

PRESCRIPTIONS TECHNIQUES	PTV	302
	VERSION 13	2024/04

ACIERS POUR BÉTON ARMÉ

BARRES À NERVURES OU À EMPREINTES ET FILS À NERVURES OU À EMPREINTES À HAUTE DUCTILITÉ

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

Utilisez le QR-code suivant :



AVANT-PROPOS

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

1 PRÉAMBULE

Ces Prescriptions Techniques (PTV¹) de PROCERTUS, établi originalement par le Bureau Technique 1 - « Acier pour Béton Armé » de l'asbl OCAB, sont gérés par PROCERTUS en tant qu'Organisation sectorielle, en vue de la standardisation et de la certification des produits en acier concernés par ces prescriptions.

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

La conformité a trait aux exigences de la série de normes NBN A 24-301 à 304 auxquelles s'ajoutent les précisions, modifications et compléments décrits dans les présentes Prescriptions Techniques.

2 DOCUMENTS À CONSULTER (NORMES ET PTV)

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

- NBN A 24-301, Produits sidérurgiques - Aciers pour béton armé - Barres, fils et treillis soudés - Généralités et prescriptions communes.
- NBN A 24-302, Produits sidérurgiques - Aciers pour béton armé - Barres lisses et barres à nervures - Fils machine lisses et fils machine à nervures.
- NBN EN ISO 15630-1, Aciers pour l'armature et la précontrainte du béton - Méthodes d'essai - Partie 1 : Barres, fils machine et fils pour béton armé.

3 OBJET

Les présentes Prescriptions Techniques mentionnent les exigences auxquelles les barres et fils à haute ductilité doivent satisfaire.

¹ **PTV** : **P**rescriptions **T**echniques - **T**echnische **V**oorschriften

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

4 PRÉCISIONS, MODIFICATIONS ET COMPLÉMENTS RELATIFS À LA NBN A24-301

4.1 Article 1.1 Domaine d'application

La norme s'applique également :

- aux fils d'un diamètre nominal de 5, 7 et 9 mm [Les fils de ces diamètres ne peuvent être livrés ni en couronne, ni en baguettes aux utilisateurs (chantiers) et aux distributeurs (négoce). Ils peuvent être livrés, exclusivement en couronne, aux usines de préfabrication d'éléments en béton. Ils peuvent être livrés en couronne ou en baguettes aux usines productrices de treillis soudés, de panneaux plans et de poutres-treillis.]
- aux barres d'un diamètre nominal de 50 mm ;
- aux fils à nervures ou à empreintes d'un diamètre maximum de 25 mm et dont le diamètre est repris dans le tableau 2 de la NBN A 24-302, en ce compris les diamètres 5, 7 et 9 mm ;
- aux aciers à nervures ou à empreintes destinés à être utilisés dans le béton armé sous forme individuelle (NBN A24-302).

4.2 Article 3.- Procédés d'élaboration et de fabrication

Le procédé d'élaboration de l'acier doit être communiqué à l'acheteur (laminage à chaud sans traitement thermique complémentaire, laminage à chaud suivi d'un traitement thermique en ligne, laminage à chaud suivi d'une transformation à froid sans réduction significative de section (acier étiré), tréfilé avec nervures ou empreintes, ...).

4.3 Article 4.2.- Désignation conventionnelle - Barres à nervures

Le symbole **T** utilisé pour désigner les aciers écrouis par torsion (procédé abandonné) est supprimé.

Le symbole **E** est utilisé pour désigner les aciers tréfilés à empreintes.

Le symbole **R** est utilisé pour désigner les aciers tréfilés à nervures.

4.4 Article 4.4.- Désignation conventionnelle - Fils machine à nervures

Le symbole **T** placé avant le symbole **S** est utilisé pour désigner les aciers laminés à chaud puis étirés à froid sans réduction significative de section.

Exemple :

- fil machine (à nervures) BE 500 TS \otimes 12 suivant NBN A24-302 et PTV 302

Le symbole **E** placé avant le symbole **S** est utilisé pour désigner les aciers à empreintes tréfilés à froid.

Exemple :

- fil écroui à froid à empreintes BE 500 ES \otimes 12 suivant NBN A24-302 et PTV 302

Le symbole **R** placé avant le symbole **S** est utilisé pour désigner les aciers à nervures tréfilés à froid.

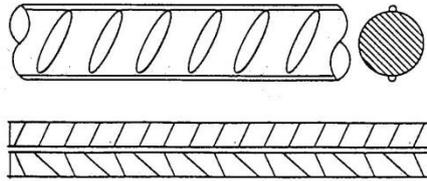
Exemple :

- fil écroui à froid à nervures BE 500 RS \otimes 12 suivant NBN A24-302 et PTV 302

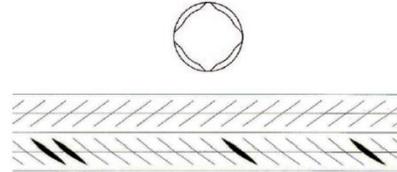
4.5 Article 5.1.1.- Marquage - Distinction de la qualité de l'acier

Seules les qualités mentionnées ci-dessous sont admises (en ce incluse l'orientation des différents chants)³.

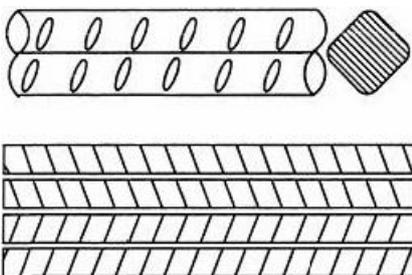
BE 500 S



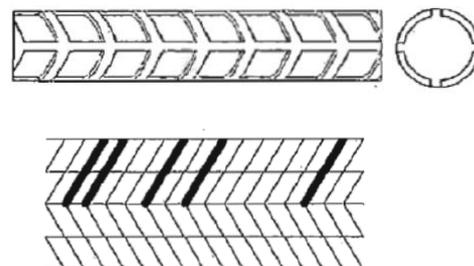
BE 500 S



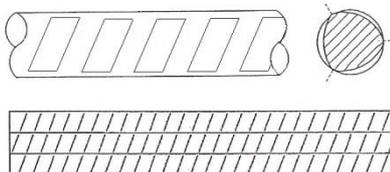
BE 500 TS



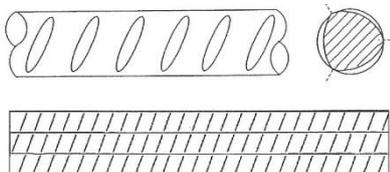
BE 500 TS



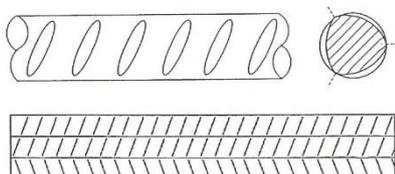
BE 500 ES



BE 500 RS



³ **REMARQUE IMPORTANTE : DE 500 BS n'est pas conforme à PTV 302**



4.6 Article 9.2.2.2.- Critères à respecter pour les produits d'un même lot

Remarque : Pour les produits fabriqués en couronne puis redressés pour être livrés en longueurs droites (« baguettes ») il y a lieu lorsque des machines de redressage de types différents sont utilisées :

- soit de considérer comme faisant partie d'un même lot les armatures produites par les machines d'un même type (= procédé de fabrication identique) ;
- soit de répartir proportionnellement les séries d'essais sur la production des différentes machines.

4.7 Article 9.2.2.4. - Interprétation des résultats

- Le contrôle statistique par mesures est réalisé pour les propriétés suivantes : la résistance à la traction, la limite d'élasticité, le rapport R'_m/R'_e et l'allongement total sous la charge maximale, éventuellement l'aire relative des nervures f_R ou l'aire relative des empreintes f_P
- Acier à nervures : Le contrôle statistique par attribut est réalisé pour les propriétés suivantes : la section conventionnelle, le pliage à 180° (pour le BE 220 S) ou l'aptitude au pliage-dépliage, la hauteur des nervures, l'espacement des nervures, le développement des nervures.
- Acier à empreintes : Le contrôle statistique par attribut est réalisé pour les propriétés suivantes : la section conventionnelle, l'aptitude au pliage-dépliage, la profondeur des empreintes, l'espacement des empreintes, le développement des empreintes.

5 PRÉCISIONS, MODIFICATIONS ET COMPLÉMENTS RELATIFS À LA NBN A 24-302

5.1 Article 1 - Domaine d'application.

La norme s'applique également :

- aux barres et fils d'un diamètre nominal de 5 mm ($19,6 \text{ mm}^2 - 0,154 \text{ kg/m}$) ;
- aux barres et fils d'un diamètre nominal de 7 mm ($38,5 \text{ mm}^2 - 0,302 \text{ kg/m}$) ;
- aux barres et fils d'un diamètre nominal de 9 mm ($63,6 \text{ mm}^2 - 0,499 \text{ kg/m}$) ;
- aux barres d'un diamètre nominal de 50 mm ($1963 \text{ mm}^2 - 15,41 \text{ kg/m}$) ;
- aux fils machine à nervures ou à empreintes d'un diamètre maximal de 25 mm et dont le diamètre est repris dans le tableau 2 de la NBN A 24-302 ;
- aux aciers tréfilés à nervures ou à empreintes destinés à être utilisés dans le béton armé sous forme individuelle

L'aptitude au redressage industriel de ces fils doit être démontrée.

Sauf convention contraire à la commande, les fils livrés en couronnes sont destinés à être utilisés après redressage mécanique.

5.2 Article 2.1.1. - Éprouvette pour l'essai de traction

Fabrication et conditions de livraison du produit	Conditions d'essai Préparation des éprouvettes
Barres droites laminées à chaud	À l'état de livraison ^{*)} ou vieilli
Produit en couronnes et livré en longueurs droites	Vieilli
Produit livré en couronnes	Dressé mécaniquement et vieilli
^{*)} vieilli en cas de litige	

5.3 Article 2.2.1. - Essai de traction

L'essai de traction est effectué à la température ambiante du laboratoire conformément aux spécifications de la norme NBN EN ISO 15630-1.

Toutefois, pour le calcul des caractéristiques en traction (R_{eH} ou $R_{p0.2}$ et R_m), il convient toujours d'utiliser la section réelle conformément aux normes produits. Les valeurs d'essais mentionnent les valeurs mesurées (en force, longueur et masse), en sus des valeurs calculées (contraintes).

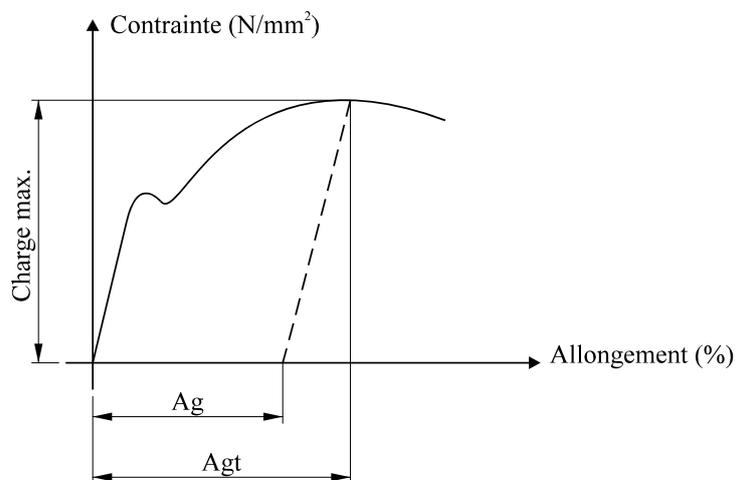
Pour la détermination de la limite d'élasticité, il y a lieu de prendre en considération :

- pour les aciers présentant un palier d'étrépage, la limite supérieure d'écoulement ;
- pour les aciers ne présentant pas un palier d'étrépage ou pour lesquels ce palier est difficilement décelable, la limite conventionnelle d'élasticité à 0,2 % déterminée par la méthode graphique avec emploi d'un extensomètre dont la base de mesure est de 100 mm minimum, les extrémités de cette base se situant à une distance minimale des têtes d'ancrage de 3 fois le diamètre du fil.

Pour la détermination de l'allongement total sous charge maximale, trois méthodes sont acceptées :

- mesure directe de l'allongement total sous charge maximale au moyen d'un extensomètre ;
- mesure directe sur l'éprouvette après rupture en dehors de la zone de striction et suffisamment loin des mors de la machine de traction ;
- adoption de la formule conventionnelle : $2 A_{10} - A_5$ (uniquement pour les aciers BE 500 S).

Les divers allongements sont définis par le diagramme ci-dessous.



Avec :

- A_{gt} , allongement total sous charge maximum (appelé A_t dans la norme NBN A24-302)
- A_g , allongement non proportionnel sous charge maximale (mesuré après rupture, hors de la zone de rupture et suffisamment loin des mors).

Méthode conventionnelle : $A_{gt} = 2 A_{10} - A_5$

où :

- A_5 : allongement après rupture mesuré sur une longueur entre repères égale à 5d
- A_{10} : allongement après rupture mesuré sur une longueur entre repères égale à 10d

Conditions imposées :

- distance des mors : supérieure à la plus grande des deux valeurs 20 mm ou d (si la base de mesure empiète sur la zone des mors, cela doit être noté ; la mesure peut toutefois être acceptée s'il n'y a pas de litige) ;
- largeur des marques : $\leq 0,2$ mm ;
- tolérance sur la longueur de base : $\leq 0,2$ mm.

5.4 Tableau 1 - Propriétés mécaniques et chimiques spécifiées pour les barres et les fils machine à l'état de livraison

Le tableau 1 de la norme est remplacé par les tableaux suivants :

Tableau 1A - Propriétés mécaniques spécifiées

Barre ou fil machine	Nuance	Limite d'élasticité	Résistance à la traction		Allongement total sous la charge maximale (1)	Allongement après rupture (2)		Pliage à 180° diamètre du mandrin pour d		Pliage-dépliage diamètre du mandrin pour d						
						R_m	$\frac{R'_m}{R'_e}$	A_{gt}	A_5	A_{10}	≤ 12 mm	> 12 mm	≤ 12 mm	> 12 mm ≤ 16 mm	> 16 mm ≤ 25 mm	> 25 mm ≤ 50 mm
						N/mm ² min	N/mm ² min	min	% min	% min	% min					
Lisse	BE 220 S	220	330	1,08	5,0	24	18	0,5 d	1d	-	-	-	-			
à nervures ou empreintes	BE 400 S	400	440	1,08	5,0	14	10	-	-	5 d	6 d	8 d	10 d			
	BE 500 S	500	550	1,08	5,0	14	10	-	-	5 d	6 d	8 d	10 d			
	BE 500 TS															
	BE 500 ES															
BE 500 RS																

(1) L'allongement total sous la charge maximale A_{gt} est la somme de l'allongement élastique et de l'allongement plastique avant striction.

(2) En cas de litige, l'allongement après rupture à prendre en considération est celui déterminé sur une longueur entre repères égale à 5 d.

Notations :

- A_{gt} : Allongement total sous la charge maximale (appelé A_t dans la norme A24-302).
- A_5 : Allongement après rupture déterminé sur éprouvette présentant une longueur entre repères de 5 d.
- A_{10} : Allongement après rupture déterminé sur éprouvette présentant une longueur entre repères de 10 d.
- R_m : Résistance à la traction.
- R_e : Limite d'élasticité.
- R'_m : Valeur de la résistance à la traction déterminée lors de l'essai de traction.
- R'_e : Valeur de la limite d'élasticité déterminée lors de l'essai de traction.
- d : Diamètre nominal de la barre ou du fil.

Tableau 1 B - Propriétés chimiques

	C max %	P max %	S max %	N ₂ (1) max %	C _E (2)(3) max %
analyse sur jet de coulée	0,22	0,050	0,050	0,012	0,50
analyse sur produit	0,24	0,055	0,055	0,014	0,52

(1) Des teneurs en azote plus élevées sont permises si les quantités en éléments fixant l'azote sont suffisantes.

(2) $C_{eq} = C_E = C + Mn/6 + (Cu + Ni)/15 + (Cr + Mo + V)/5$

(3) Les teneurs en Cu, Ni, Cr, Mo, V peuvent être celles de l'analyse sur jet de coulée.

5.5 Article 3 - Contrôle des propriétés géométriques

- Acier à nervures : Les armatures comportent deux, trois ou quatre chants ou séries de nervures réparties sur leur périmètre.
- Acier à empreintes : Les armatures comportent trois chants ou séries de nervures réparties sur leur périmètre.

5.6 Article 3.2. - Section conventionnelle

Le tableau 3 de la norme est amendé comme suit : quel que soit le diamètre, l'écart admissible sur la section nominale est de $\pm 4,5\%$.

5.7 Article 4 - Contrôle des propriétés d'adhérence des barres et des fils à nervures ou à empreintes

A la demande du producteur, l'adhérence nécessaire peut également être garantie lorsque l'aire relative (f_R ou f_P) répond aux spécifications du § 4.3. Le producteur fournit les propriétés géométriques spécifiques et leurs valeurs minimales (voir notamment § 4.3.2.2.).

5.8 Article 4.2 Contrôle dimensionnel des nervures d'adhérence au béton

Les nervures discontinues sont inclinées, symétriquement ou différemment sur l'axe longitudinal de la barre ou du fil machine. Les empreintes sont inclinées symétriquement sur l'axe longitudinal de la barre ou du fil machine.

5.9 Article 4.2.1.

- Hauteur des nervures

Effectuer par fil ou barre retenu au moins 6 mesures, avec un minimum de 2 mesures par chant. L'interprétation a lieu par attribut sur la base des valeurs du tableau 5.

Dans le cas de produits en bobines, les valeurs lues dans le tableau 5 ont été augmentées de 15 %.

Tableau 5

Diamètre (d)	Hauteur minimale des nervures (a_{max}) ^{5 6}	
	barres	bobines
$d \leq 12$ mm	0,050 d	0,058 d
$d > 12$ mm	0,065 d	0,075 d

- Profondeur des empreintes

Effectuer par fil ou barre retenu au moins 6 mesures, avec un minimum de 2 mesures par chant. L'interprétation a lieu par attribut sur la base des valeurs du tableau 6.

Tableau 6

Diamètre (d)	Profondeur minimale des empreintes (a_{max}) ^{7 8}	
	barres	bobines
$d \leq 12$ mm	0,040 d	0,042 d
$d > 12$ mm	0,052 d	0,055 d

5.10 Article 4.2.2. - Écartement des nervures ou empreintes

L'interprétation a lieu par attribut sur la base des valeurs du tableau 7.

Tableau 7

Diamètre (d)	Écartement maximal entre nervures ou empreintes	
	BE 500 S, BE 500 RS et BE 500 TS	BE 500 ES
$d \leq 8$ mm	1,00 d	1,20 d
$d > 8$ mm	0,70 d	0,84 d

5.11 Article 4.2.3. - Développement des nervures ou empreintes

L'interprétation a lieu par attribut.

5.12 Article 4.3. (nouveau) - Aire relative

4.3.1. Prescriptions relatives à f_R et f_P

Les prescriptions pour f_R et f_P sont données en fonction du diamètre nominal au tableau 9.

⁵ Selon NBN EN ISO 15630-1 § 10.3.1.1

⁶ Aucune obligation **lors de l'emploi de l'aire relative des nervures et de la publication de la valeur validée de la constante λ par le producteur d'acier pour béton armé envers l'utilisateur de l'acier pour béton armé.**

⁷ Selon NBN EN ISO 15630-1 § 10.3.1.1

⁸ Aucune obligation **lors de l'emploi de l'aire relative des empreintes et de la publication de la valeur validée de la constante λ par le producteur d'acier pour béton armé envers l'utilisateur de l'acier pour béton armé.**

Tableau 9 : Aire relative

		Diamètre nominal (mm)			
		5 - 6	7 - 8	9 - 10	≥ 12
$f_R(\text{min.})$ ou $f_P(\text{min.})$	barres	0,039	0,045	0,052	0,056
$f_R(\text{min.})$	bobines	0,045	0,052	0,060	0,064
$f_P(\text{min.})$	bobines	0,041	0,047	0,055	0,059

4.3.2. Calcul de f_R et f_P

4.3.2.1. L'aire relative des nervures, f_R , doit être mesurée en suivant les prescriptions de la NBN EN ISO 15630-1 § 11.3. Basée sur l'équation générale (§ 11.3.1), cette mesure est déterminée en utilisant, **après validation**, soit l'équation des trapèzes (§ 11.3.2 a), soit l'équation de la règle de Simpson (§ 11.3.2 b), soit l'équation de la parabole (§ 11.3.2 c), soit l'équation selon § 11.3.2.3.

L'aire relative des empreintes, f_P , doit être mesurée en suivant les prescriptions de la NBN EN ISO 15630-1 § 11.4. Basée sur l'équation générale (§ 11.4.1), cette mesure est déterminée en utilisant, **après validation**, soit l'équation des trapèzes (§ 11.4.2 a), soit l'équation du rectangle (§ 11.4.2 b), soit l'équation de la parabole (§ 11.4.2 c).

4.3.2.2. f_R et f_P peuvent être calculée à partir de la formule empirique de NBN EN ISO 15630-1 (11.3.2 d et 11.4.2. d)

- $f_R = \lambda \cdot a_m/c$
- $f_P = \lambda \cdot a_m/c$

dans laquelle :

- λ : est une constante à déterminer par le producteur d'acier pour béton armé;
- a_m : est la hauteur des nervures en leur milieu ou la profondeur des empreintes en leur centre ;
- c : est l'entredistance entre les nervures ou les empreintes.

4.3.3. Interprétation

L'interprétation a lieu par mesures.

6 FICHES TECHNIQUES

Ces fiches recensent les propriétés certifiées du produit.

Characteristic	Symbol	Unit	min/Max	Value															
				BE 500 S		5	6	7	8	9	10	12	14	16	20	25	28	32	40
Diameter	d	mm	Bars Coils	5 5	6 6	7 7	8 8	9 9	10 10	12 12	14 14	16 16	20 20	25 25	28	32	40	50	
Tolerances on cross section																			
Cross-section	($\pi d^2/4$)	%	±	4,5															
Mechanical properties																			
Yield stress	Re	N/mm ²	min	500															
Tensile strength	Rm	N/mm ²	min	550															
R'm/R'e ratio	R'm/R'e	-	min	1,08															
Uniform elongation	At	%	min	5,0															
Rebend test	d	max		5				6				8				10			
Chemical composition																			
Cast																			
Carbon	C	%	max	0,22															
Phosphorous	P	%	max	0,050															
Sulfur	S	%	max	0,050															
Nitrogen	N	%	max	0,012															
Carbon equivalent IIW	CE	%	max	0,50															
Product																			
Carbon	C	%	max	0,24															
Phosphorous	P	%	max	0,055															
Sulfur	S	%	max	0,055															
Nitrogen*	N	%	max	0,014															
Carbon equivalent IIW	CE	%	max	0,52															
CE = C + Mn/6 + (Cu + Ni)/15 + (Cr + Mo + V)/5																			
* Higher nitrogen contents are permitted in presence of sufficient Nitrogen binding elements																			
Geometrical characteristics																			
Coils																			
Rib height	a	/d	min	1,00				0,058				0,075							
Rib spacing	c	/d	max									0,70							
Projected area	fR	-	min	0,045				0,052				0,060				0,064			
Bars																			
Rib height	a	/d	min	1,00				0,050				0,065							
Rib spacing	c	/d	max									0,70							
Projected area	fR	-	min	0,039				0,045				0,052				0,056			
Diameter	d	mm	Bars Coils	5 5	6 6	7 7	8 8	9 9	10 10	12 12	14 14	16 16	20 20	25 25	28	32	40	50	

Characteristic	Symbol	Unit	min/Max	Value															
				BE 500 TS		5	6	7	8	9	10	12	14	16	20	25			
Diameter	d	mm	Bars Coils	5 5	6 6	7 7	8 8	9 9	10 10	12 12	14 14	16 16	20 20	25 25					
Tolerances on cross section																			
Cross-section	($\pi d^2/4$)	%	±	4,5															
Mechanical properties																			
Yield stress	Re	N/mm ²	min	500															
Tensile strength	Rm	N/mm ²	min	550															
R'm/R'e ratio	R'm/R'e	-	min	1,08															
Uniform elongation	At	%	min	5,0															
Rebend test	d	max		5				6				8							
Chemical composition																			
Cast																			
Carbon	C	%	max	0,22															
Phosphorous	P	%	max	0,050															
Sulfur	S	%	max	0,050															
Nitrogen	N	%	max	0,012															
Carbon equivalent IIW	CE	%	max	0,50															
Product																			
Carbon	C	%	max	0,24															
Phosphorous	P	%	max	0,055															
Sulfur	S	%	max	0,055															
Nitrogen*	N	%	max	0,014															
Carbon equivalent IIW	CE	%	max	0,52															
CE = C + Mn/6 + (Cu + Ni)/15 + (Cr + Mo + V)/5																			
* Higher nitrogen contents are permitted in presence of sufficient Nitrogen binding elements																			
Geometrical characteristics																			
Coils																			
Rib height	a	/d	min	1,00				0,058				0,075							
Rib spacing	c	/d	max									0,70							
Projected area	fR	-	min	0,045				0,052				0,060				0,064			
Bars																			
Rib height	a	/d	min	1,00				0,050				0,065							
Rib spacing	c	/d	max									0,70							
Projected area	fR	-	min	0,039				0,045				0,052				0,056			
Diameter	d	mm	Bars Coils	5 5	6 6	7 7	8 8	9 9	10 10	12 12	14 14	16 16	20 20	25 25					

Characteristic	Symbol	Unit	min/Max	Value											
				BE 500 ES		5	6	7	8	9	10	12	14	16	20
Diameter	d	mm	Bars Coils	5	6	7	8	9	10	12	14	16	20	25	
Tolerances on cross section															
Cross-section	($\pi d^2/4$)	%	±	4,5											
Mechanical properties															
Yield stress	Re	N/mm ²	min	500											
Tensile strength	Rm	N/mm ²	min	550											
R'm/R'e ratio	R'm/R'e	-	min	1,08											
Uniform elongation	At	%	min	5,0											
Rebend test	d		max	5				6				8			
Chemical composition															
Cast															
Carbon	C	%	max	0,22											
Phosphorous	P	%	max	0,050											
Sulfur	S	%	max	0,050											
Nitrogen	N	%	max	0,012											
Carbon equivalent IIW	CE	%	max	0,50											
Product															
Carbon	C	%	max	0,24											
Phosphorous	P	%	max	0,055											
Sulfur	S	%	max	0,055											
Nitrogen*	N	%	max	0,014											
Carbon equivalent IIW	CE	%	max	0,52											
CE = C + Mn/6 + (Cu + Ni)/15 + (Cr + Mo + V)/5															
* Higher nitrogen contents are permitted in presence of sufficient Nitrogen binding elements															
Geometrical characteristics															
Coils															
Indent depth	t	/d	min	0,042						0,055					
Indent spacing	c	/d	max	1,20						0,84					
Projected area	fP	-	min	0,041			0,047			0,055			0,059		
Bars															
Indent depth	t	/d	min	0,040						0,052					
Indent spacing	c	/d	max	1,20						0,84					
Projected area	fP	-	min	0,039			0,045			0,052			0,056		
Diameter	d	mm	Bars Coils	5	6	7	8	9	10	12	14	16	20	25	
				5	6	7	8	9	10	12	14	16	20	25	

Characteristic	Symbol	Unit	min/Max	Value											
				BE 500 RS		5	6	7	8	9	10	12	14	16	20
Diameter	d	mm	Bars Coils	5	6	7	8	9	10	12	14	16	20	25	
Tolerances on cross section															
Cross-section	($\pi d^2/4$)	%	±	4,5											
Mechanical properties															
Yield stress	Re	N/mm ²	min	500											
Tensile strength	Rm	N/mm ²	min	550											
R'm/R'e ratio	R'm/R'e	-	min	1,08											
Uniform elongation	At	%	min	5,0											
Rebend test	d		max	5				6				8			
Chemical composition															
Cast															
Carbon	C	%	max	0,22											
Phosphorous	P	%	max	0,050											
Sulfur	S	%	max	0,050											
Nitrogen	N	%	max	0,012											
Carbon equivalent IIW	CE	%	max	0,50											
Product															
Carbon	C	%	max	0,24											
Phosphorous	P	%	max	0,055											
Sulfur	S	%	max	0,055											
Nitrogen*	N	%	max	0,014											
Carbon equivalent IIW	CE	%	max	0,52											
CE = C + Mn/6 + (Cu + Ni)/15 + (Cr + Mo + V)/5															
* Higher nitrogen contents are permitted in presence of sufficient Nitrogen binding elements															
Geometrical characteristics															
Coils															
Rib height	a	/d	min	0,058						0,075					
Rib spacing	c	/d	max	1,00						0,70					
Projected area	fR	-	min	0,045			0,052			0,060			0,064		
Bars															
Rib height	a	/d	min	0,050						0,065					
Rib spacing	c	/d	max	1,00						0,70					
Projected area	fR	-	min	0,039			0,045			0,052			0,056		
Diameter	d	mm	Bars Coils	5	6	7	8	9	10	12	14	16	20	25	
				5	6	7	8	9	10	12	14	16	20	25	

7 HISTORIQUE DES RÉVISIONS

- Révisions 0 à 7 : création et modifications
- Révision 8 : seconde configuration BE 500 TS
- Révision 9 : adaptation § 4.3.2.1, inclusion de fiches techniques
- Révision 10 : implémentation des diamètres 7 et 9 mm, application possible de la formule empirique pour f_R et f_P
- Révision 11 : implémentation du diamètres 5 mm, précisions pour l'utilisation normale des diamètres 5, 7 et 9 mm, interprétation statistique de f_R et f_P par mesures
- Révision 12 : adaptation des chapitres 5.8 et 5.12
- Révision 13 : transfert de l'OCAB à PROCERTUS