

PRESCRIPTIONS TECHNIQUES

Aciers de précontrainte galvanisés.

**INSTITUT BELGE DE
NORMALISATION**

COMITE DE LA MARQUE

**Prescriptions Techniques OCAB
PTV n° 312 – Rév. (1)**

PREAMBULE :

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

fils lisses et torons revêtus par immersion à chaud de zinc ou d'alliage zinc-aluminium à 5 % d'aluminium.

La conformité de l'acier a trait aux exigences de la série de normes NBN I10-001 à 003, et des PTV OCAB n°311 et 314, moyennant les précisions et compléments décrits dans les présentes Prescriptions Techniques.

Les armatures à empreintes ne sont pas considérées.

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 12.10.88

Aciers de précontrainte - Fils tréfilés.

NBN I 10-003 (1986) et son erratum du 12.10.88

Aciers de précontrainte - Torons.

PTV OCAB N° 311-Rév.(5) (2012)

Aciers de précontrainte - Torons.

PTV OCAB N° 314-Rév.(4) (2012)

Aciers de précontrainte - Fils tréfilés.

NBN EN ISO 1460 (1995)

Revêtements métalliques - Revêtements de galvanisation à chaud sur métaux ferreux.
Détermination gravimétrique de la masse par unité de surface (ISO 1460 : 1992).

1. OBJET.

Les présentes Prescriptions Techniques (P.T.) mentionnent les exigences auxquelles les fils et torons lisses (à l'exclusion des fils et torons à empreintes) doivent satisfaire pour pouvoir être considérés comme fils ou torons galvanisés relevant de ces prescriptions normatives.

NOTE : Par galvanisation, on entend dans le cadre de ce PTV toute opération au cours de laquelle l'élément à revêtir (fil lisse ou fil constitutif de toron) est recouvert de zinc ou de zinc-aluminium par défilement dans un bain de zinc en fusion, respectivement dans un bain d'alliage fondu de zinc-aluminium à 5% d'aluminium. Seules les techniques de galvanisation « à chaud » sont admises.

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

2.1. POINT 2.1. - Types de produits.

- Fil galvanisé

Le fil peut être soumis à un traitement de galvanisation avant tréfilage (fil machine), entre deux passes de tréfilage ou juste après le tréfilage jusqu'au diamètre final, mais en tout cas avant tout traitement de stabilisation.

- Toron galvanisé lisse

Le toron galvanisé est un ensemble de fils galvanisés disposés en hélice (NBN I 10-003); tous les fils doivent être galvanisés. La galvanisation des fils constitutifs a toujours lieu avant l'opération de toronnage.

2.2. POINT 2.3. - Diamètre nominal.

Le diamètre nominal d'un toron galvanisé est le diamètre du cercle circonscrit au toron (donc en ce compris la couche de zinc).

2.3. POINT 3. - Procédé d'élaboration.

Le type de galvanisation est laissé au choix du producteur. Par accord à la commande, il le communique.

2.4. POINT 4. - Désignation conventionnelle.

Pour les fils et torons galvanisés lisses, utiliser respectivement le mot :

- fil galvanisé;
- toron galvanisé.

Les lettres Z ou ZA suivant immédiatement le nombre exprimant en N/mm^2 la résistance caractéristique spécifiée à la traction, signifient que l'armature est revêtue de zinc, respectivement de zinc-aluminium.

Exemple :

Un fil lisse galvanisé d'un diamètre nominal de 7 mm et d'une résistance caractéristique spécifiée à la traction de $1770 N/mm^2$, de classe de relaxation réduite, est désigné comme suit:

fil \varnothing 7- 1770 - Z - R2 - PTV 312.

Exemple :

Un toron de sept fils revêtus de zinc-aluminium, d'un diamètre nominal de 12,9 mm, d'une résistance caractéristique spécifiée à la traction de $1860 N/mm^2$, de classe de relaxation réduite, est désigné comme suit :

toron \varnothing 12,9- 1860 - ZA - R2 - PTV 312.

2.5. POINT 5. - Propriétés géométriques.

Les diamètres nominaux, les tolérances sur ceux-ci et la rectitude des produits sont indiqués dans les normes NBN I10-002, I10-003 sauf exceptions mentionnées aux PTV 311 et 314. Les propriétés s'appliquent aux produits, couche de zinc comprise.

2.6. POINT 6. - Propriétés mécaniques.

Les propriétés mécaniques sont spécifiées dans les normes NBN I10-002, I10-003 sauf exceptions mentionnées aux PTV 311 et 314. Les propriétés s'appliquent aux produits, couche de zinc comprise.

2.7. POINT 8.1. - Etat de surface (à remplacer par).

Le produit fini doit être exempt de tout défaut, survenu à n'importe quel stade de fabrication, d'une importance telle qu'il pourrait en diminuer les performances.

Aucune fissure n'est admise.

Aucune trace de rouille n'est admise.

Des revêtements spéciaux (graissage,...) pour utilisations spécifiques peuvent être appliqués sur la surface de l'armature moyennant accord préalable entre le producteur et l'acheteur.

2.8. POINT 9.1. - Indications à fournir par l'acheteur.

De plus, l'acheteur peut préciser un taux de galvanisation nominal dans la fourchette admise de 190 à $350 g/m^2$ (= 27 à $50 \mu m$).

2.9. POINT 9.2. - Identification.

En plus des indications prévues dans les normes produits, le certificat accompagnant chaque lot mentionne le taux de galvanisation nominal.

3. PRECISIONS, MODIFICATIONS ET COMPLEMENTS RELATIFS A LA NBN I 10-002.

3.1. POINT 4 - Contrôle.

Le contrôle est effectué sur produit fini (galvanisé) conformément aux spécifications suivantes:

4.1. Propriétés contrôlables :

.....

n° 16 Epaisseur du revêtement de zinc (ME 001)

n° 17 Continuité du revêtement de zinc (ME 002)

n° 18 Adhérence de revêtement de zinc (ME 003)

Les documents décrivant les méthodes d'essai « ME xxx » sont donnés en annexe.

4.2.2. Lot homogène et lot non homogène.

Chaque lot présenté doit être accompagné d'un certificat indiquant :

a).....

b).....

c) les résultats des essais effectués à raison d'un essai pour 4 tonnes sur des couronnes soigneusement repérées pour les propriétés 4 à 7 et 16 à 18 : toutefois l'estimation de la valeur caractéristique de la charge à la limite d'élasticité à 0,2 % nécessite de disposer d'au moins 6 résultats.

4.2.4. Réception du lot homogène.

4.2.4.2. Réalisation des essais.

Il est procédé en présence du client à la détermination des caractéristiques 1 à 9, 16 à 18, et éventuellement 14 définies au paragraphe 4.1.

4.2.4.3.2. Autres propriétés.

Toutes les autres propriétés déterminées sur les n éprouvettes essayées en présence du client doivent satisfaire aux prescriptions du tableau 4, aux impositions des § 3.2., 5.2., 5.4. (nouveau) et éventuellement du § 5.3. Si une de ces impositions n'est pas respectée, le lot est refusé.

4.2.5. Réception du lot non homogène.

Lorsque le lot n'est pas homogène chaque couronne est réceptionnée séparément.

Il est procédé en présence du client à la détermination des caractéristiques 1 à 9, 16 à 18, et éventuellement 14 définies au paragraphe 4.1.

4.2.5.2. Interprétation des résultats des autres propriétés

Chaque résultat doit satisfaire aux prescriptions du tableau 4, aux impositions des § 3.2., 5.2., 5.4. (nouveau) et éventuellement au § 5.3.

3.2. POINT 5 - Propriétés.

5.1. La section conventionnelle d'un fil galvanisé est déterminée au moyen du diamètre mesuré (voir NBN EN 10002-1), donc en ce compris la couche de zinc.

5.4. Vérification de la galvanisation (*nouveau*)

5.4.1. Epaisseur du revêtement de zinc (ME 001)

L'épaisseur moyenne du revêtement de zinc est déterminée conformément à la méthode d'essai ME 001 en annexe. Les résultats individuels des mesures doivent être compris entre 27 et 50 μm , soit entre 190 et 350 g/m^2 . Par accord à la commande, une plage de variation plus fine (v_{max} et v_{min}) peut être définie au sein de la plage précitée.

5.4.2. Continuité du revêtement de zinc (ME 002)

La continuité du revêtement de zinc est contrôlée conformément à la méthode d'essai ME 002 en annexe. En dehors des zones trop proches des bords de coupe (15 mm), aucune mise à nu ne peut être observée après 2 immersions d'une minute. Par accord à la commande, un nombre d'immersions plus élevé peut être convenu.

5.4.3. Adhérence de revêtement de zinc (ME 003)

L'adhérence du revêtement de zinc est contrôlée conformément à la méthode d'essai ME 003 en annexe. Après enroulement d'au moins six spires jointives sur le mandrin cylindrique donné, aucun décollement ou craquelure du revêtement ne peut être observé.

4. PRECISIONS, MODIFICATIONS ET COMPLEMENTS RELATIFS A LA NBN I 10 003.

4.1. POINT 2.1. - Toronnage.

Toron galvanisé à 3 fils

Le toron galvanisé à 3 fils est composé de trois fils galvanisés de même diamètre, enroulés de façon hélicoïdale autour d'un axe théorique commun, avec un pas d'enroulement de 14 à 22 fois le diamètre nominal du toron.

Toron galvanisé à 7 fils

Le toron galvanisé à 7 fils est composé de 6 fils galvanisés de même diamètre, enroulés en hélice de façon serrée autour d'un fil central galvanisé dont le diamètre est au minimum 3 % supérieur au diamètre des fils extérieurs.
Le pas d'enroulement est compris entre 12 et 18 fois le diamètre nominal du toron.

4.2. POINT 2.2. - Soudures.

Toutes les soudures faites après galvanisation doivent obligatoirement être chutées.

4.3. POINT 4 - Contrôle.

Le contrôle est effectué sur produit fini (galvanisé) conformément aux spécifications suivantes:

4.1. Propriétés contrôlables :

.....

n° 15 Epaisseur du revêtement de zinc (ME 001)

n° 16 Continuité du revêtement de zinc (ME 002)

n° 17 Adhérence de revêtement de zinc (ME 003)

Les documents décrivant les méthodes d'essai « ME xxx » sont donnés en annexe.

4.2.2. Lot homogène et lot non homogène.

Chaque lot présenté doit être accompagné d'un certificat indiquant :

- a) tous les renseignements nécessaires à l'identification du lot
- b) tous les résultats des essais effectués sur le lot, soit sur chaque bobine soigneusement repérée, les propriétés 1 à 8 et 15 à 17 (cfr. 4.1.).

4.2.4. Réception du lot homogène

4.2.4.2. Réalisation des essais.

Il est procédé en présence du client à la détermination des caractéristiques 1 à 8 et 15 à 17 définies au paragraphe 4.1.

4.2.4.3.2. Autres propriétés

Toutes les autres propriétés déterminées sur les n éprouvettes essayées en présence du client doivent satisfaire aux prescriptions des tableaux 3 à 5 et aux impositions des § 2.1, 3.2. et 5.4. (nouveau). Si une de ces impositions n'est pas respectée, le lot est refusé.

4.2.5 Réception du lot non homogène

Lorsque le lot n'est pas homogène chaque bobine est réceptionnée séparément. Il est procédé en présence du client à la détermination des propriétés 1 à 8 et 15 à 17. Un seul échantillon est prélevé par bobine.

4.2.5.2. Interprétation des résultats des autres propriétés

Chaque résultat doit satisfaire aux prescriptions des tableaux 3 à 5 et aux impositions des § 2.1, 3.2 et 5.4. (nouveau).

4.4. POINT 5 - Propriétés.

5.1. La section conventionnelle d'un toron galvanisé est déterminée par pesée du toron galvanisé (voir NBN EN 10002-1), donc couche de zinc comprise. La masse volumique du toron galvanisé est prise égale à 7.810 kg/m³.

5.4. Vérification de la galvanisation (*nouveau*)

5.4.1. Epaisseur du revêtement de zinc (ME 001)

L'épaisseur moyenne du revêtement de zinc de chacun des fils constitutifs doit être comprise entre 27 et 50 µm, soit entre 190 et 350 g/m². Par accord à la commande, une plage de variation plus fine (v_{\max} et v_{\min}) peut être définie au sein de la plage précitée. Les mesures sont réalisées conformément à la méthode d'essai ME 001 en annexe.

5.4.2. Continuité du revêtement de zinc (ME 002)

La continuité du revêtement de zinc doit être assurée pour chacun des fils constitutifs. Elle est contrôlée conformément à la méthode d'essai ME 002 en annexe. En dehors des zones trop proches des bords de coupe (15 mm), aucune mise à nu ne peut être observée après 2 immersions d'une minute. Par accord à la commande, un nombre d'immersions plus élevé peut être convenu.

5.4.3. Adhérence de revêtement de zinc (ME 003)

L'adhérence du revêtement de zinc doit être assurée pour chacun des fils constitutifs. Elle est contrôlée conformément à la méthode d'essai ME 003 en annexe. Après enroulement d'au moins six spires jointives sur le mandrin cylindrique donné, aucun décollement ou craquelure du revêtement ne peut être observé.

1. OBJET ET DOMAINE D'APPLICATION.

Cette méthode d'essai spécifie la façon de mesurer l'épaisseur de la couche de revêtement de zinc des armatures de précontrainte revêtues.

2. PRINCIPE DE L'ESSAI.

L'épaisseur du revêtement est calculée à partir de son poids. Le poids du revêtement est déterminé par pesée différentielle de l'échantillon avant et après dissolution du revêtement.

3. CRITERES A RESPECTER.

L'épaisseur moyenne du revêtement doit être au minimum de 27 μm , soit 190 g/m^2 et au maximum de 50 μm , soit 350 g/m^2 .

4. ECHANTILLONNAGE.

La mesure de l'épaisseur du revêtement est effectuée sur des échantillons d'une longueur minimale de 500 mm ou son équivalent (2 x 250 mm). Des échantillons de plus petite longueur (min. 150 mm) peuvent être acceptés moyennant justification de la précision de la mesure.

5. MODE OPERATOIRE.

Préalablement à l'essai, l'échantillon est le cas échéant détoronné. L'essai est alors conduit d'une part sur le fil central et d'autre part sur minimum un des fils périphériques.

Le mode opératoire est décrit à la norme NBN I 07-003 (1986) équivalente à la norme ISO 1460-1973.

6. METHODE DE CALCUL.

La surface à prendre en considération tient compte du diamètre réel des fils mesuré au 1/100 mm multiplié par la longueur droite (on ne tient pas compte de la surlongueur éventuelle due à la torsion des fils constituant le toron).

7. INTERPRETATION.

Les essais sont interprétés sur base de valeurs individuelles minimales et maximales (contrôle par attributs).

1. OBJET ET DOMAINE D'APPLICATION.

Cette méthode d'essai spécifie la façon de vérifier la continuité de la couche de revêtement de zinc des armatures de précontrainte revêtues.

2. PRINCIPE DE L'ESSAI.

La continuité du revêtement est contrôlée en soumettant l'armature à des immersions successives dans une solution de sulfate de cuivre. Les zones mises à nu se colorent (orange saumon).

3. CRITERES A RESPECTER.

Aucune mise à nu ne peut être observée après 2 immersions d'une minute (ou plus si convenu à la commande).

N.B. : les zones trop proches des bords de coupe (15 mm) ne sont pas prises en considération.

4. ECHANTILLONNAGE.

La vérification de la continuité du revêtement est effectuée sur des échantillons (fils ou torons lisses) d'une longueur de 250 mm environ.

5. REACTIF.

Le réactif utilisé est une solution neuve ¹⁾ de sulfate de cuivre obtenue en dissolvant 314 g de sulfate de cuivre cristallisé "pur pour analyse" ($\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$) dans un litre d'eau distillée.

Le réactif n'est pas utilisé moins de 48 h après sa préparation.

Le réactif donne une réaction acide au tournesol et neutre au méthylorange.

Pour l'usage, décanter ou filtrer la solution surnageante et vérifier sa masse volumique, qui doit être égale à $1,170 \pm 0,002$ g/ml à la température de 20 ± 2 °C.

Si celle-ci est trop forte par suite d'utilisation de sulfate de cuivre en partie déshydraté, ramener la solution à la masse volumique voulue par addition progressive d'eau distillée.

¹⁾ Par l'expression "solution neuve" on entend une solution qui n'est pas vieillie et qui n'a pas encore été utilisée.

6. MODE OPERATOIRE.

Préalablement à l'essai, l'échantillon est le cas échéant détoronné. L'essai est alors conduit d'une part sur le fil central et d'autre part sur minimum un des fils périphériques.

Le mode opératoire est le suivant :

Le nombre exprimant le volume de la solution en millilitres sera au moins égal à huit fois le nombre exprimant la surface en cm^2 de la partie immergée des pièces testées.

Pour faire l'essai, utiliser un récipient en matériau inerte au sulfate de cuivre et de dimensions telles qu'il y ait toujours au moins un espace de 25 mm entre les parois du récipient et les pièces immergées.

Les pièces sont dégraissées (toluène, trichloroéthylène ou dissolvant similaire).
Pendant et après ces manipulations, il est interdit de toucher avec les doigts les surfaces qui seront immergées.

La température de la solution doit être maintenue à 20 ± 2 °C pendant toute la durée de l'essai.

Les pièces sont soumises à des immersions d'une durée de 1 minute chacune.
En cours d'immersion, les pièces sont suspendues dans la solution en évitant de provoquer une agitation de cette dernière.

Après chaque immersion, les pièces sont immédiatement lavées sous eau courante en frottant légèrement avec du coton, de manière à enlever le cuivre normalement peu adhérent déposé sur le zinc.

7. INTERPRETATION.

Les essais sont interprétés individuellement (contrôle par attributs).

Il faut tenir compte de ce qu'un dépôt de cuivre ne s'éliminant pas, même au brossage, peut aussi se produire sur des pièces dont le revêtement de zinc est fortement oxydé.

Deux méthodes peuvent être utilisées pour s'assurer de la nature du dépôt de cuivre formé sur la surface des pièces :

- a) La zone douteuse est trempée pendant 15 secondes dans une solution d'acide chlorhydrique de concentration $c(\text{HCL}) = 2$ mol/litre, puis rincée à l'eau claire en frottant vigoureusement. Le cuivre déposé sur un revêtement oxydé est éliminé par ce traitement, la surface de zinc sous-jacent réapparaissant après traitement.
- b) On dépose sur les zones douteuses une goutte d'acide chlorhydrique.
Si l'oxydation exagérée du zinc est la cause de l'adhérence du cuivre, il se produit alors une forte effervescence, due à l'attaque du zinc métallique sous-jacent.
Si le cuivre adhère sur le métal de base, il ne se produit aucune effervescence.

1. OBJET ET DOMAINE D'APPLICATION.

Cette méthode d'essai spécifie la façon de vérifier l'adhérence de la couche de revêtement de zinc des armatures de précontrainte revêtues.

2. PRINCIPE DE L'ESSAI.

L'adhérence du revêtement est contrôlée en soumettant l'armature (fil ou fil issu d'un toron) à flexion par un enroulement autour d'un mandrin cylindrique.

3. CRITERES A RESPECTER.

Aucun décollement du revêtement, aucune craquelure, ne peut être observé après enroulement d'au moins six spires jointives. De légères gerçures sont admises à condition qu'elles ne constituent pas des amorces de décollement (à tester par frottement au doigt, l'usage de l'ongle étant exclu).

4. ECHANTILLONNAGE.

La vérification de l'adhérence du revêtement est effectuée sur des échantillons d'une longueur suffisante pour permettre l'exécution correcte de l'essai.

5. MODE OPERATOIRE.

Lorsque l'armature à tester est un toron, celui-ci est préalablement détoronné; l'essai est conduit sur le fil central et sur un fil périphérique.

Le fil est enroulé sur au moins six spires jointives sur un mandrin cylindrique de diamètre donné. L'enroulement est effectué à une vitesse aussi uniforme que possible, et telle qu'aucun échauffement sensible du revêtement n'apparaisse.

Type d'armature	Ø _{nom} armature	Ø mandrin (mm)
fil	tous	5 x Ø _{nom}
toron 3 fils	de 4,8 à 7,7	15
	9,2	20
toron 7 fils	6,9	6
	9,3	15
	12,5 et 12,9	20
	15,2 et 15,7	25

6. INTERPRETATION.

Les essais sont interprétés individuellement (contrôle par attributs).