

norme française

NF A 35-016

Octobre 1996

Indice de classement : A 35-016

ICS : 77.140.60 ; 91.080.40

Armatures pour béton armé

**Barres et couronnes soudables
à verrous de nuance FeE500****Treillis soudés constitués de ces armatures**

E : Concrete reinforcing steels — Weldable ribbed bars and coils of grade FeE500 — Fabric made of these reinforcements

D : Betonbewehrungsstahl — Schweißgeeignete gerippte Stäbe und Ringe in Stahl FeE500 — Matte gemachte von dieser Bewehrungsstähle

Norme française homologuée

par décision du Directeur Général de l'AFNOR le 20 septembre 1996 pour prendre effet le 20 octobre 1996.

Remplace, avec la norme NF A 35-017, la norme homologuée NF A 35-016, de décembre 1986, avec la norme NF A 35-019-1, la norme homologuée NF A 35-019, de juillet 1984, et avec la norme NF A 35-019-2, la norme homologuée NF A 35-022, de septembre 1985.

Sert de base pour l'attribution de la marque NF-ARMATURES POUR BÉTON ARMÉ.

Correspondance

La prénorme européenne ENV 10080 traite du même sujet.

Analyse

Le présent document fixe la masse linéique, les caractéristiques chimiques, géométriques, mécaniques, technologiques et de forme des barres et couronnes soudables à verrous en acier pour béton armé, de diamètre 5 à 40 mm, de nuance FeE500 catégories 2 et 3 et des treillis soudés constitués de ces armatures de diamètre 5 à 16 mm, ainsi que leurs conditions de contrôle.

Descripteurs**Thésaurus International Technique** : produit laminé à chaud, barre métallique, fil machine, acier pour béton armé, treillis soudé, désignation, classification, fabrication, composition chimique, dimension, caractéristique mécanique, caractéristique physique, échantillonnage, contrôle de réception, essai, marquage.**Modifications**

Par rapport au domaine comparable des normes remplacées, suppression des diamètres 4 mm et 4,5 mm.

CorrectionsÉditée et diffusée par l'Association Française de Normalisation (AFNOR), Tour Europe 92049 Paris La Défense Cedex
Tél. : 01 42 91 55 55 — Tél. international : + 33 1 42 91 55 55

Armatures pour béton armé**BNS 11.1**

Membres de la commission de normalisation

Président : M CRETON

Secrétariat : BNS

M	ABADIAS	APA
M	ALEXANDRE	BUREAU VERITAS
M	AMIAND	CERIB
M	BARRAL	LCPC
M	BEAUFILS	COMITE DE NORMALISATION DE LA SOUDURE
M	BINET	SETRA
M	BOUTIN	SOCOTEC/COPREC
M	BRUNNARIUS	ALPA
M	COLSON	PLANCHERS ACOR
M	CRETON	BNS
M	DARPAS	CGPC
M	DAVID	FLB
M	DE BRAQUILANGES	TUYAUX BONNA
M	DE CHAMPS	CAMPENON BERNARD SGE
M	DOURY	CSTB
M	DURAND	SITAC
M	ESTEVE	EDF
M	FERRAN	APA
M LLE	GESLIN	AFNOR
M ME	GODET	SOCOTEC
M	HOLLEBECQ	AFCAB
M	JARRIER	ARMATURES MANCELLES
M	LAURENTI	RECTOR SA
M	LECHEMIA	SAM
M	LYONNET	MARTIN BELAYSOU
M	METZ	A.L. RIVES
M	MEUNIER	SNCF
M	MICHIELS	PLAKABETON FRANCE
M	MOTTUEL	SNCPS
M	MOUSSAOUI	SNTN
M	PALIS	CHAINARMOR
M	REY	ADETS
M	RIEGERT	ACIBAT
M	ROBERT	FLB
M	ROCHE	BNS
M	SCHMOL	SNBATI
M	TERSEN	ACOR
M	THONIER	FNTP
M	TRINH	CETEN APAVE
M ME	VARCIN	SABLA

Sommaire

	Page
Avant-propos	4
Introduction	4
1 Domaine d'application	4
2 Références normatives	5
3 Définitions	5
3.1 verrou	5
3.2 chant de verrous	5
3.3 nervure	5
4 Classification et désignation	5
4.1 Classification	5
4.2 Désignation des aciers	6
4.3 Désignation des produits	6
5 Processus de fabrication	7
5.1 Procédé d'élaboration de l'acier et type de désoxydation	7
5.2 Processus de fabrication du produit	7
6 Prescriptions	8
6.1 Composition chimique	8
6.2 Caractéristiques géométriques et masse linéique	8
6.3 Caractéristiques mécaniques	11
6.4 Caractéristiques technologiques	12
6.5 Caractéristiques de forme	13
7 Conformité au document	15
8 Échantillonnage et épreuve de contrôle de réception	15
8.1 Généralités	15
8.2 Lotissement	15
8.3 Unité de contrôle	16
8.4 Annulation d'essai	16
8.5 Interprétation des résultats d'essais	17
9 Méthodes d'essais	17
9.1 Généralités	17
9.2 Essai de traction	17
9.3 Essai de non-fragilité	18
9.4 Mesure de la géométrie des verrous	18
9.5 Calcul du coefficient de forme	19
9.6 Détermination de l'écart par rapport à la masse linéique nominale	20
9.7 Résistance des assemblages soudés des treillis soudés	20
9.8 Essai de fatigue	20
9.9 Composition chimique	21
10 Conditionnement	21
11 Marquage — Étiquetage	21
11.1 Marquage	21
11.2 Étiquetage	23

Avant-propos

Modalités d'application

Le fabricant, l'importateur ou le fournisseur qui, pour la vente de ses produits, se réfère au présent document ou à un texte qui fait référence à certains de ses articles, doit être en mesure de fournir à son client les éléments propres à justifier que les prescriptions normatives sont respectées.

L'attribution de la marque NF aux produits conformes au présent document offre la garantie que ces éléments sont contrôlés sous l'égide de l'AFNOR (certification par tierce partie).

Introduction

L'approbation en janvier 1995 de la prénorme européenne ENV 10080 publiée dans sa version française sous la forme de la norme expérimentale XP ENV 10080 de décembre 1995 (indice de classement : A 35-010) a conduit la commission française de normalisation «Aciers pour béton armé» à décider la révision de la collection existante des normes françaises relatives aux armatures pour béton armé.

Cette révision a abouti à la nouvelle collection suivante :

- NF A 35-015 : «Ronds lisses soudables» qui se substitue à la norme antérieure de même indice ;
- NF A 35-016 : «Barres et couronnes soudables à verrous de nuance FeE500 — Treillis soudés constitués de ces armatures» qui couvre le même domaine d'application que la prénorme européenne ENV 10080 ;
- NF A 35-017 : «Barres et fils machine non soudables à verrous» qui définit des armatures précédemment couvertes par la norme NF A 35-016, de décembre 1986 ;
- NF A 35-019 : «Armatures constituées de fils à empreintes» subdivisée en deux parties et qui définit des armatures qui ne sont pas couvertes pour le moment par un document normatif européen ; la partie 1 de cette norme «Barres et couronnes» définit des produits couverts précédemment par la norme française NF A 35-019, de juillet 1984 ; la partie 2 «Treillis soudés» définit des produits couverts précédemment par la norme française NF A 35-022, de septembre 1985.

1 Domaine d'application

Le présent document spécifie les prescriptions pour la composition chimique, la masse linéique, les caractéristiques géométriques, mécaniques, technologiques et de forme :

- des barres et couronnes soudables à verrous, pour béton armé, de nuance FeE500 de catégories 2 et 3 qui se distinguent par des caractéristiques mécaniques différentes (voir tableau 4) et de diamètre 5 à 40 mm (voir tableau 2) ;
- des panneaux de treillis soudés constitués des armatures mentionnées ci-avant de diamètre 5 à 16 mm et fabriqués en usine sur machine automatique (voir tableau 2).

Ce document spécifie également les conditions de contrôle des caractéristiques de ces produits.

Le présent document ne s'applique pas :

- aux ronds lisses soudables pour béton armé (voir norme NF A 35-015) ;
- aux barres et fils machine non soudables à verrous pour béton armé (voir NF A 35-017) ;
- aux fils à empreintes et treillis soudés constitués de ces fils (voir NF A 35-019).

2 Références normatives

Ce document comporte par référence datée ou non datée des dispositions d'autres publications. Ces références normatives sont citées aux endroits appropriés dans le texte et les publications sont énumérées ci-après. Pour les références datées, les amendements ou révisions ultérieurs de l'une quelconque de ces publications ne s'appliquent à ce document que s'ils y ont été incorporés par amendement ou révision. Pour les références non datées, la dernière édition de la publication à laquelle il est fait référence s'applique.

NF A 03-162	Produits sidérurgiques — Détermination de l'allongement total pour cent sous charge maximale.
NF A 35-023	Armatures pour béton armé — Essai de résistance au cisaillement des assemblages soudés en croix.
NF A 35-052	Fil machine en acier non allié pour treillis soudés et fils à haute adhérence.
NF EN 10002-1	Matériaux métalliques — Essai de traction — Partie 1 : Méthode d'essai (à température ambiante) (indice de classement : A 03-001).
NF EN 10020	Définition et classification des aciers (indice de classement : A 02-025).
NF EN 10079	Définition des produits en acier (indice de classement : A 40-001).
NF EN 10204	Produits métalliques — Types de documents de contrôle (indice de classement : A 00-001).

3 Définitions

Pour les besoins du présent document, les définitions suivantes s'appliquent en plus de celles données dans la norme NF EN 10079.

3.1 verrou

Relief transversal de hauteur variable sur sa longueur, incliné par rapport à l'axe longitudinal de l'armature.

3.2 chant de verrous

Ensemble de verrous placés le long d'une même génératrice.

3.3 nervure

Relief continu de hauteur uniforme parallèle à l'axe de l'armature.

4 Classification et désignation

4.1 Classification

Les aciers définis par le présent document sont classés comme aciers de qualité non alliés au sens de la norme NF EN 10020.

4.2 Désignation des aciers

La désignation des aciers constitutifs des produits couverts par le présent document comporte dans l'ordre, l'indication de la nuance FeE500 suivie de l'indication de la catégorie 2 ou 3.

4.3 Désignation des produits

4.3.1 Généralités

La désignation des produits couverts par le présent document doit comporter, dans cet ordre, les éléments suivants :

- a) description de la forme du produit (c'est-à-dire barre, couronne, treillis soudé) ;
- b) la référence du présent document ;
- c) les dimensions nominales du produit (voir 4.3.2 et 4.3.3) ;
- d) la désignation de l'acier, c'est-à-dire FeE500-2 ou FeE500-3.

4.3.2 Cas des barres et couronnes

Dans le cas des barres et couronnes, les indications relatives aux dimensions nominales doivent comporter :

- le diamètre nominal du produit, en millimètres ;
- la longueur nominale (pour les barres seulement), en millimètres.

EXEMPLE :

Barre conforme au présent document d'un diamètre nominal de 20 mm et d'une longueur nominale 12 000 mm d'acier FeE500-3 :

Barre NF A 35-016 — 20 × 12 000 — FeE500-3

4.3.3 Cas des treillis soudés

Dans le cas des treillis soudés, la désignation doit comporter les informations nécessaires relatives aux diamètres des éléments constitutifs et à la géométrie (dimensions, espacements, longueurs d'about, ...) du panneau.

NOTE : Pour les treillis soudés sur stock, de courtes désignations sont largement utilisées. Les caractéristiques géométriques peuvent être trouvées dans les documents commerciaux du producteur.

Les treillis soudés sur devis peuvent être décrits soit au moyen des indications données à la figure 1 soit par un dessin complet ; il convient de les identifier par la référence de l'utilisateur.

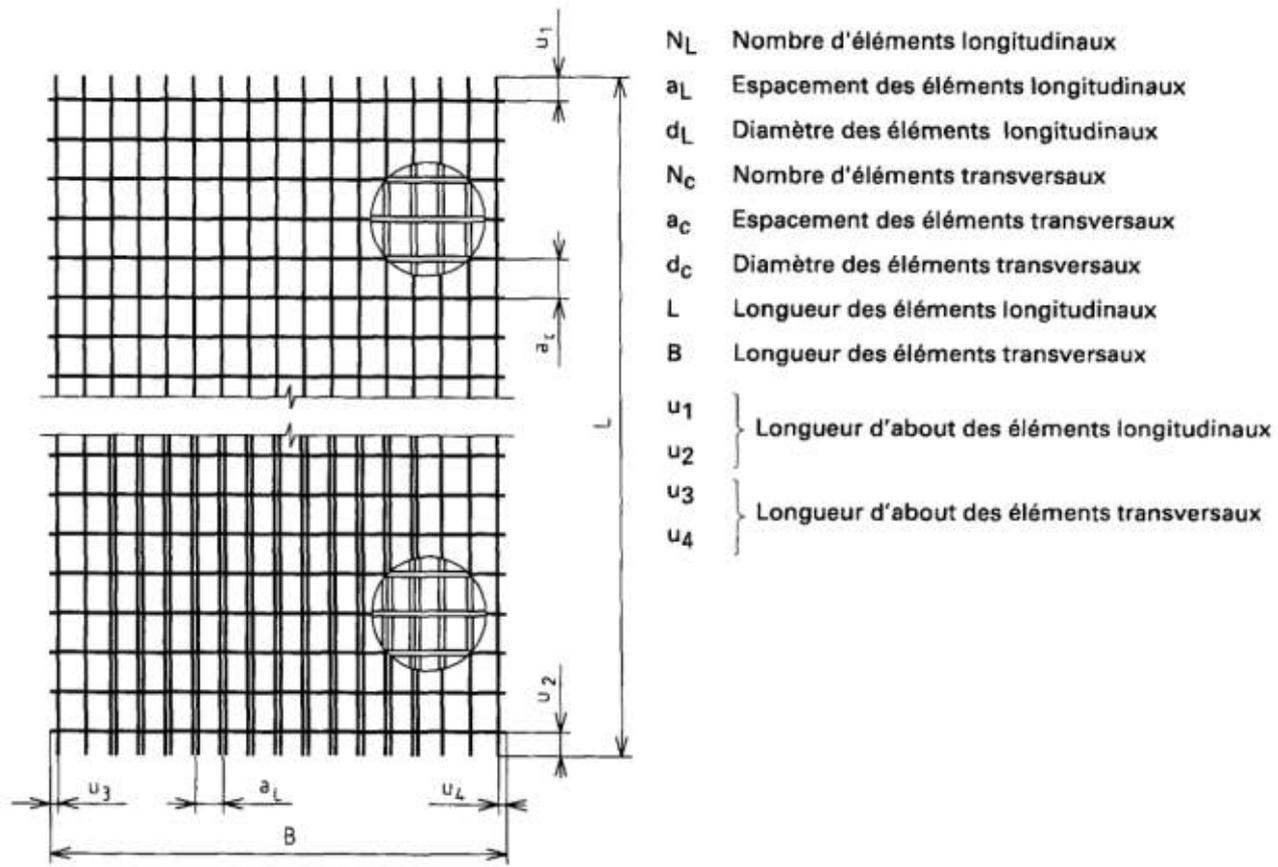


Figure 1

EXEMPLE :

Treillis soudés conforme au présent document constitué d'éléments simples en acier FeE500-2 de diamètres nominaux 8 mm et 7,5 mm de maille 100 × 250 mm de longueur 6 000 mm, de largeur 2 400 mm de longueurs d'about respectivement égales à 125 mm et 50 mm :

Treillis soudés NF A 35-016 — 8 × 7,5 — 100 × 250 — 6 000 × 2 400 — 125.125/50.50 — FeE500-2

5 Processus de fabrication**5.1 Procédé d'élaboration de l'acier et type de désoxydation**

Le procédé d'élaboration de l'acier et le type de désoxydation sont laissés au choix du producteur de l'acier.

5.2 Processus de fabrication du produit**5.2.1 Barres et couronnes**

Le producteur est libre de choisir le processus de fabrication.

Toutefois, la fabrication d'armatures pour béton armé conformes au présent document, par relaminage de produits finis (par exemple tôles ou rails) n'est pas autorisée.

Le processus de fabrication doit être indiqué au client lorsqu'il le demande.

NOTE : Des exemples de processus de fabrication sont :

- laminage à chaud sans traitement complémentaire ou laminage à chaud suivi d'un traitement thermique en ligne ou d'une transformation à froid (par exemple, par étirage de l'ébauche laminée à chaud) sans réduction significative de section,
- laminage à froid et/ou tréfilage d'un fil machine conforme à la norme NF A 35-052 avec réduction significative de section.

5.2.2 Treillis soudés

Le producteur est libre de choisir le processus de fabrication.

Toutefois, tout treillis soudé doit être fabriqué en usine sur machine à souder. Les assemblages aux croisements des éléments longitudinaux et des éléments transversaux doivent être réalisés par soudage par résistance de façon que leur résistance au cisaillement soit conforme aux prescriptions du 6.3.3. Les treillis soudés comportant des armatures soudées bout à bout sont autorisés.

Les éléments constitutifs des treillis soudés sur stock doivent être du même acier ¹⁾, dans les deux directions.

Les éléments constitutifs des treillis soudés sur devis doivent être issus d'un seul acier, dans une direction donnée.

Les treillis soudés peuvent être constitués d'éléments doubles dans une direction ou les deux directions.

6 Prescriptions

6.1 Composition chimique

6.1.1 Les valeurs maximales pour la composition chimique, y compris la valeur de carbone équivalent, sont données au tableau 1.

Tableau 1 : Composition chimique des aciers FeE500-2 et FeE500-3

Type d'analyse	Composition chimique % max (m/m)				
	C	P	S	N ¹⁾	CEV
Analyse sur coulée	0,22	0,050	0,050	0,012	0,50
Analyse sur produit	0,24	0,055	0,055	0,013	0,52

1) La teneur spécifiée est la teneur en azote libre. Un dépassement des valeurs spécifiées est admis à condition que pour chaque augmentation de 0,001 % de N, la teneur maximale en P soit réduite de 0,005 % ; la teneur en N ne doit cependant pas dépasser 0,015 % sur coulée et 0,016 % sur produit.

6.1.2 Le carbone équivalent CEV doit être déterminé à partir de la formule suivante :

$$CEV = C + \frac{Mn}{6} + \frac{Cr + Mo + V}{5} + \frac{Ni + Cu}{15}$$

où les symboles des éléments chimiques indiquent leur teneur en % (m/m).

6.2 Caractéristiques géométriques et masse linéique

6.2.1 Diamètre nominal, section nominale, périmètre nominal

Les valeurs des diamètres nominaux pour chaque type de produit et chaque acier sont données au tableau 2.

La section nominale d'un produit est égale à l'aire du cercle ayant pour diamètre le diamètre nominal. Les valeurs des sections nominales sont données au tableau 2 pour chaque type de produit et chaque acier.

Le périmètre nominal d'un produit est égal à la circonférence du cercle ayant pour diamètre le diamètre nominal.

1) Il est rappelé que dans cette acception, le terme « acier » couvre l'ensemble nuance + catégorie.

Tableau 2 : Diamètres nominaux, sections nominales et masses linéiques nominales pour les différents types de produit et aciers

Diamètre nominal du produit mm	Type de produit et acier				Section nominale mm ²	Masse linéique nominale kg/m
	Barres et couronnes		Éléments constitutifs de treillis soudés			
	FeE500-2	FeE500-3	FeE500-2	FeE500-3		
5	X		X		19,6	0,154
5,5			X		23,8	0,187
6	X	X	X	X	28,3	0,222
6,5			X		33,2	0,260
7	X	X	X	X	38,5	0,302
7,5			X		44,2	0,347
8	X	X	X	X	50,3	0,395
8,5			X		56,7	0,445
9	X	X	X	X	63,6	0,499
9,5			X		70,9	0,556
10	X	X	X	X	78,5	0,617
10,5			X		86,6	0,680
11			X	X	95,0	0,746
11,5			X		104	0,816
12	X	X	X	X	113	0,887
14	X	X	X	X	154	1,21
16	X	X	X	X	201	1,58
20		X			314	2,47
25		X			491	3,85
32		X			804	6,31
40		X			1 256	9,86

6.2.2 Masse linéique

Les valeurs de la masse linéique nominale sont données au tableau 2 ; elles ont été calculées à partir des valeurs de section nominale en considérant une masse volumique de 7,85 kg/dm³.

L'écart admissible par rapport à la masse linéique nominale est de $\pm 4,5 \%$.

6.2.3 Longueur des barres

La longueur nominale des barres doit être convenue au moment de l'appel d'offres et de la commande.

L'écart admissible par rapport à la longueur nominale est de ${}^{+100}_0$ mm.

Des tolérances différentes peuvent faire l'objet d'un accord au moment de l'appel d'offres et de la commande.

6.2.4 Dimensions des couronnes

Les dimensions des couronnes doivent être convenues au moment de l'appel d'offres et de la commande.

6.2.5 Dimensions des treillis soudés

6.2.5.1 Généralités

Chaque panneau doit comporter les nombres d'éléments longitudinaux et transversaux correspondant à ses dimensions spécifiées (longueur, largeur, maille et longueurs d'about).

Un panneau de treillis soudé dans lequel un prélèvement a été effectué pour essai, ne peut être rebuté si ce prélèvement correspond à la suppression d'au plus trois assemblages soudés.

6.2.5.2 Diamètres des éléments

Les diamètres nominaux des éléments constitutifs des treillis soudés doivent être choisis parmi les diamètres indiqués au tableau 2.

6.2.5.3 Disposition des éléments

Dans une direction donnée, les éléments d'un panneau peuvent être des éléments simples ou des éléments doubles.

6.2.5.4 Relation entre diamètres des éléments

6.2.5.4.1 Pour les treillis soudés constitués d'éléments simples, les diamètres des éléments doivent respecter la condition suivante :

$$d_{\min} \geq 0,6 d_{\max}$$

où :

d_{\max} est le diamètre nominal de l'élément de plus gros diamètre ;

d_{\min} est le diamètre nominal de l'élément perpendiculaire.

6.2.5.4.2 Pour les treillis soudés à éléments doubles dans une direction, les diamètres des éléments doivent satisfaire la condition suivante :

$$0,7 d_s \leq d_T \leq 1,25 d_s$$

où :

d_s est le diamètre nominal des éléments simples ;

d_T est le diamètre nominal de l'un des éléments doubles.

6.2.5.4.3 Pour les treillis soudés à éléments doubles dans les deux directions, les diamètres des fils individuels doivent satisfaire la condition suivante :

$$d_{\min} \geq 0,7 d_{\max}$$

NOTE : Des prescriptions différentes de celles données aux 6.2.5.4.1 à 6.2.5.4.3 peuvent être convenues au moment de l'appel d'offres et de la commande.

6.2.5.5 Espacement et longueur d'about préférentiels

L'espacement (a) des éléments longitudinaux et transversaux ne doit pas être inférieur à 50 mm. Il convient que la longueur d'about (u) ne soit pas inférieure à 25 mm (voir figures 2 et 3).

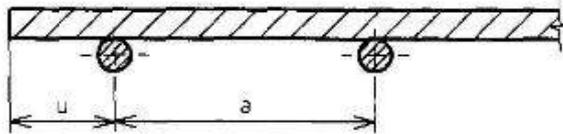


Figure 2 : Espacement et longueur d'about pour treillis soudés à éléments simples

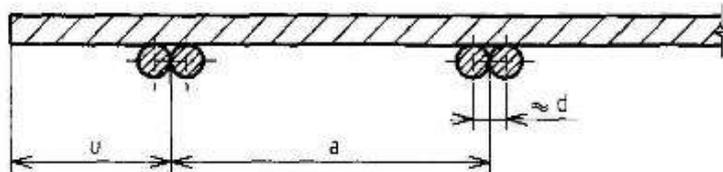


Figure 3 : Espacement et longueur d'about pour treillis soudés à éléments doubles

6.2.5.6 Tolérances dimensionnelles

Les écarts admissibles en plus ou en moins pour les treillis soudés sont :

- longueur et largeur : la plus grande des deux valeurs 25 mm ou 0,5 % de la dimension nominale considérée ;
- espacements : la plus grande des deux valeurs 15 mm ou 7,5 % de l'espacement nominal.

Des prescriptions particulières de tolérances peuvent être convenues entre le client et le producteur.

6.3 Caractéristiques mécaniques

6.3.1 Généralités

Les valeurs des caractéristiques mécaniques s'appliquent pour les conditions d'essai de référence données au tableau 3.

Tableau 3 : Conditions de détermination des caractéristiques mécaniques

	Fabrication et conditions de livraison du produit	Conditions d'essai (échantillons) ¹⁾
1	Laminé à chaud en barres droites	À l'état de livraison ²⁾ ou vieilli ³⁾
2	Produit en longueurs droites par écrouissage à froid	Vieilli ³⁾
3	Produit en couronnes et livré en longueurs droites	Vieilli ³⁾
4	Produit et livré en couronnes	Dressé puis vieilli ³⁾
5	Treillis soudé	Vieilli ^{3) 4)}

1) Pour les armatures dont la conformité au présent document est démontrée par certification (voir article 7), des conditions d'essai autres que celles définies ci-dessus peuvent être admises par l'organisme de certification.

2) Vieilli en cas de litige.

3) Mode de vieillissement : Chauffage de l'échantillon à 100 °C, maintien à cette température pendant au moins 1 h et refroidissement à l'air calme jusqu'à la température ambiante. Le producteur est libre de choisir le mode de chauffage.

4) Ou à l'état de livraison pour les produits visés à la ligne 1.

6.3.2 Caractéristiques mécaniques en traction

Les caractéristiques mécaniques en traction doivent être conformes aux prescriptions du tableau 4.

Les valeurs spécifiées sont des fractiles d'ordre 0,05 pour R_{eH} et d'ordre 0,10 pour le rapport R_m/R_{eH} et pour A_{gt} auxquels sont associées des bornes inférieures.

NOTE : Pour s'assurer dans la pratique que la spécification concernant un fractile est satisfaite, il est vérifié que la limite inférieure de l'intervalle statistique de dispersion unilatéral contenant avec une probabilité de 90 % ($1 - \alpha = 0,9$), 95 % (fractile d'ordre 0,05) ou 90 % (fractile d'ordre 0,10) des valeurs observées du caractère est supérieure ou égale à la valeur spécifiée du fractile.

Tableau 4 : Caractéristiques mécaniques

Acier	Limite supérieure d'écoulement R_{eH} N/mm ² 1)		Rapport R_m/R_{eH} 2)		Allongement total sous charge maximale A_{gt} %	
	Valeur du fractile	Borne inférieure	Valeur du fractile	Borne inférieure	Valeur du fractile	Borne inférieure
FeE500-2	500	475	1,03	1,01	2,5	2
FeE500-3	500	475	1,08	1,05	5	4

1) $1 \text{ N/mm}^2 = 1 \text{ MPa}$.

2) $R_m = \text{Résistance à la traction}$.

6.3.3 Résistance des assemblages soudés

Pour les assemblages soudés des treillis soudés, la charge entraînant la rupture par cisaillement de la soudure ne doit pas être inférieure à $0,3 \times R_{eHs} \times A_N$ où R_{eHs} est la valeur caractéristique spécifiée de la limite d'élasticité (500 N/mm²) et A_N (en mm²) est la section nominale :

- de l'élément de plus gros diamètre de l'assemblage pour un treillis soudé à éléments simples ;
- d'un des éléments doubles pour un treillis soudé à éléments doubles dans une seule direction ;
- d'un des éléments de plus gros diamètre dans le cas d'un treillis soudé à éléments doubles dans les deux directions.

6.3.4 Résistance à la fatigue

Aucune prescription n'est, en général, imposée pour la résistance à la fatigue.

Toutefois, par accord à la commande, le producteur peut garantir que le produit endure au moins deux millions de cycles pour une étendue de variation de contrainte $2 \sigma_A$ égale à 180 N/mm² pour les barres et couronnes et à 100 N/mm² pour les treillis soudés et une charge unitaire maximale $\sigma_{max} = 300 \text{ N/mm}^2$ ($0,6 \times R_{eHs}$).

6.4 Caractéristiques technologiques

6.4.1 Absence de défauts

Les barres et couronnes soudables à verrous et les treillis soudés constitués de ces armatures ne doivent pas présenter de défauts préjudiciables à leur emploi, au sens de l'article 1, par exemple rouille en plaques, pailles, criques, fissures longitudinales...

6.4.2 Aptitude au soudage

Les armatures spécifiées par le présent document sont aptes au soudage par les procédés courants.

L'aptitude au soudage est essentiellement fondée sur le respect des spécifications relatives à la composition chimique (voir paragraphe 6.1).

6.4.3 Aptitude à assurer les liaisons mécaniques entre le produit et le béton

Les armatures sont aptes à assurer les liaisons mécaniques entre elles et le béton si leurs caractéristiques de forme respectent les prescriptions du paragraphe 6.5.

NOTE : Pour les armatures respectant les prescriptions du présent paragraphe, le coefficient de scellement ψ_s est pris égal à 1,5 et le coefficient de fissuration η est pris respectivement égal à 1,6 pour les armatures de diamètre supérieur ou égal à 6 mm ou 1,3 pour les armatures de diamètre 5 et 5,5 mm.

6.4.4 Absence de fragilité

Les barres et couronnes soudables à verrous doivent pouvoir supporter un pliage puis un dépliage suivant un diamètre de mandrin donné par le tableau 5, dans les conditions définies au paragraphe 9.3, sans rupture ou apparition de fissures ou déchirures transversales dans la zone de pliage-dépliage.

Tableau 5 : Diamètre du mandrin pour l'essai de pliage-dépliage

Dimensions en millimètres

Diamètre nominal du produit	5 à 7	7,5 à 9	9,5 à 11	11,5 à 12	14	16	20	25	32	40
Diamètre du mandrin	30	40	50	60	80	90	150	200	300	400

6.5 Caractéristiques de forme

6.5.1 Prescriptions générales relatives aux verrous et nervures

6.5.1.1 Généralités

Les produits doivent présenter au moins deux chants de verrous d'espacement uniforme. Les nervures peuvent exister ou non.

6.5.1.2 Verrous

6.5.1.2.1 En projection sur la section droite, les verrous doivent être en forme de croissant et se raccorder de manière régulière au noyau du produit.

6.5.1.2.2 La projection des verrous sur la section droite doit s'étendre au moins 70 % du périmètre nominal du produit.

6.5.1.2.3 L'angle (β) d'inclinaison des verrous sur l'axe de l'armature doit être compris entre 35° et 75° (voir figure 4).

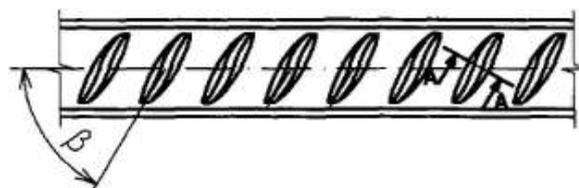


Figure 4 : Angle (β) d'inclinaison des verrous

6.5.1.2.4 Dans tout plan diamétral, l'angle (α) d'inclinaison des flancs des verrous avec la génératrice du noyau contenue dans ce plan doit être $\geq 45^\circ$ (voir figure 5).

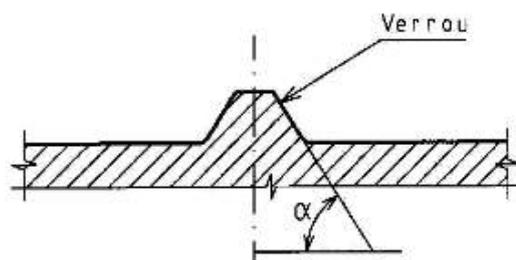


Figure 5 : Angle (α) d'inclinaison des flancs de verrous (section AA de la figure 4)

6.5.1.3 Nervures

Quand les nervures existent, leur hauteur ne doit pas dépasser $0,15 d$ (d : diamètre nominal).

6.5.2 Prescriptions complémentaires relatives aux verrous

6.5.2.1 Généralités

Outre les prescriptions du 6.5.1.2, les verrous des armatures doivent respecter soit les prescriptions du 6.5.2.2, soit les prescriptions du 6.5.2.3.

6.5.2.2 Prescriptions spécifiques relatives à la hauteur et à l'espacement des verrous

La hauteur (h) et l'espacement (c) des verrous (voir 9.4) doivent respecter les valeurs indiquées dans le tableau 6.

Tableau 6 : Hauteur et écartement des verrous

Dimensions en millimètres

Diamètre nominal du produit	Hauteur des verrous		Écartement entre verrous	
	h		c	
	min	max	min	max
5	0,32	0,75	3,8	5,4
5,5	0,35	0,83	4,0	5,6
6	0,39	0,90	4,1	6,1
6,5	0,42	0,98	4,4	6,4
7	0,45	1,05	4,6	6,6
7,5	0,48	1,13	4,8	6,8
8	0,52	1,20	5,0	7,0
8,5	0,54	1,28	5,2	7,2
9	0,58	1,35	5,3	7,3
9,5	0,61	1,43	5,4	7,4
10	0,65	1,50	5,5	7,5
10,5	0,68	1,58	5,8	7,8
11	0,71	1,65	5,9	7,9
11,5	0,74	1,73	6,0	8,0
12	0,78	1,80	6,1	8,3
14	0,91	1,90	7,1	9,7
16	1,04	2,00	8,2	11,0
20	1,30	2,25	10,2	13,8
25	1,63	2,50	12,7	17,2
32	2,08	3,20	16,3	22,1
40	2,60	4,00	20,4	27,6

6.5.2.3 Prescriptions relatives à la forme des verrous

Le coefficient de forme (f_R) (voir 9.5) doit satisfaire les prescriptions données en fonction du diamètre nominal au tableau 7.

Tableau 7 : Coefficient de forme (f_R) minimum

Diamètre nominal du produit (mm)	5,0 à 6,0	6,5 à 8,5	9,0 à 10,5	11,0 à 40
f_R min	0,039	0,045	0,052	0,056

De plus, la hauteur des verrous (voir 9.4) doit être comprise entre 0,05 d et la valeur maximale indiquée dans le tableau 6 ci-avant ; l'espacement des verrous (voir 9.4) doit être compris entre 0,5 d et 1,0 d (d : diamètre nominal).

7 Conformité au document

Un lot est réputé conforme au présent document :

- soit s'il provient d'un producteur bénéficiant de la certification ; dans ce cas, les produits sont contrôlés par le producteur dans les conditions définies par la certification ²⁾;
- soit s'il est soumis à une réception effectuée, généralement en usine et avant expédition ³⁾, suivant les règles définies à l'article 8. Dans ce cas, il est établi un certificat de réception ou un procès-verbal de réception selon NF EN 10204.

8 Échantillonnage et épreuve de contrôle de réception

8.1 Généralités

Sauf convention particulière, on applique les règles indiquées aux paragraphes 8.2 à 8.5 ci-après.

8.2 Lotissement

8.2.1 Cas des barres et couronnes

La réception se fait par lot correspondant à une même série d'opérations sur une même machine à souder effectuées dans un poste d'une durée maximale de 9 h. Le lot est composé de treillis soudés dont les éléments constitutifs, dans chaque direction, sont de même nature.

2) Il s'agit de la marque «NF-ARMATURES POUR BÉTON ARMÉ» gérée par l'AF CAB «Association Française de Certification des Armatures du Béton» (organisme de certification).

3) Si les produits n'ont pu faire l'objet d'une réception avant expédition, un contrôle suivant les modalités définies dans le présent document doit être effectué par un organisme habilité avant mise en œuvre.

8.3 Unité de contrôle

8.3.1 Cas des barres et couronnes

Les produits sont présentés à l'état de livraison groupés par acier et diamètre nominal de même provenance, la masse de chaque unité de contrôle étant :

- pour le contrôle par coulée, de 40 t ou fraction restante de moins de 40 t ;
- pour le contrôle par lot, de 20 t ou fraction restante de moins de 20 t pour les produits de diamètre supérieur à 10 mm et de 10 t ou fraction de 10 t pour les produits de diamètre inférieur ou égal à 10 mm.

Par unité de contrôle, il est effectué 12 séries d'essais, chaque série comprenant :

- 1 essai de traction (mesure de R_{eH} , R_m , A_{gt}) ;
- 1 essai de non-fragilité ;
- 1 contrôle de la masse linéique et des caractéristiques de forme.

Chaque série d'essais est réalisée sur un échantillon provenant d'un fardeau de barres ou d'une couronne de fil machine différent. Dans le cas où le nombre de fardeaux ou de couronnes est inférieur à 12, un échantillon est prélevé sur chaque fardeau ou chaque couronne ; les échantillons complémentaires sont répartis sur les différents fardeaux ou couronnes.

En outre, une détermination de la composition chimique est réalisée par unité de contrôle.

8.3.2 Cas des treillis soudés

Les treillis soudés sont présentés par lot à l'état de livraison.

Par unité de contrôle, il est effectué 12 séries d'essais sur assemblages soudés en croix chaque série comprenant :

- 1 essai de traction (mesure de R_{eH} , R_m , A_{gt}) sur chacun des éléments s'ils sont de diamètre différent ;
- 1 essai de résistance au cisaillement ;
- 1 contrôle de la masse linéique et des caractéristiques de forme des éléments constitutifs du treillis soudé ;
- 1 contrôle des caractéristiques géométriques du treillis soudé.

Chaque série d'essais est réalisée sur un échantillon provenant d'un paquet de panneaux différent. Dans le cas où le nombre de paquets est inférieur à 12, un échantillon est prélevé sur chaque paquet ; les échantillons complémentaires sont répartis sur les différents paquets et prélevés dans des panneaux différents.

En outre, une détermination de la composition chimique est réalisée par unité de contrôle.

8.4 Annulation d'essai

En cas de défaut d'exécution, les résultats de l'essai ne sont pas pris en compte. Par défaut d'exécution, il faut entendre une préparation défectueuse, un montage incorrect dans la machine d'essai, un mauvais fonctionnement de celle-ci ou tout écart par rapport à la méthode prescrite.

8.5 Interprétation des résultats d'essais

Pour R_{eH} , le rapport R_m/R_{eH} et A_{gt} , aucun résultat ne doit être inférieur à la borne inférieure et la valeur $(m_{12} - k s_{12})$ doit être supérieure ou égale à la valeur du fractile :

$$\text{avec } m_{12} = \sum_1^{12} \frac{x_i}{12}$$

$$s_{12} = \sqrt{\frac{\sum (x_i - m_{12})^2}{11}}$$

$k = 2,45$ pour R_{eH} et $k = 1,97$ pour R_m/R_{eH} et pour A_{gt} .

Les résultats des essais de non-fragilité (barres et couronnes) ou de cisaillement (treillis soudés) doivent être conformes aux prescriptions correspondantes.

La masse linéique, les caractéristiques géométriques et les caractéristiques de forme doivent se situer dans les intervalles prescrits.

L'analyse chimique doit être conforme aux prescriptions du paragraphe 6.1.

Si l'une quelconque de ces conditions n'est pas satisfaite, le lot est considéré comme non conforme.

9 Méthodes d'essais

9.1 Généralités

Les essais décrits en 9.2 à 9.8 sont réalisés sur des tronçons non usinés de produits.

9.2 Essai de traction

9.2.1 L'essai de traction est effectué conformément à la norme NF EN 10002-1, dans les conditions données dans le tableau 5.

9.2.2 La longueur de l'éprouvette doit être suffisante pour déterminer l'allongement sous charge maximale (voir 9.2.5).

9.2.3 Si la limite supérieure d'écoulement R_{eH} est difficile ou impossible à saisir, on a alors recours à la limite conventionnelle d'élasticité à 0,2 % ($R_{p0,2}$) (voir NF EN 10002-1).

9.2.4 Les valeurs de R_{eH} (ou $R_{p0,2}$) et de R_m sont calculées en rapportant les charges obtenues à la section nominale et non à la section réelle du produit.

9.2.5 L'allongement sous charge maximale est l'accroissement exprimé en pourcentage de la longueur initiale entre repères de l'éprouvette obtenu sous la charge maximale.

Cet allongement est mesuré conformément à la norme NF A 03-162.

9.3 Essai de non-fragilité

L'éprouvette est d'abord pliée suivant un angle de 90° puis, après maintien pendant une demi-heure dans l'eau bouillante (100°C) et refroidissement à l'air, elle est dépliée d'un angle de 30° (voir figure 6).

Le diamètre du mandrin suivant lequel est effectué le pliage est indiqué dans le tableau 5 (voir 6.4.4).

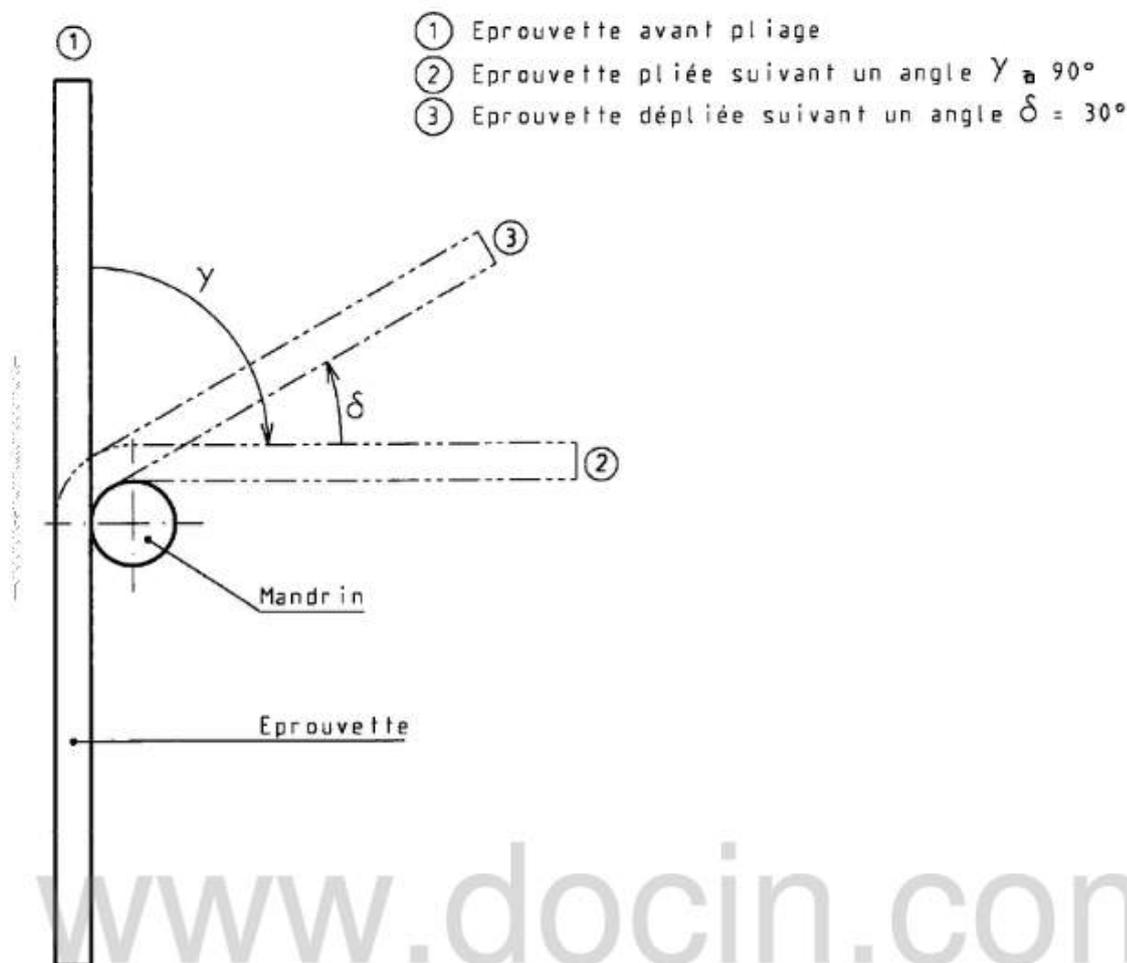


Figure 6 : Schéma descriptif de l'essai de non-fragilité

9.4 Mesure de la géométrie des verrous

9.4.1 Hauteur des verrous

La hauteur des verrous (h) est déterminée en calculant la moyenne d'au moins trois mesures par chant de la hauteur de verrous individuels autres que ceux utilisés pour le marquage (voir article 11). Ces mesures sont réalisées sur l'éprouvette destinée à l'essai de traction avec un instrument d'une précision au moins égale à $0,01\text{ mm}$, à l'endroit où la hauteur du verrou est maximale.

9.4.2 Espacement des verrous

L'espacement des verrous (c) doit être déterminé par calcul de la moyenne des espacements mesurés sur chacun des chants. L'espacement pour un chant est obtenu en divisant la longueur de référence, mesurée au moyen d'un instrument d'une précision au moins égale à $0,5\text{ mm}$, par le nombre d'intervalles entre verrous qu'elle comporte.

La longueur de référence est considérée être égale à la longueur entre les centres de deux verrous du même chant déterminée sur une ligne droite, parallèlement à l'axe du produit. La longueur de référence doit comporter au moins 10 intervalles entre verrous.

9.5 Calcul du coefficient de forme

Le coefficient de forme (f_R) est défini par la formule suivante :

$$f_R = \frac{1}{\pi \cdot d} \sum_{i=1}^n \frac{1}{m} \sum_{j=1}^m \frac{F_R(i, j) \cdot \sin \beta(i, j)}{c(i)}$$

Dans cette formule :

$F_R = \sum_{k=1}^p (h_s(k) \cdot \Delta l(k))$ est l'aire de la section longitudinale d'un verrou (voir figure 7) ;

- h_s est la hauteur moyenne d'une portion de longueur Δl d'un verrou subdivisé en p parties ;
- β est l'angle d'inclinaison des verrous par rapport à l'axe longitudinal de l'armature, en degrés ;
- d est le diamètre nominal de la barre, en millimètres ;
- c est l'espacement des verrous, en millimètres ;
- n est le nombre de chants de verrous sur la circonférence ;
- m est le nombre d'inclinaisons différentes des verrous par chant ;
- i, j et k sont des indices.

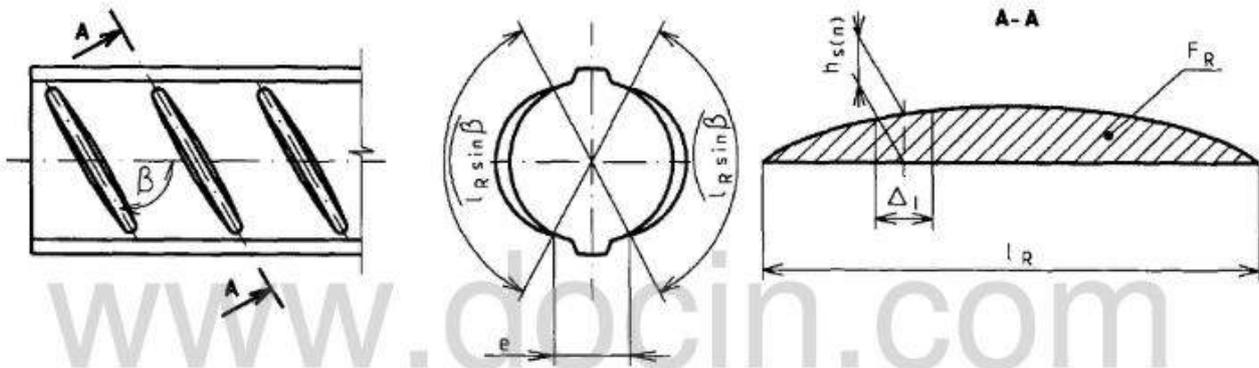


Figure 7

NOTE 1 : Dans la pratique, la formule du f_R indiquée ci-avant n'est en général pas utilisable. Il convient de recourir à des formules simplifiées.

En l'absence de justification d'une formule spécifique, il convient d'utiliser la formule suivante :

$$f_R = (h_{1/4} + h_m + h_{3/4})(\pi d - \sum e) / 4 \pi d c$$

où :

$h_{1/4}$, h_m et $h_{3/4}$ sont les hauteurs moyennes des verrous respectivement au 1/4 de leur longueur, en leur milieu et aux 3/4 de leur longueur et $\sum e$ la somme des distances moyennes entre extrémités de verrous de deux chants contigus (voir figure 7) ;

$h_{1/4}$, h_m et $h_{3/4}$ sont déterminées en faisant la moyenne d'au moins trois mesures par chant des hauteurs correspondantes de verrous individuels autres que ceux utilisés pour le marquage. Ces mesures sont réalisées sur l'éprouvette destinée à l'essai de traction, avec un instrument d'une précision au moins égale à 0,01 mm ;

$\sum e$ est déterminée en faisant la somme des distances moyennes entre extrémités de verrous obtenues à partir d'au moins trois mesures entre chaque chant, au moyen d'un instrument d'une précision au moins égale à 0,05 mm.

NOTE 2 : Pour le contrôle interne d'une armature certifiée, f_R peut être calculé à partir de l'approximation suivante :

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

où :

γ est une constante qui est déterminée par le producteur sur la base de la formule générale donnée ci-avant et qui doit être soumise à l'approbation de l'organisme de certification (voir article 7) ;

h est la hauteur des verrous ;

c est l'espacement des verrous.

9.6 Détermination de l'écart par rapport à la masse linéique nominale

L'écart par rapport à la masse linéique nominale doit être déterminé à partir de la différence entre la masse linéique effective de l'éprouvette et sa masse linéique nominale (voir tableau 2).

La longueur de l'éprouvette doit être d'au moins 400 mm. Cette longueur doit être mesurée à 1 mm près et la masse doit être déterminée en grammes avec trois chiffres significatifs.

NOTE 1 : La détermination peut être réalisée sur les éprouvettes destinées aux essais de traction sous réserve qu'elles présentent la longueur minimale indiquée ci-avant.

NOTE 2 : Dans le cas des treillis soudés, l'éprouvette est prélevée entre deux assemblages soudés. Il convient de mesurer sa longueur à 0,5 mm près et sa masse à 0,1 g près.

9.7 Résistance des assemblages soudés des treillis soudés

L'essai de résistance des assemblages soudés des treillis soudés est réalisé conformément à la norme NF A 35-023.

9.8 Essai de fatigue

9.8.1 Généralités

Le paragraphe 9.8 spécifie les principes de l'essai de fatigue sur armature pour béton armé. L'essai doit être réalisé dans l'air ; il s'agit d'un essai de traction ondulée avec effort contrôlé (voir figure 8).

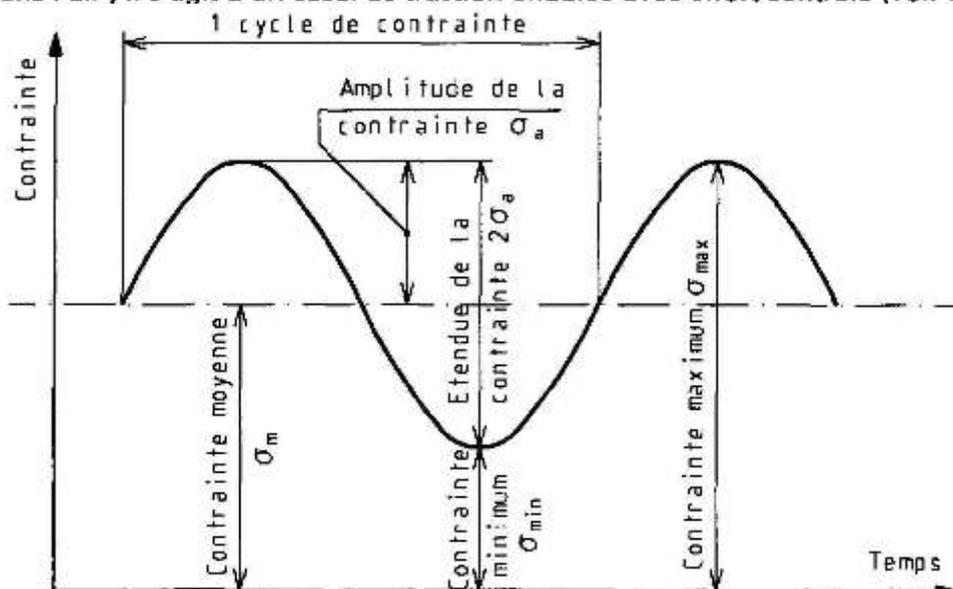


Figure 8 : Cycle de sollicitation en fatigue

9.8.2 Éprouvette d'essai

Dans le cas de treillis soudés, l'éprouvette doit contenir au moins un assemblage soudé à l'intérieur de la longueur de base. L'élément de plus gros diamètre doit être soumis à l'essai.

9.8.3 Méthode d'essai

L'essai doit être réalisé sur une machine avec charge contrôlée. La fréquence de sollicitation doit être comprise entre 1 Hz et 200 Hz.

L'essai est poursuivi jusqu'à rupture de l'éprouvette ou jusqu'à deux millions de cycles.

9.9 Composition chimique

Les méthodes de détermination de la composition chimique sont laissées au choix du producteur. En cas de désaccord sur la méthode d'essai, les normes européennes pertinentes doivent être appliquées.

10 Conditionnement

Les produits peuvent être livrés soit sous forme de barres, de couronnes ou de treillis soudés.

11 Marquage — Étiquetage

11.1 Marquage

11.1.1 Armatures en acier FeE500-2

Les armatures en acier FeE500-2 présentent au moins trois chants de verrous parallèles présentant le même angle d'inclinaison. Pour les armatures comportant trois chants de verrous, un chant présente une inclinaison opposée à celle des deux autres (voir figure 9). Pour les armatures comportant quatre chants de verrous, les quatre chants présentent la même direction pour chaque série (voir figure 10).

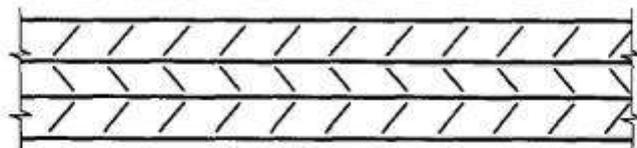


Figure 9 : Profil d'armature en acier FeE500-2 avec trois chants de verrous

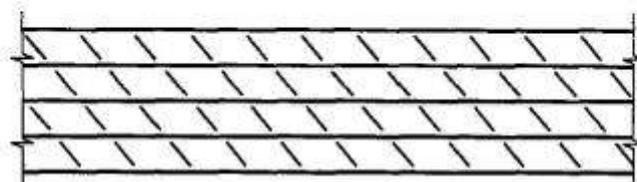


Figure 10 : Profil d'armature en acier FeE500-2 avec quatre chants de verrous

11.1.2 Armatures en acier FeE500-3

Les armatures en acier FeE500-3 comportent deux ou quatre chants de verrous. Pour les armatures comportant deux chants de verrous, les verrous d'un chant sont parallèles, l'autre chant est constitué de deux séries alternées de verrous parallèles d'inclinaison différente (voir figure 11). Pour les armatures comportant quatre chants de verrous, deux des quatre chants ont une inclinaison inverse de celle des autres (voir figure 12).

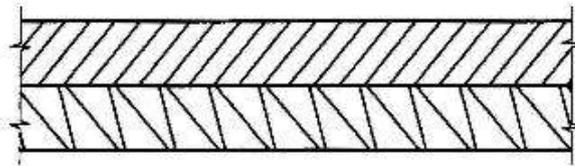


Figure 11 : Profil d'armature en acier FeE500-3 avec deux chants de verrous

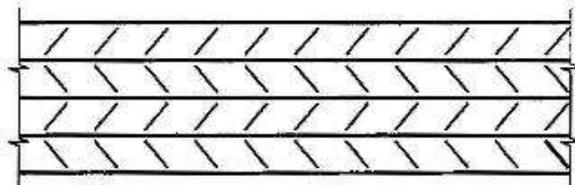


Figure 12 : Profil d'armature en acier FeE500-3 avec quatre chants de verrous

11.1.3 Marquage de l'usine productrice

Les barres et couronnes doivent porter une marque de laminage permettant de reconnaître l'usine productrice.

Cette marque est apposée à intervalles réguliers tous les mètres environ.

Cette marque est composée :

- d'une indication de début de séquence marquée par le chiffre 0 ;
- d'un premier nombre caractéristique du pays de production compris entre 1 et 9 (voir tableau 8) ;
- d'un deuxième nombre caractéristique de l'usine productrice compris entre 1 et 99, à l'exclusion des multiples de 10.

Tableau 8

Pays	Code
Allemagne, Autriche	1
Belgique, Luxembourg, Pays-Bas, Suisse	2
France	3
Italie	4
Irlande, Islande, Royaume-Uni	5
Danemark, Finlande, Norvège, Suède	6
Espagne, Portugal	7
Grèce	8
Autres pays	9

Les chiffres (entre 0 et 9) constituant le marquage sont matérialisés par les verrous normaux compris :

- soit entre deux verrous renforcés :

// = 0 // // // = 3

- soit entre deux points placés entre des verrous :

/●●/ = 0 /●//●/ = 3

- soit entre deux zones où un verrou a été supprimé :

// // = 0 // // // = 3

2 verrous
manquants

- soit entre deux verrous marqués d'un point :

●● = 0 ●//● = 3

11.2 Étiquetage

Chaque fardeau de barres, chaque couronne de fil machine ou chaque paquet de panneaux de treillis soudé doit être muni d'au moins une étiquette qui lui est solidement attachée et qui comporte au moins les renseignements suivants :

- le nom de l'usine productrice ;
- la désignation du produit (voir 4.3) ;
- un moyen d'identification du lot ;
- la marque NF, le cas échéant.