

PRESCRIPTIONS TECHNIQUES	PTV	302
	REV 9	2018/12

PTV 302/9 (2018)

ACIERS POUR BETON ARME

BARRES À NERVURES OU À EMPREINTES - FILS À NERVURES OU À EMPREINTES à haute ductilité

REVISION 9

BENOR asbl



Approuvé par le Conseil d'Administration le 07/12/2018

The last eligible version is that one visible of the website of OCAB.


Check with the following QR-code to download it:

PRESCRIPTIONS TECHNIQUES

Aciers pour béton armé
Barres à nervures ou à empreintes
et
 fils à nervures ou à empreintes
à haute ductilité

Prescriptions Techniques OCAB
PTV n° 302-Rev (9)

- Proposé par le Bureau Technique n° 1 le 20 novembre 2018.
- Approuvé par le Conseil d'Administration le 07 décembre 2018.

		PRESCRIPTIONS TECHNIQUES Barres à nervures ou à empreintes et fils à nervures ou à empreintes à haute ductilité	
Rév. : (9)	Date : 20/11/2018	Document OCAB : PTV n° 302	Page 2 de 15

PREAMBULE

Ces Prescriptions Techniques (PTV¹) ont été rédigées par le Bureau Technique 1 – « Acier pour Béton Armé » de l'asbl OCAB, organisme de secteur, 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 l'OCAB constituent les spécifications techniques de référence à la marque BENOR.

La conformité a trait aux exigences de la série de normes NBN A24-301 à 304 auxquelles s'ajoutent les précisions, modifications et compléments décrits dans les présentes Prescriptions Techniques.

DOCUMENTS A CONSULTER (NORMES)

NBN A 24-301 (1986)

Produits sidérurgiques - Aciers pour béton armé - Barres, fils et treillis soudés - Généralités et prescriptions communes.

NBN A 24-302 (1986)


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.

¹ Prescriptions techniques - Technische Voorschriften

² (Référence BENOR^{asbl} : NBN/RVB.CA/RM2012-10-02 et éditions suivantes en vigueur)

		PRESCRIPTIONS TECHNIQUES Barres à nervures ou à empreintes et fils à nervures ou à empreintes à haute ductilité	
Rév. : (9)	Date : 20/11/2018	Document OCAB : PTV n° 302	Page 3 de 15

1. OBJET

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

2. PRECISIONS, MODIFICATIONS ET COMPLEMENTS RELATIFS A LA NBN A24-301.

2.1. Domaine d'application

La norme s'applique également :

- 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,
- aux aciers à nervures ou à empreintes

destinés à être utilisés dans le béton armé sous forme individuelle (NBN A24-302).

2.2 Point 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, ...).

2.3. Point 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" utilisé pour désigner les aciers tréfilés à empreintes.

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

2.4. Point 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

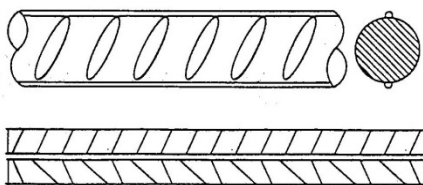
Le symbole "R" placé avant le symbole "S" est utilisé pour désigner les aciers à nervures tréfilés à froid.

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

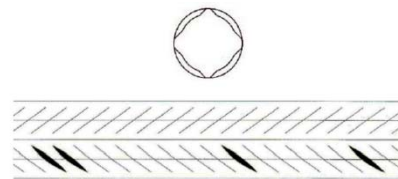
2.5. Point 5.1.1.- Marquage - Distinction de la qualité de l'acier

Seulement les qualités mentionnées ci-dessous sont admises (inclut l'orientation des différents chants)³.

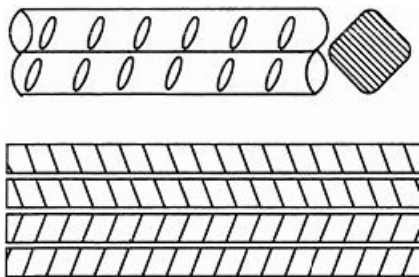
BE 500 S



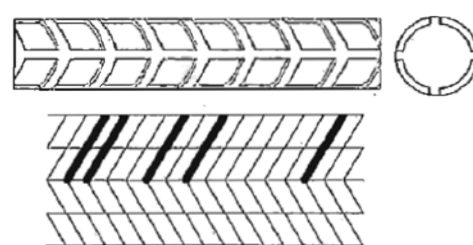
BE 500 S



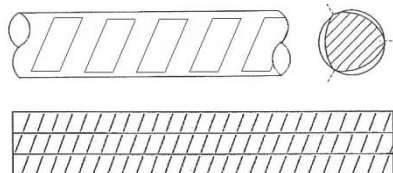
BE 500 TS



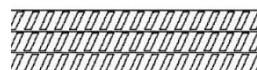
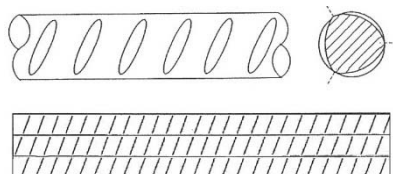
BE 500 TS



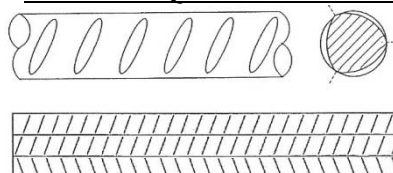
BE 500 ES




BE 500 RS



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



		PRESCRIPTIONS TECHNIQUES Barres à nervures ou à empreintes et fils à nervures ou à empreintes à haute ductilité	
		Rév. : (9)	Date : 20/11/2018


2.6. Point 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.

2.7. Point 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.
- ° à verrous : 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, éventuellement le coefficient de projection de la surface des verrous f_R .
- ° 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, éventuellement le coefficient de projection de la surface des verrous f_P .

		PRESCRIPTIONS TECHNIQUES Barres à nervures ou à empreintes et fils à nervures ou à empreintes à haute ductilité	
Rév. : (9)	Date : 20/11/2018	Document OCAB : PTV n° 302	Page 6 de 15

3. PRECISIONS, MODIFICATIONS ET COMPLEMENTS RELATIFS A LA NBN A 24-302.

3.1. Point 1 - Domaine d'application.

La norme s'applique également :

- aux barres d'un diamètre nominal de 50 mm (1963 mm² - 15,41 kg/m)
- aux fils machine à nervures ou à empreintes d'un diamètre supérieur à 16 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.

3.2. Point 2.1.1. - Eprouvette 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 ⁽¹⁾ ou vieilli
produit en couronnes et livré en longueurs droites	vieilli
produit livré en couronnes	dressé mécaniquement et vieilli
(1) vieilli en cas de litige	

3.3. Point 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.

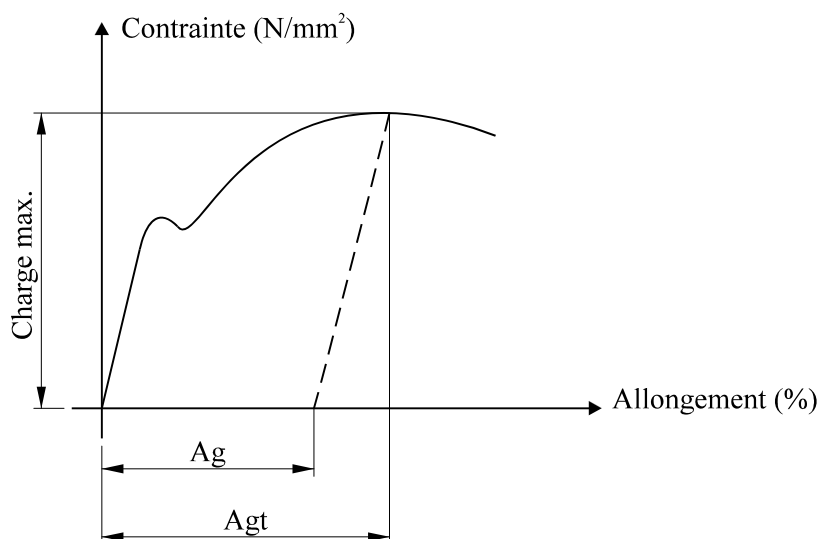
Toutefois, pour le calcul des caractéristiques en traction (R_{eH} ou $R_{p0.2}$ et R_m), il convient toujours d'utiliser la section réelle conformément aux normes produits. Les valeurs d'essais mentionnent les valeurs mesurées (en force, longueur et masse), en sus des valeurs calculées (contraintes).

- ° Pour la détermination de la limite d'élasticité, il y a lieu de prendre en considération :
 - pour les aciers présentant un palier d'étirage, la limite supérieure d'écoulement;
 - pour les aciers ne présentant pas un palier d'étirage 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 :

Rév. : (9)	Date : 20/11/2018	Document OCAB : PTV n° 302	Page 7 de 15
-------------------	--------------------------	-----------------------------------	---------------------

- 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).

c) 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.

3.4. 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 R_e N/mm ² min	Résistance à la traction R_m N/mm ² min	$\frac{R'_m}{R'_e}$ min	Allongement total sous la charge maximale (1) A_{gt} %min	Allongement après rupture (2)		Pliage à 180° diamètre du mandrin pour d		Pliage - dépliage diamètre du mandrin pour d			
						A_5 %min	A_{10} %min	≤ 12 mm	> 12 mm	≤ 12 mm	>12 mm ≤ 16 mm	> 16 mm ≤ 25 mm	> 25 mm ≤ 50 mm
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 égale à 5 d.
- A_{10} : Allongement après rupture déterminé sur éprouvette présentant une longueur entre repères égale à 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.


		PRESCRIPTIONS TECHNIQUES Barres à nervures ou à empreintes et fils à nervures ou à empreintes à haute ductilité	
Rév. : (9)	Date : 20/11/2018	Document OCAB : PTV n° 302	Page 9 de 15

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.

$$(2) \quad C_{\text{éq}} = C_E = C + \frac{Mn}{6} + \frac{Cu + Ni}{15} + \frac{Cr + Mo + V}{5}$$

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

3.5. Point 3 - Contrôle des propriétés géométriques

Acier à verrous : 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.

3.6. Point 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 $\pm 4,5 \%$.

3.7. Point 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 le coefficient de projection de la surface (f_R ou f_P) répond aux spécifications du § 4.3.

Le producteur fournit, au certificateur et/ou au client, les propriétés géométriques spécifiques et leurs valeurs minimales (voir notamment § 4.3.2.2.).

4.2 Contrôle dimensionnel des nervures d'adhérence au béton

Les nervures discontinues sont en croissant et inclinées, symétriquement ou différemment sur l'axe longitudinal de la barre ou du fil machine. Ces nervures ne peuvent pas venir en contact avec les nervures continues éventuelles

Dans les cas contraires, le fabricant doit prouver par des essais de fatigue en laboratoire accrédité sur les diamètres extrêmes et moyen de sa gamme de production certifiée que les produits répondent aux exigences de l'Eurocode 2.

		PRESCRIPTIONS TECHNIQUES Barres à nervures ou à empreintes et fils à nervures ou à empreintes à haute ductilité	
Rév. : (9)	Date : 20/11/2018	Document OCAB : PTV n° 302	Page 10 de 15

3.8. Point 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	
	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	
	barres	bobines
$d \leq 12$ mm	0,040 d	0,042 d
$d > 12$ mm	0,052 d	0,055 d

3.9. Point 4.2.2. - Ecartement des nervures ou empreintes

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


Tableau 7

Diamètre (d)	Ecartement 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

3.10. Point 4.2.3. - Développement des nervures ou empreintes

L'interprétation a lieu par attribut.

3.11. Point 4.3. (nouveau) - Coefficient de projection de la surface

		PRESCRIPTIONS TECHNIQUES Barres à nervures ou à empreintes et fils à nervures ou à empreintes à haute ductilité	
Rév. : (9)	Date : 20/11/2018	Document OCAB : PTV n° 302	Page 11 de 15

4.3.1. Prescriptions relatives au f_R et f_P

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

Tableau 9 : Coefficient de projection de la surface

		Diamètre nominal (mm)			
		6,0	8,0	10,0	≥ 12,0
$f_R(\text{min.})$ 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 verrous, f_R , doit être mesurée en suivant les prescriptions de la NBN EN ISO 15630-1 § 11.3. Cette mesure est effectuée en utilisant soit l'équation générale (§ 11.3.1), 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).

L'aire relative des empreintes, f_P , doit être mesurée en suivant les prescriptions de la NBN EN ISO 15630-1 § 11.4. Cette mesure est effectuée en utilisant soit l'équation générale (§ 11.4.1), 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. Pour le contrôle interne par le producteur, f_R peut être calculée à partir de l'approximation suivante (qui est applicable seulement pour les barres non torsadées) :

$$f_R = \lambda \cdot h/c$$

où : λ est une constante qui doit être déterminée par le producteur sur la base de la formule donnée au 4.3.2.1. et qui doit être confirmée par l'organisme de certification.

h est la hauteur maximale des verrous;

c est l'espacement des verrous.

4.3.3. Interprétation

L'interprétation a lieu par attribut.

4. HISTORIQUE DES REVISIONS

- 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

5. FICHES TECHNIQUES

Ces fiches recensent les propriétés certifiées du produit.

Characteristic	Symbol	Unit	min/Max	Value												
Diameter	d	mm	Bars	BE 500 S	6	8	10	12	14	16	20	25	28	32	40	50
			Coils		6	8	10	12	14	16	20	25				
Tolerances on cross section																
Cross-section	($\pi d^2/4$)	%	±		12		10						6			
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 IIV	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 IIV	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		6	8	10	12	14	16	20	25	28	32	40	50
			Coils		6	8	10	12	14	16	20	25				

Characteristic	Symbol	Unit	min/Max	Value							
				BE 500 TS	6	8	10	12	14	16	20
Diameter	d	mm	Bars	6	8	10	12	14	16	20	25
			Coils	6	8	10	12	14	16	20	25
Tolerances on cross section											
Cross-section	($\pi d^2/4$)	%	±	12	10			6			
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	6	8	10	12	14	16	20	25
			Coils	6	8	10	12	14	16	20	25

Characteristic	Symbol	Unit	min/Max	Value							
				BE 500 ES		6	8	10	12	14	16
Diameter	d	mm	Bars	6	8	10	12	14	16	20	25
			Coils	6	8	10	12	14	16	20	25
Tolerances on cross section											
Cross-section	($\pi d^2/4$)	%	±	12	10			6			
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	6	8	10	12	14	16	20	25
			Coils	6	8	10	12	14	16	20	25

Characteristic	Symbol	Unit	min/Max	Value							
				BE 500 RS	6	8	10	12	14	16	20
Diameter	d	mm	Bars	6	8	10	12	14	16	20	25
			Coils	6	8	10	12	14	16	20	25
Tolerances on cross section											
Cross-section	($\pi d^2/4$)	%	±	12	10			6			
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	6	8	10	12	14	16	20	25
			Coils	6	8	10	12	14	16	20	25