

Département Infrastructure
Service 30.2
Section 55
N° 646 211.40
Ph VB/AG
Tél. 4322

Avis 11 I du 9 octobre 1992

Circulaire :

08.234	: 9 ex. + 100 ex destinés à la vente
30	: 1, 13
30.1, 30.2, 30.4, 30.5, 30.6	: 2, 3, 9, 10, 11, 15, 16, 24
30.13	: 15
30.204, 30.205	: 16
300	: 1, 2, 3, 9, 10, 11, 15, 16, 24
310	: 3, 6, 9, 10, 11, 15, 24
320	: 3, 10, 11, 24
Réserve	: 75 ex.

Dispositions et prescriptions techniques relatives aux entreprises de travaux du Département Infrastructure - Fascicules 33 "Ouvrages d'art" et 34 "Bâtiments".

A dater de ce jour, les fascicules 33 et 34 sont regroupés dans le fascicule 30.2 "Construction de Ponts et autres Ouvrages d'art - Construction des Bâtiments".

La première concrétisation est l'abrogation, à partir de ce jour, des documents suivants :

1. Dans le fascicule 33 :
 - le chapitre 330 "Clauses générales" et ses addenda.
 - l'article 333 "Construction en béton".
2. Le chapitre V "Constructions métalliques" de la troisième partie du "Cahier générale des charges de la SNCB" de 1956.
3. Dans le Fascicule 34 :
 - le chapitre 3400 "Clauses générales".

Les autres chapitres et articles non repris ci-dessus, feront désormais partie du Fascicule 30.2.

Les documents abrogés précités sont remplacés par les documents suivants qui sont d'application à partir de ce jour :

1. le chapitre 30.2.0 "Clauses Générales - Etudes et Projets" - édition 1992.
2. le chapitre 30.2.3 "Constructions en béton" - édition 1992.
3. le chapitre 30.2.4 "Constructions métalliques" - édition 1992.

Par conséquent, les textes introductifs précédant la première partie des cahiers spéciaux des charges, sont à remplacer par ce qui suit :

"Sont applicables à la présente entreprise, pour autant qu'il n'y soit pas dérogé par les prescriptions du présent cahier spécial des charges :

1. Les dispositions :

- de la loi du 14.07.76 (M.B. du 28.08.76) ;
- de l'arrêté royal du 22.04.77 (M.B. du 26.07.77) ;
- de l'arrêté ministériel du 10.08.77 (M.B. du 08.09.77) ;

relatives aux marchés publics de travaux, de fournitures et de services.

2. Les dispositions complémentaires à l'arrêté ministériel du 10.08.77 relatives aux entreprises de travaux du service de la Voie faisant l'objet du fascicule 31 de 1977 et son addendum n° 1 de 1979.
(Prix : 185 F + 11 F (TVA) = 196 F)

3. Les prescriptions techniques publiées dans les fascicules ou extraits de fascicules suivants :

Fascicule 30.2 "Construction de Ponts et autres Ouvrages d'art - Bâtiments " :

- Chapitre 30.2.0 : Dispositions générales - Etudes et Projets, édition 1992.
Prix : ...~~1200~~... F +~~72~~..... F (TVA) = ~~1272~~ F
(*)
 - Chapitre 331 : Matériaux de base, édition 1977 et ses addenda de 1979 et 1981
Prix : 400 F + 24 F (TVA) = 424 F
- soit
- Chapitre 3410, édition 1980
Matériaux de base
Prix : 800 F + 48 F (TVA) = 848 F

(*) Prix : voir le fascicule (à déterminer par SG-08)

- Chapitre 332 : Terrassement et fondations, édition 1977 et ses addenda de 1979 et 1981
Prix : 250 F + 15 F (TVA) = 265 F

soit

- Chapitre 3420, édition 1978
Démolitions, terrassements, fondations et parachèvement des terrains.
Prix : 210 F + 13 F (TVA) = 223 F
- Chapitre 30.2.3 : Constructions en béton, édition 1992
Prix :F +F (TVA) =F (*)
- Chapitre 30.2.4. : Constructions métalliques, édition 1992
Prix : F + F (TVA) = F(*)
- Chapitre 336 : Ponts provisoires, édition 1978 et ses addenda de 1979 et 1981
Prix : 160 F + 10 F (TVA) = 170 F.
- Chapitre 337 : Travaux de parachèvement et travaux divers, édition 1982
Prix : 350 F + 21 F (TVA) = 371 F
- Chapitre 338 : Travaux en tunnel, édition 1979 et son addendum de 1981
Prix : 90 F + 5 F (TVA) = 95 F
- Chapitre 339 : Travaux de réfection et d'entretien, édition 1979 et son addendum de 1981
Prix : 190 F + 11 F (TVA) = 201 F
- Chapitre 3470, édition 1983
Peinture, protection des bois et des métaux
Prix : 220 F + 14 F (TVA) = 234 F
- Art. 341 - Gros-oeuvre et son addendum n° 1
Prix : 114 F + 7 F (TVA) = 121 F
- Art 342 (1 à 4, 6, 7 et 9)
Charpenterie - Couverture de bâtiment
Prix : 195 F + 12 F (TVA) = 207 F
- Art. 342.5 - Couvertures asphaltiques, chapes pour cuvelages et chape pour ouvrage d'art.
Prix : 70 F + 4 F (TVA) = 74 F
- Art. 342.8 - Couverture et bardages en matières plastiques et art. 342.8.1.
Prix : 85 F + 5 F (TVA) = 90 F
- Art. 342.8 - Couvertures et bardages en matières plastiques et art. 342.8.2.
Prix : 65 F + 4 F (TVA) = 69 F.

- Art. 343 (1 à 6) - Revêtements de sol
Prix : 189 F + 11 F (TVA) = 200 F
- Art. 343.7 - Dallage amovible en béton armé pour trafic
lourd
Prix : 40 F + 2 F (TVA) = 42 F.
- Art. 349 - Chauffage central
Prix : 129 F + 8 F (TVA) = 137 F

Fascicule 37 : Travaux de voie

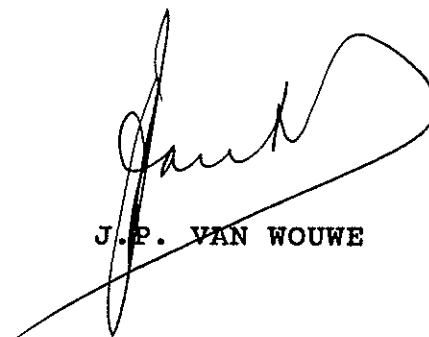
Edition 1978

Prix : 300 F + 18 F (TVA) = 318 F.

En cas de contradiction entre les chapitres et articles, parus avant 1992 et les chapitres 30.2.0, 30.2.3 et 30.2.4., ces derniers font foi".

En annexe à cette note vous trouverez en guise de familiarisation, une description sommaire des principales modifications dans la conception et l'exécution, apportées par l'application de ces nouveaux documents.

Le Directeur Général,



J.P. VAN WOUWE

Note explicative : Principales modifications apportées par les chapitres 30.2.0, 30.2.3. et 30.2.4.

Les descriptions des postes du métré sont à modifier conformément aux nouvelles prescriptions. Les adaptations peuvent être obtenues auprès de I.30.2 sur simple demande.

Les nouvelles prescriptions doivent être de nature à réduire de façon considérable le volume des prescriptions techniques (troisième partie) des cahiers spéciaux des charges.

Chapitre 30.2.0.

Les principes pour l'exécution des études, les délais réservés au contrôle et le contenu des plans sont détaillés à l'art. 2. En particulier, une description du contenu d'un projet est donnée sans ambiguïté. En outre l'on trouvera des prescriptions concernant les notes de calculs établies avec l'aide d'ordinateurs. Celles-ci doivent éviter que les fonctionnaires soient inondés de listings d'ordinateur, incontrôlables.

L'art. 3 contient le texte de la norme relative aux charges sur les ponts-rails, qui ne fut jamais publiée. Elle est conforme aux recommandations de l'UIC et les charges à considérer pour la vérification à la fatigue y sont mentionnées également.

La liste des systèmes de fondation de l'art. 4 est limitative évitant ainsi les discussions. Les essais de sol à prévoir y sont également décrits.

L'art. 5, se rattachant de près à la nouvelle ENV 1992 (ancienne dénomination Eurocode 2), donne le nouveau concept pour le projet et l'exécution des structures en béton. Cet article diffère de l'ENV. 1992 dans la mesure où son domaine d'application a été élargi du bâtiment à tous les travaux de génie civil.

Des simplifications ont été admises pour le flambement et le poinçonnement.

La notion de classe de résistance remplace l'ancienne résistance moyenne ou caractéristique sur cube. Le tableau suivant en donne un résumé :

Ancienne dénomination	Nouvelle dénomination suivant classe de résistance	Utilisation recommandée
béton F	C 16/20	béton de propreté
$\sigma'_{br} > 35 \text{ N/mm}^2$	C 25/30	infrastructures, éléments massifs coulés sur chantier
$\sigma'_{br} > 42 \text{ N/mm}^2$	C 30/37	poutres et dalles importantes, dalles de pont.
$\sigma'_{br} > 54 \text{ N/mm}^2$	C 40/50	béton précontraint pour dalles et poutres
	C 50/60	applications spéciales béton précontraint préfabriqué et construction mixte

Les bétons qui n'appartiennent pas à une classe de résistance ne peuvent plus être prescrits.

L'épaisseur d'enrobage de béton des barres d'armatures, dépendant de la classe d'exposition, est légèrement supérieure aux valeurs antérieures. Des nouveaux tableaux sont donnés pour les longueurs d'ancrage et les longueurs de recouvrement des barres d'armatures.

Des exigences sévères sont introduites en matière de fissuration et de fatigue du béton.

L'art. 6, traitant des constructions en acier, donne des principes importants au sujet de l'emplacement des joints de montage, des oeuillets de levage et des moyens de soudure spéciaux. Les tableaux des classes de fatigue sont destinés aux projets. Les soudures non reprises à ces tableaux sont à éviter.

Des dispositions en matière d'exécution des constructions mixtes acier-béton sont reprises à l'art. 7. L'art 8 regroupe les constructions en bois des bâtiments et ne diffère que peu des prescriptions antérieures. La déformabilité des ponts-rails et les appareils d'appui font l'objet des articles 9 et 10.

Parmis les moyens d'exécution de l'art. 11 l'on trouve des prescriptions nouvelles concernant les travaux souterrains. L'art. 12 doit clarifier les essais de ponts.

Chapitre 30.2.3.

Ce chapitre se réfère à la norme NBN-B15-001 récemment mise en circulation. La qualité du béton, exprimée par la classe de résistance, peut être acceptée sur base d'un certificat. Toutefois les fonctionnaires dirigeants peuvent demander la confection et l'essai d'échantillons.

Les éléments du prix du béton (soit des postes séparés pour le béton et les armatures, soit un poste global) sont mis en évidence. Il ne sera plus nécessaire d'énumérer ces éléments, sous forme de : y compris ...

Les tolérances et pénalités sont arrêtées, sans ambiguïté.

L'utilisation de chlorures et de cendres volantes dans le béton est limitée. Les usages de la SNCB en matière du choix des aciers et des coffrages perdus sont clarifiés, évitant les discussions avec les entrepreneurs.

Le couplage de barres d'armatures au moyen de manchons est décrit, ainsi que les essais auxquels doivent être soumis ces couplages.

Chapitre 30.2.4.

Ces prescriptions complètent les prescriptions relatives aux entreprises de l'ancien Ministère des Travaux Publics. Le texte de base peut être consulté, ou obtenu auprès de I.30.2.

L'utilisation de la rivure sera évitée, sauf pour les travaux de réfection. Les constructions nouvelles sont soit boulonnées, soit soudées. Les joints boulonnés sont conçus selon les normes de la série NBN-E027. Ainsi, les boulons normaux calibrés constituent un cas particulier des boulons calibrés à haute résistance.

Le soudage sur chantier sera toujours proscrit. Le soudage automatique est encouragé, mais il demande une agréation préalable par la SNCB. Cette procédure d'agréation comprend plusieurs essais et une production régulière de la part du fabricant.

Des prescriptions spéciales régleront les programmes de soudage et en particulier le montage sur chantier. Les programmes de montage doivent être connus et examinés à temps, avant d'entamer ce montage.

La surveillance en atelier par SG-A 08.2 peut être limitée lorsque l'entrepreneur dispose d'un service QA, et lorsque le service de réception l'autorise.

Conditions Générales
de marchés relatifs aux entreprises
de travaux, fournitures et services
de la S.N.C.B.

TROISIEME PARTIE

DISPOSITIONS ET PRESCRIPTIONS TECHNIQUES RELATIVES AUX ENTREPRISES DE TRAVAUX DU DEPARTEMENT INFRASTRUCTURE

FASCICULE 30.2

Construction de ponts et autres ouvrages d'art
Batiments

Le Fascicule 30.2, qui est en cours de rédaction, traitera des matières suivantes :

- * Chapitre 30.2.0 Clauses générales
 Etudes et projets
- Chapitre 30.2.1 Matériaux de base
- Chapitre 30.2.2. Terrassements et fondations
- * Chapitre 30.2.3. Constructions en béton
- * Chapitre 30.2.4. Constructions en acier

- * déjà édité

CHAPITRE 30.2.0

Remplacé par PTR OA1 (Avis 16 I-I/2012)

CLAUSES GENERALES - ETUDES ET PROJETS

CHAPITRE 30.2.3

CONSTRUCTIONS EN BETON

CHAPITRE 30.2.3.

CONSTRUCTION EN BETON

CONTENU

1. Généralités

- 1.1 Documents qui sont d'application
- 1.2 Prix de la soumission
- 1.3 Mesures en cas de malfaçons d'exécution visibles

2. Béton

- 2.1 Détermination de la spécification du béton
- 2.2 Classes d'exposition en fonction des conditions d'environnement
- 2.3 Types de ciment - emploi de cendres volantes
- 2.4 Teneur en ions chlore du béton frais
- 2.5 Préparation du béton sur chantier pour des ouvrages de moindre importance

3. Coffrage

- 3.1 Conception du coffrage
- 3.2 Forme et raideurs
 - 3.2.1 Ecarteurs du coffrage
- 3.3 Tolérances
 - 3.3.1 Poutres et éléments préfabriqués en béton armé, en béton précontraint, ou mixtes acier-béton
 - 3.3.2 Structures en béton mis en œuvre in situ
 - 1) Tolérances sur une dimension quelconque
 - 2) Tolérances sur la verticalité
 - 3) Tolérances sur la rectitude
 - 4) Défaut de parallélisme entre deux parois visibles
- 3.4 Etanchéité du coffrage
- 3.5 Nettoyage des coffrages avant bétonnage
- 3.6 Programme de décoffrage
- 3.7 Surfaces de béton restant apparentes ou destinées à être peintes
 - 3.7.1 Prescriptions générales
 - 3.7.2 Coffrage lisse
 - 1) Coffrage constitué de planches rabotées
 - 2) Coffrage constitué de panneaux bakélinés
 - 3) Coffrage métallique
 - 3.7.3 Coffrage spécial
 - 1) Coffrage constitué de planches sablées
 - 2) Coffrage structurel
 - 3) Coffrage nervuré
- 3.8 Coffrage perdu
 - 3.8.1 Généralités - emploi
 - 3.8.2 Coffrage perdu en asbeste-ciment

4. **Armatures**

- 4.1 Généralités - Mise en œuvre
- 4.2 Transport, mise en dépôt et façonnage des armatures
- 4.3 Soudage des armatures
 - 4.3.1 Principes
 - 4.3.2 Treillis soudés
 - 4.3.3 Soudage en croix des armatures
 - 1) Soudures en croix résistantes
 - 2) Soudures en croix technologiques (épinglages)
 - 3) Métal d'apport
 - 4.3.4 Soudage des jonctions
 - 1) Jonctions par soudure résistante
 - 2) Jonctions par recouvrement avec soudures technologiques
 - 3) Métal d'apport
 - 4.3.5 Prescriptions communes d'exécution
 - 1) Modalités d'exécution
 - 2) Méthode de soudage
 - 4.3.6 Essais préalables
 - 1) Programme d'essais imposé
 - 2) Essais
 - 3) Qualification
 - 4.3.7 Contrôle du chantier de soudage
- 4.4 Ancrage des barres d'armature au moyen de manchons filetés
 - 4.4.1 Généralités
 - 4.4.2 Essais
 - 1) Essais préalables
 - 2) Essais pendant l'exécution des travaux

5. **Mise en place du béton**

- 5.1 Mise en place du béton
- 5.2 Compactage du béton
- 5.3 Béton en contact avec les terres
- 5.4 Joints de reprise

6. **Décoffrage**

7. **Finition**

- 7.1 Béton étanche
 - 7.1.1 Principes de base
 - 7.1.2 Mesures spécifiques
 - 7.1.3 Finition
- 7.2 Transport et pose des éléments préfabriqués en béton armé ou précontraint, ou mixtes acier-béton

8. **Dispositions complémentaires pour le béton précontraint.**

- 8.1 Aciers de précontrainte – Dispositions complémentaires
 - 8.1.1 Généralités
 - 8.1.2 Transport et mise en dépôt des éléments de précontrainte
 - 8.1.3 Façonnage des éléments de précontrainte
 - 8.1.4 Pose des éléments de précontrainte
 - 8.1.5 Mise en tension des armatures de précontrainte
 - 1) Béton précontraint avec armatures de précontrainte mises sous tension avant le durcissement du béton
 - 2) Béton précontraint au moyen d'armatures mises sous tension après durcissement du béton
 - 3) Mesures communes à effectuer lors de la mise en tension

- 8.2 Protection des armatures de précontrainte et des pièces auxiliaires contre la corrosion³
- 8.3 Solidarisation d'éléments jointifs

Les prescriptions suivantes complètent les prescriptions de la norme belge NBN - B15 - 001 de 1992.

La norme précitée est intégralement d'application pour autant qu'il n'y soit pas dérogé ci-après et compte tenu des compléments donnés.

1. GENERALITES

1.1. Documents qui sont d'application.

Pour autant qu'il n'y soit pas dérogé dans les prescriptions suivantes et dans le cahier des charges, les documents suivants sont d'application

- Les normes belges de la série NBN - A24 ;
- Les normes belges de la série NBN - I10 ;
- Les normes belges de la série NBN - B15, seules les versions de 1992 ou postérieures ;
- Euronorme EN 10080 pour autant qu'il n'y ait pas de contradiction avec la norme NBN - A24 ;
- Tous les documents et prescriptions techniques auxquels il est fait référence dans le texte.

1.2. Prix de la soumission.

Suivant ce qui est prévu dans le texte du cahier des charges, il y a deux cas à distinguer :

- a) le cahier des charges prévoit des postes séparés pour le béton et pour les armatures ;
- b) le cahier des charges prévoit chaque fois des postes globaux pour le béton armé et pour le béton précontraint.

Dans les deux cas a et b, le prix de la soumission pour le béton comprend :

- le coffrage, tant le coffrage de contact que le coffrage porteur, y compris étaçons, échafaudages et butons ;
- la fourniture et la mise en œuvre de produits de décoffrage
- le film de polyéthylène en contact avec le sol ;
- la livraison, la mise en œuvre et la protection ultérieure du béton, y compris tous les moyens et mesures de protection
- la réalisation des évidements que le fonctionnaire dirigeant demande avant ou pendant la pose du coffrage ;

- le compactage du béton ;
- tous les matériaux et toutes les dispositions particulières qui sont nécessaires pour exécuter les travaux de bétonnage en phases comme joints de reprise, etc. ;
- le meulage de toutes les irrégularités des surfaces en béton qui restent apparentes ou qui sont destinées à être peintes ;
- la mise à disposition du personnel et du matériel nécessaires pour confectionner des pièces d'épreuves, si l'essai est nécessaire suivant la NBN - B15-001, ou si le fonctionnaire dirigeant a conclu que c'était nécessaire, ce dont il est le seul juge ;
- l'exécution des essais et des contrôles sur le lieu de la construction, les prestations pour transporter les pièces d'épreuve vers le laboratoire (à moins que des prescriptions particulières prévoient que le coût de l'exécution de ces essais n'est pas à charge de l'entrepreneur).

Dans le cas b, où un ou plusieurs postes de béton armé ou précontraint sont prévus, les prix de soumission comprennent, outre les fournitures et prestations prévues ci-avant :

- la fourniture à pied d'œuvre, la mise à longueur, la mise en forme de toutes les armatures ;
- la pose des armatures et de tous les écarteurs, leur mise en place et leur liaison ;
- toutes les longueurs supplémentaires d'armatures nécessaires pour la réalisation des recouvrements (dans le cas où ces recouvrements ne sont pas prévus aux plans, l'entrepreneur doit les déterminer lui-même et ces frais sont à sa charge)
- toutes les pièces supplémentaires telles que les douilles, les barres filetées, leur fourniture, leur mise en œuvre et leur fixation ;
- toutes les dispositions spéciales d'armatures nécessaires pour exécuter en phase et toutes les fournitures nécessaires à cet effet ;
- toutes les dispositions pour maintenir l'écartement des armatures et pour garantir un bon enrobage ;
- la fourniture et la mise en œuvre de toutes les armatures de précontrainte ;
- l'ancrage et tous les accessoires des armatures de précontrainte, y compris la mise en tension dans l'usine ou sur un

chantier selon un procédé qui doit être soumis préalablement à l'approbation du fonctionnaire dirigeant;

- toutes les dispositions particulières, telles que le graissage et/ou le gainage de torons ou de câbles non ancrés, l'apport de produit antigel, l'injection de mortier dans les gaines à câbles, toutes les gaines d'injection et les essais imposés.

Lorsque les armatures sont portées en compte dans un ou plusieurs postes séparés, (cas a ci-avant), ces postes comprennent toutes les fournitures et tous les travaux mentionnés dans l'énumération ci-dessus.

La masse portée en compte est égale à la section nominale correspondant au diamètre nominal multiplié par la longueur des barres indiquée sur les plans approuvés et multipliée par la densité. Ne sont pas portés en compte : les déchets, les recouvrements et les ancrages non mentionnés aux plans.

Toute quantité superflue d'armature ou de béton non prévue suivant les dimensions nominales et qui est mise en œuvre pour des raisons de sécurité, n'est pas portée en compte.

Le prix du béton étanche comprend toutes les dispositions supplémentaires nécessaires pour rendre le béton étanche (voir art. 7).

Il est prévu au métré des suppléments pour le coffrage du béton ayant un aspect particulier (voir art.3).

Lorsque l'entrepreneur doit obtenir l'approbation du fonctionnaire dirigeant sur les documents (tels que plans d'exécution, programme de bétonnage, système de précontrainte et programme de précontrainte), celui-ci peut faire modifier ces documents et procédés à bon escient, sans que l'entrepreneur ne puisse prétendre à une quelconque indemnité ou prolongation de délai. La responsabilité de l'entrepreneur reste pleine et entière.

1.3. Mesures en cas de malfaçons d'exécution visibles.

L'attention de l'entrepreneur est attirée sur :

- les tolérances dimensionnelles ; (voir art. 3)
- le fait qu'une exécution soignée est exigée (voir art. 3) pour :
 - toutes les surfaces restant apparentes;
 - toutes les surfaces en béton destinées à être peintes;
 - le béton architectonique;

Dans le cas où des malfaçons sont constatées à l'exécution, l'entrepreneur exécute à ses frais les travaux de réfection et d'embellissement demandés par la SNCB.

Pour toute malfaçon qui existe après réfection et dont la nature est décrite ci-après, il est appliqué des amendes conformément à l'art. 48 paragraphe 2 de l'Arrêté Ministériel du 10.08.1977, relatif aux clauses générales pour les marchés publics de travaux, de fournitures et de services. ces malfaçons sont :

a) Le dépassement des tolérances dimensionnelles

- non respect d'une longueur quelconque : 5000 (cinq mille) francs;
- non respect de la verticalité : 2000 (deux mille) francs par mètre carré concerné;
- non respect de la linéarité : 2000 (deux mille) francs par mètre d'arête irrégulière;
- non respect du parallélisme de faces apparentes : 10 000 (dix mille) francs;
- non respect de la planéité: 2000 (deux mille) francs par mètre carré concerné.

b) Les malfaçons décrites ci-après conduisent à une amende de 7000 (sept mille) francs par mètre carré :

- nids de gravier ;
- différence de teinte dans le béton ;
- taches dues au coffrage ou au produit de décoffrage ; .

présence de déchets quelconques ou de restes d'armatures ou de fils de ligature.

c) Les malfaçons dues aux joints conduisent à une amende de 1000 (mille) francs :

- par mètre de joint de reprise irrégulier ou présentant une discontinuité dans la surface apparente du béton ;
- par mètre de joint de coffrage provoquant des défauts marqués sur les faces apparentes du béton, par exemple lorsque ce coffrage se déforme.

2. BETON

2.1. Détermination de la spécification du béton

La spécification du béton est donnée uniquement par la performance et non par la composition.

A cet effet, seule la classe de résistance du béton constitue une indication pour la spécification du béton. Le cas échéant, la spécification du béton est également déterminée par la valeur de f_{ck} .

Des types de béton spéciaux qui ne sont pas prévus dans la norme NBN - 15-001 ne peuvent être acceptés sauf si les documents d'adjudication les prévoient explicitement, comme par exemple le béton renforcé de fibres d'acier.

2.2. Classes d'exposition en fonction des conditions d'environnement.

Les classes d'exposition en fonction des conditions d'environnement pour les structures en béton de diverses constructions sont données ci-après :

- intérieur de bâtiments (à l'exception des cas cités ci-après): classe 1 ;
- intérieur d'ateliers: classe 2a ;
- salles à relais et à batteries de cabine de signalisation, poste à haute tension et sous station de traction classe 5a ; .
- extérieur de bâtiments : classe 2b ;
- plate-forme de nettoyage pour le matériel roulant classe 5b ;
- fosse de visite pour matériel (intérieur et extérieur): classe 5a ;
- pont-route : classe 3 ;
- pont-rail : classe 2b.

2.3. Types de ciment - emploi de cendres volantes

L'emploi du type de ciment HL ou de tout autre type contenant des cendres volantes est interdit.

La teneur en cendres volantes dans le béton ne peut dépasser 25% de la quantité de ciment mise en œuvre dans le béton.

L'emploi de cendres est interdit lorsque la classe de résistance du béton est supérieure ou égale à C30/37 ou lorsque le volume de béton par lot (voir NBN B 15-001) est inférieur à 150 m³.

Par contre, il peut être fait usage de fumée de silice dans la composition du béton de haute performance.

2.4. Teneur en ions chlore du béton frais.

La teneur en ions de chlore d'un béton ne peut pas dépasser les valeurs spécifiées dans le tableau ci-après :

Béton	Cl en % de la masse de ciment	
	classe d'exposition 1 et 2a (NBN 15-001)	classe d'exposition 2b à 5 (NBN 15-001)
Béton armé et non armé	1 %	0,4
Béton précontraint ou structures mixtes acier-béton	0,2 %	0,1 %

2.5. Préparation du béton sur chantier pour des ouvrages de moindre importance.

Pour des ouvrages de moindre importance (non cités dans 2.2), les prescriptions suivantes peuvent être appliquées.

Le béton est préparé mécaniquement. L'équipement et l'installation sont soumis à l'approbation du fonctionnaire dirigeant. Lorsque le béton est préparé à la bétonnière, les quantités de matériaux inertes et d'eau correspondent à un nombre entier de sacs de ciment. Exceptionnellement le fonctionnaire dirigeant peut autoriser une préparation par demi sac pour des ouvrages peu importants. Lorsque les bétonnières sont utilisées en continu avec une alimentation automatique, il y a lieu de veiller à un dosage rigoureux principalement au démarrage.

Pour des petites quantités, le fonctionnaire dirigeant peut autoriser la préparation à la main. Cette préparation s'effectue sur une surface dure, propre et étanche. Les matériaux inertes et le ciment sont mélangés préalablement à sec.

3. COFFRAGE

3.1. Conception du coffrage.

Le coffrage, les étaçons et les échafaudages doivent résister aux charges qui les sollicitent pendant l'exécution des travaux jusqu'au décoffrage, ces charges étant

- le poids et la pression hydrostatique du béton liquide ;
- les chocs dus à la mise en place ;
- la vibration du béton ;
- les va-et-vient du personnel ;
- le trafic de wagons déverseurs.;
- l'entreposage de matériaux ;
- le vent.

L'adjudicataire soumet les plans du coffrage et le programme de décoffrage à l'approbation du fonctionnaire dirigeant.

Seuls les coffrages métalliques spécialement conçus à cet effet peuvent être mis en œuvre lorsque les vibreurs sont en contact avec le coffrage.

3.2. Forme et raideurs.

Le coffrage et son support ont une raideur telle que la construction présente une forme et des dimensions conformes à celles des plans.

Le coffrage d'éléments porteurs (comme les poutres, les dalles et les passerelles) est exécuté avec une contreflèche. Sauf prescriptions contraires aux documents d'adjudication, ces constructions terminées présentent une contreflèche de 1/1000 de la portée sous les charges permanentes.

3.2.1. Ecarteurs du coffrage.

- a) Les écarteurs constitués de tirants métalliques directement noyés dans le béton sont coupés après décoffrage à une distance minimale de 20 mm par rapport à la face, finie et les trous ainsi formés sont remplis de mortier.
Lorsque ces tirants sont munis de cônes en matière synthétique, on procède à l'enlèvement de ceux-ci après le décoffrage ; ces tirants sont coupés et les trous bouchés suivant la description ci-dessus.
- b) Les écarteurs constitués de fibre de ciment ou de matière synthétique qui sont noyés dans le béton et les écarteurs métalliques qui sont enlevés après décoffrage sont admis sauf lorsqu'une face de la paroi est en contact ultérieurement avec la terre ou un drainage.
Les extrémités sont bouchées par du mortier.

3.3. Tolérances.

Les amendes pour malfaçons lors de l'exécution sont mentionnées en 1.3 ci-avant.

3.3.1. Poutres et éléments préfabriqués en béton armé, en béton précontraint ou mixtes acier-béton.

Les tolérances dimensionnelles qui sont d'application sont mentionnées dans les brochures "Standardisation des éléments préfabriqués en béton pour bâtiment" et "Standardisation de poutres préfabriquées en béton précontraint pour ouvrage d'art" qui sont publiées par la Fédération de l'Industrie du Béton, FeBe, Boulevard Reyers 207/209 à 1040 Bruxelles.

Les brochures sont également en vente au Bureau des Renseignements concernant les Adjudications de la SNCB, rue de France 89 à 1070 Bruxelles.

3.3.2. Structures en béton mis en œuvre in situ.

Les structures en béton sont exécutées en tenant compte des tolérances suivantes, sauf si les documents d'adjudication préconisent d'autres tolérances et pour autant que ces tolérances soient compatibles avec la stabilité et le bon comportement d'autres structures.

3.3.2.1. Tolérances sur une dimension quelconque.

La tolérance sur toute dimension d est reprise dans le tableau ci-après :

d_c (en m)	tolérance (en cm)
$d < 1$	1
$1 < d < 2$	1,5
$2 < d < 5$	2
$5 < d < 10$	2,5
$10 < d < 20$	3
$20 < d$	4

3.3.2.2. Tolérances sur la verticalité.

La tolérance sur la verticalité, mesurée sur un élément d'une hauteur d_h est reprise dans le tableau ci-après :

d_h (en m)	tolérance (en cm)
$d_h < 1$	1
$1 < d_h < 5$	2
$5 < d_h < 20$	3
$20 < d_h$	4

3.3.2.3. Tolérance sur la rectitude.

La tolérance admissible sur la rectitude d'une arête entre deux points distants de d_c est reprise au tableau ci-après :

d_c (en m)	tolérance (en cm)
$d_c \leq 1$	0,5
$1 < d_c \leq 5$	1
$5 < d_c \leq 20$	1,5

3.3.2.4. Défaut de parallélisme entre deux parois visibles

Ce défaut est apprécié dans tout plan horizontal quelconque par la différence de longueur $D_1 - D_2$ des diagonales du polygone réellement exécuté.

La différence maximale admissible est reprise au tableau ci-après :

Longueur des diagonales L en m	Ecart ($D_1 - D_2$) en cm
$L \leq 1$	1
$1 < L < 2$	1,5
$2 < L < 5$	2
$5 < L \leq 10$	2,5
$10 < L \leq 20$	3
$20 < L$	4

3.4. Étanchéité du coffrage.

Le coffrage est suffisamment étanche pour éviter des pertes de laitance, principalement lorsque le béton est vibré. Le coffrage doit être parfaitement étanche au dessus des lignes électrifiées sur une distance de 2,5 m de part et d'autre des fils caténares et feeders.

3.5. Nettoyage des coffrages avant le bétonnage.

Avant de procéder à la mise en œuvre du béton, l'entrepreneur élimine tout corps étranger et le cas échéant humidifie les planches constituant le coffrage de contact.

3.6. Programme de décoffrage.

Pour faciliter le décoffrage, l'entrepreneur peut faire usage de produits spéciaux à condition qu'ils ne provoquent aucune coloration ou tache sur le béton et qu'ils soient compatibles avec les adjuvants éventuels.

L'entrepreneur soumet le produit qu'il compte utiliser à l'approbation du fonctionnaire dirigeant.

Sur les surfaces de béton destinées à être peintes, les produits de décoffrage à base de cire, paraffine ou silicone sont interdits.

Une huile tensioactive est utilisée pour les coffrages lisses.

3.7. Surfaces de béton restant apparentes ou destinées à être peintes.

3.7.1. Prescriptions générales.

- a) Les prescriptions en 3.2. sont complétées comme suit :
- Lorsque les écarteurs du coffrage sont constitués de tirants métalliques noyés dans le béton, seuls sont autorisés ceux qui sont munis d'un cône synthétique amovible du côté de la face visible.
 - Lors du parachèvement de la surface et du rebouchage des trous, il y a lieu de veiller tout particulièrement à la durabilité et à l'esthétique des faces visibles ; les moyens utilisés sont soumis à l'accord préalable du fonctionnaire dirigeant.

b) Les prescriptions de l'article 4 sont complétées comme suit :

La nature, la forme et la couleur de la partie visible des écarteurs d'armatures sont choisies pour garantir un bel aspect à la surface finie du béton.

c) Tous les écarteurs sont positionnés suivant une trame régulière, et lorsque c'est possible, ils sont cachés dans des rainures.

3.7.2. Coffrage lisse.

Sauf stipulation contraire aux documents d'adjudication, les faces de béton devant rester apparentes ou destinées à être peintes doivent être coffrées selon prescriptions de 3.7.2.1. à 3.7.2.3. Le choix est tel que l'aspect de l'ensemble des faces visibles est uniforme.

Le coffrage de contact est parfaitement lisse et les éléments sont parfaitement assemblés.

3.7.2.1. Coffrage constitué de planches rabotées.

Le coffrage est constitué de planches rabotées parfaitement planes et d'épaisseur constante. Les joints d'abouts de ces planches sont placés en zigzag. Il ne peut être fait usage simultanément de planches neuves et de planches réutilisées.

3.7.2.2. Coffrages constitués de panneaux bakélinés.

Le coffrage de contact est constitué de panneaux bakélinés en bois contre-plaqué.

Ces panneaux ont tous la même épaisseur et sont aussi grand que possible. Ils sont positionnés suivant un schéma régulier.

Une latte rabotée est fixée du côté intérieur le cas échéant sur le joint entre panneaux pour accentuer les joints. Ces lattes ont une section trapézoïdale, de telle façon que le décoffrage s'exécute aisément. Seuls les panneaux dont l'épaisseur est supérieure à 10 mm peuvent être réutilisés.

3.7.2.3. Coffrage métallique.

Le coffrage de contact est débarrassé de toute trace de rouille. Tous les assemblages métalliques, tels que les cordons de soudure, sont soigneusement meulés.

3.7.3. Coffrage spécial.

Lorsqu'un coffrage est imposé, les documents d'adjudication précisent :

- les surfaces concernées ;
- le dessin souhaité de la surface parachevée.

3.7.3.1. Coffrage constitué de planches sablées.

Le coffrage de contact est constitué de planches sablées planes de même épaisseur. Les joints d'abouts, de ces planches sont placés en zigzag.

3.7.3.2. Coffrage structurel.

Le coffrage de contact est constitué ou est recouvert de panneaux synthétiques et élastiques qui donnent le dessin souhaité à la face visible.

3.7.3.3. Coffrage nervuré.

Le coffrage est constitué de panneaux rainurés. Les écarteurs sont situés sur les parties planes entre les nervures.

Les documents d'adjudication précisent si les nervures doivent être ébréchées.

3.8. Coffrage perdu.

3.8.1. Généralités - emploi.

Un coffrage perdu ne peut être mis en œuvre que lorsque les documents d'adjudication l'autorisent explicitement.

L'emploi des prédalles est autorisé dans les bâtiment, **mais il est formellement interdit dans la construction des ouvrages d'art**, et ce, quelles que soient les armatures de ces prédalles et que ces dernières soient collaborantes ou non collaborantes dans la section de béton.

L'emploi d'un autre type de coffrage perdu, qui ne participe en aucun cas à la résistance du béton, n'est autorisé que sur accord préalable du fonctionnaire dirigeant.

C'est le cas par exemple lors de l'emploi de plaques en matière synthétique et de mousse de polystyrène, etc.

Il n'est pas exclu que l'emploi de ces matériaux soit prévu au projet, ce qui peut être déduit normalement à partir des plans.

3.8.2. Coffrage perdu en fibre-ciment.

Ce coffrage répond aux prescriptions suivantes :

- Composition: liant hydraulique et fibres minérales, colorées ou non ;
- Marquage imposé: provenance et date de fabrication;
- Mise en œuvre: au plus tôt 4 semaines après fabrication.

Ces plaques ont au moins 15 mm d'épaisseur ; elles peuvent être pressées ou autoclavées (aspect : deux faces lisses) et répondent aux caractéristiques suivantes (mesurées suivant NBN 550)

- résistance à la flexion $\geq 33 \text{ N/mm}^2$;
- résistance au gel : aucune trace d'altération.

Ces plaques peuvent être utilisées comme coffrage perdu et sont découpées à mesure minutieusement de manière à former une surface étanche.

Cette disposition est dessinée sur un plan de pose qui est soumis à l'accord préalable du fonctionnaire dirigeant.

Ces plaques ont au moins 1 m de longueur et sont posées au mortier d'époxy.

Les joints entre les plaques sont recouverts de bandés adhésives.

4. ARMATURES.

4.1. Généralités - Mise en œuvre.

Il ne peut être fait usage d'armatures ayant des qualités et propriétés autres que celles prévues aux documents d'adjudication originaux.

En particulier, les armatures de qualité BE 500 et BE 600 sont à considérer comme si elles étaient de qualité BE 400 et ceci tant à la conception qu'à la mise en œuvre (pliage et coupage).

De même, pour les armatures de précontrainte, une résistance à la rupture supérieure à 1860 N/mm² ne peut être prise en considération.

L'emploi de treillis soudé est autorisé pour des planchers de bâtiments, mais est formellement interdit dans la construction de ponts.

Les armatures ne sont mises en place qu'après façonnage et mise en forme conformément aux plans et bordereaux.

Le façonnage d'armatures est interdit lorsque la température ambiante est inférieure à + 5° C. Le façonnage sous protection est autorisé jusqu'à une température de 0° C, moyennant précautions spéciales.

Le pliage provisoire, suivi d'un dépliage dans une phase ultérieure est **strictement interdit**.

Lorsque les conditions d'exécution ne permettent pas la pose de barres d'attente comme il est indiqué sur les plans, ou si le recouvrement des barres est impossible, l'entrepreneur doit utiliser des manchons-coupleurs (voir 4.4). Dans ce cas, l'armature est adaptée afin de respecter les sections indiquées sur les plans, en tenant compte des réductions de la section utile et de la résistance des éléments-coupleurs. La fourniture, la mise en œuvre et les essais de réception des manchons-coupleurs, ainsi que les adaptations nécessaires, sont compris dans les prix remis pour les armatures ou le prix du béton armé.

4.2. Transport, mise en dépôt et façonnage des armatures.

Les barres, treillis et cages d'armature préfabriquées sont transportés, mis en dépôt, pliés et arrimés dans les coffrages, de telle façon qu'ils ne subissent aucun dommage.

Avant leur mise en œuvre, l'état de surface des armatures sera vérifié, afin qu'elles soient exemptes de rouille non-adhérente, souillures et matières étrangères, qui pourraient avoir un effet négatif sur l'adhérence au béton.

Toutes les armatures seront disposées au moyen de supports appropriés, suffisants en nombre et de forme appropriée.

Lors de la pose et de la mise en œuvre, les dommages suivants doivent être évités :

- dommages mécaniques (p. ex. entailles, fissures, ...)
- rupture de soudures dans les cages d'armatures préfabriquées ou les treillis soudés ;
- défaillances du marquage des armatures.;
- diminution de la section due à la corrosion.

La pose de morceaux de bois ou d'éléments métalliques entre les armatures et le coffrage n'est pas tolérée.

Les armatures sont arrimées par ligature. Celle-ci peut être remplacée par soudure dans les cas repris en 4.3 ci-après.

Les fils de ligature sont repliés vers l'intérieur dans le cas de béton restant apparent ou devant être peint.

L'arrimage des armatures doit être suffisant pour garantir que les armatures ne se déplacent pas lors de la mise en œuvre du béton.

Le pliage des armatures (voir NBN - A 24) est fait mécaniquement, à une vitesse constante et sans chocs, au moyen de mandrins.

L'armature pliée présente une courbure constante. Si la température ambiante est inférieure à + 5° C, des précautions spéciales seront prises.

Le fonctionnaire dirigeant ou son délégué examineront les armatures et autoriseront la mise en œuvre du béton.

4.3. Soudage des armatures.

4.3.1. Principes.

Les prescriptions ci-après concernent :

- les treillis soudés;
- les soudures en croix, résistantes ou technologiques ;
- les jonctions par soudure résistante (bout à bout ou à recouvrement) ;
- les jonctions par recouvrement avec soudures technologiques.

Les soudures résistantes sont prises en compte pour la transmission des efforts. Les soudures technologiques remplacent les ligatures et ne sont pas prises en compte pour la transmission d'un effort.

Il est strictement interdit d'appliquer la soudure :

- dans toute construction ou élément de construction des ponts qui est sollicité en fatigue ;
- dans les colonnes ;
- sur les parties pliées des armatures ;
- à proximité des armatures de précontrainte non protégées.

Toutefois, la soudure des cerces technologiques des cages d'armatures pour pieux et puits est autorisée.

Le soudage des armatures doit être soumis à l'approbation préalable du fonctionnaire dirigeant auquel seront soumis aussi les procédés de soudage, les plans d'exécution des soudures, une note de calculs justificative portant toutes les indications utiles au sujet des endroits où sont exécutées des soudures.

L'entrepreneur prend en charge toutes les conséquences du soudage des armatures, notamment :

- les plans d'exécution;
- les suppléments d'armatures ;
- les modifications de nuance (meilleure soudabilité) ;
- l'agrément des soudeurs et les essais.

4.3.2. Treillis soudés.

L'utilisation de treillis soudés préfabriqués conforme à NBN A 24.304 n'est autorisée que dans les conditions suivantes :

- a) Treillis en fils à nervures, de nuance BE 500 AS ou BE 500 BS (à considérer comme BE 400 S). Lorsque les documents d'adjudication le stipulent, ces treillis peuvent être utilisés comme armatures technologiques.
- b) Treillis en fils machine à nervures, de nuance BE 500 S : sous forme plane non pliés, ces treillis peuvent être utilisés dans les cas repris en 4.3.3.

4.3.3. Soudage en croix des armatures.

Les prescriptions de cet article s'appliquent aux armatures de nuance BE 400 S et/ou BE 500 S (lequel sera considéré pour sa mise en œuvre comme BE 400 S).

4.3.3.1. Soudures en croix résistantes.

Ces soudures ne sont autorisées que pour des armatures de la même nuance et pour les ancrages soudés de barres dans les blocs d'abouts d'éléments précontraints ou dans d'autres éléments qui

ne sont pas soumis à la fatigue ou qui ne sont pas en état permanent de haute contrainte.

4.3.3.2. Soudures en croix technologiques (épinglages)

Ces soudures sont autorisées pour les armatures de diamètre compris entre 8 et 32 mm, dans la construction de bâtiments et dans les parties d'ouvrage d'art suivantes :

- Infrastructures : pieux battus et forés, semelles et parois des piles et des culées, parois moulées ;
- Murs de soutènement : semelles et parois ;
- Ponts-cadre : radiers et piédroits ;
- Blocs d'about d'ouvrages précontraints ;
- Passerelles.

Soient les diamètres des barres à relier d_1 et d_2 , les conditions suivantes sont à respecter :

- a) Lorsque $d_1 \leq d_2 \leq 16$ mm il faut : $d_1 > 0,6 d_2$
- b) Lorsque $d_1 \geq 10$ mm et $16 < d_2 \leq 32$ mm avec $d_1 \leq d_2$, il faut $d_1 > 0,4 d_2$

Le façonnage et la position des armatures sont identiques que celles-ci soient arrimées par ligatures ou soudées.

4.3.3.3. Métal d'apport.

Le soudage est exécuté avec électrodes rutiles. Dans le cas d'assemblage de cages d'armatures préfabriquées, le procédé semi-automatique MAG est également autorisé.

4.3.4. Soudage des jonctions.

4.3.4.1. Jonctions par soudure résistante.

Cette soudure est autorisée pour des armatures de même nuance.

En tout cas, sont défendues :

- toute soudure en croix dans les zones de jonction par soudure;
- la jonction par soudure de barres groupées.

4.3.4.2. Jonctions par recouvrement avec soudures technologiques.

Ce type de soudure est autorisé uniquement en préfabrication aux conditions suivantes :

- la longueur imposée du recouvrement selon l'article 5 du chapitre 30.2.0. est respectée ;
- aucun cordon de soudure n'est disposé aux extrémités des barres ;
- chaque cordon de soudure a une longueur minimale de 5 d.

Toute soudure en croix est défendue au droit des cordons de soudure.

4.3.4.3. Métal d'apport.

Les jonctions bout à bout sont soudés au moyen d'électrodes basiques.

Pour les autres jonctions, le soudage est exécuté avec électrodes rutiles. Dans le cas d'assemblage de cages d'armatures préfabriquées, le procédé semi-automatique MAG est également autorisé.

4.3.5. Prescriptions communes d'exécution.

4.3.5.1. Modalités d'exécution.

Les travaux de soudure sont exécutés :

- à une température ambiante d'au moins + 5° C;
- sur armatures sèches et propres aux endroits à assembler (élimination de la rouille);
- au moyen de produits de soudage conservés et utilisés à l'état sec ;
- moyennant la détermination des paramètres de soudage.

Le soudage au moyen du procédé semi-automatique MAG est exécuté sous abri et protégé du vent.

Le soudage est exécuté avec un minimum d'apport de chaleur. Une passe peut suffire pour les soudures technologiques ; plusieurs passes sont nécessaires dans le cas des jonctions par soudure résistante.

Les soudures réalisées en plusieurs passes, sont effectuées comme suit : une nouvelle passe ne peut être exécutée que lorsque la température est descendue en dessous de + 200° C ; la racine de la première passe du joint bout à bout est enlevée par meulage, le laitier des cordons est éliminé après chaque passe.

La nuance du métal d'apport est adaptée à la nuance des barres à assembler. La compatibilité acier de base - métal d'apport et l'exécution de la soudure (soudeur et appareillage) font l'objet d'essais préalables selon 4.3.6.

4.3.5.2. Méthode de soudage.

L'entrepreneur propose la méthode de soudage qu'il envisage d'utiliser.

Sa proposition comprend :

- la nuance de l'armature et du métal d'apport ;
- le diamètre des barres à souder ;
- un croquis de la préparation du joint, avec position des bouts de barres et position de soudage ;
- le diamètre et le type des électrodes ou du fil ;
- les conditions de stockage du métal d'apport ;
- les paramètres de soudage : intensité, tension, vitesse (temps) de soudage ;
- les conditions de l'environnement du soudage : à l'intérieur ou à l'extérieur.

Cette méthode est approuvée si les essais prévus en 4.3.6 sont concluants.

4.3.5. Essais préalables.

4.3.6.1. Programme d'essais imposé.

	Traction	Pliage	Arrachement tangentiel
Soudure en croix			
- résistante	x	x	x
- épingle	x	x	-
Jonction par recouvrement (résistante ; avec soudures technologiques)	x	-	-
Jonction bout à bout	x	x	-

Les éprouvettes sont réalisées dans les conditions du chantier de soudage (acier de base, métal d'apport, soudeur, modalités d'exécution).

Par soudeur et par position de soudage, chaque essai s'effectue sur trois éprouvettes, choisies parmi les combinaisons de diamètres possibles.

4.3.6.2. Essais.

La longueur totale de l'échantillon est supérieure à 40 fois le plus grand diamètre des barres à relier. En outre, la longueur non soudée de la barre s'étend sur au moins 15 fois le diamètre de la barre, au delà de l'extrémité de la soudure.

a) Essai de traction :

- L'essai est exécuté selon NBN A 11.101.
- Le résultat de l'essai est satisfaisant lorsque la rupture se produit à une distance suffisante de la zone de soudure :

d	Distance minimale de la rupture au point le plus proche du cordon.
8 à 12 mm	15 mm
12 < d < 25	25 mm
25 < d < 32	40 mm

b) Essai de pliage :

Diamètre du mandrin de pliage :

- soudure en croix : 10 d ;
- soudure bout à bout : 5 d.

Le résultat de l'essai est satisfaisant lorsque pour un angle de pliage de 60° , il n'y a ni crique, ni fissure dans le cordon et dans la zone de la barre influencée par le soudage.

Pour la soudure en croix, le cordon se situe dans la partie étirée de l'éprouvette ; pour la soudure bout à bout le cordon peut être ébavuré.

c) Essai d'arrachement tangentiel.

L'essai est exécuté selon NBN A 24.304.

L'effort de traction F est toujours exercé sur la barre de plus gros diamètre.

Le résultat de l'essai est satisfaisant lorsque :

$$F_{rupture} \geq 0,3 f_y A$$

f_y = limite d'élasticité garantie

A = section de la plus grosse barre de l'éprouvette.

4.3.6.3. Qualification.

Par type d'assemblage et position de soudage, le soudeur et le procédé de soudage sont acceptés, lorsque pour chaque essai les trois éprouvettes satisfont aux conditions imposées.

Contre-essais.

L'adjudicataire ne peut introduire une demande de contre-essais qu'après examen approfondi de la cause d'un échec (soudeur ou procédé de soudage).

Les contre-essais sont exécutés en double ; chaque éprouvette devant satisfaire aux conditions imposées.

4.3.7. Contrôle du chantier de soudage.

Un cahier d'attachement est tenu. Il mentionne quotidiennement les conditions d'exécution des soudures.

Les liaisons soudées sont exemptes de morsures et ne présentent ni crique ni fissure ; les soudures sont sonnées à coups de marteau.

Toute réparation est soumise à l'accord préalable du fonctionnaire dirigeant.

Lors de l'exécution, on effectue, dans les conditions du chantier :

- pour les soudures en croix : par journée de soudage et par soudeur, un assemblage type, soumis à l'essai de pliage ;
- pour les soudures de jonction : par soudeur toutes les 100 liaisons un assemblage-type, soumis à l'essai de traction.

Dans le cas de non-respect de la méthode de soudure, d'essais sur assemblage type non satisfaisants ou de défauts de soudures, le fonctionnaire dirigeant se réserve le droit de refuser la totalité des travaux de soudure exécutés, sans indemnités pour l'entrepreneur.

4.4. Ancrage des barres d'armature au moyen de manchons filetés.

4.4.1. Généralités.

Les propriétés mécaniques de l'acier des manchons sont identiques à celles des barres à liasonner. La résistance en traction de l'ancrage barre-manchon-barre doit être au minimum égale à la résistance en traction correspondante de la barre courante ayant le même diamètre nominal.

La résistance en traction des moyens d'ancrage (manchon, écrou, etc.) est au minimum 1,2 fois la résistance en traction des barres à coupler. L'augmentation du diamètre, nécessaire à l'ajustement des sections nettes est à réaliser avec des pentes de 1 : 3 ou inférieures.

Le relâchement de l'accouplement barre-barre ne peut dépasser 0,1 mm à une contrainte d'utilisation maximale de 240 N/mm². Par définition, le relâchement est égal à la différence entre la déformation de l'accouplement par manchon et la déformation d'une barre courante soumise au même taux de contrainte d'utilisation de 240 N/mm². Les essais, permettant de déterminer le relâchement comprennent l'enregistrement des déformations d'une barre normale (barre témoin) ainsi que celles d'un couplage par manchon, en deux points diamétralement opposés de la barre.

Le calcul de la fissuration (voir chapitre 30.2.0 art. 13) se fera en ajoutant le relâchement à l'ouverture totale des fissures. Ce résultat cumulé est à comparer aux ouvertures de fissures admises.

4.4.2. Essais.

4.4.2.1. Essais préalables.

Trois échantillons seront pris à la première fourniture des aciers. De chaque échantillon un couplage par manchon et une barre témoin sont façonnés.

Les six échantillons ainsi obtenus seront mis à l'essai comme suit :

- deux (de préférence 3) bases de mesure sont utilisées. La longueur de ces bases est de 10 fois le diamètre. Un comparateur ayant une précision de 0,01 mm est utilisé. Les points de référence sont fixés sur la barre.
- Mise sous tension à partir d'une charge de référence (10 kN) jusqu'à la charge d'utilisation (correspondant à une contrainte de 240 N/mm² dans la barre témoin).

Soit dA l'allongement du couplage-manchonné et dB l'allongement de la barre témoin correspondante, l'on doit obtenir pour chaque paire couplage-manchonné et barre témoin que :

$$dA - dB \leq 0,1 \text{ mm.}$$

L'allongement rémanent du couplage manchonné, après déchargement jusqu'à l'effort de 10 kN, doit également être inférieur à 0,1 mm.

L'essai en traction sur les couplages manchonnés et sur les barres témoin est poursuivi, avec détermination de la limite d'élasticité et la limite de rupture, ainsi que l'enregistrement du diagramme contrainte-déformation. Pour la barre témoin, on enregistre également la valeur correspondant à un allongement uniforme de 2 pour mille ($2^{0}/_{00}$).

Les critères suivants sont examinés :

- 1) La rupture du couplage manchonné n'apparaît qu'à une charge supérieure de 1,05 fois la limite élastique de la barre témoin.

$$R_{\text{couplage manchonné}} \leq 1,05 (f_y A)_{\text{barre témoin}}, \quad A = \text{section nominale}$$

- 2) La charge de rupture du couplage manchonné doit être supérieure à la valeur mesurée de la charge correspondant à un allongement de 2 pour mille de la barre témoin ($2^{0}/_{00}$).

$$R_{\text{couplage manchonné}} \geq R_{0,002, \text{barre témoin}}$$

- 3) La résistance en traction du couplage manchonné doit être supérieure à la résistance en traction nominale de la barre témoin.
- 4) La rupture doit apparaître dans la barre et non dans le couplage.

Un essai en fatigue est à effectuer pour chaque type de couplage manchonné et pour chaque diamètre de barre. Les conditions de l'essai en fatigue sont les suivantes :

- Des échantillons identiques à ceux utilisés dans les essais de résistance décrits ci-avant, sont soumis à une variation de contrainte ayant une amplitude $\Delta\sigma_D$ égale à la valeur appropriée mentionnée au chapitre 30.2.0 art. 5.13.
- L'essai est interrompu après 2 millions de cycles d'intensité $\Delta\sigma_D$
- A l'arrêt de l'essai, les échantillons ne peuvent présenter aucun endommagement sous forme d'allongement plastique, amorce de fissure ou rupture.

Les essais en fatigue sont également à charge de l'entrepreneur.

4.4.2.2. Essais pendant l'exécution des travaux.

Les essais en fatigue seront répétés, à chaque modification des conditions dans lesquelles se sont déroulés les essais initiaux.

Aucune fourniture sur chantier n'est autorisée sans résultat satisfaisant des essais.

Pendant l'exécution des travaux, des essais seront effectués sur les couplages, suivant le procédé décrit ci-avant, sur des échantillons prélevés dans les stocks de chantier. Par diamètre de barre, 3 échantillons sont prélevés, soit une fois tous les 2 mois, soit par 300 couplages-manchons à mettre en œuvre.

Ces essais comprennent les essais de résistance ainsi que les essais en fatigue. Les frais afférents à ces essais sont compris dans le prix remis pour les armatures ou pour le béton armé.

Lorsque les résultats des essais ne sont pas satisfaisants, le fonctionnaire dirigeant a le droit de refuser le type proposé ou la fourniture en question, soit de décider des mesures à prendre, sans que l'entrepreneur ne puisse réclamer un dédommagement supplémentaire. Tous les frais découlant des essais sont à charge de l'entrepreneur.

5. BETONNAGE.

L'entrepreneur soumet le programme de bétonnage à l'agrément préalable du fonctionnaire dirigeant. Ce programme précise, entre autres, l'emplacement des joints de reprise.

L'ensemble des opérations depuis l'introduction de l'eau de gâchage jusqu'à l'achèvement de la mise en œuvre du béton (transport, mise en place et compactage) doit être terminé avant commencement de la prise.

Si le temps correspondant excède deux heures, il appartient à l'adjudicataire de démontrer, sur base d'essais à ses frais, que le béton répond aux prescriptions des documents d'adjudication, à défaut de quoi le béton concerné est refusé.

5.1. Mise en place du béton.

Le déversement du béton est effectué au moyen de goulottes lisses. Le pompage du béton est autorisé sous réserve que la composition proposée du béton convienne et que le matériel soit approprié.

Le béton ne peut pas tomber librement de plus de 2 m de hauteur. Toute adjonction d'eau sera interprétée comme étant une augmentation du rapport eau-ciment (E/C), correspondant à la NBN - B15 -001.

5.2. Compactage du béton.

Tous les bétons sont compactés.

Les bétons de composition imposée des types A et C sont vibrés, les autres sont vibrés ou damés.

L'utilisation d'appareils vibrateurs en contact avec les coffrages est admise quand les coffrages sont conçus à cet effet.

La revibration du béton ne peut être effectuée que pour lier une première couche de béton déjà vibrée à la suivante et à condition que le béton déjà vibré puisse encore reprendre un état semi-plastique sous la revibration..

5.3. Bétons en contact avec les terres.

Lorsqu'une semelle sous fondation n'est pas prévue aux documents d'adjudication, une feuille en polyéthylène de 0,3 mm d'épaisseur est mise en œuvre. Le prix pour la fourniture et la mise en œuvre est compris dans le prix du béton ou du béton armé.

5.4. Joints de reprise.

Le nombre de joints de reprise est limité du strict minimum.

Les parties suivantes des ouvrages sont bétonnées sans interruption :

- chaque pieu battu, foré ou vissé ;
- les semelles des ponts-cadre, des piles, des culées et des murs de soutènement, les semelles de fondation continues, les semelles isolées ;
- chaque dalle de plancher sans joint continu ;
- toutes les colonnes, sur la hauteur d'un étage, soit sur une hauteur de 6 m ;
- toutes les parois verticales ou parois évidées sur la hauteur intégrale d'un étage ou sur une hauteur d'au moins 8m, si leur longueur est inférieure à 15 m ;
- les dalles des tabliers avec leurs entretoises, entre les joints prévus ;
- les dalles nervurées entre les joints prévus.

Chacune de ces parties est considérée comme un lot au sens de la NBN-B15-001 art. 11.3.5.1.2.

Lors de toute reprise de bétonnage, il faut :

- prévoir les barres d'attente et, le cas échéant, les barres de couture assurant la continuité des armatures ;
- donner à la surface de reprise une rugosité suffisante, après décapage, le cas échéant, de toute surface de qualité insuffisante ;
- débarrasser cette surface de toute aspérité friable et de toute poussière ;
- mouiller la surface de reprise de façon à ce qu'elle soit bien imbibée au moment où l'on verse le béton frais.

6. DECOFFRAGE

La durée de la période après laquelle il sera procédé au décoffrage et à l'enlèvement des échafaudages et étançons, est déterminée en accord avec le fonctionnaire dirigeant et moyennant approbation par ce dernier. Les critères suivants seront observés :

- les contraintes introduites dans le béton à la suite du décoffrage ne peuvent causer une influence négative ;
- le béton présente une résistance suffisante ;
- les conditions atmosphériques et les mesures de protection sont suffisamment favorables ;
- les coffrages en saillie sont à enlever le plus rapidement, à condition que cela soit possible ;
- les mesures générales de protection et de cure suivant NBN-B15-001 art. 10.6.3 sont observées ;

- le temps de décoffrage dépend dans une large mesure du développement de la résistance du béton (voir NBN-B15-001 tableau 13).

En cas d'absence de données plus précises, les temps suivants sont à recommander :

- 2 jours pour le coffrage de contact non-porteur telles que parois verticales des poutres, colonnes et murs;
- 5 jours pour l'étañonnement et soutiens des dalles
- 10 jours pour les échafaudages soutenant les éléments porteurs.

Lorsque des coffrages glissants ou montants sont utilisés, le temps de décoffrage est à déterminer judicieusement.

Pour les poutres en béton précontraint ou les poutres mixtes acier-béton des essais doivent démontrer que le béton présente une résistance suffisante au décoffrage et/ou à la mise sous tension.

7. FINITION.

7.1. Béton étanche.

7.1.1. Principes de base.

Lorsque les documents d'adjudication prévoient du béton étanche, l'adjudicataire soumet à l'agrément du fonctionnaire dirigeant :

- la composition du béton ;
- le mode de mise en œuvre ;
- les dispositifs à utiliser (joints, écarteurs, etc.).

Sauf indication contraire au cahier spécial des charges, on procède à l'essai d'absorption d'eau par immersion pour contrôler la porosité du béton. La porosité est limitée à une valeur moyenne de 6,5 % et une limite caractéristique à 5 % inférieure à 6 %. L'essai est à effectuer selon NBN-B15-215.

7.1.2. Mesures spécifiques au béton étanche.

a) Confection du béton. .

Le dosage du béton est tel que le rapport E/C ne dépasse pas 0,45.

b) Rubans d'étanchéité.

Ils sont en caoutchouc synthétique et pourvus de tôles d'acier à noyer dans le béton.

c) Ecarteurs.

Ils sont conçus de manière à éviter l'infiltration d'eau. Pour allonger le chemin des eaux d'infiltrations, une plaque circulaire en acier de 200 mm de diamètre est soudée perpendiculairement au milieu du tirant.

d) Joints de reprise.

Pour diminuer le nombre et la largeur des fissures de retrait et pour assurer l'étanchéité, les mesures suivantes sont prises :

- les tronçons compris entre deux joints de dilatation sont divisés en tranches d'au moins 6 m ;
- les tranches sont limitées par des faces verticales planes réalisées au moyen d'un coffrage permettant le passage des armatures ;
- chaque joint de reprise est muni sur toute sa longueur d'une tôle en acier d'au moins 200 x 1 mm, située à mi-épaisseur de la paroi perpendiculairement au joint. Cette tôle, posée à cheval sur le joint, est légèrement oxydée afin d'améliorer l'adhérence. Les tôles sont soudées ou brasées entre elles et le cas échéant aux ailes des joints de dilatation ;
- le bétonnage s'effectue également par tranche. Une tranche ne peut pas être bétonnée dans les 5 jours qui suivent le bétonnage de la tranche voisine sauf si elles sont séparées par un joint de dilatation.

7.1.3. Finition.

Si, malgré toutes les mesures prises, une infiltration d'eau est constatée, l'adjudicataire procède à ses frais, à des injections assurant l'étanchéité permanente. Ces injections sont effectuées soit dans le béton, soit dans les terres à l'arrière des murs, au moyen d'une matière restant plastique.

7.2. Transport et pose des éléments préfabriqués en béton armé ou précontraint, ou mixtes acier-béton.

- (+) Pour les éléments de grandes dimensions (tels que poutres ou tabliers en auge), le transport et la pose des éléments font l'objet d'un poste séparé au métré.

Le transport de ces éléments est effectué soit :

- par voie ferrée, moyennant la conclusion d'un contrat de transport, garantissant la livraison sur wagons de chemin de fer dans la gare ou la cour à marchandises la plus proche, ou

le cas échéant sur chantier pendant les interruptions du trafic ferroviaire prévus au cahier spécial des charges ;

- par route ou par voie d'eau, par une firme spécialisée agréée par la S.N.C.B.; dans ce cas, l'adjudicataire soumet à l'agrément préalable du fonctionnaire dirigeant :
 - les nom et adresse de la firme spécialisée chargée du transport ;
 - l'itinéraire proposé pour la transport des éléments de l'atelier au chantier ;
 - les dispositions relatives aux conditions d'appui, les mesures de protection, les dispositifs de calage, de fixation et d'anti-déversement.

L'adjudicataire soumet également à l'agrément préalable du fonctionnaire dirigeant les conditions de manutention, de stockage et de mise en place des éléments sur chantier, précisant en particulier :

- l'emplacement des éléments et des engins ;
- les caractéristiques des moyens de levage.

La fourniture et le montage des appareils d'appui en caoutchouc fretté font l'objet d'un poste séparé au métré.

La pose des éléments préfabriqués est effectuée avec les appareils d'appui y fixés, la face supérieure des socles en béton de l'infrastructure étant recouverte d'une fine couche de mortier à base de résine époxy, immédiatement avant la pose.

8. DISPOSITIONS COMPLEMENTAIRES POUR LE BETON PRECONTRAINTE.

8.1. Aciers de précontrainte - Dispositions complémentaires.

8.1.1. Généralités

L'acier de précontrainte comprend les fils, torons et barres. Les prescriptions concernant les fils et torons sont reprises en NBN-684-1 et 2.

Les éléments de précontrainte (ancrages, couplages, canaux) doivent être conformes à l'art. du chapitre 30.2.0 et les Euronormes concernées.

La précontrainte (fils, torons, barres, câbles), les organes d'ancrage, les couplages et canaux doivent correspondre aux types mentionnés dans les documents d'adjudication. Il est possible de procéder à l'identification sans ambiguïté.

8.1.2. Transport et mise en dépôt des éléments de précontrainte.

Tous les éléments de précontrainte, canaux, organes d'ancrages et couplages doivent être protégés contre les influences nocives

pendant le transport et au cours de la mise en dépôt, ainsi que lorsqu'ils sont apportés à pied d'œuvre, jusqu'à la terminaison des travaux de bétonnage. Pendant le transport, ainsi qu'au cours de la période de mise en dépôt, il faut éviter :

- l'influence de source chimique, électrochimique ou biologique, pouvant entraîner une corrosion ;
- tout endommagement des éléments de précontrainte ;
- toute influence quelconque pouvant avoir un effet négatif sur la durabilité ou les propriétés d'adhérence des éléments de précontrainte;
- toutes déformations des éléments de précontrainte, autres que celles prévues dans le projet ;
- toute mise en dépôt non-protégée, exposition à la pluie ou contact avec des terres ;
- le transport par eau sans emballage adéquat ;
- les travaux de sondage à proximité des éléments de précontrainte sans protection spéciale (contre projections).

Les canaux doivent satisfaire aux exigences suivantes :

- les dégradations locales et la corrosion intérieure sont à éviter ;
- l'étanchéité est à garantir ;
- ils résistent aux dégradations mécaniques et chimiques.

8.1.3. Façonnage des éléments de précontrainte.

Tous les moyens pour l'assemblage, l'ancrage et le couplage des éléments de précontrainte sont conformes aux prescriptions des brochures citées sous 3.3.1. Une attention particulière est donnée :

- au maintien des marquages sur les pièces ;
- à une méthode correcte pour leur coupe ;
- à l'introduction droite dans les organes d'ancrage et les couplages ;
- à un assemblage adéquat ;
- lors du déplacement par grues, tout écrasement local ou pliage des éléments de précontrainte est à éviter.

8.1.4. Pose des éléments de précontrainte.

La pose des éléments de précontrainte sera effectuée en concordance avec les prescriptions concernant :

- l'enrobage de béton et la distance entre les éléments de précontrainte (voir chapitre 30.2.0) ;
- les tolérances dimensionnelles relatives à la pose des éléments de précontrainte, les couplages et ancrages ;
- la facilité de couler le béton.

Les tolérances de pose des armatures de précontrainte sont les suivantes :

Les écarts suivants Δl des dimensions nominales l dans une section sont acceptables sur base des coefficients partiels d'utilisation λ_F et λ_M à l'exception toutefois de l'enrobage de béton.

- par rapport aux dimensions de la section de béton (hauteur totale d'une poutre ou d'une dalle, largeur d'une poutre ou épaisseur de l'âme, dimension transversale d'une colonne) et rapport à la hauteur effective :

$l \leq 200$ mm	$\Delta l = +$ ou $- 5$ mm
$200 < l \leq 2000$	$\Delta l = +$ ou $- (3,5 + 0,008 l)$ mm
$l > 2000$ mm	$\Delta l = +$ ou $- 20$ mm

- l'écart de l'emplacement exact de l'armature de précontrainte par rapport à l'emplacement prévu sur les plans.

<u>Pour $l < 200$ mm.</u>
armatures de précontrainte faisant partie d'un toron, armatures de précontrainte simples et torons :
$\Delta l = +$ ou $- 0,025 l$.
<u>pour $l > 200$ mm.</u>
armatures de précontrainte faisant partie d'un toron et armatures de précontrainte simples :
$\Delta l = +$ ou $- 0,025 l$ ou $\Delta l = +$ ou $- 20$ mm
torons :
$\Delta l = +$ ou $- 0,04 l$. ou $\Delta l = +$ ou $- 30$ mm

Dans le tableau ci-devant, l est la hauteur ou l'épaisseur de la section transversale.

Les valeurs concernant la couverture de béton sont mentionnées au chapitre 30.2.0.

Tous les canaux sont à fixer fermement au moyen d'écarteurs et couplages.

Après la pose des gaines, des tubes d'évent seront mis, aux extrémités ainsi que dans les points intermédiaires hauts, ou aux endroits où l'eau et l'air peuvent stagner. Les gaines de grande longueur doivent être équipées de tubes d'évent intermédiaires.

Les gaines sont à protéger contre toute infiltration de matières étrangères, jusqu'à l'achèvement de l'injection.

8.1.5. Mise en tension des armatures de précontrainte

La mise en tension sera effectuée conformément à un programme de mise en tension préalablement approuvé par le fonctionnaire dirigeant.

Les instructions décrivant la procédure de précontrainte seront disponibles sur chantier ou à l'atelier.

Tout le personnel employé à la mise en tension est qualifié et a suivi un écolage spécial.

Lors de la mise en précontrainte, des mesures de sécurité sont à prendre et à contrôler par une personne qualifiée.

La mise en tension est interdite en période de gel ou lorsqu'il y a crainte de gel. La mise en contrainte du béton doit être progressive et uniforme.

8.1.5.1. Béton précontraint avec armatures de précontrainte mises sous tension avant le durcissement du béton.

Les instructions de précontrainte donnent les éléments suivants :

- la nature et le type des armatures de précontrainte et des appareils ;
- la succession suivant laquelle les armatures seront mises sous tension ;
- les pressions aux vérins ou efforts de traction à ne pas dépasser ;
- la valeur finale de la précontrainte ou l'effort du vérin correspondant à la fin du processus de précontrainte ;
- la déformation maximale autorisée de l'armature de précontrainte et la perte dans les ancrages ;
- la manière et la succession des phases selon laquelle l'armature de précontrainte sera relâchée ;

- la résistance du béton au moment du relâchement de l'effort de précontrainte ; cette résistance est à déterminer au moyen d'essais ;
- les conditions sous lesquelles les organes de précontrainte peuvent être réutilisés.

La protection temporaire des armatures de précontrainte avant de couler le béton sera assurée.

Une protection éventuelle ne peut avoir d'influence négative sur l'adhérence du béton ou de l'acier.

8.1.5.2. Béton précontraint au moyen d'armatures mises sous tension après durcissement du béton.

(+) Le cahier spécial des charges stipule :

- la nature et la qualité des armatures de précontrainte ;
- le nombre de barres ou de fils dans les armatures individuelles ;
- la résistance du béton requise au moment de sa mise sous tension ;
- l'effort de précontrainte final envisagé agissant dans l'élément de construction.

Le programme de précontrainte, à approuver préalablement par le fonctionnaire dirigeant, indique :

- l'effort au vérin pour réaliser la précontrainte envisagée, en tenant compte des pertes instantanées ;
- la succession de la mise sous tension des armatures de précontrainte, l'effort étant exercé aux deux extrémités ;
- l'allongement requis ;
- la perte maximale.

Les valeurs suivantes sont enregistrées lors du processus de mise sous tension :

- le type des moyens de précontrainte, qui doivent être étalonnés ;
- l'allongement mesuré ;
- la pression au vérin mesurée ;
- la perte enregistrée ;
- tout écart par rapport aux conditions du projet ;
- la résistance réelle du béton ;
- la succession réelle des mises sous tension des armatures ;
- lorsque c'est utile, le moment de décoffrage.

8.1.5.3. Mesures communes à effectuer lors de la mise sous tension.

A chaque opération, on mesure l'effort appliqué au moyen d'un dynamomètre et l'allongement au moyen de repères solidaires de l'armature.

Le mou de l'armature est éliminé en appliquant une fraction contrôlée (la plus petite possible) nF de l'effort F désiré, avant que le déplacement de ces repères ne soit mesuré.

L'allongement total s'obtient en multipliant par $1/(1-n)$ le déplacement mesuré entre l'application des efforts nF et F .

L'allongement total, obtenu au moment où l'effort mesuré aux extrémités est égal à l'effort F désiré, est comparé à l'allongement théorique. Celui-ci est déterminé en tenant compte de la variation de la tension le long de l'armature due aux frottements précalculés et en tablant sur le module d'élasticité déterminé lors de la réception technique préalable.

Si l'allongement total obtenu à ce moment n'est pas conforme aux prévisions, les parties concernées déterminent d'un commun accord les mesures à prendre.

Dans le cas où cet allongement est inférieur aux prévisions, on peut tendre d'avantage les armatures sans dépasser aux extrémités les contraintes autorisées au chapitre 30.2.0. Après cette opération, on compare à nouveau les allongements prévus et obtenus.

8.2. Protection des armatures de précontrainte et des pièces auxiliaires contre la corrosion.

MESURES A PRENDRE AVANT L'INJECTION DES GAINES A CABLES.

Les gaines sont régulièrement nettoyées à l'air comprimé.

Lorsque c'est nécessaire, et en hiver certainement, les gaines sont complètement remplies d'une solution aqueuse de benzoate de soude exempte de chlore avec addition d'alcool méthylique.

MESURES A PRENDRE A LA MISE EN TENSION ET L'INJECTION.

Immédiatement avant l'injection, les gaines sont nettoyées à l'air comprimé. Cette opération est répétée quatre fois dans un délai d'une heure.

L'injection de l'ensemble des gaines concernées est effectuée simultanément, dans un délai compris entre le 2^e et le 10^e jour suivant la mise en tension.

INJECTION

Les gaines sont remplies au moyen d'un coulis de ciment ou d'un mortier, correspondant aux prescriptions du Comité CEN TC "Louts for prestressing tendons".

L'adjudicataire soumet en temps utile la composition du coulis à l'agrément du fonctionnaire dirigeant. Celui-ci se réserve le droit de procéder à des essais préliminaires pour s'assurer que la composition proposée convient.

L'injection se fait avec une pression minimale de 5 bar à partir d'une extrémité ou, dans certains cas particuliers, à partir d'une ouverture située en un point bas de la gaine.

Les événements et autres ouvertures sont bouchés au fur et à mesure de la progression de la pâte ou du mortier dans la gaine. Aucune ouverture ne peut être bouchée avant que le mortier ou la pâte qui en sort n'ait pratiquement la même consistance que le mortier ou la pâte injectée.

L'injection est poursuivie sans interruption jusqu'à ce que la gaine soit complètement remplie.

En cas de gelée inopinée, le point de congélation est abaissé en ajoutant de l'alcool dont la quantité ne peut dépasser 10 % de celle de l'eau de gâchage.

8.3. Solidarisation d'éléments jointifs.

Entre les éléments jointifs qui doivent être solidarisés par précontrainte, il y a lieu de prévoir des joints au mortier de ciment dont l'épaisseur ne dépasse ni 20 mm ni 1/10 de leur largeur. Si la galette est rétrécie localement, par exemple par suite du passage d'une alvéole à travers un joint entre éléments préfabriqués, cette épaisseur ne dépasse pas 1/5 de la largeur réduite.

La mise en tension est effectuée lorsque le mortier de jointolement entre les éléments a acquis une résistance de 1,35 fois la contrainte crue le mortier subira pendant et après la mise en précontrainte.

La valeur de cette contrainte de compression est prise égale à la valeur caractéristique f_c au moment de la mise sous tension, indiquée aux documents d'adjudication.