

| | | |
|--------------------------|-----------|---------|
| PRESCRIPTIONS TECHNIQUES | PTV | 311 |
| | VERSION 9 | 2024/04 |

ACIERS DE PRÉCONTRAINTE

TORONS

La version en vigueur est disponible sur le site internet de PROCERTUS.

Utilisez le QR-code suivant :



AVANT-PROPOS

Le 01.04.2024 les asbl PROBETON, BE-CERT, OCBS-OCAB et PROCERTUS ont fusionné conformément à l'article 13 du code des sociétés et des associations. À cette date, PROBETON, BE-CERT et OCAB-OCBS ont été dissoutes de plein droit et tous leurs droits et obligations ont été repris par PROCERTUS, qui poursuit seul leurs activités.

1 PRÉAMBULE

Ces Prescriptions Techniques (PTV¹) de PROCERTUS, établies originalement par le Bureau Technique 2 - « Aciers de précontrainte » de l'asbl OCAB, sont gérées par PROCERTUS en tant qu'Organisation sectorielle, en vue de la normalisation et la certification des armatures de précontrainte.

Selon le Règlement d'usage et de contrôle de la marque BENOR² et son article 8, ces Prescriptions Techniques de PROCERTUS constituent les spécifications techniques de référence à la marque BENOR.

La conformité a trait aux exigences de la série de normes NBN I 10-001 et I 10-002 auxquelles s'ajoutent les précisions, modifications et compléments décrits dans les présentes Prescriptions Techniques.

2 DOCUMENTS À CONSULTER

2.1 Normes et PTV

En principe, la dernière édition des normes et PTV s'applique. Si nécessaire, un addendum au présent PTV serait édité en cas d'incompatibilité suite à la révision d'un des documents cités ci-après.

- NBN I 10-001, Aciers de précontrainte - Fils, torons et barres - Généralités et prescriptions communes.
- NBN I 10-002, Aciers de précontrainte - Fils tréfilés.
- NBN I 10-003, Aciers de précontrainte - Torons.
- NBN I 10-201, Armatures de précontrainte - Détermination du caractère d'adhérence au béton des armatures de précontrainte.
- NBN EN ISO 15630-3, Aciers pour l'armature et la précontrainte du béton - Méthodes d'essai - Partie 3 : Armatures de précontrainte.
- PTV 311 - Aciers de précontrainte - Torons.
- PTV 312 - Aciers de précontrainte galvanisés.
- PTV 314 - Aciers de précontrainte - Fils tréfilés.

2.2 Règlement d'application

- TRA 282 - Règlement d'application de la marque BENOR dans le secteur des aciers de précontrainte - Modalités de contrôle applicables aux Usagers de la Marque.

¹ Prescriptions techniques - Technische Voorschriften

² Référence asbl BENOR : NBN/RVB.CA/RM2012-10-02 et éditions suivantes en vigueur

3 OBJET ET DOMAINE D'APPLICATION

Les présentes Prescriptions Techniques mentionnent les exigences auxquelles les fils tréfilés doivent satisfaire.

4 PRÉCISIONS, MODIFICATIONS ET COMPLÉMENTS RELATIFS À LA NBN I 10-001

4.1 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 I 10-002, NBN I 10-003, PTV 311, PTV 312, PTV 314.

4.2 Point 2.1.1. - 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.

4.3 Point 2.4. - Section nominale

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

4.4 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.

4.5 Point 5. - Propriétés géométriques

Les diamètres nominaux, les tolérances sur ceux-ci et la rectitude des différents produits sont indiqués dans les normes NBN I 10-002 et NBN I 10-003, 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.

4.6 Point 6. - Propriétés mécaniques

Les propriétés mécaniques des différents produits sont spécifiées dans les normes NBN I 10-002 et NBN I 10-003, 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.

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

La résistance à la traction est exprimée en N/mm² ; 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 $\pm 1\%$.

4.8 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.

4.9 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.

4.10 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.

4.11 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.

5 PRÉCISIONS, MODIFICATIONS ET COMPLÉMENTS RELATIFS À LA NBN I 10-003

5.1 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.

5.2 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.

5.3 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.

5.4 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 **Point 5.4.**).

5.5 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 TRA 282. 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.

5.6 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 TRA 282.

5.7 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 - \emptyset 5,2 - 3 fils - 2160 - R2
- toron - \emptyset 5,2 - 3 fils - 2060 - R2
- toron à empreintes - \otimes 5,2 - 3 fils - 2060 - R2
- toron - \emptyset 6,5 - 3 fils - 1960 - R2
- toron à empreintes - \otimes 6,5 - 3 fils - 1960 - R2
- toron - \emptyset 9,2 - 3 fils - 1670 - R2
- toron - \emptyset 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 S_n | 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 ² | (6) mm ² | g/m | (3) kN | (3)(5) kN | (3) kN | (4)(5) | (7)(8) h m |
| 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) 2h00min 2) 5h00min si $d_{sw} < 3,2$ mm 1) 1h30min 2) 3h00min |
| 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 | | |
| 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 | 26,2 | 25,8 | | |
| 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 est calculée en prenant une masse volumique de 7,85 kg/dm³.

(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 : 4h52min = 4h50min < 5h00min et 4h56min = 5h00min

(*) fils constitutifs lisses ou à empreintes

Tableau 4bis - Propriétés des torons 7 fils

| Diamètre nominal | Résistance caractéristique spécifiée à la traction | Section nominale S _n | 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. | Traction déviée D _{max} | Corrosion sous tension à 80% de F'm Résistance 1) individuelle 2) médiane |
|------------------|--|------------------------------------|-------------------------|--------|---|---|---|----------------------------------|-------------------------------------|--|
| (1) | (2) | (6) | | | (3) | (3) (5) | (3) | (4) (5) | (9) | (7) (8) |
| mm | N/mm ² | mm ² | g/m | mm | kN | kN | kN | | % | h min |
| 6,4 (*) | 2060 | 25,0 | 196,3 | | 51,5 | | 45,3 | | | |
| 6,85 (*) | 2160 | 28,2 | 221,4 | | 60,9 | | 53,6 | | | |
| 6,85 (*) | 2060 | 28,2 | 221,4 | | 58,1 | | 51,1 | | | |
| 6,9 | 1860 | 29,0 | 227,7 | + 0,3 | 54,0 | 47,5 | 46,0 | | | |
| 7,0 (*) | 2060 | 30 | 235,5 | - 0,15 | 62,0 | 54,6 | 53,0 | | | |
| 8,6 (*) | 2060 | 45 | 353,3 | | 92,7 | | 81,6 | | | si d _{sw} < 3,2 mm |
| 9,0 (*) | 1960 | 50 | 393 | | 98,0 | 86,0 | 84,0 | | | 1) 1h30min |
| 9,3 (*) | 1860 | 52 | 408 | | 97,0 | 85,0 | 82,0 | 1,025 | | 2) 3h00min |
| 11,0 (*) | 1860 | 70 | 549 | | 130 | 114 | 111 | | | si d _{sw} ≥ 3,2 mm |
| 11,3 (*) | 2060 | 75 | 589 | | 155 | | 136 | | | 1) 2h00min |
| 12,5 (*) | 1860 | 93 | 730 | | 173 | 152 | 147 | | 28 (20) | 2) 5h00min |
| 12,9 (*) | 1860 | 100 | 785 | | 186 | 163 | 158 | | 28 (20) | |
| 15,2 (*) | 1860 | 139 | 1090 | + 0,4 | 260 | 228 | 220 | | 28 (20) | |
| 15,2 (*) | 1770 | 139 | 1090 | - 0,2 | 248 | 216 | 209 | | 28 (20) | |
| 15,7 (*) | 1860 | 150 | 1180 | | 279 | 246 | 237 | | 28 (20) | |
| 15,7 (*) | 1770 | 150 | 1180 | | 265 | 233 | 225 | | 28 (20) | |
| 18,0 (*) | 1770 | 200 | 1570 | | 354 | 311 | 304 | | 28 (20) | |

(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 est calculée en prenant une masse volumique de 7,85 kg/dm³.

(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 : 4h52min = 4h50min < 5h00min et 4h56min = 5h00min

(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.

(*) fils constitutifs lisses ou à empreintes

NOTE : La valeur du module d'élasticité peut être prise égale à E = 200 kN/mm² ± 10 kN/mm², sauf contre-indication du fournisseur.

| Tableau 5bis - Caractéristiques communes pour tous les torons | | | | | | | |
|---|------------------------------------|--|--|---|----------------------|---------------------|--|
| Ecart toléré en \pm sur | | | | Relaxation maximale à 1000 h | | | Essai de fatigue |
| Section armature (6) mm ² | Masse nominale au mètre g/m | Allongement total sous charge maximale Lo > 500 mm (10) min | Striction de rupture | Charge initiale en % de la charge de rupture réelle | Classe de relaxation | | Etendue de la sollicitation (Fmax - Fmin) pour Fmax = 0,8 F'm N |
| | | | | | R ₁ % | R ₂ % | |
| + 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 _o pour torons lisses (11) 180 x S _o pour torons à empreintes (11) |

(10) Lo = longueur initiale entre repères (voir NBN EN ISO 15630-3)
(11) S_o = aire réelle d'une section droite avant application de la charge, mesurée avec une erreur maximale de 0.4 % par une méthode de pesée

5.8 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.

6 HISTORIQUE DES RÉVISIONS

Révisions 0 à 5, création, adaptations

Révision 6

- Référence à BENOR asbl
- Masse volumique égale à 7,85 kg/dm³

Révision 7 : Mise à jour du tableau 4bis

Révision 8 : Mise à jour du tableau 4bis

Révision 9 : Transfert de l'OCAB à PROCERTUS