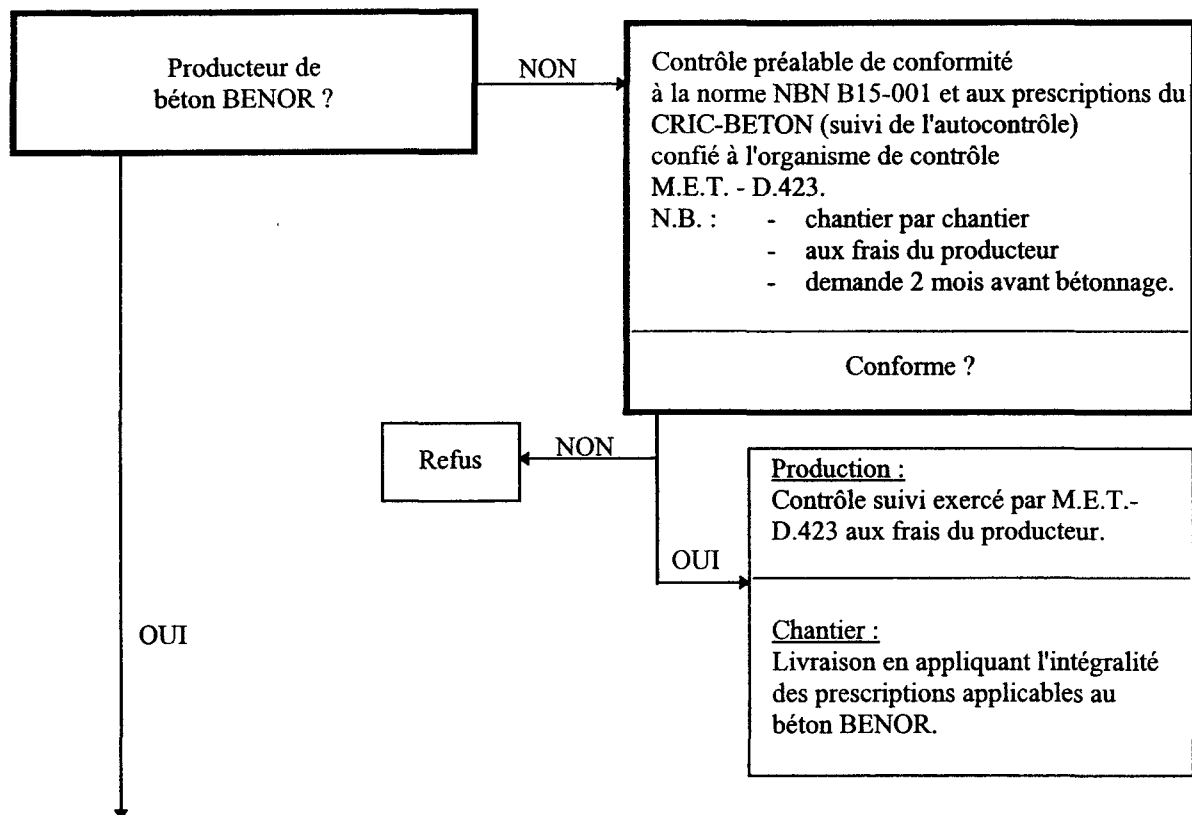
- **RESISTANCE DU BETON (Norme § 11.3.3.1. cas 1 et Circ. § B.11.3.3.) :**

- \* demander que le fournisseur communique tous les résultats d'essais exécutés dans le cadre de son autocontrôle sur les quantités de béton livrées sur chantier.
- \* en cas de conditions particulières de mise en oeuvre [p. ex. : forte fluidification ou retard de prise (voir Circ. § B.10.5.)], il est conseillé de procéder à un contrôle (par coups de sonde ou du lot complet).



# ORGANISATION DU CONTROLE DU BETON

## 1. CHANTIERS (par C.S.Ch. - voir § A.1.).

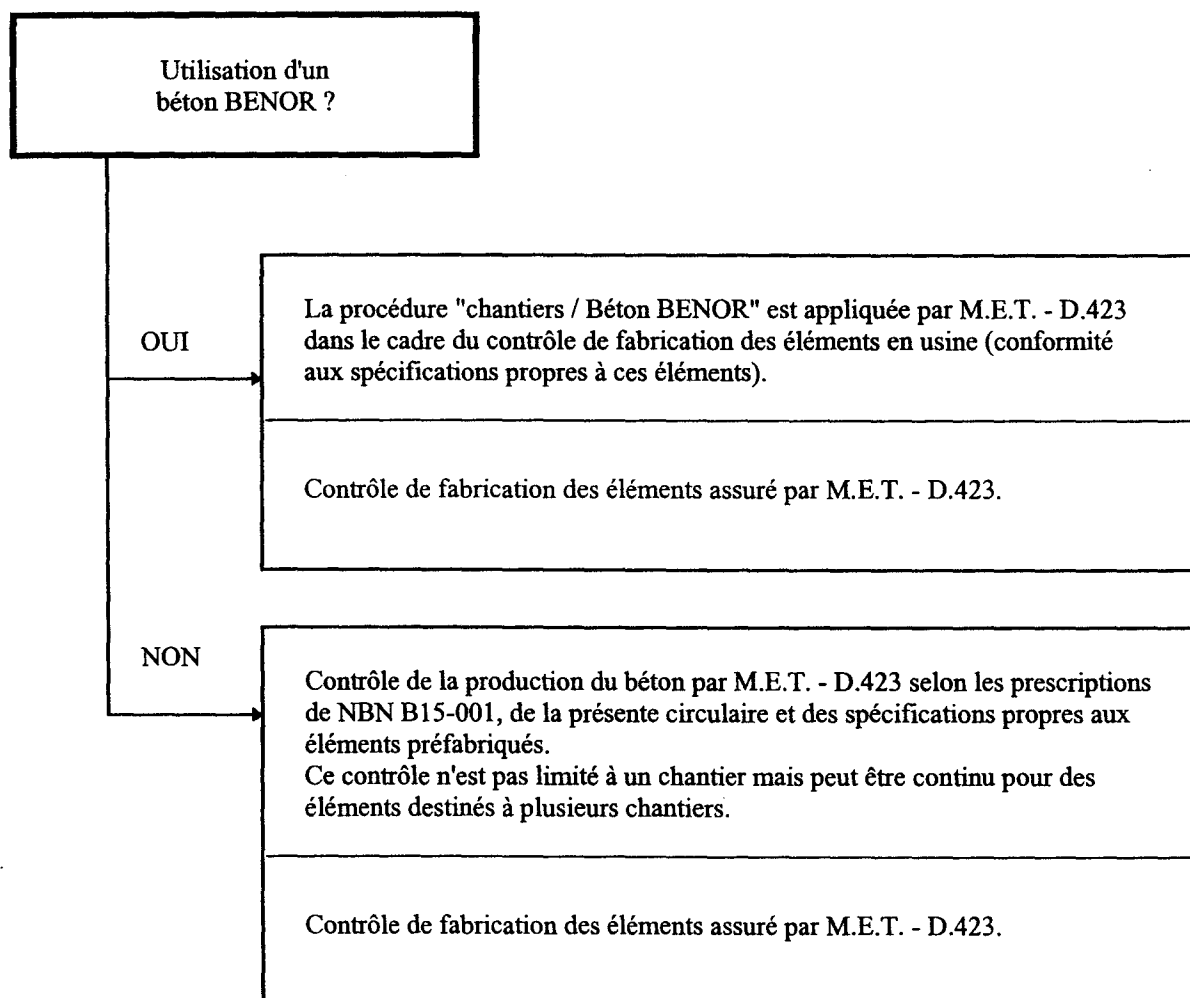


Performances prescrites (cfr. tableau en annexe 3)		Procédure à suivre
Cas 1	Couvertes par BENOR + Classe de résistance $\leq$ C35/45	- Dossier technique (§ B.5.1. - tableau A2 en annexe 2) - Réception et contrôle (voir synthèse sur tableau A5 - annexe 5)
Cas 2	Couvertes par BENOR + Classe de résistance $>$ C35/45	- Idem cas précédent mais le dossier technique doit justifier la possibilité d'obtenir les performances.
Cas 3	Non couvertes par BENOR	- Dossier technique qui doit justifier la possibilité d'obtenir les performances. - Réception et contrôle (synthèse sur tableau A5 - Annexe 5) avec prélèvement systématique d'éprouvettes pour le contrôle des propriétés non couvertes.

**Tableau A1-1.**

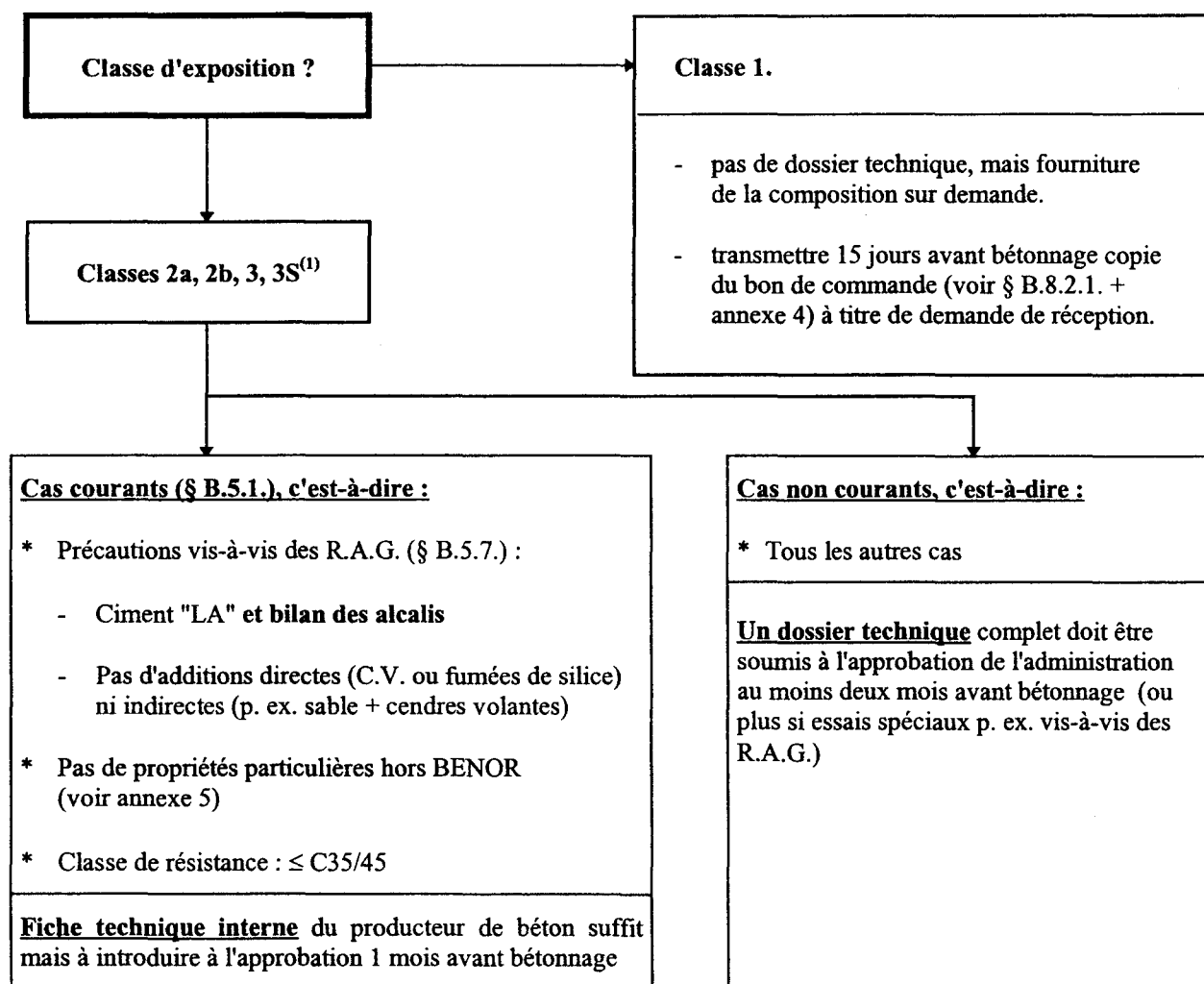
## ORGANISATION DU CONTROLE DU BETON

### 2. USINES DE PREFABRICATION (voir § A.2.).



**Tableau A1-2.**

## DOSSIER TECHNIQUE - COMPOSITION DU BETON (pour chaque type de béton)



- (1)
- Classes 4a et 4b : ne concernent pas les ouvrages du M.E.T.
  - Classes 5a à 5c : à considérer comme cas non courants.

**Tableau A2.**

## CONTENU D'UN DOSSIER TECHNIQUE (D.T.)

Un dossier technique (§ B.5.1.) doit être disponible avec les informations suivantes :

### 1. CAS "COURANTS" (Fiche technique interne).

#### 1.1. Informations de base.

- Nature et origine des matières premières. <sup>(1)</sup> <sup>(2)</sup> <sup>(3)</sup>
- Fiches techniques des ciments utilisés. <sup>(1)</sup>
- Fiches techniques des adjuvants utilisés <sup>(1)</sup> et compatibilité de ceux-ci (§ B.4.4.).
- Composition type des différents bétons (teneur en ciment - rapport E/C - adjuvants ...).
- Bilan des ions Cl<sup>-</sup> (§ B.5.5.).
- Origine de l'eau de gâchage et analyse le cas échéant (§ B.4.3.).

#### 1.2. Informations complémentaires éventuelles.

- Précautions prises vis-à-vis des R.A.G. (§ B.5.7.) et bilan des alcalins (Annexe 6 - § 2 - Solution 1).<sup>(4)</sup>
- Résultats d'essais de convenance sur adjuvants - Références à d'autres chantiers.
- Centrale de dépannage (si > 2000 m<sup>3</sup> - § A.1.- § B.5.1.) disposant des mêmes matières premières (ou ayant introduit également un D.T.).

### 2. CAS "NON COURANTS" (Dossier technique complet).

- Informations reprises au point 1 ci-dessus.
- Essais préalables sur composition proposée avec justification de l'obtention de résistances  $\geq$  C40/50, de performances non couvertes par la marque BENOR (annexe 3), ...etc.
- ...

<sup>(1)</sup> Bordereaux "BENOR" et/ou certificats de conformité disponibles en centrale.

<sup>(2)</sup> Granulats recyclés non autorisés sauf ... (§ B.4.2.).

<sup>(3)</sup> Cendres volantes et granulats avec cendres volantes non autorisés sauf ... (§ B.4.5.).

<sup>(4)</sup> Voir exemples aux tableaux M10-1 et M10-2.

### Tableau M1.

**PRINCIPALES PROPRIETES DU BETON OU RELATIVES  
A SA COMPOSITION SUSCEPTIBLES OU NON D'ETRE  
COUVERTES PAR LA MARQUE BENOR**

PROPRIETES	COUVERTURE OCTROYEE PAR LA MARQUE BENOR EN DATE DU 01/01/1997	
	oui/non	Remarque
<b>1. <u>DONNEES DE BASE</u></b>		
1.1. Classe de résistance (Résistance caractéristique ( $f_{ck}$ ) à la compression - 28 j. - 20 °C).	oui	
1.2. Résistance effective ( $f_c$ ) à la compression (cube de chantier).	non	
1.3. Classe d'exposition.	oui	
1.4. Fluidité	oui	
1.5. Calibre nominal maximum des granulats.	oui	En lien avec l'enrobage et l'entredistance des armatures.
1.6. Type de ciment.	oui	CEM I, CEM III A, ..., LA, HSR, ... etc.
<b>2. <u>DONNEES COMPLEMENTAIRES</u></b>		
2.1. Valeur E/C plus sévère que tableau 3 de la norme.	oui	
2.2. Classe 3S (= classe 3 sans entraîneur d'air).	oui	Spécification : pas d'entraîneur d'air <sup>(1)</sup> .
2.3. Résistance à la pénétration de l'eau (limitation de la valeur de l'absorption d'eau par immersion).	non	
2.4. Facteur d'espacement des bulles d'air.	non	
2.5. Adjuvant BENOR d'un type déterminé.	oui	

<sup>(1)</sup> Lorsque l'addendum n° 1 à la NBN B15-001 sera publié, cette mention supplémentaire ne sera plus nécessaire car les deux classes 3 et 3S seront normalisées.

**Tableau A3-1.**

**PRINCIPALES PROPRIETES DU BETON OU RELATIVES  
A SA COMPOSITION SUSCEPTIBLES OU NON D'ETRE  
COUVERTES PAR LA MARQUE BENOR**

PROPRIETES	COUVERTURE OCTROYEE PAR LA MARQUE BENOR EN DATE DU 01/01/1997	
	oui/non	Remarque
2.6. Nature des granulats.	non	Sable naturel, de concassage, granulat marin, roulé, concassé, etc.
2.7. Nature minéralogique d'un type de granulats.	non	
2.8. Teneur en ciment autre que la teneur minimale du tableau 3.	oui	Il est préférable d'agir via la classe de résistance.
2.9. Masse volumique du béton durci (p. ex. le béton léger).	non	
2.10. Teneur en Cl <sup>-</sup> pour le béton armé selon tableau 1.	oui	N.B. : - 1 % max. pour classes 1 et 2; - 0,4 % max. pour classes 3, 4 et 5.
2.11. Teneur en Cl <sup>-</sup> pour le béton précontraint selon tableau 1.	oui	0,2 % max.
2.12. Résistance aux cycles gel-dégel.	non	
2.13. Résistance combinée gel/sels de déverglaçage.	non	
2.14. Résistance à l'abrasion.	non	
2.15. Béton "hydrofuge".	non	Voir le point 2.3. ci-dessus.
2.16. Couleur.	non	
2.17. Autres.	non	

**Remarque :** La marque BENOR ne couvre que les propriétés du béton les plus couramment utilisées. Les propriétés particulières non couvertes par la marque BENOR doivent faire l'objet d'un contrôle complémentaire selon les directives de la présente circulaire ou du cahier spécial des charges.

Tableau A3-2.

## BON DE COMMANDE TYPE DU BETON ET DEMANDE DE RECEPTION SELON CIRCULAIRE M.E.T. n° 42-3-98-03 (01)

Ouvrage :

Eléments à couler :

Béton type <sup>(1)</sup> :

Quantité prévue :

m<sup>3</sup>

Données de base :

- Classe de résistance :

- Classe d'exposition <sup>(2)</sup> :

- Classe de consistance :

- Calibre nominal maximum des granulats (D) :

mm

- Utilisation du béton : Non armé  - Armé  - Précontraint 

Données complémentaires :

- Ciment : type et classe de résistance :

- Si type de ciment autre que Low Alcalis, précautions à prendre contre la réaction alcalis-granulats :

- E/C ≤

- Imperméabilité :

\* Cas 1 : O / N (E/C ≤ 0,5; F3; Absorption d'eau : 6,5/6,0; fluidifiant hautement réducteur d'eau).\* Cas 2 : O / N (E/C ≤ 0,45; F3; Absorption d'eau : 6,0/5,5; fluidifiant hautement réducteur d'eau + autre si nécessaire).- Résistance aux agents de déverglaçage (classe 3) :  
facteur d'espacement des bulles d'air à justifier : O / N:

- Adjuvant imposé : - type :

- teneur :

- Autre :

Transmis le

à la centrale :

- nom :

- n° BENOR :

NOM du responsable :

Signature

Copie transmise à l'administration, pour demande de réception, à l'attention de .....

<sup>(1)</sup> Il peut être utile d'employer une lettre suivie éventuellement d'un chiffre pour désigner succinctement les différents bétons d'un chantier.

<sup>(2)</sup> Classe 3 = classe 3 de la NBN B15-001.

Classe 3S = classe 3 de la NBN B15-001 sans prescription de teneur en air (voir addendum 1 - 1998 à B15-001).

**DEMANDE DE RECEPTION ET CONTROLE**  
**(pour chaque type de béton BENOR)**

Phases	Actions de l'adjudicataire	Actions de l'administration
1. Demande de réception.	- Adresser une commande écrite au producteur de béton (voir § B.8.2.1. + annexe 4).	
	- Envoyer copie à l'administration (au moins 15 jours avant le bétonnage).	- Vérifier la demande de réception par rapport au dossier technique et au cahier des charges.
2. Livraison du béton (voir § B.10.3.2. et § B.10.4.).	- Vérification du bordereau.	- Idem par coups de sonde.
	- Prélever les éprouvettes <sup>(1)</sup> de contrôle ou de chantier prévues.	- Vérifier cette opération.
	- S'assurer que le chauffeur complète bien TOUS les exemplaires du bordereau après déversement.	- Idem par coups de sonde.
	- Recevoir deux exemplaires au moins du bordereau.	
	- Remettre un exemplaire à l'administration.	- Vérifier le bordereau. - Conserver comme pièce justificative de conformité. - Vérifier les quantités de béton couvertes par des bordereaux par rapport aux quantités présentées au paiement. - Archiver.
3. Tenue à jour du registre des bétons (uniquement pour ponts, tunnels, ouvrages hydrauliques) (voir § B.5.1.).	- Tenue à jour du registre (annexe 7).	- Vérification de la tenue à jour du registre.
4. Fin de chantier.		- Copie du registre transmise à la D.424 pour classement dans le dossier de suivi de l'ouvrage.
<sup>(1)</sup> Eprouvettes pour par exemple : <ul style="list-style-type: none"> <li>- un contrôle par coups de sonde des propriétés couvertes par BENOR;</li> <li>- ou un contrôle systématique des propriétés complémentaires non couvertes par BENOR;</li> <li>- ou un contrôle des propriétés hors BENOR suite à un ajout sur chantier par l'adjudicataire (p. ex. fibres) (voir § B.10.4 bis);</li> <li>- conservation "labo" ou "chantier" selon leur destination (voir § B.7.3.1.1. et § B.7.3.1.3.).</li> </ul>		

Tableau A5



SOCIETE PRODUCTRICE		BON DE LIVRAISON	
Client : .....	.....	Centrale : .....	.....
.....	.....	.....	.....
Chantier : .....	.....	Réf. Commande : .....	.....
.....	.....	Bon n° .....	du ...../...../.....
.....	.....	Camion n° .....	Quantité (m³) : .....

### PRODUIT LIVRE

TYPE	BENOR ?	SIGLE BENOR SI OUI		
BETON A PERFORMANCES SPECIFIEES	OUI <input checked="" type="checkbox"/>	NBN B15-001	<b>BENOR</b>	(.....)
	NON <input type="checkbox"/>	[norme, PTV]	[ajouter "BENOR"]	(n° centrale)

Données de base :	Données complémentaires :
* Classe de résistance : C...../.....	* Ciment .....
* Non armé <input type="checkbox"/> - Armé <input type="checkbox"/> - Précontraint <input type="checkbox"/>	* E/C ≤ .....
* Classe d'exposition : .....	* Additions : .....
* Classe de consistance : .....	* Adjuvants en centrale : [ (*) : voir verso ] .....
* Dmax : .....	Type (*)                      % C                      Nom
<b>Remarques :</b> ..... ..... .....	1) .....
	2) .....
	* .....
	* .....

#### PROPRIETES SPECIALES CONVENUES AVEC LE CLIENT (NON COUVERTES PAR BENOR)

* Absorption d'eau : .....	* Effet hydrofuge par adjuvant .....
* Résistance aux sels de déverglaçage	* .....
* .....	* .....

#### AJOUTS SUR CHANTIER SOUS LA RESPONSABILITE DE LA CENTRALE

Si le produit est BENOR, il reste BENOR	Type (*)	% C	Max. autorisé	NOM	Réalisé	Heure	Sign. chauffeur
EAU	-	.....	..... litres		..... 1	.....	
ADJUVANT	.....	.....	..... litres		..... 1	.....	

### A REMPLIR PAR LE CHAUFFEUR

Chauffeur, NOM : .....	<b>Déversement :</b> <input type="checkbox"/> Pompe - <input type="checkbox"/> Bac - <input type="checkbox"/> Coffrage - <input type="checkbox"/> Slipform - <input type="checkbox"/> .....		
Index km départ : .....	H départ : .....		
Index km retour : .....	H retour : .....	<b>Ajouts complémentaires exigés par le destinataire avec perte du BENOR</b>	
H arrivée chantier : .....	H fin déchargement : .....	- EAU : .....	
H début déchargement : .....	.....	- AUTRE (fibres, ...) : .....	
Remarque : .....	.....	- Remarque : .....	

### A REMPLIR PAR LE DESTINATAIRE POUR ACCEPTATION ET DECHARGE

**N.B. :** En cas d'ajout d'eau ou d'autres produits sur chantier à l'initiative du client, le produit n'est plus couvert par la marque BENOR.

<b>NOM</b> (en majuscule) :	<b>SIGNATURE :</b>	<b>REMARQUE :</b>

TABLEAU M2

DENOMINATION DES ADJUVANTS (\*)

<b>Types d'adjuvants</b>	<b>Abréviation</b>
Plastifiant / réducteur d'eau	PLAST
Superplastifiant / hautement réducteur d'eau.	SPLAST
Rétenteur d'eau	RETO/WVAST
Entraîneur d'air	AEA
Accélérateur de prise.	ACCELP/SNELB
Accélérateur de durcissement	ACCELD/SNELV
Retardateur de prise.	RETARP/VERTRAGER
Hydrofuge de masse	HYDROM

TABLEAU M2 - VERSO

SOCIETE PRODUCTRICE	BON DE LIVRAISON
Client : .....	Centrale : .....
Chantier : .....	Réf. Commande : .....
	Bon n° ..... du ...../...../.....
	Camion n° ..... Quantité (m³) : 6 m³

### PRODUIT LIVRE

TYPE	BENOR ?	SIGLE BENOR SI OUI		
BETON A PERFORMANCES SPECIFIEES	OUI <input checked="" type="checkbox"/>	NBN B15-001	<b>BENOR</b>	(.....)
	NON <input type="checkbox"/>	[norme, PTV]	[ajouter "BENOR"]	(n° centrale)

#### Données de base :

- \* Classe de résistance : C 35 / 45
- Non armé  - Armé  - Précontraint
- \* Classe d'exposition : 3 S
- \* Classe de consistance : F 3
- \* Dmax : 20 mm

#### Remarques :

.....  
.....

#### Données complémentaires :

- \* Ciment CEM III A - LA - HSR
  - \* E/C ≤ 0,40
  - \* Additions : .....
  - \* Adjuvants en centrale : [ (\*) : voir verso ] .....
- |    | Type (*) | % C   | Nom   |
|----|----------|-------|-------|
| 1) | PLAST    | 0,4   | Alpha |
| 2) | .....    | ..... | ..... |
| *  | .....    | ..... | ..... |

#### PROPRIETES SPECIALES CONVENUES AVEC LE CLIENT (NON COUVERTES PAR BENOR)

- \* Absorption d'eau : moy. < 6 % - ind < 6,5 %
- \* Résistance aux sels de déverglaçage ≤ 5 gr/dm²
- \* .....

#### AJOUTS SUR CHANTIER SOUS LA RESPONSABILITE DE LA CENTRALE

Si le produit est BENOR, il reste BENOR	Type (*)	% C	Max. autorisé	NOM	Réalisé	Heure	Sign. chauffeur
EAU	-	/	/ litres	/	/1	.....	
ADJUVANT	S PLAST	2 %	52 litres	Bêta	..... 1	.....	

#### A REMPLIR PAR LE CHAUFFEUR

Chauffeur, NOM : .....	Déversement : <input type="checkbox"/> Pompe - <input type="checkbox"/> Bac - <input type="checkbox"/> Coffrage - <input type="checkbox"/> Slipform - <input type="checkbox"/> .....
Index km départ : .....	H départ : .....
Index km retour : .....	H retour : .....
H arrivée chantier : .....	H fin déchargement : .....
H début déchargement : .....	
Remarque : Malaxage sur chantier : minimum 6 minutes (1' / m³)	<b>Ajouts complémentaires exigés par le destinataire avec perte du BENOR</b> - EAU : ..... litres - AUTRE (fibres, ...) : ..... - Remarque : .....

#### A REMPLIR PAR LE DESTINATAIRE POUR ACCEPTATION ET DECHARGE

**N.B. :** En cas d'ajout d'eau ou d'autres produits sur chantier à l'initiative du client, le produit n'est plus couvert par la marque BENOR.

NOM (en majuscule) :	SIGNATURE :	REMARQUE :
----------------------	-------------	------------

TABLEAU M3

## EXEMPLE DU CONTROLE DE $f_{ck}$ ET DE $f_c$ D'UN PONT EN BETON POSTCONTRAINTE

COUPE AA

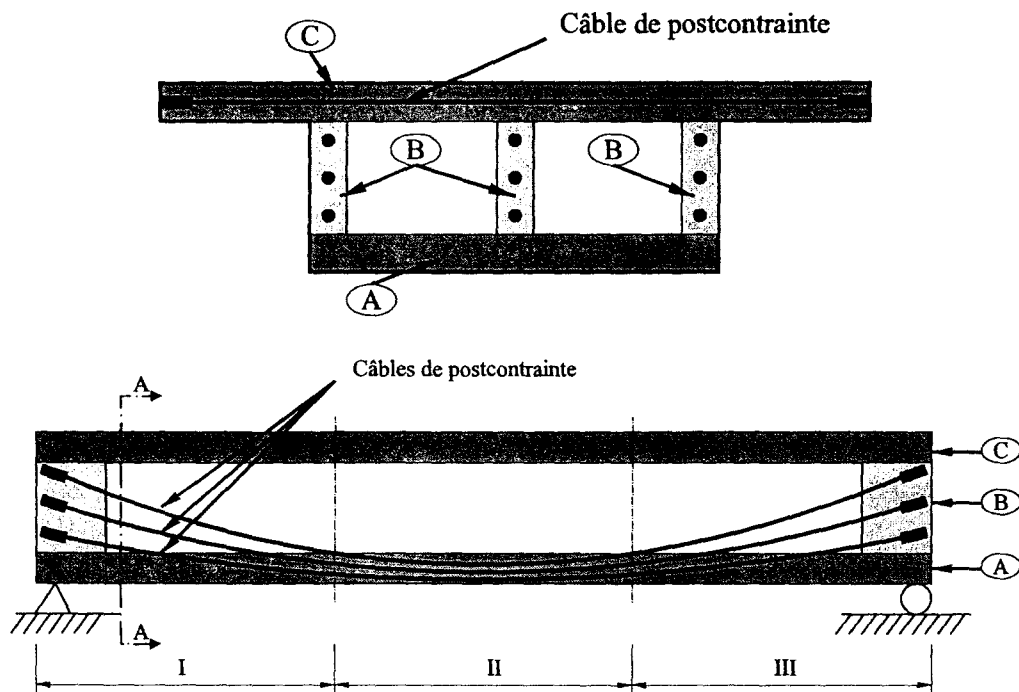


TABLEAU M4-1

Le pont est bétonné en 9 phases : AI, AII, AIII, BI, BII, BIII, CI, CII, CIII et est considéré comme un lot.

Il s'agit de béton postcontraint tant en long qu'en travers dans la dalle.

Le contrôle du béton a lieu comme suit :

Résistance caractéristique (C40/50 - Cubes de contrôle "L" -  $f_{ck}$ ) :

3 cas possibles :

- \* Cas 1 : - Centrale de chantier en phase de démarrage [non BENOR - Contrôle par D.423 (voir § A.1.2.) - pas encore de statistique - contrôle par lot selon § B.11.3.5.1.1.] : le pont = 1 lot constitué de 9 prélèvements ( $n = 9$ ).
- \* Cas 2 : - Béton BENOR contrôlé par coups de sonde par l'administration (§ B.11.3.5.1.1. -  $n = 3$ ).
- \* Cas 3 : - Béton BENOR sans contrôle par coups de sonde.

Résistance effective à la mise en précontrainte (Cubes de chantier "C" -  $f_c$ ) :

Il faut  $f_c \geq 32 \text{ N/mm}^2$  pour les câbles transversaux.  
 $f_c \geq 45 \text{ N/mm}^2$  pour les câbles longitudinaux.

Age (jours)	Phases dans l'ordre chronologique	Nombre de cubes et traitement			
		Contrôle de $f_{ck}$ (cubes L) (N/mm <sup>2</sup> )			Contrôle de $f_c$ (Cubes C) (N/mm <sup>2</sup> )
		Cas 1	Cas 2	Cas 3	
1	AI - 1 prélèvement	2 cubes A I-L	2 cubes A I-L	0	0
2	AII - 1 prélèvement	2 cubes A II-L	2 cubes A II-L	0	2 cubes A II-C
3	AIII - 1 prélèvement	2 cubes A III-L	0	0	0
9	BI - 1 prélèvement	2 cubes B I-L	0	0	2 cubes B I-C
10	BII - 1 prélèvement	2 cubes B II-L	0	0	0
11	BIII - 1 prélèvement	2 cubes B III-L	2 cubes B III-L	0	6 cubes B III-C
16	CI - 1 prélèvement	2 cubes C I-L	0	0	2 cubes C I-C
17	CII - 1 prélèvement	2 cubes C II-L	0	0	2 cubes C II-C
18	CIII - 1 prélèvement	2 cubes C III-L	0	0	6 cubes C III-C
22					$X_i$ de 1 cube C III-C = 25 ≤ 32 : report
23					$X_i$ de 1 cube C III-C = 30 ≤ 32 : report
24					$\bar{X}$ de 3 cubes C III-C = 34 $X_i$ de 1 cube C II-C = 35 $X_i$ de 1 cube C I-C = 39 Tout ≥ 32 : postcontrainte transversale  $\bar{X}$ de 3 cubes B III-C = 47 $X_i$ de 1 cube B I-C = 46 $X_i$ de 1 cube A II-C = 50 Tout ≥ 45 : postcontrainte longitudinale
29		$X_i$ de A I-L = 56	$X_i$ de A I-L = 56	-	
30		$X_i$ de A II-L = 60	$X_i$ de A II-L = 60	-	
31		$X_i$ de A III-L = 57	-	-	
37		$X_i$ de B I-L = 62	-	-	
38		$X_i$ de B II-L = 61	-	-	
39		$X_i$ de B III-L = 60	$X_i$ de B III-L = 60	-	
44		$X_i$ de C I-L = 63	-		
45		$X_i$ de B II-L = 57	-		
46		$X_i$ de C III-L = 55	-		
		$\bar{X}_n = 59$ $s_n = 2,83$ $\lambda = 1,67$ $\bar{X} - ks = 54,3$ ≥ 50 N/mm <sup>2</sup> OK	$X_n = 58,7$ $X_n > 50 + 1$ $X_i = 56$ $X_i > 50 - 4$ OK		

TABLEAU M4-2

## BETON - EPROUVETTES MOULEES

### **TOLERANCES DIMENSIONNELLES ET DE FORME** **[Selon NBN B15-236 (1983) et Addendum 1 (1987)]**

"La tolérance sur la planéité des faces de chargement des cubes et des prismes utilisés pour les essais mécaniques, ainsi que des cylindres utilisés pour l'essai de compression doit être égale à 0,1 mm sur 100 mm."

La tolérance sur la rectitude des génératrices des cylindres utilisés pour l'essai de traction par fendage doit être de  $0,001 d_e$ .

L'angle formé par deux faces adjacentes des cubes et des prismes, comme par la direction des génératrices avec les bases des cylindres doit être de  $90 \pm 0,5^\circ$ .

Les écarts admissibles sur la dimension  $d_e$  sont de  $\pm 1$  mm.

**N.B. :** La dimension  $d_e$  est la "dimension" des éprouvettes effectivement utilisées ( $d_e = 150$  mm pour les cubes de contrôle de  $f_{ck}$  selon NBN B15-001; pour les cylindres  $d_e = 150$  mm et la longueur  $L = 2 \cdot d_e = 300$  mm).

### **TABLEAU M5**

## **BETON - EPROUVETTES MOULEES**

### **CONFECTION ET CONSERVATION DES EPROUVETTES [Selon NBN B15-237 (1983)]**

#### **§ 2.1. Appareillage - Moules.**

Les moules pour les éprouvettes sont en matière n'absorbant pas l'eau (voir remarque). Ils sont suffisamment rigides pour garder leur forme pendant la confection des éprouvettes et doivent permettre d'obtenir des éprouvettes dont les dimensions et les tolérances sont conformes à la NBN B 15-236 et aux normes particulières.

Les moules sont munis d'une plaque de protection pour couvrir le béton et éviter sa dessiccation.

#### **Remarque**

La résistance thermique des matériaux constituant les moules peut avoir une influence sur la rapidité de maturation des bétons.

#### **§ 4. CONSERVATION DES EPROUVETTES.**

##### **§ 4.1. Eprouvettes de contrôle.**

Pour le contrôle de la qualité intrinsèque du béton, les éprouvettes sont conservées dans une salle à  $18 \pm 3$  °C, dans leurs moules munis d'une couverture, et jusqu'au démoulage.

Elles sont ensuite démoulées et conservées au chantier à  $18 \pm 3$  °C sous sable saturé d'eau ou sous eau. Au laboratoire, elles le sont à  $20 \pm 2$  °C sous eau ou dans une chambre à plus de 90 % d'humidité relative.

##### **§ 4.2. Eprouvettes de chantier.**

Lorsqu'il s'agit de déterminer la résistance ou d'autres caractéristiques que le béton présente dans l'ouvrage, les éprouvettes dites de chantier, **sont conservées dans des conditions d'exposition, d'isolation et de protection aussi voisines que possible de celles dans lesquelles se trouve le béton à juger et ce aussi bien avant qu'après démoulage.**

D'une manière générale, il est recommandé de placer les éprouvettes près de la structure à juger et de les couvrir de la même manière que cette structure lorsque celle-ci est couverte (par exemple au moyen de feuilles de polyéthylène, de sacs de papier, de paillassons, de matelas isolants).

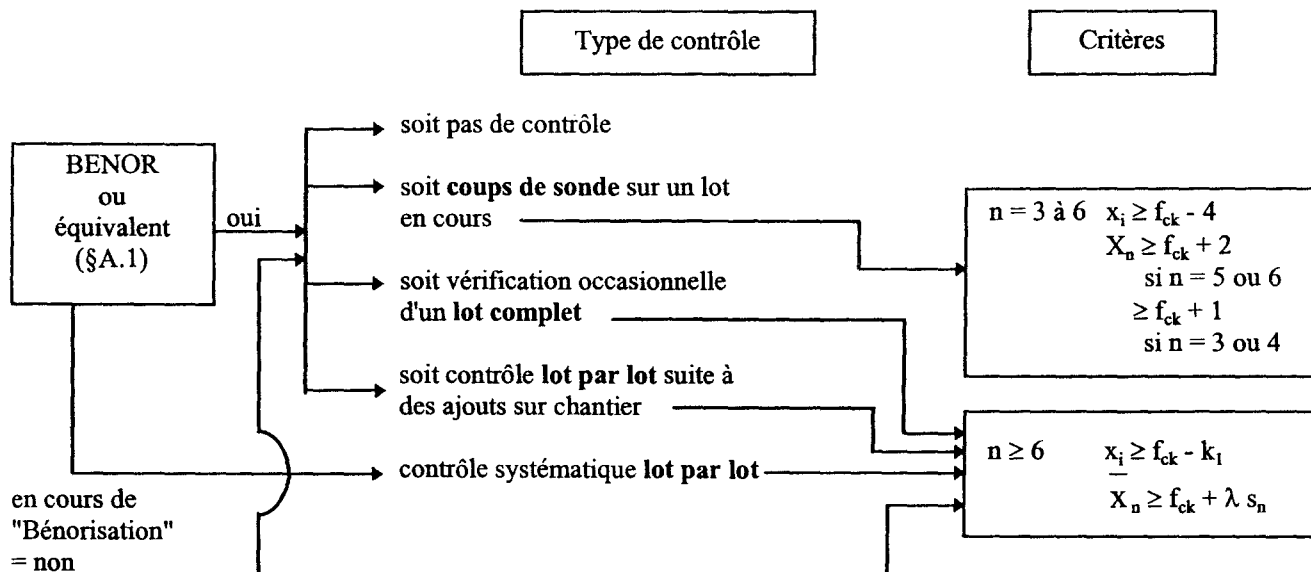
En particulier :

- pour les colonnes, placer les éprouvettes à côté de la colonne dans un récipient fermé de même matière que le coffrage de la colonne;
- pour les dalles minces, placer les éprouvettes sur la dalle, si celle-ci n'est pas protégée;
- pour les poutres, placer les éprouvettes en contact avec la poutre sous une caisse en bois retournée;
- pour les ouvrages de masse, les ouvrages enfouis et les fondations, placer les éprouvettes sous une caisse en bois retournée pour assurer une certaine isolation;
- pour les ouvrages exécutés au moyen de coffrages glissants, placer les éprouvettes sans autre protection à proximité de la structure.

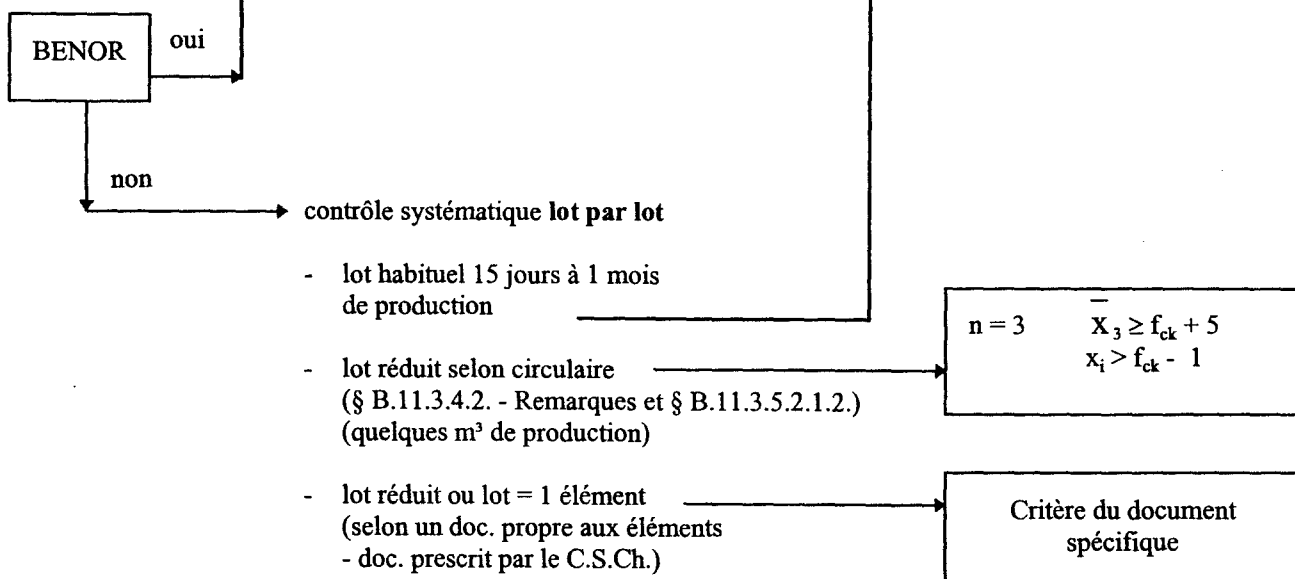
### **TABLEAU M6**

# CRITERES DE CONFORMITE POUR LA RESISTANCE CARACTERISTIQUE $f_{ck}^{(1)}$

## 1. CHANTIERS.



## 2. USINES.



**TABLEAU M7**

<sup>(1)</sup> selon § B.11.3.5.

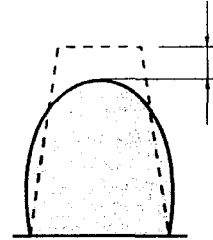


## CLASSES DE CONSISTANCE<sup>(1)</sup>

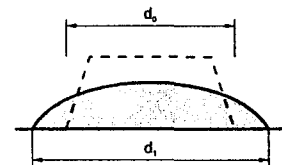
ASPECT DU BETON	AFFAISSEMENT EN MM AU CONE D'ABRAMS (Slump) (mm)		ETALEMENT A LA TABLE A SECOUSSES (Flow = $\frac{d_1}{d_0}$ )	
	SEC	S1	10 à 45	F1
FERME	S2	50 à 95	F2	1,50 à 1,79
PLASTIQUE	S3	100 à 150	F3	1,80 à 2,09
MOU	S4	> 150	F4	≥ 2,10

*La classe S3 ou F3 est celle assurant une mise en place facile et un serrage efficace (voir circ. § B.5.6.).*

### Affaissement



### Etalement



**TABLEAU M8**

## CALIBRE MAXIMUM DU GROS GRANULAT<sup>(1)</sup>

A DIMENSION MAX. "D" DU GROS GRANULAT DOIT ETRE INFERIEURE A :

¼ de la plus petite dimension de l'élément à bétonner .... a/4

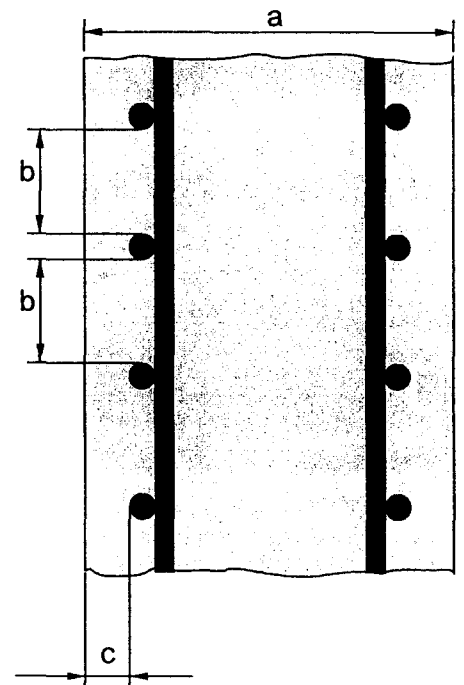
L'écartement le plus petit des armatures moins 5 mm .... b-5

1,3 x l'enrobage des armatures ..... 1,3c

CE "D" AINSI DEFINI SERA CHOISI PARMIS LES DIMENSIONS SUIVANTES (en mm) :

7	10	14	20	28	32	40	56
---	----	----	----	----	----	----	----

*N.B. La norme B 11-101 tolère 15 % de grains dont la dimension réelle est supérieure au "D" nominal.*



**TABLEAU M9**

<sup>(1)</sup> Extraits d'une plaquette de FEBELCEM

## BILAN DES ALCALIS

### Exemple de calcul de la teneur en alcalis d'un béton C40/50 à 375 kg/m<sup>3</sup> de CEM III-A-LA

Composition avec agrégats secs pour 1000 litres de béton frais	Teneurs maximales en alcalis	
	% ou kg/t	kg
375 kg de ciment CEM III A-LA <sup>(1)</sup>	0,9 %	3,375
270 kg de sable de concassage 0/4 <sup>(2)</sup>	0,1 kg/t	0,027
470 kg de sable de mer lavé 0/5 <sup>(2)</sup>	0,3 kg/t	0,141
245 kg de concassé 2/7 <sup>(2)</sup>	0,1 kg/t	0,025
840 kg de concassé 7/20 <sup>(2)</sup>	0,1 kg/t	0,084
163 litres d'eau de distribution	0	0
4,5 litres de superplastifiant YYY soit 4,5 x 1,2 = 5,4 kg (masse volumique = 1,2 kg/litre)	5,2 % <sup>(3)</sup>	0,281
<b>TOTAL (2368 kg)</b>	-	<b>3,933</b>

Bilan : 3,933 < 4,5 kg/m<sup>3</sup> (voir tableau 6.2. de l'annexe 6 de la circulaire).

- (1) Un ciment certifié BENOR - LA est garanti à 0,9 % (Annexe 6 de la circulaire - tableau 6.1.).
- (2) Voir Annexe 6 de la circulaire - point 2.
- (3) Valeur maximale indiquée sur la fiche technique de l'adjuvant éditée dans le cadre de la marque BENOR. Certains adjuvants, notamment des accélérateurs de prise peuvent contenir des teneurs élevées en alcalis (15 à 20 %).

**TABLEAU M10-1**

## BILAN DES ALCALIS

### Exemple de calcul de la teneur en alcalis d'un béton C40/50 à 375 kg/m<sup>3</sup> de CEM I-LA

Composition avec agrégats secs pour 1000 litres de béton frais	Teneurs maximales en alcalis	
	% ou kg/t	kg
375 kg de ciment CEM I-LA <sup>(1)</sup>	0,6 %	2,250
270 kg de sable de concassage 0/4 <sup>(2)</sup>	0,1 kg/t	0,027
470 kg de sable de mer lavé 0/5 <sup>(2)</sup>	0,3 kg/t	0,141
245 kg de concassé 2/7 <sup>(2)</sup>	0,1 kg/t	0,025
840 kg de concassé 7/20 <sup>(2)</sup>	0,1 kg/t	0,084
163 litres d'eau de distribution	0	0
4,5 litres de superplastifiant YYY soit 4,5 x 1,2 = 5,4 kg (masse volumique = 1,2 kg/litre)	5,2 % <sup>(3)</sup>	0,281
<b>TOTAL (2368 kg)</b>	-	<b>2,808</b>

Bilan : 2,808 < 3,0 kg/m<sup>3</sup> <sup>(4)</sup> (voir tableau 6.2. de l'annexe 6 de la circulaire).

- (1) Un ciment certifié BENOR - LA est garanti à 0,6 % (Annexe 6 de la circulaire - tableau 6.1.).
- (2) Voir Annexe 6 de la circulaire - point 2.
- (3) Valeur maximale indiquée sur la fiche technique de l'adjuvant éditée dans le cadre de la marque BENOR. Certains adjuvants, notamment des accélérateurs de prise peuvent contenir des teneurs élevées en alcalis (15 à 20 %).
- (4) Si l'adjuvant contenait 15,6 % d'alcalis, on aurait 3,37 kg/m<sup>3</sup> > 3,00 kg/m<sup>3</sup> : pas OK.

**TABLEAU M10-2**

## EXEMPLE DE PARTAGE EN LOTS

L'Administration peut, si elle le souhaite, indiquer dans le cahier des charges (article additionnel) les directives générales de répartition des travaux de bétonnage en lots. L'exemple ci-après est celui de la construction d'un barrage :

### 11.3.4. Partage en lots et prélèvements.

#### 1) Division en lots.

La division en lots adoptée pour la présente entreprise est la suivante :

1. Radier du barrage (1<sup>ère</sup> phase).
2. Radier du barrage (2<sup>ème</sup> phase).
3. Radier du barrage (3<sup>ème</sup> phase).
4. Culée rive droite.
5. Pile droite.
6. Pile gauche.
7. Culée côté môle.
8. Mur de berge amont rive droite.
9. Mur de berge aval rive droite.
10. Echelle à poissons.
11. Quai à kayaks.
12. Béton sous eau du môle.
13. Béton du môle au-dessus des palplanches et quai à kayaks.
14. Béton des prédalles du môle.
15. Puits bâtiment de commande.
16. Poutres de fondation du bâtiment de commande et élévation jusqu'à la dalle d'étage non comprise.
17. Dalle d'étage du bâtiment de commande et béton supérieur.
18. Fondations du bâtiment technique.
19. Dalle de rez et élévation du rez du bâtiment technique.
20. Dalle d'étage du bâtiment technique et béton supérieur.
21. Bâtiment de service.
22. Caniveau technique entre bâtiment de service et passerelle.
23. Autres caniveaux.

Si nécessaire, en fonction du programme de bétonnage, l'Administration peut subdiviser chaque lot en parties bien distinctes repérées A, B, C, ... de manière à constituer des lots séparés correspondant à une quantité de béton qui équivaut à minimum 6 et maximum 15 prélèvements répartis sur une durée qui ne dépasse pas un mois.

### TABLEAU M11