

<b>PRESCRIPTIONS TECHNIQUES</b>	PTV	311
	REV 5	2012/6

PTV 311/5 (2012)

## ACIERS DE PRECONTRAINTE

### TORONS

REVISION 5

BENOR asbl

Approuvé par le Conseil d'Administration le 08/06/2012

**PRESCRIPTIONS TECHNIQUES**

**Aciers de précontrainte - Torons**

**INSTITUT BELGE DE  
NORMALISATION**

COMITE DE LA MARQUE

**Prescriptions Techniques OCAB  
PTV n° 311 – Rév. (5)**

- Proposé par le Bureau Technique n° 2 le 1<sup>er</sup> juin 2012.
- Approuvé par le Conseil d'Administration le 8 juin 2012.

**PREAMBULE.**

Ces Prescriptions Techniques (P.T.) ont été rédigées par le Bureau Technique 2 - "Aciers de Précontrainte" de l'a.s.b.l. OCAB, en vue de la standardisation et de la certification des armatures de précontrainte suivantes :

- torons avec fils à empreintes;
- toron Ø 5,2 - 3 fils - 2160 - R2;
- toron Ø 5,2 - 3 fils - 2060 - R2;
- toron Ø 6,5 - 3 fils - 1960 - R2;
- toron Ø 9,2 - 3 fils - 1670 - R2;
- toron Ø 6,4 - 7 fils - 2060 - R2;
- toron Ø 6,85 - 7 fils - 2160 - R2;
- toron Ø 6,85 - 7 fils - 2060 - R2;
- toron Ø 6,9 - 7 fils - 1860 - R2;
- toron Ø 7,0 - 7 fils - 2060 - R2;
- toron Ø 8,6 - 7 fils - 2060 - R2;
- toron Ø 9,0 - 7 fils - 1960 - R2;
- toron Ø 11,0 - 7 fils - 1860 - R2;
- toron Ø 11,3 - 7 fils - 2060 - R2;
- toron Ø 18,0 - 7 fils - 1770 - R2.

La conformité a trait aux exigences de la série de normes NBN I 10-001 à I 10-003, moyennant les précisions, modifications et compléments décrits dans les présentes Prescriptions Techniques.

Ce PTV 311 - Rév. (5) annule et remplace le PTV 311 - Rév. (4).

**DOCUMENTS A CONSULTER (NORMES et PTV).**

NBN I 10-001 (1986)

Aciers de précontrainte - Fils, torons et barres - Généralités et prescriptions communes.

NBN I 10-002 (1987) et son erratum du 12.10.1988

Aciers de précontrainte - Fils tréfilés.

NBN I 10-003 (1986) et son erratum du 12.10.1988

Aciers de précontrainte - Torons.

NBN I10-201 (1980)

Armatures de précontrainte -

Détermination du caractère d'adhérence au béton des armatures de précontrainte.

NBN EN ISO 15630-3 : 2010

Aciers pour l'armature et la précontrainte du béton – Méthodes d'essai -

Partie 3 : Armatures de précontrainte.

## **1. OBJET.**

Les présentes Prescriptions Techniques (P.T.) mentionnent les exigences auxquelles doivent satisfaire les torons destinés à la précontrainte du béton.

## **2. PRECISIONS, MODIFICATIONS ET COMPLEMENTS RELATIFS A LA NBN I 10-001.**

### **2.1. Point 1. - Domaine d'application.**

Les propriétés spécifiques à chaque type d'armatures de précontrainte sont mentionnées dans les normes ou prescriptions techniques suivantes :

NBN I10-002 - Aciers de précontrainte - Fils tréfilés

NBN I10-003 - Aciers de précontrainte - Torons

PTV 311 - Aciers de précontrainte - Torons

PTV 312 - Aciers de précontrainte galvanisés

PTV 314 - Aciers de précontrainte - Fils tréfilés.

### **2.2. Point 2.1.2. - Définition.**

\* Toron.

Le toron est un ensemble de fils tréfilés lisses disposés en hélice (NBN I 10-003); le toron peut comporter 3 ou 7 fils.

\* Toron à empreintes.

Le toron à empreintes est un ensemble de fils tréfilés à empreintes disposés en hélice (NBN I 10-003). Le toron à empreintes peut comporter 3 fils à empreintes ou 1 fil central lisse ou à empreintes plus 6 fils périphériques à empreintes.

\* Toron lisse galvanisé.

La définition du toron lisse galvanisé est donnée dans le PTV 312.

**2.3. Point 2.4. - Section nominale.**

La section nominale est celle qui est prise en compte pour les calculs de résistance.

**2.4. Point 4.2. - Désignation conventionnelle.**

Pour les torons à empreintes, utiliser :

- le mot "toron à empreintes"
- le symbole ⊗

Pour les torons 7 fils d'un diamètre nominal de 12,5 mm ou plus, la désignation conventionnelle est complétée par la valeur garantie du comportement de cette armature aux contraintes multiaxiales, comme déterminée par l'essai de traction déviée ( $D \leq 28$  ou  $D \leq 20$ ).

La mention simplifiée de la valeur garantie seule est admise, ceci sous forme de « D20 » ou « D28 » selon le cas.

La désignation conventionnelle des armatures lisses galvanisées est donnée au PTV 312.

**2.5. Point 5. - Propriétés géométriques.**

Les diamètres nominaux, les tolérances sur ceux-ci et la rectitude des différents produits sont indiqués dans les normes NBN I10-002 et NBN I10-003, pour autant qu'ils ne soient pas modifiés par les PTV 311 et 314.

Dans le cas des armatures galvanisées suivant le PTV 312, les propriétés géométriques s'appliquent à l'armature couche de zinc comprise.

**2.6. Point 6. - Propriétés mécaniques.**

Les propriétés mécaniques des différents produits sont spécifiées dans les normes NBN I10-002 et NBN I10-003, pour autant qu'elles ne soient pas modifiées par les PTV 311 et 314.

Dans le cas des armatures galvanisées suivant le PTV 312, les propriétés mécaniques s'appliquent à l'armature couche de zinc comprise.

**2.7. Point 6.2. - Charge de rupture ou résistance à la traction.**

La résistance à la traction est exprimée en  $N/mm^2$ ; elle est calculée à partir des charges de rupture et des sections réelles. Les sections réelles sont déterminées via la mesure de la longueur et du poids de l'armature, y compris son éventuelle couche de zinc, (NBN EN ISO 15630-3).

La section réelle est calculée avec une précision de  $\pm 1\%$ .

**2.8. Point 6.3. - Charge à la limite conventionnelle d'élasticité.**

La charge à la limite conventionnelle d'élasticité est déterminée graphiquement sur le diagramme « Charges-Allongements » conformément aux indications de la norme NBN EN ISO 15630-3.

**2.9. Point 6.5. - Module d'élasticité.**

Le module d'élasticité (E) est déterminé sur le diagramme « Charges-Allongements » suivant les indications de la norme NBN EN ISO 15630-3.

**2.10. Point 6.7. - Comportement sous charges multiaxiales.**

Le comportement sous charges multiaxiales des torons 7 fils de diamètre nominal d'au moins 12,5 mm est caractérisé par le comportement de ces armatures en traction déviée suivant NBN EN ISO 15630-3. Suivant le cas, cet essai est conduit sur l'armature nue ou galvanisée.

**2.11. Point 7.4. - Corrosion sous tension.**

La résistance à la corrosion sous tension est déterminée au moyen de l'essai qui est décrit dans la NBN EN ISO 15630-3, dans lequel on utilise la solution A. L'essai est conduit sous une charge de 80% de  $F'_m$ .

On effectue l'essai sur l'armature nue.

**3. PRECISIONS, MODIFICATIONS ET COMPLEMENTS RELATIFS A LA NBN I 10-003.**

**3.1. Point 1. - Domaine d'application.**

Ce document normatif est applicable aux torons en acier à haute limite d'élasticité, destinés à la précontrainte du béton.

**3.2. Point 2.1. - Toronnage.**

Le toronnage des armatures galvanisées s'effectue au départ de fil galvanisé. A cet effet, on se réfère au PTV 312.

**3.3. Point 4. - Contrôle.**

Le contrôle est effectué conformément aux prescriptions :

- de la norme NBN I10-003, amendée par le PTV 311, pour les armatures nues;
- du PTV 312 pour les armatures galvanisées.

**3.4. Point 4.1. - Propriétés contrôlables.**

n° 1 Propriétés géométriques :

- \* torons : diamètre, section nominale et pas
- \* torons à empreintes : diamètre, section nominale, pas et empreintes (voir § 3.8 ci-après, = point 5.4.).

**3.5. Point 4.2.7. - Comportement dans le temps.**

La fréquence des essais de relaxation (n° 10), de fatigue (n° 11) et de corrosion sous tension (n° 12) est précisée à la commande. La fréquence des essais doit au moins atteindre la fréquence minimale mentionnée au DOC.282 (point B.1.3).

Par accord particulier à la commande, le producteur communique des résultats d'essais faits sur des aciers de même type, pour la propriété n° 13.

**3.6. Point 4.2.8. - Comportement sous charges multiaxiales.**

La fréquence des essais de traction déviée suivant NBN EN ISO 15630-3, pour juger du comportement sous charges multiaxiales, est précisée à la commande. La fréquence des essais doit au moins atteindre la fréquence minimale mentionnée au DOC.282 (point B.1.4).

**3.7. Point 5.1. - Propriétés.**

Les tableaux 3 à 5 de la norme NBN I 10-003 sont complétés par les propriétés des torons à empreintes suivants :

- \* toron à empreintes -  $\otimes$  7,5 - 3 fils - 1860 - R2
- \* toron à empreintes -  $\otimes$  6,9 - 3 fils - 1860 - R2
- \* toron à empreintes -  $\otimes$  6,5 - 3 fils - 1860 - R2
- \* toron à empreintes -  $\otimes$  5,2 - 3 fils - 1960 - R2
- \* toron à empreintes -  $\otimes$  9,3 - 7 fils - 1860 - R2
- \* toron à empreintes -  $\otimes$  12,5 - 7 fils - 1860 - R2
- \* toron à empreintes -  $\otimes$  12,9 - 7 fils - 1860 - R2
- \* toron à empreintes -  $\otimes$  15,2 - 7 fils - 1860 - R2
- \* toron à empreintes -  $\otimes$  15,2 - 7 fils - 1770 - R2
- \* toron à empreintes -  $\otimes$  15,7 - 7 fils - 1860 - R2
- \* toron à empreintes -  $\otimes$  15,7 - 7 fils - 1770 - R2

Hormis les propriétés géométriques des empreintes, ils répondent aux mêmes spécifications que les torons constitués de fils lisses.

De plus, on définit les torons suivants :

- toron -  $\varnothing$  5,2 - 3 fils - 2160 - R2
- toron -  $\varnothing$  5,2 - 3 fils - 2060 - R2
- toron à empreintes -  $\otimes$  5,2 - 3 fils - 2060 - R2
- toron -  $\varnothing$  6,5 - 3 fils - 1960 - R2
- toron à empreintes -  $\otimes$  6,5 - 3 fils - 1960 - R2
- toron -  $\varnothing$  9,2 - 3 fils - 1670 - R2
- toron -  $\varnothing$  6,4 - 7 fils - 2060 - R2
- toron à empreintes -  $\otimes$  6,4 - 7 fils - 2060 - R2
- toron -  $\varnothing$  6,85 - 7 fils - 2060 - R2
- toron à empreintes -  $\otimes$  6,85 - 7 fils - 2060 - R2
- toron -  $\varnothing$  6,85 - 7 fils - 2160 - R2
- toron à empreintes -  $\otimes$  6,85 - 7 fils - 2160 - R2
- toron -  $\varnothing$  6,9 - 7 fils - 1860 - R2
- toron -  $\varnothing$  7,0 - 7 fils - 2060 - R2
- toron à empreintes -  $\otimes$  7,0 - 7 fils - 2060 - R2
- toron -  $\varnothing$  8,6 - 7 fils - 2060 - R2
- toron à empreintes -  $\otimes$  8,6 - 7 fils - 2060 - R2
- toron -  $\varnothing$  9,0 - 7 fils - 1960 - R2
- toron à empreintes -  $\otimes$  9,0 - 7 fils - 1960 - R2
- toron -  $\varnothing$  11,0 - 7 fils - 1860 - R2
- toron à empreintes -  $\otimes$  11,0 - 7 fils - 1860 - R2
- toron -  $\varnothing$  11,3 - 7 fils - 2060 - R2
- toron à empreintes -  $\otimes$  11,3 - 7 fils - 2060 - R2
- toron -  $\varnothing$  18,0 - 7 fils - 1770 - R2
- toron à empreintes -  $\otimes$  18,0 - 7 fils - 1770 - R2

Les propriétés des torons lisses spécifiées dans les tableaux 3bis à 5bis ci-dessous s'appliquent aussi bien aux torons nus qu'aux torons galvanisés (voir également PTV 312).

Dans le cas des torons galvanisés, les propriétés spécifiées pour les aciers s'appliquent au toron couche de zinc comprise.

Les tableaux 3 à 5 complétés en ce sens sont repris ci-après.



**Tableau 3bis - Propriétés des torons 3 fils**

Type de toron	Diamètre nominal	Résistance caractéristique spécifiée à la traction	Section nominale Sn	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 %	$\frac{F'_m}{F'_{p0,2}}$ min.	Corrosion sous tension à 80% de $F'_m$ Résistance 1) individuelle 2) médiane
(1)	mm	(2) N/mm <sup>2</sup>	(6) mm <sup>2</sup>	g/m	(3) kN	(3)(5) kN	(3) kN	(4) (5)	(7) (8) heures
3 x 4,25	9,2	1670	42,6	336	71,1	62,6	60,5	1,025	si $d_{sw} \geq 3,2$ mm 1) 2 2) 5
3 x 4,25	9,2	1860	42,6	336	79,2	69,7	67,3		
3 x 3,55	7,7	1860	29,7	233	55,2	48,6	47,0		si $d_{sw} < 3,2$ mm 1) 1,5 2) 3
3 x 3,50	7,5 (*)	1860	29,0	228	54,0	47,0	45,9		
3 x 3,15	6,9 (*)	1860	23,4	183	43,5	38,3	37,0		
3 x 3,00	6,5 (*)	1860	21,3	167	39,7	34,9	33,7		
3 x 3,00	6,5 (*)	1960	21,1	165	41,4	36,4	35,6		
3 x 2,90	6,3	1920	19,8	157	38,0	33,5	32,5		
3 x 2,60	5,6	1960	15,9	125	31,2	27,4	26,5		
3 x 2,40	5,2 (*)	1960	13,6	107	26,7	23,5	22,7		
3 x 2,40	5,2 (*)	2060	13,6	106	28,0	24,6	24,1		
3 x 2,40	5,2	2160	13,6	106	29,4	25,8	26,2		
3 x 2,25	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)  $F'_m, F'_{p0,2}$  = charge de rupture et charge à la limite conventionnelle d'élasticité à 0,2 % mesurées lors de l'essai de traction.
- (5) Les colonnes 7 et 9 cesseraient d'être d'application dès que la norme européenne EN 10138 entrerait en vigueur.
- (6) La section nominale est calculée en prenant une masse volumique de 7,81 kg/dm<sup>3</sup>.
- (7)  $d_{sw}$  = diamètre du fil constitutif
- (8) La mesure s'effectue en heure(s) et minute(s). Les arrondis s'effectuent sur les dizaines de minutes, soit par exemple : 4h52' = 4h50' < 5h00' et 4h56' = 5h00'
- (\*) fils constitutifs lisses ou à empreintes

**Tableau 4bis - Propriétés des torons 7 fils**

Diamètre nominal  (1) mm	Résistance caractéristique spécifiée à la traction  (2) N/mm <sup>2</sup>	Section nominale  S <sub>n</sub>  (6) mm <sup>2</sup>	Masse nominale au mètre  g/m	Ecart tolérés sur diamètre  mm	Charge de rupture caractéristique spécifiée  (3) kN	Charge caractéristique spécifiée à la limite conventionnelle d'élasticité à 0,2 %  (3) (5) kN	Charge caractéristique spécifiée à la limite conventionnelle d'élasticité à 0,1 %  (3) kN	$\frac{F'_m}{F'_{p 0,2}}$	Traction déviée  D <sub>max</sub>  (9) %	Corrosion sous tension à 80% de F' <sub>m</sub>  Résistance 1) individuelle 2) médiane  (7) (8) heures
								min  (4) (5)		
6,4 (*)	2060	25	195,3		51,5		45,3	1,025	28 (20)	si d <sub>sw</sub> ≥ 3,2 mm 1) 2 2) 5
6,85 (*)	2160	28,2	220,2		60,9		53,6			
6,85 (*)	2060	28,2	220,2		58,1		51,1			
6,9	1860	29	227,7	+ 0,3	54	48	46			
7,0 (*)	2060	30	234	- 0,15	62	55	53			
8,6 (*)	2060	45	351,5		92,7		81,6			
9,0 (*)	1960	50	390		98	86	84			
9,3 (*)	1860	52	408		97	85	82			
11,0 (*)	1860	75	586		140	123	120			
11,3 (*)	2060	75	585,8		155		136			
12,5 (*)	1860	93	730		173	152	147			
12,9 (*)	1860	100	785		186	163	158			
15,2 (*)	1860	139	1090	+ 0,4	260	228	220			
15,2 (*)	1770	139	1090	- 0,2	248	216	209			
15,7 (*)	1860	150	1180		279	246	237			
15,7 (*)	1770	150	1180		265	233	225			
18,0 (*)	1770	200	1560		354	311	304			

**Tableau 5bis - 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  (6) mm <sup>2</sup>	Masse nominale au mètre  g/m	Allongement total sous charge maximale L <sub>0</sub> > 500 mm  (10) min	Striction de rupture	Charge initiale en % de la charge de rupture réelle	Classe de relaxation		
					R <sub>1</sub> %	R <sub>2</sub> %	
+ 2 % - 2 %	+ 2 % - 2 %	3,5 %	ruptures ductiles des fils visibles à l'œil nu	60 70 80	4,5 8 12	1,0 2,5 4,5	200 x S <sub>0</sub> pour torons lisses (11) 180 x S <sub>0</sub> pour torons à empreintes (11)

(1) à (8) voir notes du tableau 3bis

(9) Les chiffres entre parenthèses concernent les torons qui sont utilisés dans les systèmes de postcontrainte ou comme armatures de précontrainte déviées dans l'industrie de préfabrication.

(10) L<sub>0</sub> = longueur initiale entre repères (voir NBN EN ISO 15630-3)

(11) S<sub>0</sub> = aire réelle d'une section droite avant application de la charge, mesurée avec une erreur maximale de 0.4 % par une méthode de pesée.

(\*) fils constitutifs lisses ou à empreintes

NOTE : La valeur du module d'élasticité peut être prise égale à E=200 kN/mm<sup>2</sup> ± 10 kN/mm<sup>2</sup>, sauf contre-indication du fournisseur.

**3.8. Point 5.4. - Empreintes** (nouveau).

\* **Point 5.4.1. - Fils constitutifs.**

Les empreintes des fils constitutifs des torons à empreintes répondent aux spécifications du point 5.2.2. de la norme NBN I 10-002 (fils) à l'exception des dimensions des empreintes qui répondent aux prescriptions du tableau ci-dessous relatives aux mesures réalisées sur chaque éprouvette.

**Tableau 6 - Caractéristiques géométriques des empreintes**

Diamètre nominal du toron (D) (mm)	Profondeur nominale (a) (mm)	Ecart admissible sur profondeur (mm)	Longueur (L) (mm)	Pas (P) (mm)
D ≤ 12	0,06	± 0,03	3,5 ± 0,5	5,5 ± 0,5
D > 12	0,07	± 0,04	3,5 ± 0,5	5,5 ± 0,5

Les fréquences et méthodes de contrôle en cours de fabrication sont celles prévues dans la norme NBN I 10-002; pour le fil central, il n'y a pas lieu de mesurer les empreintes.

\* **Point 5.4.2. - Mesure après toronnage.**

Il est permis de contrôler les empreintes sur les fils constitutifs du toron avant toronnage. La condition complémentaire dans ce cas est que le producteur doit garantir et démontrer la traçabilité des fils incorporés dans le toron.