



**Organisation pour le Contrôle des Aciers pour Béton**

Association sans but lucratif

Avenue Ariane, 5

B 1200 BRUXELLES

www.ocab-ocbs.com

<b>REGLEMENT D'APPLICATION</b>	TRA	282
	REV 9	2009/6

TRA 282/9 (2009)

**REGLEMENT D'APPLICATION**  
**DE LA MARQUE BENOR**  
**DANS LE SECTEUR DES**  
**ACIERS DE**  
**PRECONTRAINTE**  
**Modalités de contrôle applicables**  
**aux Usagers de la Marque**

REVISION 9

Approuvé par le Comité de la Marque

Approuvé par le Conseil d'Administration  
le 05/06/2009 .-

**RÈGLEMENT D'APPLICATION DE LA MARQUE BENOR  
DANS LE SECTEUR DES ACIERS DE PRECONTRAINTE**

**MODALITES DE CONTRÔLE APPLICABLES  
AUX "USAGERS DE LA MARQUE"**

## **A. EXAMEN PREALABLE A LA DELIVRANCE DE L'AUTORISATION D'USAGE DE LA MARQUE BENOR.**

### **A.1. GENERALITES.**

#### **A.1.1. Principe.**

La conformité des produits aux prescriptions faisant l'objet des normes NBN I10-001 à 003 et des prescriptions techniques PTV n° 311<sup>(1)</sup>, n° 312<sup>(1)</sup> et n° 314<sup>(1)</sup> est vérifiée par un examen préalable à la délivrance de l'autorisation d'usage de la marque BENOR.

Cet examen préalable a pour but de s'assurer que le producteur est en mesure :

- de fabriquer les produits pour lesquels il demande l'autorisation d'usage de marque de conformité;
- de maintenir une régularité pour les propriétés de ces produits en fabrication courante. Pour ce faire, lors de sa demande pour la délivrance de l'octroi de l'autorisation d'usage de la marque BENOR, le producteur fournit un dossier technique qui comporte au minimum tous les éléments prévus au document OCAB n° 289.

Toutefois, les normes susmentionnées ne fixant pas de critère pour l'adhérence, cette propriété ne fait pas l'objet de la marque de conformité BENOR.

De même, l'aptitude au refoulement à froid (NBN I10-002 - § 5.3.) n'étant prévue que pour des fournitures particulières, cette propriété ne fait pas non plus l'objet de la marque de conformité BENOR.

#### **A.1.2. Examen préalable.**

##### **A.1.2.1. Essais.**

L'examen préalable est basé sur les essais de contrôle courant effectués par les services de l'usine productrice et sur des essais complémentaires effectués par l'organisme de contrôle mandaté par l'organisme de secteur.

---

<sup>(1)</sup> Dans la suite du texte, pour la simplification, le terme "norme(s)" couvre la version la plus récente des normes NBN I10-001 à -003, ainsi que les documents OCAB PTV n° 311, n°312 et n° 314.

### A.1.2.2. Examen du dossier technique.

L'examen préalable est également basé sur la mise à disposition et l'examen par l'organisme de contrôle des données contenues dans le dossier technique, qui est délivré lors de la demande d'octroi d'autorisation d'usage de la marque BENOR.

En particulier, le producteur doit mentionner dans son dossier technique l'origine et l'identification de son fil machine ainsi que les contrôles qu'il effectue sur celui-ci.

Cette identification doit consister au moins en l'enregistrement :

- soit des résultats d'essais sur le fil machine, effectués et transmis par le fournisseur du fil machine, et desquels il peut être déduit que le fil machine livré répond aux exigences du producteur;
- soit de l'implémentation d'une procédure interne de qualification du fil machine utilisé, de laquelle il peut être déduit que le fil machine ne peut être utilisé qu'après que tous les contrôles prévus aient été effectués et considérés comme acceptables.

La qualification du fil machine par le producteur est finalisée dans une liste (voir doc. OCAB n°289) comprenant, par famille de produits (voir A.1.6), les fournisseurs et les types de fils machine qu'il a reconnus. La liste à jour au moment de l'examen préalable est présentée à l'organisme de contrôle.

L'organisme de contrôle doit pouvoir examiner l'aptitude de tous les fils machine utilisés et repris dans la liste. A cette fin, le producteur lui présente, par type, origine et diamètre du fil machine, son dossier d'acceptation comprenant les résultats d'essais réalisés sur les armatures de précontrainte fabriquées au départ de celui-ci (voir également doc. OCAB n°289), ces essais concernent :

- les propriétés mécaniques (essais de traction et de traction déviée), testées dans le laboratoire de l'entreprise du producteur de l'acier de précontrainte ou dans un laboratoire extérieur ;
- les propriétés spéciales dépendant du temps, à savoir le niveau de relaxation, la résistance à la fatigue et la résistance à la corrosion sous contrainte, testées dans un laboratoire extérieur ;
- Le lien entre le fil machine d'origine et l'armature de précontrainte doit être établi via l'étiquetage : cfr. § A.1.5.

### **A.1.3. Prélèvement aléatoire.**

L'organisme de contrôle prélève, autant que possible au hasard, le nombre de produits prévu pour le contrôle parmi les produits disponibles (voir A.1.6.). Ces produits disponibles proviennent tous des installations prévues pour la fabrication de ces produits.

### **A.1.4. Exigences.**

Il y a lieu de vérifier que les propriétés spécifiées répondent aux critères définis dans les normes susmentionnées.

### **A.1.5. Identification.**

#### **A.1.5.1. Etiquette.**

Chaque unité de production (couronne de fil ou bobine de toron - art. 2.2. de NBN I10-001) porte une étiquette mentionnant les indications énumérées au § 9.2. de la norme NBN I10-001 ainsi que le numéro de coulée, c'est-à-dire :

- identification du producteur;
- numéro de l'unité de production;
- numéro de la coulée;
- poids ou longueur;
- désignation conventionnelle de l'armature.

Le producteur informe l'organisme de contrôle du modèle de son étiquette. Ultérieurement, toute modification de l'étiquette doit être préalablement signalée à l'organisme de contrôle.

#### **A.1.5.2. Traçabilité.**

Les produits finaux sont identifiés de sorte que le producteur puisse en tout temps déclarer quel fil machine a été utilisé pour les produits considérés.

Ce fil machine doit provenir d'un fournisseur reconnu par le producteur. L'origine du fil machine doit aussi pouvoir être retrouvée en tout temps sur la liste des fournisseurs de fils machine reconnus par le producteur telle qu'il l'a présentée et tient à jour de façon permanente (cfr. § A.1.2.).

### **A.1.6. Famille de produits.**

A l'exception des armatures de précontraintes galvanisées, les produits sont classés par type (fils ou torons), chaque type étant subdivisé en familles. Par famille, on entend l'ensemble des armatures de même résistance

caractéristique spécifiée à la traction, élaborées selon un même procédé et d'une même classe de relaxation. L'indication de la famille est complétée à titre d'information par celle du procédé de production utilisé. Au sein d'une même famille, les armatures se différencient par leurs propriétés géométriques.

Les tableaux I et II ci-dessous donnent la composition et l'indice repère des familles d'armatures faisant l'objet des normes NBN I10-002 et 003 et du PTV n° 311 et du PTV n° 314.

Vu leur usage relativement limité, les armatures galvanisées sont groupées en deux familles suivant leur type (fil ou toron).

Le tableau III ci-dessous donne la composition et l'indice repère des familles d'armatures faisant l'objet du PTV n° 312.

Le producteur qui sollicite l'autorisation d'usage de la marque BENOR pour une famille de produit doit s'engager pour tous les diamètres de cette famille qui font partie de son programme de fabrication.

**Tableau I - Fils lisses et à empreintes (\*).**

Résistance caractéristique spécifiée à la traction (N/mm <sup>2</sup> )	Diamètres nominaux (mm)	Famille n°
1.470	∅ 12,2 - 10 ⊗ 12,2 - 10	1
1.570	∅ 12,2 - 10 - 9,4 - 8 - 7 - 5 ⊗ 12,2 - 10 - 9,4 - 8 - 7 - 5	2
1.670	∅ 8 - 7,5 - 7 - 6 - 5 - 4 ⊗ 8 - 7,5 - 7 - 6 - 5 - 4	3
1.770	∅ 7 - 6 - 5 - 4,5 - 4 ⊗ 7 - 6 - 5 - 4,5 - 4	4
1.860	∅ 5 - 4 ⊗ 5 - 4	4bis

- (\*) Les fils lisses et les fils à empreintes de même résistance caractéristique spécifiée à la traction sont groupés au sein d'une même famille. Toutefois, un fil lisse et un fil à empreintes de même diamètre nominal sont considérés comme deux produits différents.

**Tableau II - Torons 3 fils et 7 fils lisses ou à empreintes (\*).**

Résistance caractéristique spécifiée à la traction (N/mm <sup>2</sup> )	Diamètre nominal (mm)		Famille n°
	Torons 3 fils	Torons 7 fils	
1.670	∅ 9,2	-	5bis
1.770	-	∅ 15,2 - 15,7 - 18,0 ⊗ 15,2 - 15,7 - 18,0	5
1.860	∅ 6,5 - 6,9 - 7,5 - 7,7 - 9,2 ⊗ 6,5 - 6,9 - 7,5	∅ 6,9 - 9,3 - 11,0 - 12,5 - 12,9 - 15,2 - 15,7 ⊗ 9,3 - 11,0 - 12,5 - 12,9 - 15,2 - 15,7	6
1.920	∅ 6,3	-	7
1.960	∅ 4,8 - 5,2 - 5,6 - 6,5 ⊗ 5,2 - 6,5	∅ 9,0 ⊗ 9,0	8
2.060	∅ 5,2 ⊗ 5,2	∅ 6,4 - 6,85 - 7,0 - 8,6 - 11,3 ⊗ 6,4 - 6,85 - 7,0 - 8,6 - 11,3	9
2.160	∅ 5,2	∅ 6,85 ⊗ 6,85	10

(\*) Les torons constitués de fils lisses ou à empreintes de même résistance caractéristique spécifiée à la traction sont groupés au sein d'une même famille. Toutefois, un toron constitué de fils lisses et un toron constitué de fils à empreintes de même diamètre nominal sont considérés comme deux produits différents.

**Tableau III - Armatures galvanisées.**

Type d'armatures	Famille n°
fil lisse galvanisé (Z ou ZA)	11
toron lisse galvanisé (Z ou ZA)	12

## A.1.7. Présentation.

- A.1.7.1. Le producteur présente les armatures dans l'état où elles quittent l'usine. Un examen préalable est réalisé pour chacune des familles pour lesquelles le producteur sollicite l'autorisation d'usage de la marque BENOR. Les lots présentés à l'examen préalable sont des lots homogènes au sens des normes NBN I10-002 et 003 (§ 4.2.2.).

Compte tenu de la constance de qualité de la fabrication des produits à haute valeur ajoutée que sont les armatures de précontrainte, les écarts entre les valeurs individuelles de rupture des éprouvettes peuvent être de l'ordre de grandeur de la précision des mesures. On admet, pour un lot donné, que cette situation est rencontrée chaque fois que l'estimation de l'écart-type des valeurs de rupture est inférieure à un pour-cent de la valeur caractéristique de rupture.

Dans ce dernier cas, les règles des § 4.2.3. et 4.2.4.1. des normes NBN I10-002 et 003 peuvent être appliquées, pour autant qu'il soit satisfait à la condition suivante :

$$m - v_{CS} > (k + 0,5) s$$

Les produits présentés sont fabriqués au départ du fil machine d'un fournisseur reconnu par le producteur. Le producteur en apporte la preuve en présentant à l'organisme de contrôle les éléments nécessaires (cfr. § A.1.2. et § A.1.5.2.).

## A.1.7.2. Examen de la première famille présentée.

Lorsque le producteur sollicite pour la première fois l'autorisation d'usage de la marque BENOR, la présentation et le prélèvement des produits sont conduits de la façon suivante :

- si la famille présentée comprend 5 diamètres et plus, il présente 5 diamètres parmi lesquels l'organisme de contrôle prélève 3 diamètres choisis parmi les diamètres les plus faibles, moyens et les plus forts;
- si la famille comprend 4 diamètres, tous les diamètres doivent être présentés et parmi ceux-ci l'organisme de contrôle prélève 3 diamètres;
- si la famille comprend 3 diamètres et moins, l'organisme de contrôle prélève tous les diamètres.

Pour autant que le programme de fabrication en comporte, l'organisme de contrôle veille à prélever au moins deux diamètres de produits à empreintes. D'autre part, s'il s'agit de la famille 5, 6 ou 12, l'organisme de contrôle veille à prélever au moins un diamètre d'au moins 12,5 mm (sur lequel sera effectué l'examen du comportement sous contraintes multiaxiales) pour autant de nouveau que le programme de fabrication en comporte.

Le producteur présente au moins 120 tonnes d'armatures en provenance, en proportions égales, d'au moins deux coulées et dans lequel sont présents les diamètres choisis comme ci-dessus et en quantités telles que le prélèvement puisse être effectué comme ci-après.

#### A.1.7.2.1. Propriétés géométriques et mécaniques.

L'organisme de contrôle prélève pour chacun des diamètres choisis 30 tronçons d'armature. Si le nombre d'unités de production présentées est inférieur à 30, pour obtenir 30 résultats, on prélève au plus deux tronçons d'armature par unité de production; la distance entre ces deux tronçons d'armature est d'au moins 20 mètres.

Chaque tronçon est divisé en trois tiers, le premier est destiné au contrôle par le laboratoire de l'usine, le second est confié au laboratoire désigné par l'organisme de contrôle et le troisième est gardé en réserve. La longueur de chaque tiers de tronçon doit permettre de réaliser le contrôle de toutes les propriétés géométriques et mécaniques de l'armature même, ainsi que celui des propriétés de l'éventuelle couche de zinc (cfr. PTV n° 312).

Toutefois, au laboratoire extérieur ne sont pas réalisées les déterminations relatives :

- à la section;
- au pas du toronnage;
- à la profondeur des empreintes (fils et torons);
- à la rectitude;
- à l'aptitude au pliage alterné;
- à l'épaisseur, la continuité et l'adhérence de l'éventuelle couche de zinc.

#### A.1.7.2.2. Comportement dans le temps.

Pour chacun des diamètres choisis, il est en outre prélevé 4 tronçons en vue de réaliser 4 essais de relaxation isotherme ainsi que 4 tronçons en vue de réaliser 4 essais de fatigue et un tronçon en vue de réaliser un essai de corrosion sous contrainte. Par type d'essai, on réalise un seul prélèvement par bobine. Les essais de relaxation ne sont pas nécessairement réalisés sur les mêmes unités de production que les essais de fatigue et les essais de corrosion sous contrainte.

##### A.1.7.2.2.1. *Essais de relaxation.*

Chaque tronçon est divisé en trois tiers, le premier destiné à l'essai par le laboratoire de l'usine, le second à l'essai dans le laboratoire désigné par l'organisme de contrôle et le troisième est gardé en réserve. La longueur de chaque tiers de tronçon doit permettre de réaliser un essai de relaxation selon les prescriptions de la norme NBN EN ISO 15630-3. Les essais de relaxation sont réalisés durant 1.000 heures sous une charge initiale de 70 % de la charge de rupture réelle.

##### A.1.7.2.2.2. *Essais de fatigue.*

Chaque tronçon est divisé en deux moitiés, la première étant destinée à l'essai dans le laboratoire désigné par l'organisme de contrôle et la seconde est gardée en réserve. La longueur de chaque moitié de tronçon doit permettre de réaliser un essai de fatigue. Les essais de fatigue sont réalisés selon les modalités de la norme NBN EN ISO 15630-3 jusqu'à  $2 \cdot 10^6$  cycles ainsi que suivant les impositions des normes de produit.

##### A.1.7.2.2.3. *Essais de corrosion sous contrainte.*

L'échantillon est divisé en trois tiers, le premier destiné à l'essai par le laboratoire de l'usine, le second à l'essai dans le laboratoire désigné par l'organisme de contrôle et le troisième est gardé en réserve. La longueur de chaque tiers d'échantillon doit permettre de réaliser un essai de corrosion sous contrainte selon les prescriptions de la norme NBN EN ISO 15630-3, dans lequel on utilise la solution A.

A.1.7.2.3. Comportement sous charges multiaxiales.

Dans les familles 5, 6 et 12 pour chaque diamètre choisi qui est au moins équivalent à 12,5 mm, il est en outre prélevé un échantillon en vue de réaliser un essai de traction déviée. Chaque tronçon est divisé en deux moitiés, la première étant destinée à l'essai dans le laboratoire du fabricant et la seconde est gardée en réserve. La longueur de chaque moitié de tronçon doit permettre de réaliser un essai de traction déviée suivant les impositions de la norme NBN EN ISO 15630-3.

A.1.7.3. Examen des autres familles.

A.1.7.3.1. Si la première famille présentée a donné lieu à l'examen d'au moins 3 diamètres, le producteur présente pour chacune des autres familles, à l'exclusion toutefois de la famille n° 6 qui doit toujours être examinée tel que décrit au § A.1.7.2., un lot d'une masse d'au moins 50 tonnes provenant d'au moins deux coulées différentes et d'un seul diamètre nominal.

L'organisme de contrôle prélève de façon aléatoire 30 tronçons tel que décrit au § A.1.7.2.1. pour les essais relatifs aux propriétés géométriques et mécaniques, 4 tronçons tel que décrit aux § A.1.7.2.2. et A.1.7.2.2.1. pour les essais de relaxation isotherme à 1.000 heures, 4 tronçons tel que décrit aux § A.1.7.2.2. et A.1.7.2.2.2. pour les essais de fatigue jusque  $2 \cdot 10^6$  cycles, et 1 tronçon tel que décrit aux § A.1.7.2.2. et A.1.7.2.2.3. pour l'essai de corrosion sous contrainte.

Dans les familles 5, 6 et 12, pour autant que le programme de fabrication en comporte, l'organisme de contrôle prélève en outre un échantillon tel que décrit au § A.1.7.2.3. pour la réalisation de l'essai de traction déviée.

A.1.7.3.2. Si la première famille présentée a donné lieu à l'examen de moins de 3 diamètres, la deuxième famille est présentée selon § A.1.7.2.

Si les première et deuxième familles présentées ont donné lieu ensemble à l'examen de moins de 3 diamètres, le producteur présente la troisième des autres familles selon § A.1.7.2. et les familles suivantes, à l'exclusion de la famille n° 6, selon § A.1.7.3.1.

Si les première et deuxième familles présentées ont donné lieu ensemble à l'examen d'au moins 3 diamètres, les familles suivantes, à l'exclusion de la famille n° 6, sont examinées selon § A.1.7.3.1.

**A.1.8. Essais.**

Dans ses laboratoires et sous la surveillance de l'organisme de contrôle, le producteur procède aux essais relatifs aux propriétés géométriques et mécaniques des armatures proprement dites, et leur comportement sous contraintes multiaxiales, il effectue les essais de corrosion sous contrainte et il procède au démarrage des essais de relaxation. Il procède également aux essais concernant les propriétés reprises pour la galvanisation (voir PTV n°312).

D'autre part, le laboratoire désigné par l'organisme de contrôle procède aux essais relatifs aux propriétés géométriques et mécaniques des armatures proprement dites, à l'exception de celles exclues au § A.1.7.2.1. Ce laboratoire procède également aux essais relatifs au comportement dans le temps.

L'organisme de contrôle ne peut désigner qu'un laboratoire belge reconnu officiellement pour l'exécution de ce type d'essais.

Le producteur est totalement responsable de la prise d'échantillons, du traitement et du transport d'échantillons jusqu'au laboratoire désigné par l'organisme de contrôle. Cette règle s'applique notamment aux échantillons sur lesquels des essais de fatigue et de corrosion sous contrainte sont conduits.

**A.1.9. Étalonnage des appareils d'essai et de mesure.**

Les machines d'essai de traction des deux laboratoires (celui de l'usine et le laboratoire extérieur) doivent être étalonnées conformément à la norme NBN EN ISO 15630-3. Elles doivent être de classe 1 ou meilleure; le dernier étalonnage effectué par un service indépendant du laboratoire, ne peut remonter à plus d'un an. De plus, elles sont équipées d'un système de mesure de l'allongement total sous la charge maximale.

Tous les autres appareils d'essai et de mesure doivent être étalonnés au minimum une fois par an.

**A.1.10. Autorisation d'usage de la marque BENOR.**

L'autorisation d'usage de la marque BENOR est accordée par famille et s'applique à tous les diamètres de la famille présentée et fabriqués au moment de la demande. L'autorisation ne peut être accordée que lorsque tous les diamètres à examiner ont subi avec succès tous les essais.

## **A.1.11. Extension d'autorisation d'usage de la marque BENOR.**

### **A.1.11.1. Extension d'une autorisation d'usage de la marque BENOR au sein d'une famille.**

Lorsque le producteur entreprend la fabrication d'un nouveau diamètre au sein d'une famille pour laquelle l'autorisation d'usage de la marque BENOR lui a été accordée ou est en cours d'examen, il est tenu d'en avertir l'organisme de contrôle et de solliciter l'autorisation d'usage pour ce nouveau diamètre.

L'organisme de contrôle prélève de façon aléatoire 30 pour les essais relatifs aux propriétés géométriques et mécaniques.

Les essais relatifs aux propriétés géométriques et mécaniques sont effectués dans le laboratoire du producteur en présence d'un représentant de l'organisme de contrôle. Le cas échéant, il procède également aux essais concernant les propriétés reprises pour la galvanisation.

Le producteur présente à l'organisme de contrôle 1 essai de relaxation isotherme réalisé à 120 heures (extrapolé à 1.000 heures) sous une charge initiale de 70% de la charge de rupture réelle selon les prescriptions de la norme NBN EN ISO 15630-3.

Le producteur présente à l'organisme de contrôle 3 essais de fatigue réalisés sur des unités différentes selon les modalités de la norme NBN EN ISO 15630-3 jusqu'à  $2 \cdot 10^6$  cycles ainsi que suivant les impositions selon le cas des normes de produit.

Le producteur présente à l'organisme de contrôle un essai de corrosion sous contrainte réalisé selon les prescriptions de la norme NBN EN ISO 15630-3, dans lequel on utilise la solution A.

Dans le cas d'une extension aux fils ou torons à empreintes au sein d'une famille déjà reconnue en produits lisses, il sera au moins procédé à un lot de trois essais de fatigue sur un diamètre de fil ou toron à empreintes. Ces essais sont conduits conformément au paragraphe A.1.7.2.2.2.

Dans le cas d'une extension comportant des diamètres d'au moins 12,5 mm dans les familles 5, 6 ou 12, il est procédé à au moins un essai de traction déviée sur un de ces diamètres présentés. Cet essai est conduit conformément au A.1.7.2.3.

### A.1.11.2. Extension d'une autorisation d'usage de la marque BENOR à d'autres familles.

Le producteur peut solliciter l'extension de l'autorisation d'usage de la marque BENOR à d'autres familles de son programme de fabrication. Ces familles sont examinées selon la procédure décrite au § A.1.7.3.

## A.2. INTERPRETATION DES RESULTATS.

Deux conditions doivent être satisfaites, d'une part les résultats de l'usine ainsi que les résultats du laboratoire désigné par l'organisme de contrôle doivent être conformes aux § A.2.1., A.2.2. et A.2.3.; d'autre part, la comparaison statistique doit être conforme au A.2.4.

### A.2.1. Contrôle par mesures.

Pour chacune des propriétés faisant l'objet d'un contrôle par mesures, c'est-à-dire :

- la charge à la limite conventionnelle d'élasticité à 0,2 % ( $F'_{p 0,2}$ ),
- la charge de rupture ( $F'_m$ ),

on calcule par diamètre la moyenne "m", l'estimation de l'écart-type "s" et l'estimation de la valeur caractéristique :  $v_c = m - 2,22 s$  (\*)

On compare les estimations des valeurs caractéristiques aux valeurs spécifiées dans les normes.

### A.2.2. Contrôle par attributs.

Les propriétés faisant l'objet d'un contrôle par attributs sont :

- la section,
- le pas du toronnage,
- la profondeur des empreintes pour les fils ou torons à empreintes,
- la rectitude,
- le rapport de la charge de rupture à la charge à la limite conventionnelle d'élasticité à 0,2 % ( $F'_m / F'_{p 0,2}$ ),
- l'allongement total sous la charge maximale,
- la striction (pour les fils),
- l'aptitude au pliage alterné,
- la relaxation,
- la fatigue;

(\*) Le coefficient 2,22 correspond à  $n = 30$  au tableau III du paragraphe B.2.2.

- la corrosion sous contrainte;
  - le comportement sous contraintes multiaxiales (pour les torons 7 fils à partir de 12.5mm);
- et le cas échéant :
- l'épaisseur, la continuité et l'adhérence de la couche de zinc.

On détermine pour chaque propriété le nombre d'éprouvettes ne répondant pas aux critères de la norme.

### **A.2.3. Conditions d'acceptation.**

Il faut que pour chaque groupe de produits de même diamètre nominal choisis selon les indications du paragraphe A.1.7., tous les critères de la norme soient satisfaits, c'est-à-dire :

- pour les propriétés contrôlées par mesures, les valeurs  $v_c = m - 2,22$  s doivent répondre aux critères de la norme;
- pour les propriétés contrôlées par attributs, il ne peut y avoir aucune éprouvette non satisfaisante.

Pour l'essai de traction déviée, le coefficient D est calculé comme la moyenne des résultats individuels des 5 échantillons. Toutefois, si l'écart-type des 5 valeurs  $D_i$  est supérieur à 15% de leur valeur moyenne, 5 éprouvettes supplémentaires sont essayées ; la valeur individuelle la plus élevée et la plus basse de la série des 10 résultats sont écartées et le coefficient D est alors la moyenne des 8 résultats restants.

### **A.2.4. Comparaison entre les résultats des essais effectués à l'usine et ceux du laboratoire extérieur.**

- A.2.4.1. Pour la charge à la rupture et la charge à la limite conventionnelle l'élasticité à 0,2 %, on procède à la comparaison statistique des résultats des essais effectués à l'usine avec ceux du laboratoire extérieur par la méthode des observations appariées (voir annexe).

Si la comparaison montre que les séries d'essais ne sont pas statistiquement identiques, il y a lieu d'en rechercher les causes :

- s'il se révèle que les causes sont inhérentes au contrôle par le laboratoire de l'usine, celui-ci remédie sans tarder aux défauts constatés et procède aux essais sur les produits gardés en réserve;

- s'il se révèle que les causes sont inhérentes au laboratoire extérieur,
- s'il n'est pas possible de déceler la cause des divergences, l'organisme de secteur juge des mesures à prendre.

L'organigramme à la fin du présent chapitre A résume le processus à suivre.

- A.2.4.2. Pour les propriétés contrôlées par attributs, en cas de divergence manifeste entre les résultats du laboratoire extérieur et ceux du laboratoire de l'usine, l'organisme de secteur juge des mesures à prendre.

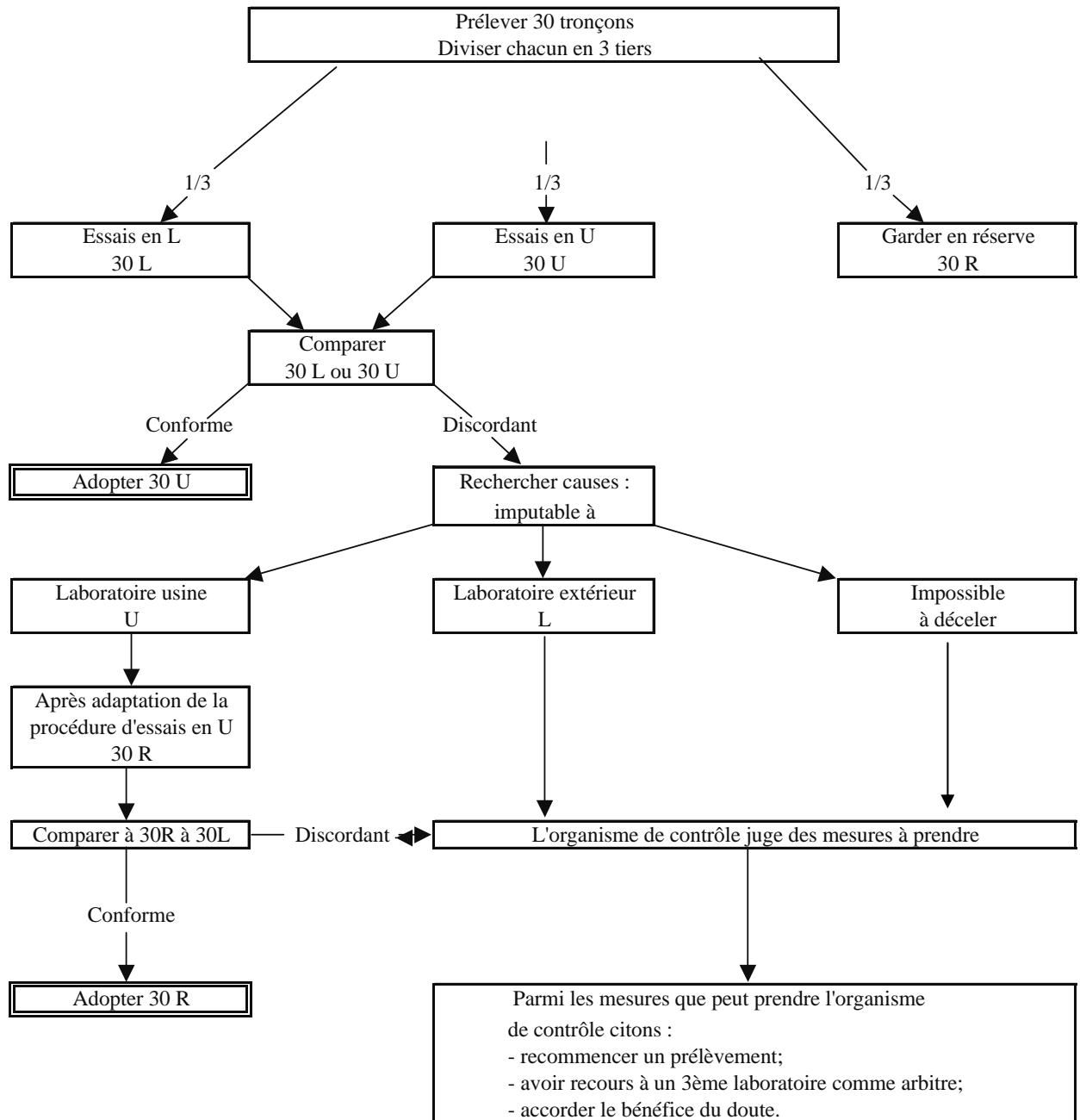
Le producteur ne peut incriminer des défauts de surface comme explication d'éventuels résultats non conformes notamment pour les essais de fatigue, sauf s'il peut prouver de façon indubitable que des défauts de surface sont présents sur les échantillons et qu'ils ont été causés par des tiers, donc en dehors de sa responsabilité (voir § A.1.8.).

Des résultats d'essais de relaxation, de fatigue ou de corrosion sous contrainte non conformes peuvent conduire à l'exécution d'un examen complémentaire sur les échantillons incriminés. L'organisme de secteur décide, éventuellement en concertation avec le producteur, comment conduire cet examen complémentaire. Le coût de cet examen complémentaire est entièrement à charge du producteur.

## Organigramme pour 1 diamètre.

Cas du contrôle par mesures (§ A.2.1.).

L = laboratoire extérieur  
 U = laboratoire de l'usine  
 R = réserve



## **B. AUTOCONTRÔLE INDUSTRIEL.**

### **B.1. GENERALITES.**

#### **B.1.1. Moyens de contrôle.**

##### **B.1.1.1. Matériel d'essai et de mesure.**

Le producteur doit disposer des moyens de contrôle permettant de vérifier, au cours de la fabrication d'un produit pour lequel il a obtenu l'autorisation d'usage de la marque BENOR, le respect des critères fixés par les normes le concernant. Les machines d'essai de traction du laboratoire de l'usine doivent être étalonnées conformément à la norme NBN EN ISO 15630-3 et être de la classe 1 ou meilleure; le dernier étalonnage effectué par un service indépendant de l'usine et reconnu par l'organisme de secteur, ne peut remonter à plus d'un an.

Tous les autres appareils d'essai et de mesure doivent être étalonnés au minimum une fois par an.

Toutefois, en ce qui concerne les essais de relaxation isotherme, de fatigue et de corrosion sous contrainte, le producteur peut faire appel à un laboratoire extérieur, reconnu par l'organisme de secteur, dont les bancs d'essai sont étalonnés comme ci-dessus.

##### **B.1.1.2. Contrôle des produits d'origine.**

Le producteur doit disposer d'un système interne grâce auquel il peut démontrer que toute livraison de fils machine qu'il utilise pour la confection de produits pour lesquels il a demandé l'autorisation d'usage de la marque BENOR, répond à ses propres prescriptions.

Ce système comprend au minimum l'enregistrement de :

- soit, les résultats d'essai sur fil machine livré, réalisés et interprétés par le fournisseur de fil machine, et grâce auxquels le producteur de l'acier de précontrainte peut démontrer que le fil machine livré répond aux prescriptions de qualité définies par lui;
- soit, une procédure de réception (méthodes et fréquences) interne du fil machine livré que le producteur de l'acier de précontrainte exécute lui-même sur le fil machine livré et grâce à laquelle il peut démontrer que le fil machine n'est utilisé qu'après que tous les contrôles prévus n'aient été réalisés et jugés acceptables.

En cas de doute ou de problèmes en rapport avec la qualité du fil machine, le producteur du fil machine se doit d'exécuter lui-même les contrôles sur le fil machine.

L'évaluation de la qualité du fil machine par le producteur est finalisée dans l'élaboration d'une liste des fournisseurs et types et diamètres de fils machine qu'il reconnaît (voir A.1.2.2). Cette liste reflète la situation à chaque moment.

## **B.1.2. Prélèvements pour le contrôle des propriétés géométriques et mécaniques.**

### **B.1.2.1. Fils.**

Pour le contrôle des propriétés 1 à 9 du § 4.1. de la norme NBN I10-002, au moins un échantillon est prélevé de façon aléatoire par 4 t de produit de même configuration géométrique, de même résistance caractéristique spécifiée à la traction et fabriqué selon un même mode opératoire.

Il s'agit des propriétés suivantes :

- 1° : propriétés géométriques (diamètre, section transversale et éventuellement caractéristiques des empreintes);
- 2° : état de surface et rectitude;
- 3° : charge de rupture ou résistance à la traction (NBN EN ISO 15630-3);
- 4° : charge à la limite conventionnelle d'élasticité à 0,2 %;
- 5° : rapport de la charge de rupture à la charge de la limite conventionnelle d'élasticité à 0,2 % ( $F'_m / F'_{p0,2}$ );
- 6° : allongement total sous la charge maximale;
- 7° : diagramme charge-allongement;
- 8° : striction;
- 9° : aptitude au pliage alterné (voir NBN EN ISO 15630-3).

De plus, une détermination de la charge de rupture est effectuée par unité de production (essai de traction sans diagramme).

L'exploitation statistique selon § B.2. et B.3. ci-après nécessite de disposer d'au moins dix résultats par production homogène.

Toutefois, pour les productions homogènes comportant entre 6 et 10 résultats, on peut procéder à l'interprétation statistique sur la base de la NBN I10-002; cette interprétation est analogue à celle des procédures § B.2. et B.3. ci-après, mais avec la particularité qu'un risque du client  $\beta$  de 2,5 % est pris en compte.

Le cas échéant le producteur prélèvera deux éprouvettes par unité de production, afin d'arriver au nombre minimal d'éprouvettes; ces éprouvettes seront prélevées à une entredistance minimale de 20 mètres sur l'unité de production.

Une production est considérée homogène si l'ensemble des résultats d'essai de rupture satisfait à l'hypothèse de normalité avec un niveau de confiance de 95 %. La normalité est vérifiée par le test de Shapiro-Wilk si le nombre de résultats est inférieur ou égal à 50 (annexe I à la norme NBN I10-002) et par le test d'Agostino pour un nombre supérieur à 50 (annexe II à la norme NBN I10-002).

Pour les productions avec faible dispersion des valeurs de rupture, les considérations reprises au § A.1.7.1. sont d'application.

#### B.1.2.2. Torons.

Pour le contrôle des propriétés n° 1 à 8 du § 4.1. de la norme NBN I10-003, au moins un échantillon est prélevé par unité de production.

Il s'agit des propriétés suivantes :

- 1° : propriétés géométriques (diamètre, section transversale, pas et éventuellement caractéristiques des empreintes);
- 2° : état de surface et rectitude;
- 3° : charge de rupture ou résistance à la traction (NBN EN ISO 15630-3);
- 4° : charge à la limite conventionnelle d'élasticité à 0,2 %;
- 5° : rapport de la charge de rupture à la charge de la limite conventionnelle d'élasticité à 0,2 % ( $F'_m / F'_{p 0,2}$ );
- 6° : allongement total sous la charge maximale;
- 7° : diagramme charge-allongement;
- 8° : striction (examen visuel sans mesures).

L'exploitation statistique selon § B.2. et B.3. ci-après nécessite de disposer d'au moins dix résultats par production homogène.

Toutefois, pour les productions homogènes comportant entre 6 et 10 résultats, on peut procéder à l'interprétation statistique sur la base de la NBN I10-003; cette interprétation est analogue à celle des procédures § B.2. et B.3. ci-après, mais avec la particularité qu'un risque du client  $\beta$  de 2,5 % est pris en compte.

Le cas échéant le producteur prélèvera deux éprouvettes par unité de production, afin d'arriver au nombre minimal d'éprouvettes; ces éprouvettes seront prélevées à une entredistance minimale de 20 mètres sur l'unité de production.

Une production est considérée homogène si l'ensemble des résultats d'essai de rupture satisfait à l'hypothèse de normalité avec un niveau de confiance de 95 %. La normalité est vérifiée par le test de Shapiro-Wilk si le nombre de résultats est inférieur ou égal à 50 (annexe I à la norme NBN I10-003) et par le test d'Agostino pour un nombre supérieur à 50 (annexe II à la norme NBN I10-003).

Pour les productions avec faible dispersion des valeurs de rupture, les considérations reprises au § A.1.7.1. sont d'application.

### B.1.2.3. Fil galvanisé.

Par 4 t de fil galvanisé, on prélève de façon aléatoire au moins un échantillon pour le contrôle des propriétés 1 à 9 du § 4.1. de la norme NBN I10-002, et 16 à 18 du § 3.1 du PTV n° 312, soit :

- 1° : propriétés géométriques (diamètre, section transversale);
- 2° : état de surface et rectitude;
- 3° : charge de rupture ou résistance à la traction (NBN EN ISO 15630-3);
- 4° : charge à la limite conventionnelle d'élasticité à 0,2 %;
- 5° : rapport de la charge de rupture à la charge de la limite conventionnelle d'élasticité à 0,2 % ( $F'_m / F'_{p0,2}$ );
- 6° : allongement total sous la charge maximale;
- 7° : diagramme charge-allongement;
- 8° : striction;
- 9° : aptitude au pliage alterné (voir NBN EN ISO 15630-3);
- 10° : épaisseur de la couche de zinc;
- 11° : continuité de la couche de zinc;
- 12° : adhérence de la couche de zinc.

De plus, une détermination de la charge de rupture est effectuée par unité de production (essai de traction sans diagramme).

L'exploitation statistique selon § B.2. et B.3. ci-après nécessite de disposer d'au moins dix résultats par production homogène.

Toutefois, pour les productions homogènes comportant entre 6 et 10 résultats, on peut procéder à l'interprétation statistique sur la base de la NBN I10-002; cette interprétation est analogue à celle des procédures § B.2. et B.3. ci-après, mais avec la particularité qu'un risque du client  $\beta$  de 2,5 % est pris en compte.

Le cas échéant le producteur prélèvera deux éprouvettes par unité de production, afin d'arriver au nombre minimal d'éprouvettes; ces éprouvettes seront prélevées à une entredistance minimale de 20 mètres sur l'unité de production.

Une production est considérée homogène si l'ensemble des résultats d'essai de rupture satisfait à l'hypothèse de normalité avec un niveau de confiance de 95 %. La normalité est vérifiée par le test de Shapiro-Wilk si le nombre de résultats est inférieur ou égal à 50 (annexe I à la norme NBN I10-002) et par le test d'Agostino pour un nombre supérieur à 50 (annexe II à la norme NBN I10-002).

Pour les productions avec faible dispersion des valeurs de rupture, les considérations reprises au § A.1.7.1. sont d'application.

#### B.1.2.4. Torons galvanisés.

Par unité de production, on prélève de façon aléatoire au moins un échantillon pour le contrôle des propriétés n° 1 à 8 du § 4.1. de la norme NBN I10-003, et les propriétés 15 à 17 du § 4.2. du PTV n° 312, soit :

- 1° : propriétés géométriques (diamètre, section transversale, pas);
- 2° : état de surface et rectitude;
- 3° : charge de rupture ou résistance à la traction (NBN EN ISO 15630-3);
- 4° : charge à la limite conventionnelle d'élasticité à 0,2 %;
- 5° : rapport de la charge de rupture à la charge de la limite conventionnelle d'élasticité à 0,2 % ( $F'_m / F'_{p0,2}$ );
- 6° : allongement total sous la charge maximale;
- 7° : diagramme charge-allongement;
- 8° : striction (examen visuel sans mesures);
- 9° : épaisseur de la couche de zinc;
- 10° : continuité de la couche de zinc;
- 11° : adhérence de la couche de zinc.

L'exploitation statistique selon § B.2. et B.3. ci-après nécessite de disposer d'au moins dix résultats par production homogène.

Toutefois, pour les productions homogènes comportant entre 6 et 10 résultats, on peut procéder à l'interprétation statistique sur la base de la NBN I10-003; cette interprétation est analogue à celle des procédures § B.2. et B.3. ci-après, mais avec la particularité qu'un risque du client  $\beta$  de 2,5 % est pris en compte.

Le cas échéant le producteur prélèvera deux éprouvettes par unité de production, afin d'arriver au nombre minimal d'éprouvettes; ces éprouvettes seront prélevées à une entredistance minimale de 20 mètres sur l'unité de production.

Une production est considérée homogène si l'ensemble des résultats d'essai de rupture satisfait à l'hypothèse de normalité avec un niveau de confiance de 95 %. La normalité est vérifiée par le test de Shapiro-Wilk si le nombre de résultats est inférieur ou égal à 50 (annexe I à la norme NBN I10-003) et par le test d'Agostino pour un nombre supérieur à 50 (annexe II à la norme NBN I10-003).

Pour les productions avec faible dispersion des valeurs de rupture, les considérations reprises au § A.1.7.1. sont d'application.

### **B.1.3. Prélèvements pour le contrôle du comportement dans le temps.**

#### **B.1.3.1. Relaxation isotherme.**

Par an et par famille faisant l'objet d'une autorisation d'usage de la marque BENOR , au moins 2 essais de relaxation sont réalisés dans le laboratoire du fournisseur ou dans le laboratoire désigné par celui-ci (voir § B.1.1.1.). Ces deux essais sont réalisés de préférence sur des diamètres différents, de sorte que les diamètres principalement produits soient examinés pendant chaque période de trois ans. L'essai de relaxation à 70 % de la charge de rupture réelle de l'armature est limité à 120 heures mais extrapolé à 1.000 heures selon les modalités du § 7.1. de la norme NBN I10-001.

#### **B.1.3.2. Fatigue.**

Par an, tant pour l'ensemble des familles des fils que pour l'ensemble des familles des torons, au moins une série de trois essais de fatigue sont réalisés sur un même diamètre nominal; par période de trois ans, au moins un diamètre nominal de chaque famille faisant l'objet d'une autorisation d'usage de la marque BENOR doit subir une série de trois essais de fatigue. Les essais sont répartis aussi bien sur les fils et torons lisses que sur ceux à empreintes. Au besoin, le producteur exécute les essais de fatigue sur des produits confectionnés au départ de fil machine pour lesquels, lors de modifications des caractéristiques d'origine, il ne dispose pas de résultats d'essai de fatigue sur produit fini. L'essai de fatigue est réalisé selon les prescriptions de la norme NBN EN ISO 15630-3 et est poursuivi jusqu'à  $2 \cdot 10^6$  cycles, ainsi que suivant les impositions des normes de produit.

### B.1.3.3. Corrosion sous contrainte

Par an et par famille faisant l'objet d'une autorisation d'usage de la marque BENOR, on réalise au moins 1 essai de corrosion sous contrainte dans le laboratoire du fournisseur ou dans un laboratoire désigné par celui-ci (voir § B.1.1.1.). L'essai est réalisé annuellement sur des diamètres différents, de sorte que les diamètres principalement produits soient examinés pendant chaque période de trois ans. L'essai de corrosion sous contrainte est effectué conformément aux prescriptions de la NBN EN ISO 15630-3, dans lequel on utilise la solution A.

### B.1.4. Prélèvement pour le contrôle du comportement sous charges multiaxiales.

Par production homogène (voir § B.1.2.2.) de toron d'un diamètre égal ou supérieur à 12,5 mm dans les familles 5, 6 ou 12, on prélève de façon aléatoire au moins un échantillon pour la réalisation de l'essai de traction déviée dans le laboratoire du producteur. L'essai de traction déviée est effectué conformément aux prescriptions de la norme NBN EN ISO 15630-3.

### B.1.5. Enregistrement et exploitation des résultats de l'autocontrôle.

Tous les résultats des contrôles sont enregistrés. Lorsqu'un diagramme "charge-allongement" est relevé, il est procédé à la détermination du module d'élasticité. La section réelle et le module d'élasticité sont consignés dans le registre.

On utilise un registre à pages prénumérotées et préparées par le mandataire de l'organisme de contrôle. Ce registre peut être constitué de feuilles libres. Dans le cas où le service de contrôle de l'usine utilise un système de numérotation continue des résultats d'essais ou un système informatisé, le registre à pages prénumérotées et préparées n'est pas imposé. Ce système de numérotation doit offrir toutes les garanties et être reconnu par l'organisme de contrôle.

Les résultats sont conservés pendant 10 ans au moins par le producteur.

A l'exception du module d'élasticité, les résultats sont exploités statistiquement par le producteur en suivant un programme de calcul approuvé par l'organisme de contrôle et les résultats de cette exploitation statistique sont envoyés trimestriellement à l'organisme de contrôle : l'organisme de contrôle doit être en possession de ces résultats au plus tard à la fin du trimestre suivant le trimestre pendant lequel les produits considérés ont été fabriqués.

Le producteur peut éliminer de cette exploitation statistique les résultats en provenance de produits retirés du circuit commercial (voir B.5.) et le cas échéant certains résultats trop favorables (voir B.2.2.).

Tous les résultats des essais à effectuer par le producteur sur base annuelle doivent être communiqués au plus tôt à l'organisme de contrôle. L'organisme de contrôle doit être en possession des résultats de l'année précédente, au plus tard fin du mois de mars.

Les résultats transmis par le fournisseur de fil machine ou les résultats de contrôle de qualification interne de la qualité du fil machine utilisé sont enregistrés, comparés aux critères de qualité internes et exploités par le producteur.

Les résultats de tous les essais de fatigue sur les armatures de précontrainte sont enregistrés et consignés dans une liste qui reprend également les caractéristiques du fil machine utilisé.

Les registres de fil machine et des essais de fatigue sont continuellement tenus à la disposition de l'organisme de contrôle.

## **B.2. CONTRÔLE STATISTIQUE PAR MESURES.**

Ce contrôle s'applique à la charge à la limite conventionnelle d'élasticité à 0,2 % et à la charge de rupture.

### **B.2.1. Principe.**

L'interprétation des résultats des essais se fait à l'aide des méthodes statistiques en adoptant un niveau de qualité toléré (NQT) de 5 % associé à un risque  $\beta$  de 5 %.

### **B.2.2. Interprétation statistique des résultats des essais.**

L'interprétation statistique des résultats des essais est à effectuer pour les produits en provenance d'une même production homogène. Le fabricant est libre de diviser sa production en plusieurs lots homogènes. Toutefois, cette division doit apparaître clairement dans les documents d'interprétation statistique qu'il transmet pour contrôle à l'organisme de contrôle (voir § B.1.5.).

Pour chaque propriété examinée, on détermine pour les "n" résultats disponibles, la moyenne arithmétique "m" et l'estimation de l'écart-type "s".

On calcule l'estimation de la valeur caractéristique ( $m - ks$ ).

Le tableau III ci-après donne la constante d'acceptation "k" en fonction du nombre de résultats disponibles.

Dans le cas où cette valeur ne satisfait pas à la valeur caractéristique spécifiée, le producteur a la faculté d'écarter au plus la moitié des valeurs fournies pour le contrôle considéré, mais à condition :

- 1°) de le faire dans l'ordre des valeurs classées en commençant par les plus élevées et de prendre en considération ( $m_i - k_i \cdot s_i$ ) appliqué aux valeurs restantes;
- 2°) que les valeurs restantes satisfassent à l'hypothèse de normalité, avec un niveau de confiance de 95 % (test de Shapiro-Wilk ou d'Agostino selon l'effectif des résultats).

Si cette nouvelle valeur ( $m_i - k_i \cdot s_i$ ) demeure inférieure à la valeur spécifiée, l'ensemble des produits considérés ne peut être revêtu de la marque de conformité BENOR (voir § B.5.).

**Tableau III**

Nombre de résultats disponibles n	Constante d'acceptation k
10	2,91
11	2,82
12	2,74
13	2,67
14	2,61
15	2,57
16	2,52
17	2,49
18	2,45
19	2,42
20	2,40
22	2,35
24	2,31
26	2,27
28	2,24
30	2,22
35	2,17
40	2,13
45	2,09
50	2,07
60	2,02
70	1,99
80	1,97
90	1,94
100	1,93
150	1,87
200	1,84
250	1,81
300	1,80
400	1,78
500	1,76
1.000	1,73
∞	1,64

### **B.3. CONTRÔLE STATISTIQUE PAR ATTRIBUTS.**

Ce contrôle s'applique aux propriétés suivantes :

1° : propriétés géométriques :

- diamètre, section transversale, et éventuellement caractéristiques des empreintes dans le cas des fils;
- diamètre, section transversale, pas et éventuellement caractéristiques des empreintes dans le cas des torons;

2° : état de surface et rectitude;

3° : rapport de la charge de rupture à la charge de la limite conventionnelle d'élasticité à 0,2 % ( $F'_m / F'_{p0,2}$ );

4° : allongement total sous la charge maximale;

5° : striction : - examen visuel sans mesure dans le cas des torons;  
- mesure dans le cas des fils;

6° : aptitude au pliage alterné (exclusivement pour les fils);

7° : relaxation;

8° : fatigue;

9° : corrosion sous contrainte;

10° : comportement sous charges multiaxiales;

11° : épaisseur de la couche de zinc;

12° : continuité de la couche de zinc;

13° : adhérence de la couche de zinc.

#### **B.3.1. Principe.**

L'interprétation des résultats des essais se fait à l'aide des méthodes statistiques en adoptant un niveau de qualité toléré (NQT) de 5% associé à un risque  $\beta$  de 5 %.

#### **B.3.2. Interprétation statistique des résultats des essais.**

L'interprétation des résultats des essais s'applique à l'ensemble des produits en provenance d'une même production homogène.

Pour chaque propriété examinée, on admet un nombre maximal de résultats insuffisants en fonction du nombre de résultats nécessaires pour respecter le critère, comme indiqué au tableau IV ci-après.

Pour l'essai de traction déviée, le coefficient D est calculé comme la moyenne des résultats individuels des 5 échantillons. Toutefois, si l'écart-type des 5 valeurs  $D_i$  est supérieur à 15% de leur valeur moyenne, 5 éprouvettes supplémentaires sont essayées ; la valeur individuelle la plus élevée et la plus basse de la série des 10 résultats sont écartées et le coefficient D est alors la moyenne des 8 résultats restants.

Tableau IV

Nombre maximal admis de résultats non satisfaisants	Nombre minimal de résultats nécessaires pour respecter le critère
0	59
1	95
2	126
3	156
4	184
5	211

Si le nombre de résultats non satisfaisants dépasse le nombre maximal admis, l'ensemble des produits de la production envisagée ne peut recevoir la marque de conformité BENOR tant que les unités de production correspondant aux résultats non satisfaisants n'ont pas été écartées de la population examinée; toutefois, les valeurs des propriétés contrôlées par mesures pour les unités de productions conservées doivent satisfaire à l'hypothèse de normalité au niveau de confiance de 95 %.

#### **B.4. APPPOSITION DE LA MARQUE DE CONFORMITE BENOR.**

Dès que tous les résultats d'essais relatifs à une production homogène sont enregistrés, exploités et que leur interprétation est constatée conforme aux critères des normes de produits, selon les § B.2.2. et B.3.2., les produits de la production (y compris ceux des unités de production correspondant aux résultats écartés selon § B.2.2.) peuvent être munis d'une étiquette attestant la conformité à la norme.

Cette étiquette porte, outre les indications reprises au § A.1.5. au moins les indications suivantes :

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

Le producteur soumet le modèle de l'étiquette à l'approbation de l'organisme de contrôle. Ultérieurement, toute modification de l'étiquette doit être préalablement autorisée par l'organisme de contrôle.

Le producteur enregistre l'affectation de toutes les étiquettes; éventuellement, il peut consigner cette information sur le registre des essais (voir § B.1.5.). Copie de ces enregistrements est transmise d'initiative et trimestriellement à l'organisme de contrôle.

Les étiquettes BENOR sont utilisées en suivant l'ordre croissant des numéros d'ordre propres aux produits BENOR.

Lorsqu'une étiquette BENOR, apposée par erreur ou pour toute autre raison, doit être enlevée d'une unité de production, cette étiquette doit être restituée à l'organisme de contrôle et mention doit en être faite sur le registre des étiquettes ou par une note à l'organisme de contrôle lorsque le registre correspondant lui a déjà été communiqué en copie conforme.

Lorsqu'il s'avère a posteriori qu'un lot non-conforme a été fourni, le producteur a l'obligation de prévenir son client, ainsi que l'organisme de secteur.

#### **B.5. PRODUITS NON SUSCEPTIBLES DE PORTER LA MARQUE BENOR.**

Toutes précautions doivent être prises pour que les produits qui ne répondent pas aux exigences de la norme et qui ne peuvent pas porter la marque BENOR ne puissent être confondus avec ceux qui portent la marque BENOR.

**C. VERIFICATION PAR L'ORGANISME DE CONTRÔLE.****C.1. PRODUITS SE TROUVANT DANS L'USINE PRODUCTRICE.****C.1.1. Généralités.**

Les conditions de délivrance de l'autorisation d'usage de la marque BENOR (régularité dans la fabrication des produits et conformité des produits portant la marque BENOR aux normes) sont vérifiées périodiquement par l'organisme de contrôle.

Cette vérification consiste à s'assurer :

- qu'il existe un système interne de qualification du fil machine ;
- que les machines d'essai de traction sont conformes à la NBN EN ISO 15630-3, qu'elles sont de la classe 1 ou meilleure et que leur dernier étalonnage ne remonte pas à plus d'un an;
- que tous les autres appareils d'essai et de mesure sont étalonnés au minimum une fois par an;
- que les résultats de l'autocontrôle industriel sont satisfaisants;
- que les résultats de l'autocontrôle industriel sont exploités correctement. A cette fin l'organisme de contrôle procède à la vérification de l'exploitation statistique d'au moins deux séries de résultats par an;
- que les résultats obtenus et enregistrés lors de cet autocontrôle industriel sont conformes à la réalité en exécutant des essais de vérification sur des produits fabriqués sous le couvert de la marque BENOR et autocontrôlés;
- que toutes les mesures ont été prises pour ne pas introduire des produits déclassés qui ne peuvent être munis de la marque BENOR parmi les produits répondant aux spécifications BENOR;
- que lorsque des anomalies ont été constatées, des mesures ont été prises pour y remédier.

Le producteur prend toutes les dispositions pour faciliter cette vérification; en particulier, il communique à l'organisme de contrôle (voir OCAB doc n° 289):

- la liste des fournisseurs et qualités et diamètres de fil machine qu'il reconnaît ;

- le nom du responsable des services de contrôle de l'usine;
- la date de la mise en route d'une production légèrement modifiée, c'est-à-dire de produits rentrant dans le cadre du contrat mais comportant certaines modifications mineures;
- tous les résultats d'autocontrôle selon les § B.1.2., B.1.3. et B.1.5 ;
- une liste de tous les résultats d'essais de relaxation, de fatigue et de corrosion sous contrainte sur armatures de précontrainte qui fait apparaître que tous les fils machine utilisés conviennent pour la confection de ces produits.

Il lui communique également, pour chaque période trimestrielle à partir de la date de la délivrance d'une première autorisation d'usage de la marque BENOR, la quantité de produits fabriqués sous le couvert de la marque BENOR ainsi que la quantité de produits déclassés. Ces quantités sont indiquées séparément pour chacune des usines du producteur et subdivisées par diamètre.

### **C.1.2. Périodicité des visites de surveillance.**

Les vérifications sont effectuées par l'organisme de contrôle au moyen de visites de surveillance qui ont lieu, en principe, quatre fois par an.

Cette périodicité est d'une visite tous les 2 mois dans les cas suivants :

- pendant la première période de 12 mois qui suit la délivrance d'une première autorisation d'usage de la marque BENOR;
- sur décision de l'organisme de secteur, lorsque les résultats obtenus sur les échantillons prélevés par l'organisme de contrôle lors d'une vérification périodique et ceux obtenus par le laboratoire de l'usine sur les échantillons en provenance des mêmes lots présentent une différence statistiquement significative (voir § C.1.5.) et que le producteur n'a pu justifier de manière satisfaisante;
- sur décision de l'organisme de secteur, lorsque d'autres situations permettent à celui-ci de mettre en doute le niveau de qualité des produits ou sa régularité.

Il n'est pas obligatoire de vérifier à chaque visite tous les diamètres faisant l'objet de l'autorisation d'usage de la marque BENOR, le choix en est laissé à l'appréciation de l'organisme de contrôle.

### **C.1.3. Prélèvement des échantillons.**

L'organisme de contrôle désigne des produits, parmi ceux portant la marque BENOR dans les magasins de l'usine productrice, en vue du prélèvement des échantillons.

#### **C.1.3.1. Vérification périodique.**

Le producteur présente à l'organisme de contrôle une quantité d'acier autocontrôlé portant la marque BENOR comprenant au moins deux diamètres et correspondant à au moins 30 unités de production.

En outre, il veille à ce que chaque famille faisant l'objet d'une autorisation d'usage de la marque BENOR, puisse être soumise au moins une fois par an au contrôle précité. De même, le cas échéant, il veille à permettre le prélèvement au moins une fois par an des produits à empreintes. L'organisme de contrôle délimite, dans cette quantité d'acier, de préférence un lot correspondant à 20 essais d'autocontrôle industriel d'un même diamètre, ou à défaut 2 lots correspondant chacun à 10 essais d'autocontrôle industriel du même diamètre (ce dernier choix est fait exclusivement, sauf impossibilité par défaut de stock suffisant, dans un seul diamètre). Dans l'ensemble ainsi désigné, l'organisme de contrôle prélève 20 échantillons répartis régulièrement.

Les 20 échantillons prélevés ont une longueur suffisante pour réaliser un essai de traction avec diagramme (fils et torons), un essai de pliage (fils), la mesure de la configuration de surface (fils et torons) et le cas échéant la mesure des propriétés de la couche de zinc (armatures galvanisées). Ces essais sont réalisés dans le laboratoire du producteur.

Pour autant que la production comporte des torons de diamètre supérieur ou égal à 12.5 mm, un essai de traction déviée est réalisé à chaque visite de contrôle. Ceux-ci seront répartis de manière à ce que au moins un résultat d'essai de traction déviée puisse être disponible par année et par famille.

On prévoit pour cet échantillonnage les cas suivants possibles:

1. Production de torons d'un diamètre d'au moins 12,5 mm en cours lors d'une visite de contrôle :  
l'échantillonnage s'opère en présence de l'organisme de contrôle sur la production en cours, qui est BENOR ou de qualité identique.

2. Pas de production en cours de torons d'un diamètre d'au moins 12,5 mm, mais il en existe chez le producteur un stock, portant la marque BENOR : l'échantillonnage s'opère en présence de l'organisme de contrôle sur une des unités de production en stock. Le producteur s'organisera pour qu'un échantillonnage de  $\pm 4$  spires, solidaires de l'unité de production, puisse s'opérer facilement le jour de la visite périodique en question."

Une production insuffisante dans la marque BENOR ne peut donner lieu à réduction de la fréquence prévue des visites de contrôle ou à la réduction des contrôles à effectuer par l'organisme de contrôle. Le cas échéant, le producteur présentera à l'organisme de contrôle une quantité d'acier complémentaire à celle fabriquée sous la marque BENOR, après l'avoir autocontrôlée et analysée statistiquement selon les règles BENOR, afin de rendre possible la réalisation des essais contractuellement prévus.

Les échantillons doivent être marqués immédiatement d'une manière rendant toute méprise impossible.

Les échantillons destinés à être contrôlés ailleurs que dans les laboratoires de l'usine productrice font l'objet d'un bordereau d'identification.

Si des diamètres sont fréquemment absents des stocks, l'organisme de contrôle peut imposer la conservation de contre-types pour les armatures concernées.

Néanmoins, il y a lieu de réaliser, au moins une fois par an, des essais de contrôle sur des échantillons prélevés en présence de l'organisme de contrôle à partir d'au moins trente unités de production provenant des stocks du fabricant.

#### C.1.3.2. Vérification annuelle.

Une fois par an, à l'occasion d'une de ses visites, l'organisme de contrôle prélève des échantillons supplémentaires en vue de faire réaliser des essais complémentaires dans un laboratoire extérieur désigné par l'organisme de contrôle parmi les laboratoires belges officiellement agréés pour ce type d'essais.

En cas de doute ou de situation anormale, l'organisme de contrôle peut renouveler l'opération de prélèvement et d'envoi d'échantillons à un laboratoire extérieur à l'usine.

C.1.3.2.1. Essais de traction.

Les échantillons prélevés ont une longueur double; la première moitié de ces échantillons est essayée au laboratoire de l'usine, l'autre moitié est envoyée dans un laboratoire extérieur de l'usine.

C.1.3.2.2. Comportement dans le temps : relaxation isotherme, fatigue et corrosion sous contrainte.

Les essais sont réalisés à raison d'un diamètre par type d'armatures (fils, torons, armatures galvanisées) pour lequel le producteur possède l'autorisation d'usage de la marque BENOR. Le cas échéant, ces prélèvements sont effectués sur des armatures à empreintes et ce au moins une fois tous les trois ans. Ces essais sont exclusivement réalisés dans le laboratoire extérieur. Ces essais de comportement dans le temps sont pris en compte comme essais d'autocontrôle industriel.

Un essai de relaxation, trois essais de fatigue et un essai de corrosion sous contrainte sont réalisés. L'essai de relaxation, les essais de fatigue et l'essai de corrosion sous contrainte peuvent être exécutés sur des diamètres différents. Les trois essais de fatigue sont réalisés sur des éprouvettes d'un même diamètre provenant d'unités de production différentes.

Remarque : si les essais de relaxation isotherme visés au § B.1.3.1. ont lieu dans un laboratoire extérieur désigné par le fournisseur, ce même laboratoire ne sera pas choisi pour la réalisation des essais de vérification annuelle.

**C.1.4. Essais.**

C.1.4.1. Mesures de configuration de surface et essais de pliage.

Le laboratoire de l'usine productrice procède, en présence de l'organisme de contrôle, aux essais de pliage et aux mesures de configuration de surface sur les 20 éprouvettes conformément à la norme NBN EN ISO 15630-3.

Il n'est pas procédé à ces mesures et à ces essais dans le laboratoire extérieur.

C.1.4.2. Essais de traction.

Le laboratoire de l'usine productrice procède, en présence de l'organisme de contrôle, aux essais de traction sur les 20 éprouvettes conformément aux

spécifications des normes. Ces essais sont exécutés sur la même machine d'essais que celle sur laquelle les essais d'autocontrôle ont été exécutés. Ainsi le producteur enregistre sur tous les rapports internes d'essais l'identification des appareils d'essais utilisés. Lors de la vérification annuelle, le laboratoire extérieur procède aux essais selon la même procédure.

C.1.4.3. Essai de relaxation isotherme.

L'essai est exécuté conformément aux prescriptions de la norme NBN EN ISO 15630-3; la durée de l'essai est de 1.000 heures et la charge initiale est égale à 70 % de la charge de rupture réelle.

C.1.4.4. Essais de fatigue.

Les essais sont exécutés jusque  $2.10^6$  cycles conformément aux prescriptions de la norme NBN EN ISO 15630-3 complétées selon le cas par les impositions des normes de produits.

Le producteur est entièrement responsable du prélèvement, de la manutention et du transport des échantillons jusqu'au laboratoire désigné par l'organisme de contrôle.

C.1.4.5. Essai de corrosion sous contrainte.

L'essai est exécuté conformément aux prescriptions de la norme NBN EN ISO 15630-3, dans lequel on utilise la solution A. Le producteur est entièrement responsable de la prise d'échantillons et du traitement ainsi que du transport des morceaux d'armatures qui sont envoyés au laboratoire désigné par l'organisme de contrôle.

C.1.4.6. Essai de traction déviée.

Le laboratoire de l'usine productrice procède, en présence de l'organisme de contrôle, aux essais de traction déviée sur l'échantillon, conformément aux prescriptions de la norme NBN EN ISO 15630-3.

C.1.4.7. Détermination des propriétés de la couche de zinc.

Le laboratoire de l'usine productrice procède, en présence de l'organisme de contrôle, à la détermination des propriétés de la couche de zinc sur les 20 échantillons, conformément aux prescriptions du PTV n° 312. Ces mesures ne sont pas effectuées en laboratoire extérieur.

## **C.1.5. Interprétation des résultats.**

### **C.1.5.1. Cas des vérifications périodiques.**

#### **C.1.5.1.1. Mesures de configuration de surface, essais de pliage, traction déviée et détermination des propriétés de la couche de zinc.**

Les résultats des mesures et des essais effectués en présence de l'organisme de contrôle doivent être conformes aux prescriptions des normes.

Pour l'essai de traction déviée, le coefficient D est calculé comme la moyenne des résultats individuels des 5 échantillons. Toutefois, si l'écart-type des 5 valeurs  $D_i$  est supérieur à 15% de leur valeur moyenne, 5 éprouvettes supplémentaires sont essayées ; la valeur individuelle la plus élevée et la plus basse de la série des 10 résultats sont écartées et le coefficient D est alors la moyenne des 8 résultats restants.

Il n'est pas procédé à une comparaison statistique avec les résultats de l'autocontrôle.

#### **C.1.5.1.2. Essais de traction.**

L'interprétation des résultats de la charge à la limite conventionnelle d'élasticité à 0,2 % et de la charge de rupture consiste à vérifier par la méthode de comparaison des résultats appariés décrite à l'annexe, que les résultats obtenus sur les éprouvettes essayées en présence de l'organisme de contrôle et ceux obtenus par l'usine dans le cadre de l'autocontrôle industriel sur le lot ou les lots dont sont issues les éprouvettes, ne présentent pas de différence statistiquement significative.

Pour l'allongement total sous charge maximale, le rapport  $F'_m / F'_{p\ 0,2}$  et la striction (exclusivement pour les fils), il n'est pas procédé à une comparaison statistique, mais les résultats obtenus en présence de l'organisme de contrôle doivent répondre aux prescriptions des normes.

### **C.1.5.2. Cas des vérifications annuelles en laboratoire extérieur.**

#### **C.1.5.2.1. Essais de traction.**

L'interprétation des résultats de la charge à la limite conventionnelle d'élasticité à 0,2 % et de la charge de rupture consiste à vérifier par la méthode des observations appariées décrite à l'annexe du présent document que les résultats obtenus sur les éprouvettes essayées d'une part

en présence de l'organisme de contrôle et celles essayées en laboratoire extérieur ne présentent pas de différence statistiquement significative.

Pour l'allongement total sous charge maximale, le rapport  $F'_m / F'_{p0,2}$  et la striction (exclusivement pour les fils), il n'est pas procédé à une comparaison statistique, mais les résultats obtenus en laboratoire extérieur doivent répondre aux prescriptions des normes.

#### C.1.5.2.2. Comportement dans le temps.

Tous les résultats de ces essais doivent satisfaire aux prescriptions des normes.

Le producteur ne peut incriminer des défauts de surface comme explication d'éventuels résultats non conformes notamment pour les essais de fatigue ou de corrosion sous contrainte, sauf s'il peut prouver de façon indubitable que des défauts de surface sont présents sur les échantillons et qu'ils ont été causés par des tiers, donc en dehors de sa responsabilité (voir § A.1.8.).

Des résultats d'essais de relaxation, de fatigue ou de corrosion sous contrainte non conformes peuvent conduire à l'exécution d'un examen complémentaire approfondi sur les échantillons incriminés afin de pouvoir en déterminer la cause. L'examen complémentaire dont les coûts sont entièrement à charge du producteur s'exécute de la manière suivante :

- Dès que des résultats d'essais non conformes sont connus, l'organisme de contrôle prélève, lors de la prochaine visite de contrôle, un échantillon complémentaire du produit incriminé. Cet échantillon est suffisamment long pour pouvoir comme prévu dans C.1.3.2.2 prendre les échantillons nécessaires en trois exemplaires selon le critère défini.
- Les première et deuxième parties de l'échantillon sont envoyées par le producteur au laboratoire extérieur désigné par l'organisme de contrôle. L'organisme de contrôle identifie soigneusement la troisième partie qui est conservée dans l'entreprise pour examen ultérieur. L'essai est effectué par le laboratoire extérieur sur la première partie de l'échantillon tandis que la deuxième partie est soigneusement identifiée et conservée pour examen ultérieur.
- Si l'essai donne satisfaction, le dossier sera clos au bénéfice du producteur ;
- Si l'essai ne donne pas satisfaction, l'essai est effectué sur la deuxième partie de l'échantillon dans le laboratoire extérieur.
  - o Si l'essai donne satisfaction sur cette deuxième partie, le dossier est alors clos au bénéfice du producteur ;
  - o Si l'essai sur cette deuxième partie ne donne pas satisfaction, le producteur doit effectuer un examen approfondi sur une

partie de l'échantillon concerné. Il en transmet le rapport à l'organisme de contrôle. En même temps, l'organisme de contrôle fait réaliser un examen métallurgique sur la deuxième partie de l'échantillon dans un laboratoire extérieur.

Le jugement de ces examens et de leur rapports sont effectués par un ingénieur civil métallurgique indépendant du producteur.

L'organisme de secteur prend une décision sur base des résultats d'essais présentés et du jugement de l'ingénieur métallurgique.

Si le producteur n'est pas d'accord avec la décision de l'organisme de secteur il peut demander à ce que les essais en question soient effectués sur la troisième partie de l'échantillon. Cet essai est alors effectué dans un autre laboratoire extérieur accrédité.

L'organisme de secteur prend finalement une décision définitive après les essais sur la troisième partie.

Même si l'organisme de secteur prend à cet égard une décision en faveur du producteur, il sera quand même toujours effectué une prise d'échantillons – en plus des essais à effectuer annuellement - sur le produit en question en vue d'effectuer le même essai.

Si l'année suivante, de nouveau le produit ne répond pas au même test (après application de la procédure susmentionnée), la marque BENOR pour la famille concernée est suspendue temporairement. Cette suspension ne peut être levée que par l'organisme de secteur sur base d'un dossier du producteur, dans lequel les mesures correctives sont décrites et prescrites, et après prise d'échantillons –proche de l'échantillonnage en cours- par l'organisme de contrôle lors de la première visite de contrôle suivante en vue de tester à nouveau le produit concerné.

La marque BENOR pour la famille concernée est supprimée si ces mêmes essais –après exécution de la procédure susmentionnée,- ne donnent pas satisfaction.

#### **C.1.6. Procès-verbal de surveillance.**

Les résultats de la surveillance sont consignés à chaque visite dans un rapport établi en double exemplaire.

Ce rapport doit comporter les indications suivantes :

- a. producteur et usine;

- b. identification des produits;
- c. fréquence, résultat et évaluation du contrôle par les services de l'usine;
- d. données sur le prélèvement des échantillons;
- e. résultats des essais effectués en présence de l'organisme de contrôle et résultats correspondants de l'autocontrôle industriel;
- f. évaluation d'ensemble;
- g. lieu et date;
- h. signatures.

Le rapport est, le cas échéant, complété ultérieurement par une copie du procès-verbal des essais de traction, de relaxation isotherme, de fatigue et de corrosion sous contrainte réalisés dans le laboratoire extérieur.

Le rapport doit être conservé pendant une période d'au moins 10 ans chez le producteur et chez l'organisme de contrôle.

## **C.2. PRODUITS REVETUS DE LA MARQUE BENOR ET SE TROUVANT EN DEHORS DE L'USINE PRODUCTRICE.**

### **C.2.1. Contrôles effectués à l'initiative de l'organisme de contrôle.**

L'organisme de contrôle peut prélever des échantillons dans les usines de fabrication d'éléments en béton ou sur un chantier de construction en vue de vérifier que les produits y entreposés et réputés porter la marque BENOR, répondent effectivement aux critères des normes belges les concernant.

Les échantillons prélevés sont numérotés et coupés en trois parties égales. Une série d'éprouvettes est essayée; les deux autres sont gardées en réserve pour d'éventuels essais ultérieurs.

Ils sont effectués dans un laboratoire désigné par l'organisme de contrôle ou, en sa présence, dans le laboratoire de l'usine productrice. Dans ce cas, ils sont conduits lors de la visite périodique suivante.

Les résultats des essais sont communiqués au producteur. Si des anomalies ou des irrégularités sont constatées, celui-ci est invité à fournir une justification dans un délai fixé.

Les frais d'essai sont à charge du producteur quand des déficiences sont constatées. En l'absence de déficiences, les frais d'essais dans le laboratoire désigné par l'organisme de contrôle sont à charge de l'utilisateur, à moins que l'OCAB n'accepte de les couvrir.

En cas de constatation de non-respect des dispositions du Règlement Général ou du Règlement Particulier, la procédure prévue à l'article 32 du Règlement Général est appliquée par l'organisme de contrôle aux usagers de la marque.

En cas de découverte de fraude, l'organisme de secteur se réserve le droit de poursuivre en justice le responsable de la fraude.

### **C.2.2. Contrôles effectués par l'organisme de contrôle dans le cas d'une réclamation externe.**

Dans le cas d'une réclamation motivée d'un utilisateur, le prélèvement est effectué contradictoirement, dans les produits faisant l'objet du litige, par un délégué de l'organisme de contrôle, le producteur ou son représentant en Belgique ayant été dûment convoqués.

Les échantillons prélevés sont numérotés et coupés en trois parties égales.

Les essais sont conduits sur des tiers d'échantillons pendant la visite de contrôle ordinaire dans le laboratoire du producteur et sur les deuxièmes tiers dans un laboratoire désigné par l'organisme de contrôle; la troisième série d'éprouvettes est gardée en réserve pour d'éventuels essais ultérieurs.

Les résultats des essais sont communiqués au producteur. Si des anomalies ou des irrégularités sont constatées, celui-ci est invité à fournir une justification dans un délai fixé.

Les frais d'essai sont à charge du producteur quand des déficiences sont constatées. En l'absence de déficiences, les frais d'essais dans le laboratoire désigné par l'organisme de contrôle, sont à charge de l'utilisateur, à moins que l'OCAB n'accepte de les couvrir.

En cas de constatation de non-respect des dispositions du Règlement Général ou du Règlement Particulier, la procédure prévue à l'article 32 du Règlement Général est appliquée par l'organisme de secteur aux usagers de la marque.

En cas de découverte de fraude, l'organisme de secteur se réserve le droit de poursuivre en justice le responsable de la fraude.

### **C.2.3. Contrôles effectués à l'initiative d'un utilisateur.**

Quels que soient les résultats des essais, les frais de ceux-ci sont à charge exclusive de l'utilisateur qui en a pris l'initiative unilatéralement.

Les utilisateurs qui s'estiment lésés peuvent adresser leur réclamation, avec justification, à l'organisme de secteur.

Dans les plus brefs délais, l'organisme de secteur statue sur la recevabilité de la réclamation et éventuellement décide d'effectuer des contrôles et des essais. L'organisme de secteur applique alors la procédure décrite au § C.2.2. si les produits faisant l'objet du litige sont encore disponibles ou selon la procédure décrite au § C.2.1. dans le cas contraire.

#### **D. LABORATOIRES ET ORGANISMES DE CONTRÔLES**

Les laboratoires et organismes de contrôle opérant pour le compte de l'OCAB dans le cadre du présent document sont recensés au Document OCAB n° 503.

---

**Note :** Pour l'octroi de la marque, un exemplaire de ce document dûment signé, avec la mention manuscrite "**Lu et approuvé**" doit être retourné à l'OCAB comme faisant partie intégrante de la convention.

## ANNEXE

### METHODE DE COMPARAISON DES OBSERVATIONS APPARIEES.

Pour chaque propriété examinée, on dispose de n paires de résultats ( $U_i, L_i$ ).

On calcule :

- les différences  $d_i = U_i - L_i$ ;
- la moyenne  $\bar{d}$  de ces  $d_i$ ;
- le nombre de degré de liberté :  $\nu = n - 1$
- le rapport  $\bar{d} / S_n$  ( $S_n$  = section nominale);
- l'estimation de l'écart-type des  $d_i$  :

$$s_d = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (d_i - \bar{d})^2}{\nu}}$$

- le rapport  $s_d / S_n$ ;
- la valeur du coefficient de Student :

$$t = \frac{\bar{d} \sqrt{n}}{s_d}$$

On compare la valeur trouvée pour  $|t|$  aux valeurs de référence  $t_0$  ( $\nu, 5\%$ ) de la loi de Student (tableau A1).

On compare les valeurs trouvées pour  $|\bar{d} / S_n|$  et de  $s_d / S_n$  à la valeur de 40 N/mm<sup>2</sup> (essais effectués sur 2 machines de traction distinctes); le cas échéant à la valeur de 20 N/mm<sup>2</sup> (essais effectués sur la même machine de traction).

**ANNEXE**

La comparaison successive des valeurs expérimentales  $|t|$ ,  $|\bar{d} / S_n|$  et  $s_d / S_n$  aux valeurs de comparaison permet de classer la série des résultats dans l'un des cas-types du tableau A2 ou figure aussi l'interprétation à réserver aux résultats obtenus.

**TABLEAU A1.**

Fractiles de la loi de Student  
 Risque de première espèce  $\alpha = 0,05$   
 Niveau de confiance  $1 - \alpha = 0,95$   
 Valeur de  $t_0$

Nombre de paires de résultats (n)	Test bilatéral
10	2,26
11	2,23
12	2,20
13	2,18
14	2,16
15	2,14
16	2,13
17	2,12
18	2,11
19	2,10
20	2,09
21	2,09
22	2,08
23	2,07
24	2,07
25	2,06
26	2,06
27	2,06
28	2,05
29	2,05
30	2,05

**ANNEXE**

**TABLEAU A2.**

Cas-types et règles d'interprétation.

$ t  \leq t_0$ différence statistique non significative	$\left  \frac{\bar{d}}{S_n} \right  \leq 40 \text{N/mm}^2$	$\frac{S_d}{S_n} \leq 40 \text{N/mm}^2$	acceptation
		$\frac{S_d}{S_n} > 40 \text{N/mm}^2$	
	$\left  \frac{\bar{d}}{S_n} \right  > 40 \text{N/mm}^2$	$\frac{S_d}{S_n} \leq 40 \text{N/mm}^2$	cas impossible
		$\frac{S_d}{S_n} > 40 \text{N/mm}^2$	refus
$ t  > t_0$ différence statistique significative	$\left  \frac{\bar{d}}{S_n} \right  \leq 40 \text{N/mm}^2$	$\frac{S_d}{S_n} \leq 40 \text{N/mm}^2$	acceptation
		$\frac{S_d}{S_n} > 40 \text{N/mm}^2$	refus
	$\left  \frac{\bar{d}}{S_n} \right  > 40 \text{N/mm}^2$	$\frac{S_d}{S_n} \leq 40 \text{N/mm}^2$	
		$\frac{S_d}{S_n} > 40 \text{N/mm}^2$	

La valeur de comparaison est de 40 N/mm<sup>2</sup> quand les essais sont effectués sur des machines d'essai différentes (cas de la vérification annuelle - cfr. § C.1.5.2.1.); elle est de 20 N/mm<sup>2</sup> dans le cas où les essais sont effectués sur une même machine de traction (cas des vérifications périodiques - cfr. § C.1.5.1.2.).