

Annexes : 4.

CIRCULAIRE N° 520-8/6

Aux Chefs de Service,

OBJET : Marchés publics de travaux.  
Aciers de précontrainte.  
Réception des aciers.  
Marque de conformité BENOR.

La présente circulaire est destinée à rendre applicable les 3 nouvelles NBN I 10-001, -002 et -003, relatives aux aciers de précontrainte sous forme de fils et de torons, à organiser les opérations de réception en particulier en introduisant l'utilisation de la marque de conformité BENOR et à préciser les conditions relatives à la mise en œuvre des aciers de précontrainte.

Les prescriptions relatives aux aciers de précontrainte font l'objet des annexes 1 et 2. Les propriétés des fils et torons normalisés sont reprises dans les annexes 3 et 4 (extraits "in extenso" de tableaux des NBN I 10-002 et 003).

Les Chefs de Service veilleront à ce que les cahiers spéciaux des charges relatifs à des travaux où sont mis en œuvre des aciers de précontrainte se réfèrent à la présente circulaire qui annule et remplace les circulaires n° 525-5 du 17 mai 1967 relative aux fils et n° 525-7 du 13 février 1969 relative aux torons.

Du fait de l'absence de norme de produit pour les barres de précontrainte, les auteurs de projet doivent consulter les services extérieurs du Bureau des Ponts lors de l'élaboration du cahier spécial des charges lorsque l'utilisation de ce type d'armature est envisagé.

Lorsque la corrosion sous tension des armatures est prévisible, l'auteur du projet doit consulter les services extérieurs du Bureau des Ponts pour insérer dans le cahier spécial des charges à l'article 7.4. de la NBN I 10-001 les prescriptions relatives aux essais correspondants.

Pour le Ministre :

Le Secrétaire Général,



ir R. DE PAEPE.

Prix : 50 ,- F

MARCHES PUBLICS DE TRAVAUX

ACIERS DE PRECONTRAINTE

CLAUSES ET CONDITIONS

1. PREAMBULE.

La présente circulaire abroge et remplace les circulaires n° 525-5 du 17 mai 1967 et n° 525-7 du 13 février 1969.

Elle introduit l'application des NBN I 10-001, -002 et -003, organise les opérations de réception en particulier en introduisant l'utilisation de la marque de conformité BENOR et précise les conditions relatives à la mise en œuvre des aciers de précontrainte.

2. APPLICATION DES NBN I 10-001, -002 et -003.

Sous réserve des compléments et précisions figurant à l'annexe 2, la présente circulaire rend applicable pour les marchés publics dans lesquels des aciers de précontrainte sont fournis ou mis en œuvre, les normes suivantes :

- NBN I 10-001 (1986) - Aciers de précontrainte - Fils, torons et barres - Généralités et prescriptions communes.
- NBN I 10-002 (1987) - Aciers de précontrainte - Fils tréfilés et son erratum du 12.10.1988.
- NBN I 10-003 (1986) - Aciers de précontrainte - Torons et son erratum du 12.10.1988.

Ces normes ont été approuvées par l'A.R. du 12 juin 1987 (M.B. du 03 juillet 1987 - page 10.378).

L'A.R. remplace par les 3 normes précitées, les NBN 684-1 (1966) et 684-2 (1968) précédemment homologuées.

3. RECEPTION TECHNIQUE PREALABLE.

Chaque lot d'acier de précontrainte présenté en réception est soumis à tous les essais et contrôles prévus au § 2 ci-dessus.

Cependant, considérant que dans le domaine des aciers de précontrainte, l'octroi de la marque de conformité BENOR est d'application et conformément aux articles 12 § 1°, dernier alinéa et 27 § 2, deuxième alinéa du cahier général des charges (A.M. du 10 août 1977), les aciers de précontrainte bénéficiaires de la marque BENOR sont exemptés, en vue de la réception technique préalable, des essais réalisés dans le cadre de la marque BENOR.

### 3.1. Aciers ne bénéficiant pas de la marque BENOR.

Dans l'esprit de l'article 27 § 2 du cahier général des charges, les essais de réception sont censés être effectués aux usines du fabricant. Les essais de réception sont effectués en présence des services extérieurs du Bureau des Ponts (Direction Gent ou Direction Liège II). Ceux-ci plombent le lot d'acier réceptionné et établissent un rapport de réception adressé au service d'exécution.

A l'occasion de cette réception, les services extérieurs du Bureau des Ponts s'assurent que les armatures fournies sont aptes à être mises en œuvre avec le système de précontrainte autorisé (cfr § 4.1.) et font procéder, le cas échéant, aux essais nécessaires.

Lors de l'approvisionnement des armatures sur le chantier, le service d'exécution vérifie la concordance de la fourniture avec le lot d'acier réceptionné et s'assure de la présence des plombs. Il vérifie également le bon état de conservation des armatures (corrosion, ...).

### 3.2. Aciers bénéficiant de la marque BENOR.

Cette procédure peut être appliquée à toutes les entreprises en cours pour autant que l'entrepreneur en fasse la demande en s'engageant sans restriction aucune à se soumettre aux prescriptions de la présente circulaire. Cette demande est irrévocable et lie les parties jusqu'à la fin de l'entreprise.

#### 3.2.1. Octroi de la marque BENOR.

La marque de conformité est réservée aux produits pour lesquels le producteur a obtenu la reconnaissance qu'ils sont conformes aux NBN I 10-001 à 003.

Cette reconnaissance est accordée par l'Organisation pour le Contrôle des Aciers pour Béton (en abrégé OCAB) au producteur qui devient ainsi "Usager de la Marque".

L'OCAB a confié conjointement au Bureau SECO et aux services extérieurs du BUREAU DES PONTS du Ministère des Travaux Publics, la mission d'examiner la valeur des usines candidates, préalablement à la délivrance de l'autorisation d'usage de la marque BENOR, et ensuite de vérifier régulièrement l'efficacité de l'autocontrôle industriel du producteur.

#### 3.2.2. Identification.

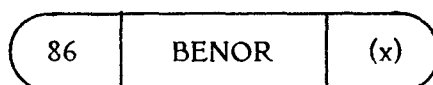
La marque d'identification est matérialisée par une étiquette attestant la conformité à la norme.

Cette étiquette porte au moins les indications suivantes :

- le sigle BENOR;
- un numéro d'ordre numérique croissant propre aux produits BENOR.

Les unités de production d'acier BENOR (couronne de fil ou bobine de toron) sortant de l'usine d'un "Usager de la Marque" sont accompagnées d'un bordereau de livraison numéroté porteur du sigle BENOR. Ce bordereau porte les indications suivantes :

- a. Sigle BENOR avec numéro distinctif de l'"USAGER DE LA MARQUE"



NBN I 10-001

---

(x) Espace réservé au numéro distinctif de l'"USAGER DE LA MARQUE".

- b. Nom du producteur "USAGER DE LA MARQUE".
- c. Numéro d'ordre croissant propre aux livraisons BENOR.
- d. Désignation qualitative et quantitative complète de la livraison.
- e. Date de la livraison.
- f. Nom et adresse du client et lieu de livraison.
- g. Toutes références de la commande du client.

L'"USAGER DE LA MARQUE" indique en outre le numéro de chaque unité de production fournie.

De plus, le bordereau est complété pour chaque unité de production par l'indication :

- du module d'élasticité et
- de la section réelle de l'armature (\*).

### 3.2.3. Fournitures.

L'entrepreneur prévient l'administration de son intention d'approvisionner sur chantier ou dans ses ateliers des aciers autorisés à faire usage de la marque BENOR au moins quinze jours avant la date de livraison. Il précise cette date.

Compte tenu de l'importance du suivi de l'octroi de la marque BENOR et de l'importance de la mise en œuvre des armatures (cfr § 4), il est nécessaire que la réception des aciers de précontrainte aux lieux d'utilisation (chantiers, usines de préfabrication d'éléments de béton précontraint, ... etc) soit assurée par les services extérieurs du Bureau des Ponts. Dans ce but les services d'exécution leur adressent copie de la demande de réception que l'entrepreneur a dû introduire auprès du service d'exécution.

Un agent des services extérieurs du Bureau des Ponts effectue au lieu de livraison la réception des fournitures présentées. Il s'assure que pour les aciers livrés, le producteur est autorisé à faire usage de la marque BENOR, il vérifie la conformité du bon de livraison avec la fourniture, il constate la présence d'une étiquette BENOR sur chaque unité de production et vérifie le bon état de conservation des aciers (corrosion, ...).

A l'occasion de cette réception, il s'assure également que les armatures fournies sont aptes à être mises en œuvre avec le système de précontrainte autorisé (cfr § 4.1.) et fait procéder, le cas échéant, aux essais nécessaires.

Les références figurant sur les bordereaux sont recopiées au journal des travaux de l'entreprise ou aux documents en tenant lieu. La décision éventuelle de procéder aux essais précités est consignée aux mêmes documents. Les bordereaux et étiquettes sont soigneusement conservés de façon à pouvoir être produits lors d'une éventuelle contestation.

Les aciers ne sont pas mis en œuvre tant que les opérations précitées ne sont pas terminées.

### 3.2.4. Essais complémentaires.

Dans le cadre du suivi de la marque de conformité BENOR par les services extérieurs du Bureau des Ponts, des essais complémentaires peuvent être réalisés dans le but essentiel de détection d'erreur ou de fraude vis-à-vis de la procédure BENOR.

L'agent des services extérieurs du Bureau des Ponts peut décider de l'opportunité de procéder à ces essais et il délimite, le cas échéant, la ou les parties de la fourniture concernée par ces essais.

Dans ce cas, chaque prélèvement comprend au moins trois tronçons de 6 m de long, prélevés chacun dans une unité de production différente. La demande d'essai est effectuée par le Bureau des Ponts. En cas de constatation d'une anomalie, le Bureau des Ponts introduit la réclamation auprès de l'OCAB.

Les frais de ces essais sont à charge de l'administration.

(\*) section mesurée conventionnellement par pesée à l'occasion de l'exécution de l'essai de traction.

#### 4. MISE EN OEUVRE.

##### 4.1. Systèmes de précontrainte.

Considérant que la mise en œuvre des aciers de précontrainte a une influence sur leur comportement, il ne suffit pas qu'ils répondent aux prescriptions des normes précitées, mais l'administration doit aussi s'assurer que les modalités de mise en œuvre des systèmes de précontrainte (y compris la déviation des armatures, ...) ne limitent pas le domaine d'application des armatures.

Dans cet esprit, les fils et torons sont éprouvés dans le cadre de l'autorisation de présentation des systèmes de précontrainte (circulaire n° 576-54 du 28.03.1980) sous la supervision des services extérieurs du Bureau des Ponts sur la base des prescriptions de l'article 6.7. de l'annexe 2 ci-jointe.

##### 4.2. Exécution.

Lors de la mise en œuvre, les précautions suivantes doivent être prises :

- dès leur approvisionnement sur le chantier, les armatures sont conservées dans un abri ventilé comportant un toit et des parois étanches à l'eau. En outre, elles doivent se trouver à au moins 200 mm du sol ;
- les armatures enduites d'huile soluble font l'objet d'une protection particulière contre la poussière, le sable, ... etc;
- durant leur mise en œuvre, les armatures doivent rester propres;
- tout travail de soudage ou d'oxycoupage est interdit à proximité des armatures;
- toute découpe est réalisée mécaniquement;
- le pliage des armatures n'est jamais admis même en cas d'utilisation comme armatures passives;
- l'arrimage par soudage des gaines contenant déjà des aciers de précontrainte est interdit;
- lors de l'enfilage des armatures dans les gaines, il faut assurer un guidage adéquat des armatures de manière à éviter de les souiller par du sable, de la poussière, de la boue ... etc (influence sur le coefficient de frottement). Des précautions particulières sont prises en cas d'utilisation d'armatures enduites d'huile soluble.

Pour le Ministre :

Le Secrétaire Général,



ir R. DE PAEPE.

MARCHES PUBLICS DE TRAVAUXACIERS DE PRECONTRAINTECOMPLEMENTS ET PRECISIONS APPORTES AUX NBN I 10-001 A -003.

Les différents articles des normes cités ci-dessous sont complétés comme suit :

I. NBN I 10-001.

Article 6.7. Comportement sous charges multiaxiales (armatures ancrées ou déviées).

Cette propriété indispensable lors de l'utilisation d'aciers de précontrainte est vérifiée expérimentalement dans les circonstances d'emploi dans l'ouvrage soit selon les prescriptions du document de la Fédération Internationale de la Précontrainte "Recommandations for acceptance and application of post-tensioning systems" (Londres - mars 81) pour les systèmes de précontrainte soit selon les prescriptions du point 4.3. (Relevage des torons de précontrainte) du document de la Fédération de l'Industrie du béton (FeBe) "Standardisation des poutres préfabriquées en béton précontraint pour ouvrages d'art" (3ème édition - 1985) pour les armatures déviées sur banc de préfabrication.

Les exigences suivantes sont d'application :

1. Charge de rupture, selon le cas :

- le rapport de la charge de rupture (charge maximale) de l'unité de précontrainte à la charge de rupture réelle des mêmes armatures (essai de traction habituel) est d'au moins 95 %;
- le rapport de la charge de rupture (charge maximale) de l'armature déviée à la charge de rupture réelle de l'armature non déviée (essai de traction habituel) est d'au moins 95 %.

2. Allongement total, selon le cas :

- l'allongement total de l'unité de précontrainte sous la charge maximale est d'au moins 2 %;
- l'allongement total de l'armature déviée sous la charge maximale est d'au moins 2 %.

Le comportement sous charges multiaxiales est vérifié dans le cadre de l'autorisation de présentation des systèmes d'ancrages des armatures de précontrainte et dans celui des systèmes de déviation des armatures sur banc de préfabrication (voir annexe 1 - § 4.1.).

## II. NBN I 10-002 et I 10-003.

Art. 4.2.1. - Présentation en réception.

En outre, une fourniture d'acier de précontrainte peut être constituée d'un seul lot (homogène ou non homogène) ou de plusieurs lots (un ou plusieurs lots homogènes plus éventuellement un lot non homogène). Une fourniture peut aussi être constituée d'une partie d'un lot homogène.

Art. 4.2.2. - Lot homogène et lot non homogène.

Par dérogation, lorsque le test de SHAPIRO-WILK ou d'AGOSTINO conclut à ce qu'il y ait des raisons de mettre en doute la normalité du lot, on peut accepter le lot comme homogène si, pour la charge de rupture, l'estimation de l'écart-type du lot est inférieure au centième de la valeur caractéristique spécifiée.

Art. 4.2.4.1. - Détermination du nombre d'échantillons nécessaires (cas du lot homogène).

Dans tous les cas, le nombre d'échantillons nécessaires "n" est limité au nombre d'unité de production du lot présenté en réception.

Art. 4.2.7 - Comportement dans le temps.

Lors de la réception d'un lot ne bénéficiant pas de la marque de conformité BENOR, trois essais de relaxation et trois essais de fatigue sont effectués.

L'essai de relaxation isotherme est effectué durant 1.000 heures sous une charge initiale de 70 % de la charge de rupture réelle de l'échantillon. Lors de l'essai de fatigue, le nombre minimal de cycles avant rupture est de  $2.10^6$  cycles.

## III. Tableau 4 (NBN I 10-002) et tableau 5 (NBN I 10-003).

La classe de relaxation imposée est R2.

Pour le Ministre :

Le Secrétaire Général,



ir R. DE PAEPE.

Tableau 4 - Propriétés des fils tréfilés à froid détensionnés

Diamètre nominal (1) mm	Résistance caractéristique spécifiée à la traction (2) N/mm <sup>2</sup>	Section nominale $S_n$ mm <sup>2</sup>	Masse nominale au mètre g/m	Ecartes tolérès en + sur			Charge de rupture caractéristique spécifiée kN	Charge caractéristique spécifiée à la limite conventionnelle d'élasticité à 0,2 % kN	Charge caractéristique spécifiée à la limite conventionnelle d'élasticité à 0,1 % kN	F'm F'p0,2 min (3)	Allongement total sous charge maximale $L_o > 200$ mm min (4) %	Essai de ductilité			Relaxation maximale à 1000 h		Essai de fatigue Etendue de la sollicitation ( $F_{max} - F_{min}$ ) pour $F_{max} = 0,8 F'_m$ (3) N		
				Dia-mètre mm	Sec-tion mm <sup>2</sup>	Masse g/m						Stric-tion minimale à rupture %	Pliages alternés		Charge initiale de relaxation en % de la charge de rupture réelle	Classe de relaxation			
													Nombre minimal	Rayon de l'ap-pui cy-lindrique		R <sub>1</sub>		R <sub>2</sub>	
12,2 12,2	1470 1570	117	918	0,07	1,34	10,5	172 184	141 151	138 147										
10 10	1470 1570	78,5	617	0,07	1,10	8,6	115 123	94,3 101	92,3 98,6										
8 8	1570 1670	50,3	395	0,06	0,75	5,9	79,0 84,0	67,1 71,4	65,6 69,7	1,025	3,5 pour tous les fils	25 pour tous les fils	4 4 4 4 5 5 5 5	3 3 3 3 4 4 4 4	30 25 20 20	60 70 80	4,5 8 12	1,0 2,5 4,5	200 x $S_o$ (5) pour fils lisses
6 6	1670 1770	28,3	222	0,05	0,47	3,7	47,3 50,1	40,2 42,6	39,3 41,6				4 4	3 3	15	pour tous les fils		180 x $S_o$ (5) pour fils à em- preintes	
5 5	1670 1770	19,6	154	0,05	0,39	3,1	32,7 34,7	27,8 29,5	27,2 28,8				6 6	5 5	15				
4 4	1670 1770	12,6	98,9	0,04	0,25	2,0	21,0 22,3	17,9 19,0	17,5 18,5				4 4	3 3	10				

- (1) Les diamètres non mentionnés ne sont pas normalisés.  
(2) La résistance caractéristique spécifiée à la traction est calculée à partir de la section nominale et de la charge de rupture caractéristique spécifiée.  
(3)  $F'_m$ ,  $F'_{p0,2}$  = charge de rupture et charge à la limite conventionnelle d'élasticité à 0,2 % mesurées lors de l'essai de traction.  
(4)  $L_o$  = longueur initiale entre repères (voir NBN I 10-204)  
(5)  $S_o$  = aire de la section initiale réelle (voir NBN I 10-203).

NOTE : Sans autre indication du producteur, on peut prendre comme module d'élasticité  
 $E = 205 \text{ kN/mm}^2 + 10 \text{ kN/mm}^2$ .



Tableau 3 - Propriétés des torons 3 fils

Type de toron	Diamètre nominal	Résistance caractéristique spécifiée à la traction	Section nominale	Masse nominale au mètre	Charge de rupture caractéristique spécifiée	Charge caractéristique spécifiée à la limite conventionnelle d'élasticité à 0,2 %	Charge caractéristique spécifiée à la limite conventionnelle d'élasticité à 0,1 %	$\frac{F'_m}{F'_p 0,2}$
(1)	mm	(2) N/mm <sup>2</sup>	S <sub>n</sub> mm <sup>2</sup>	g/m	(3) kN	(3) kN	(3) kN	(4) min
3X4,25	9,2	1860	42,6	336	79,2	69,7	67,3	1,025
3X3,55	7,7	1860	29,7	233	55,2	48,6	47,0	
3X3,50	7,5	1860	29,0	228	54,0	47,0	45,9	
3X3,15	6,9	1860	23,4	183	43,5	38,3	37,0	
3X3,00	6,5	1860	21,3	167	39,7	34,9	33,7	
3X2,90	6,3	1920	19,8	157	38,0	33,5	32,5	
3X2,60	5,6	1960	15,9	125	31,2	27,4	26,5	
3X2,40	5,2	1960	13,6	107	26,7	23,5	22,7	
3X2,25	4,8	1960	12,0	94,2	23,5	20,6	20,0	

- (1) les diamètres non mentionnés ne sont pas normalisés
- (2) la résistance caractéristique spécifiée à la traction est calculée à partir de la section nominale de l'armature et de la charge à la rupture caractéristique spécifiée (voir note n° 3)
- (3) les charges caractéristiques spécifiées sont souvent considérées de préférence aux résistances, en raison des tolérances serrées sur section et masse au mètre
- (4) F'<sub>m</sub>, F'<sub>p</sub> 0,2 = charge de rupture et charge à la limite conventionnelle d'élasticité à 0,2 % mesurées lors de l'essai de traction
- (5) L<sub>0</sub> = longueur initiale entre repères (voir NBN I 10-204)
- (6) S<sub>0</sub> = aire de la section initiale réelle (voir NBN I 10-203)

Note : Sans autre indication du producteur, on peut prendre comme module d'élasticité E = 200 kN/mm<sup>2</sup> ± 10 kN/mm<sup>2</sup>

Tableau 4 - Propriétés des torons 7 fils

Diamètre nominal	Résistance caractéristique spécifiée à la traction	Section nominale	Masse Nominale au mètre	Ecart tolérés sur diamètre	Charge de rupture caractéristique spécifiée	Charge caractéristique spécifiée à la limite conventionnelle d'élasticité à 0,2 %	Charge caractéristique spécifiée à la limite conventionnelle d'élasticité à 0,1 %	$\frac{F'_m}{F'_p 0,2}$
(1) mm	(2) N/mm <sup>2</sup>	S <sub>n</sub> mm <sup>2</sup>	g/m	mm	(3) kN	(3) KN	(3) kN	(4) (4)
9,3	1860	52	408	} +0,3 -0,15	97	85	82	1,025
12,5	1860	93	730		173	152	147	
12,9	1860	100	785	} +0,4 -0,2	186	153	158	
15,2	1860	130	1090		260	228	220	
15,2	1770	139	1090		248	216	209	
15,7	1860	150	1180		279	246	237	
15,7	1770	150	1180		265	233	225	

Tableau 5 - Caractéristiques communes pour tous les torons

Ecart toléré en ± sur				Relaxation maximale à 1000 h			Essai de fatigue - Etendue de la sollicitation (F <sub>max</sub> - F <sub>min</sub> ) pour F <sub>max</sub> = 0,8 F' <sub>m</sub> N
Section armature	Masse nominale au mètre	Allongement total sous charge maximale L <sub>0</sub> > 500 mm	Striction de rupture	Charge initiale en % de la charge de rupture réelle	Classe de relaxation		
mm <sup>2</sup>	g/m	(5) min			R <sub>1</sub>	R <sub>2</sub>	
+ 2 % - 2 %	+ 2 % - 2 %	3,5 %	ruptures ductiles des fils visibles à l'oeil	60 70 80	4,5 8 12	1,0 2,5 4,5	195 x S <sub>0</sub> (6)