

---

---

**Toron pour la précontrainte du béton avec  
revêtement époxy**

*Epoxy-coated strand for the prestressing of concrete*

**iTeh STANDARD PREVIEW  
(standards.iteh.ai)**

ISO 14655:1999

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/4187ddc8-59fc-488f-b4a3-480e3bab1b80/iso-14655-1999>



**PDF – Exonération de responsabilité**

Le présent fichier PDF peut contenir des polices de caractères intégrées. Conformément aux conditions de licence d'Adobe, ce fichier peut être imprimé ou visualisé, mais ne doit pas être modifié à moins que l'ordinateur employé à cet effet ne bénéficie d'une licence autorisant l'utilisation de ces polices et que celles-ci y soient installées. Lors du téléchargement de ce fichier, les parties concernées acceptent de fait la responsabilité de ne pas enfreindre les conditions de licence d'Adobe. Le Secrétariat central de l'ISO décline toute responsabilité en la matière.

Adobe est une marque déposée d'Adobe Systems Incorporated.

Les détails relatifs aux produits logiciels utilisés pour la création du présent fichier PDF sont disponibles dans la rubrique General Info du fichier; les paramètres de création PDF ont été optimisés pour l'impression. Toutes les mesures ont été prises pour garantir l'exploitation de ce fichier par les comités membres de l'ISO. Dans le cas peu probable où surviendrait un problème d'utilisation, veuillez en informer le Secrétariat central à l'adresse donnée ci-dessous.

**iTeh STANDARD PREVIEW**  
**(standards.iteh.ai)**

[ISO 14655:1999](https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/4187ddc8-59fc-488f-b4a3-480e3bab1b80/iso-14655-1999)

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/4187ddc8-59fc-488f-b4a3-480e3bab1b80/iso-14655-1999>

© ISO 1999

Droits de reproduction réservés. Sauf prescription différente, aucune partie de cette publication ne peut être reproduite ni utilisée sous quelque forme que ce soit et par aucun procédé, électronique ou mécanique, y compris la photocopie et les microfilms, sans l'accord écrit de l'ISO à l'adresse ci-après ou du comité membre de l'ISO dans le pays du demandeur.

ISO copyright office  
Case postale 56 • CH-1211 Geneva 20  
Tel. + 41 22 749 01 11  
Fax. + 41 22 734 10 79  
E-mail [copyright@iso.ch](mailto:copyright@iso.ch)  
Web [www.iso.ch](http://www.iso.ch)

Imprimé en Suisse

## Avant-propos

L'ISO (Organisation internationale de normalisation) est une fédération mondiale d'organismes nationaux de normalisation (comités membres de l'ISO). L'élaboration des Normes internationales est en général confiée aux comités techniques de l'ISO. Chaque comité membre intéressé par une étude a le droit de faire partie du comité technique créé à cet effet. Les organisations internationales, gouvernementales et non gouvernementales, en liaison avec l'ISO participent également aux travaux. L'ISO collabore étroitement avec la Commission électrotechnique internationale (CEI) en ce qui concerne la normalisation électrotechnique.

Les Normes internationales sont rédigées conformément aux règles données dans les Directives ISO/CEI, Partie 3.

Les projets de Normes internationales adoptés par les comités techniques sont soumis aux comités membres pour vote. Leur publication comme Normes internationales requiert l'approbation de 75 % au moins des comités membres votants.

La Norme internationale ISO 14655 a été élaborée par le comité technique ISO/TC 17, *Acier*, sous-comité SC 16, *Aciers pour le renforcement et la précontrainte du béton*.

Les annexes A et B constituent des éléments normatifs de la présente Norme internationale. L'annexe C est donnée uniquement à titre d'information.

**iTeh STANDARD PREVIEW**  
**(standards.iteh.ai)**

ISO 14655:1999

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/4187ddc8-59fc-488f-b4a3-480e3bab1b80/iso-14655-1999>

**iTeh STANDARD PREVIEW**  
**(standards.iteh.ai)**

ISO 14655:1999

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/4187ddc8-59fc-488f-b4a3-480e3bab1b80/iso-14655-1999>

# Toron pour la précontrainte du béton avec revêtement époxy

## 1 Domaine d'application

La présente Norme internationale spécifie les prescriptions relatives aux torons sept fils en acier pour la précontrainte du béton avec revêtement époxy ou revêtement et colmatage époxy, réticulés par fusion.

NOTE Il convient d'être prudent vis-à-vis de l'utilisation d'un toron comportant un revêtement époxy pour les applications en précontrainte par prétension telles les constructions devant résister au feu.

## 2 Références normatives

Les documents normatifs suivants contiennent des dispositions qui, par suite de la référence qui y est faite, constituent des dispositions valables pour la présente Norme internationale. Pour les références datées, les amendements ultérieurs ou les révisions de ces publications ne s'appliquent pas. Toutefois, les parties prenantes aux accords fondés sur la présente Norme internationale sont invitées à rechercher la possibilité d'appliquer les éditions les plus récentes des documents normatifs indiqués ci-après. Pour les références non datées, la dernière édition du document normatif en référence s'applique. Les membres de l'ISO et de la CEI possèdent le registre des Normes internationales en vigueur.

ISO 2808:1997, *Peintures et vernis — Détermination de l'épaisseur du feuil.*

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/4187ddc8-59fc-488f-b4a3-8c538d99>

ISO 6272:1993, *Peintures et vernis — Essai de chute d'une masse.*

ISO 6892:1998, *Matériaux métalliques — Essai de traction à température ambiante.*

ISO 6934-4:1991, *Acier pour armatures de précontrainte — Partie 4: Torons.*

ISO 9227:1980, *Essais de corrosion en atmosphères artificielles — Essais aux brouillards salins.*

## 3 Termes et définitions

Pour les besoins de la présente Norme internationale, les termes et définitions suivants s'appliquent.

### 3.1

#### **toron revêtu et colmaté**

toron sept fils avec revêtement époxy pour lequel les vides entre les fils sont entièrement remplis avec le revêtement époxy, pour empêcher la migration d'un milieu corrosif, soit par capillarité soit par l'effet d'autres forces hydrostatiques

### 3.2

#### **toron revêtu**

toron de précontrainte à sept fils en acier qui a fait l'objet d'un revêtement époxy réticulé par fusion

### 3.3

#### **rupture d'adhérence**

perte d'adhérence entre le revêtement époxy réticulé par fusion et le toron

**3.4**

**revêtement époxy réticulé par fusion**

revêtement contenant des pigments, des résines époxydes thermodurcissables, des agents de réticulation et d'autres additifs, appliqué sous forme de poudre sur un support métallique propre chauffé et fondu pour constituer une barrière continue

**3.5**

**grains**

particules inertes imprégnées dans la surface du revêtement

**3.6**

**toron imprégné de grains**

toron revêtu de grains imprégnés dans la surface du revêtement

**3.7**

**défaut**

discontinuité d'un revêtement qu'une personne ayant une vision normale ou corrigée ne peut distinguer

**3.8**

**fabricant**

toute organisation qui produit un toron revêtu

**3.9**

**matériau de réparation**

système de revêtement conçu pour être compatible avec le revêtement époxy réticulé par fusion et utilisé pour réparer les surfaces endommagées et les extrémités coupées

**3.10**

**unité de réception**

quantité de toron revêtu à accepter ou à refuser ensemble sur la base de contrôles à effectuer sur des produits échantillonnés conformément aux prescriptions de la norme de produit ou de la commande

ITC STANDARD PREVIEW  
(standards.iteh.ai)  
ISO 14655:1999  
<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/4187ddc8-59fc-488f-b4a3-480e3bab1b80/iso-14655-1999>

NOTE Adapté de l'ISO 404:1992.

## 4 Matériaux

### 4.1 Toron de précontrainte en acier

Le toron de précontrainte en acier à revêtir doit être conforme à l'ISO 6934-4 ou à toute autre norme de produit spécifiée par l'acheteur et être exempt de pollutions telles que huile, graisse ou peinture.

### 4.2 Poudre époxy

La poudre époxy doit être conforme aux prescriptions énumérées à l'annexe B. Le matériau doit être de composition organique, sauf pour le pigment ou les grains, le cas échéant, qui peuvent être minéraux s'ils sont utilisés.

L'acheteur doit obtenir une certification écrite qui identifie correctement la désignation du lot de poudre époxy utilisée dans l'ordre suivant : quantité représentée, date de fabrication, nom et adresse du fabricant de la poudre et déclaration certifiant que la poudre époxy fournie a la même composition que celle qualifiée selon les prescriptions de l'annexe B.

Si la commande le spécifie, l'acheteur doit recevoir un échantillon représentatif de 0,25 kg du matériau de revêtement. L'échantillon doit être emballé dans un conteneur étanche à l'air et être identifié par la désignation du lot.

### 4.3 Matériau de réparation

Le système de revêtement à utiliser comme matériau de réparation doit être compatible avec le revêtement époxy, réticulé par fusion, être inerte dans le béton, et être recommandé par le fabricant de poudre époxy. Le matériau de réparation doit être adapté pour les réparations chez le fabricant ou sur site. Le matériau doit être conforme aux prescriptions de l'annexe B.

Si la commande le spécifie, le matériau de réparation doit être fourni à l'acheteur.

## 5 Préparation de la surface du toron de précontrainte en acier

La surface du toron de précontrainte en acier à revêtir doit faire l'objet d'une préparation chimique ou par d'autres méthodes qui n'altèrent pas le toron de précontrainte en acier.

## 6 Application du revêtement

Le revêtement doit être appliqué sur une surface préparée réalisée dès que possible après la préparation et avant que ne se produise une réoxydation de la surface que peut déceler une personne ayant une vision normale ou corrigée. Toutefois, l'application ne doit en aucun cas être différée de plus de 10 min après la préparation.

Le revêtement à base de poudre époxy, réticulé par fusion doit être appliqué conformément aux recommandations écrites du fabricant du matériau de revêtement en ce qui concerne la plage de température initiale de la surface de l'acier et les prescriptions de durcissement postapplication. La température de la surface juste avant l'application du revêtement doit être mesurée à l'aide de lunettes à infrarouges et/ou de crayons indicateurs de température au moins toutes les dix minutes au cours d'opérations en continu.

NOTE 1 Il est recommandé d'utiliser un mesurage avec lunettes à infrarouges et crayons indicateurs de température, pour le toron de précontrainte en acier revêtu.

ISO 14655:1999  
<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/4187ddc8-59fc-488f-b4a3-41a37eb14896/iso-14655-1999>

Le revêtement doit être appliqué par dépôt électrostatique ou selon toute autre méthode appropriée.

NOTE 2 Il est recommandé de procéder à des contrôles périodiques du durcissement du revêtement par calorimétrie différentielle à balayage.

La surface du revêtement peut être lisse ou imprégné de grains.

Les particules inertes (grains) doivent être imprégnées dans la surface du revêtement dans le cas où des torons imprégnés de grains sont commandés. Ces particules ne doivent pas entraîner que le revêtement ne satisfasse pas aux prescriptions de l'article 7. Les particules doivent être inertes dans le béton et ne pas réagir aux additifs du béton et aux sels solubles.

Le revêtement époxy appliqué sur la surface du toron imprégné de grains doit pouvoir atteindre une température de 66 °C sans diminuer le transfert de précontrainte par adhérence du toron au béton environnant.

**AVERTISSEMENT** À des températures supérieures à 74 °C, les revêtements à base de poudre époxy couramment disponibles commencent à se ramollir et perdent leur aptitude au transfert de charge du toron au béton par adhérence. Toute capacité de transfert est pratiquement perdue à 93 °C.

## 7 Prescriptions relatives aux torons de précontrainte en acier revêtus

### 7.1 Épaisseur du revêtement

Pour les torons revêtus, l'épaisseur du revêtement après durcissement doit être comprise entre 650 µm et 1 150 µm.

L'acheteur et le fabricant peuvent convenir d'une épaisseur de revêtement inférieure à 650 µm.

NOTE En cas d'accord sur une épaisseur de revêtement inférieure à 650 µm, il convient que le fabricant soumette des résultats d'essai afin d'apporter la preuve de performances conformes à la présente Norme internationale.

## 7.2 Caractéristiques mécaniques

Le toron revêtu doit satisfaire aux prescriptions relatives à la charge maximale, à la charge à la limite conventionnelle d'élasticité à 0,1 % et à l'allongement caractéristiques décrites dans l'ISO 6934-4 ou dans toute autre norme de produit spécifiée par l'acheteur.

Les pertes par relaxation des torons revêtus d'époxy doivent être inférieures ou égales à 4 % après 1 000 h sous charge initiale de 70 % de la charge maximale nominale spécifiée du toron.

## 7.3 Continuité du revêtement

Après durcissement, le revêtement ne doit pas présenter de trous, vides, fissures et zones endommagées que peut déceler une personne ayant une vision normale ou corrigée.

La détection en continu des défauts dans le toron revêtu doit être réalisée. Le toron doit être rebuté et une action corrective mise en place si plus de deux défauts sont détectés sur 30 m. Les torons revêtus présentant deux défauts ou moins sur 30 m doivent être réparés conformément aux recommandations du fabricant du matériau de réparation.

## 7.4 Adhérence du revêtement

Aucune fissure ou rupture d'adhérence du revêtement ne doit être visible par une personne disposant d'une vision normale ou corrigée sur le rayon extérieur du toron plié.

Sauf si l'on applique les spécifications de l'article A.2, tout signe de fissure ou de rupture d'adhérence du revêtement doit être considéré comme étant un motif de rebut du toron revêtu représenté par l'échantillon pour essai de pliage.

L'adhérence du revêtement doit également être évaluée en effectuant un essai de traction. La température d'essai doit être  $23\text{ °C} \pm 2\text{ °C}$  et la vitesse de mise en charge doit être comprise entre 6 N/(mm<sup>2</sup>·s) et 60 N/(mm<sup>2</sup>·s). Aucune fissure visible pour une personne ayant une vision normale ou corrigée ne doit se produire dans le revêtement jusqu'à un allongement de 1 %.

## 7.5 Adhérence avec le béton ou le coulis

Des essais d'arrachement (pull-out) doivent être réalisés sur un toron revêtu imprégné de grains afin de s'assurer de caractéristiques d'adhérence appropriées. Voir A.1.4.

## 8 Détérioration admissible du revêtement et réparation du revêtement endommagé

Avant remise en état avec du matériau de réparation, la surface totale endommagée ne doit pas dépasser 0,5 % de la surface du toron de précontrainte en acier revêtu, pour toute longueur d'un mètre. Cette limite pour les détériorations réparées n'englobe pas les extrémités cisailées ou coupées, revêtues de matériau de réparation.

La détérioration du revêtement que peut déceler une personne ayant une vision normale ou corrigée doit être réparée à l'aide d'un matériau de réparation satisfaisant aux prescriptions du 4.3 conformément aux recommandations écrites du fabricant du matériau de réparation. Avant application du matériau de réparation, toute trace de rouille doit être éliminée en utilisant des moyens appropriés.

Au niveau des zones réparées, l'épaisseur minimale du revêtement doit être de 650 µm.



## 9 Certificat du fabricant

À la demande de l'acheteur, le fabricant doit fournir un certificat d'essais indiquant

- a) que le matériau fourni est conforme aux prescriptions de la présente Norme internationale;
- b) l'adresse à laquelle l'enregistrement des résultats d'essais est disponible pour contrôle;
- c) le cas échéant, le symbole d'identification de l'organisme de certification.

Si la commande le demande, le fabricant doit fournir une courbe charge-allongement représentative pour chaque diamètre et chaque nuance de toron expédié ainsi qu'une copie des essais de contrôle de qualité du fabricant.

## 10 Manutention et identification

Tous les liens doivent être protégés ou l'on doit utiliser des bandes appropriées afin d'éviter des détériorations du revêtement. Toutes les bobines de toron revêtu doivent être manutentionnées de manière à ne pas endommager le revêtement du toron. Les détériorations du revêtement dues à la manutention doivent être réparées conformément aux recommandations du fabricant du matériau de réparation. Le revêtement réparé doit être conforme aux prescriptions de l'article 7.

Le numéro de la bobine doit être conservé pour assurer la traçabilité, pendant tout le processus de fabrication et de revêtement, jusqu'au point d'expédition.

**iTeh STANDARD PREVIEW**

## 11 Toron revêtu et colmaté (standards.iteh.ai)

Si la commande le spécifie, ou si cela est convenu entre l'acheteur et le fabricant, le toron livré doit être revêtu et colmaté.

[https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/4187ddc8-59fc-488f-b4a3-](https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/4187ddc8-59fc-488f-b4a3-480e3bab1b80/iso-14655-1999)

[480e3bab1b80/iso-14655-1999](https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/4187ddc8-59fc-488f-b4a3-480e3bab1b80/iso-14655-1999)

Pour les torons revêtus et colmatés, toutes les prescriptions de la présente Norme internationale s'appliquent à l'exception des prescriptions suivantes:

- l'épaisseur du revêtement après durcissement doit se situer entre 400 µm et 900 µm;
- le toron revêtu et colmaté doit présenter une perte par relaxation inférieure ou égale à 6,5 % après 1 000 h sous charge initiale égale à 70 % de la charge maximale caractéristique spécifiée du toron.

## Annexe A (normative)

### Méthodes d'essai et fréquence des essais et contre-essais

#### A.1 Méthodes d'essai et fréquence des essais

##### A.1.1 Épaisseur du revêtement

###### A.1.1.1 Méthode d'essai

Les mesurages doivent être effectués conformément à l'ISO 2808:1997, méthode n° 6, en respectant les instructions d'étalonnage et d'utilisation du fabricant de la jauge d'épaisseur. Il est permis d'utiliser des jauges à palpeur à répulsion ou à palpeur fixe. On ne doit pas utiliser de jauges à répulsion du type "crayon" nécessitant la présence d'un opérateur pour observer les relevés au moment où l'aimant décolle de la surface. L'épaisseur du revêtement doit être déterminée avec une erreur admissible de  $\pm 5\%$  avec une jauge pouvant mesurer le long d'une surface courbe.

L'épaisseur du revêtement doit être mesurée à la périphérie des fils, sur une longueur droite du toron. La jauge magnétique doit être placée au niveau d'une section transversale du toron et les lectures doivent être effectuées au niveau du point le plus extérieur de chaque fil périphérique et l'on doit en déterminer la moyenne.

###### A.1.1.2 Fréquence des essais

Pour chaque bobine de toron, les mesurages d'épaisseur doivent être réalisés en cinq points à peu près également espacés sur la longueur du toron produite. Les enregistrements des contrôles effectués au cours de la fabrication doivent être disponibles sur demande. Il doit être permis de réduire la fréquence des mesurages d'épaisseur si le fabricant peut apporter la preuve de faibles écarts-types pour l'épaisseur du revêtement, à la satisfaction de l'acheteur.

##### A.1.2 Continuité du revêtement

Au cours du processus de revêtement, il faut appliquer une procédure de détection en continu des défauts en utilisant un détecteur de défauts approprié. La procédure doit suivre les instructions écrites fournies par le fabricant du détecteur de défauts.

Les contrôles des défauts destinés à déterminer l'acceptabilité des torons de précontrainte en acier revêtus doivent être réalisés à l'usine du fabricant à l'aide d'un détecteur de défauts en ligne à courant continu du type à éponge humide, de 67,5 V minimum et 80 000  $\Omega$ , ou selon une méthode équivalente. La tension d'essai doit être fixée et le détecteur conçu de manière à ce qu'un instrument externe puisse vérifier qu'elle est correcte. Le détecteur doit être muni d'indicateurs tels qu'une lampe et/ou un signal sonore permettant d'indiquer les discontinuités.

NOTE 1 Il convient d'effectuer régulièrement des contrôles à l'aide d'un détecteur manuel de défauts afin de vérifier l'exactitude du système en ligne.

NOTE 2 Il convient de s'assurer du maintien du contact de l'éponge sur toute la surface de l'acier à essayer afin d'obtenir un comptage exact des défauts.

### A.1.3 Adhérence du revêtement

#### A.1.3.1 Méthode d'essai

L'adhérence et la résistance au cisaillement du revêtement doivent être évaluées en pliant à 180° un échantillon prélevé sur une bobine finie de toron revêtu sur un mandrin dont le diamètre est égal à 32 fois le diamètre nominal du toron. Les éprouvettes doivent être à une température comprise entre 20 °C et 30 °C.

La rupture d'un fil ou du toron en acier au cours de l'essai de pliage pour vérifier l'adhérence du revêtement ne doit pas être considérée comme un défaut d'adhérence du revêtement et il est permis de prendre une autre éprouvette prélevée dans la production de la même équipe.

L'adhérence du revêtement doit également être évaluée par un essai de traction conforme à l'ISO 6892.

La longueur de l'échantillon destiné à l'essai de pliage doit être au moins de 1 500 mm. La longueur de l'échantillon destiné à l'essai de traction doit suivre les prescriptions de l'ISO 6892.

#### A.1.3.2 Fréquence des essais

Les essais d'adhérence de revêtement doivent être effectués à l'extrémité de chaque longueur produite.

### A.1.4 Adhérence au béton ou au coulis

#### A.1.4.1 Méthode d'essai

Les éprouvettes pour essai d'arrachement (pull-out) doivent être coulées dans des cylindres en béton dont les dimensions sont présentées dans le Tableau A.1. Le toron non tendu doit être disposé selon l'axe longitudinal de l'éprouvette. L'essai doit être réalisé lorsque le béton atteint une résistance à la compression comprise entre 30 MPa et 35 MPa. Un matériau de calage doit être mis en place pour assurer un appui uniforme de l'éprouvette et de façon que le toron soit perpendiculaire à la surface d'appui. La force doit être illustrée comme représenté à la Figure A.1 au moyen d'un vérin hydraulique ou mécanique. Il convient de mesurer la charge au moyen d'un indicateur de charge étalonné. On doit utiliser un comparateur à cadran, à l'extrémité non soumise à la charge pour indiquer le glissement. La force minimale correspondant à un niveau de glissement de 0,025 mm doit être au moins égale ou supérieure aux valeurs présentées dans le Tableau A.1.

Tableau A.1 — Prescriptions pour les essais d'arrachement

Diamètre du toron	Diamètre du cylindre	Longueur d'enrobage	Force minimale pour un glissement de 0,025 mm
mm	mm	mm	kN
9,3	150	195	9,7
9,5	150	190	9,7
10,8	150	170	9,8
11,1	150	165	9,8
12,4	150	155	10,2
12,7	150	150	10,5
15,2	150	140	11,5