

BULLETIN OFFICIEL
DU
MINISTÈRE DE L'ÉQUIPEMENT
ET DU LOGEMENT



FASCICULE SPECIAL N° 71-19 bis

CIRCULAIRE N° 71-23 DU 5 MARS 1971

relative au Titre II :

**ARMATURES EN ACIER A HAUTE RESISTANCE
POUR CONSTRUCTIONS EN BETON PRECONTRAIN
PAR PRE- OU POST-TENSION**

du fascicule 4 :

FOURNITURE D'ACIERS ET AUTRES METAUX
du cahier des prescriptions communes applicables aux travaux
relevant des services de l'Équipement.

Texte n° 185

MINISTÈRE DE L'ÉQUIPEMENT ET DU LOGEMENT

Direction du bâtiment et des travaux publics.

136-0

Non parue J. O.

185 (71-19 bis)

CIRCULAIRE N° 71-23 DU 5 MARS 1971

relative au titre II, « Armatures en acier à haute résistance pour constructions en béton précontraint par pré- ou post-tension » du fascicule n° 4 « Fourniture d'aciers et autres métaux » du cahier des prescriptions communes applicables aux travaux relevant des services de l'équipement.

Références :

- Code des marchés publics (décret n° 64-729 du 17 juillet 1964, modifié et complété) ;
- Arrêté du 1^{er} septembre 1960 approuvant la première section du titre II du fascicule n° 4 ;
- Arrêté du 1^{er} septembre 1960, modifié par l'arrêté du 26 avril 1965, portant création d'une commission permanente d'agrément des qualités de fil d'acier pour précontrainte ;
- Circulaire n° 68 du 1^{er} septembre 1960 relative à l'approbation de la première section du titre II du fascicule n° 4 ;
- Arrêté du 21 avril 1965 relatif à l'emploi des procédés de précontrainte et des dispositifs d'ancrage des armatures de précontrainte (Agrément des procédés. — Commission d'agrément) ;
- Arrêté du 22 juillet 1970 et circulaire n° 70-69 du même jour relatifs à la vérification du contrôle en usine.

Textes annulés :

- Circulaire n° 68 du 1^{er} septembre 1960 ;
- Arrêté du 1^{er} septembre 1960 approuvant la première section du titre II du fascicule n° 4.

Pièces jointes :

- ANNEXE I. — Arrêté du 5 mars 1971 approuvant le titre II « Armatures en acier à haute résistance pour constructions en béton précontraint par pré- ou post-tension » du fascicule n° 4 « Fourniture d'aciers et autres métaux ».
- ANNEXE II. — Titre II du fascicule n° 4 « Texte et commentaires ».

Le ministre de l'équipement et du logement,
à

Monsieur le commissaire au tourisme;
Messieurs les directeurs et chefs de service à l'administration centrale;
Messieurs les chefs des services régionaux de l'équipement (sous couvert de Messieurs les préfets de région);
Messieurs les directeurs départementaux de l'équipement (sous couvert de Messieurs les préfets);
Messieurs les chefs des services maritimes (sous couvert de Messieurs les préfets);
Messieurs les chefs des services de navigation;
Messieurs les ingénieurs en chef des services spéciaux des bases aériennes de la Gironde et des Bouches-du-Rhône;
Messieurs les directeurs des ports autonomes de Dunkerque, Le Havre, Rouen, Nantes-Saint-Nazaire, Bordeaux, Marseille, Strasbourg et Paris;
Monsieur le chef du service technique des bases aériennes à Paris;
Monsieur le chef des travaux immobiliers aéronautiques de la région parisienne à Paris;
Messieurs les chefs de service de l'aviation civile à Djibouti, Moroni, Nouméa et Papeete.

1. Résumé de la circulaire.

Mon arrêté de ce jour approuve le titre II « Armatures en acier à haute résistance pour constructions en béton précontraint par pré- ou post-tension » du fascicule n° 4 du cahier des prescriptions communes applicables aux marchés de travaux publics relevant des services de l'équipement. Ce texte reprend les matières traitées par la section I du titre II du fascicule n° 4 approuvée le 1^{er} septembre 1960; il le complète pour ce qui est des fils non ronds, non lisses, des barres, des torons et des câbles.

Sur le plan technique, certains caractères ont été ajoutés à ceux qui étaient déjà pris en compte pour les aciers ou armatures; la définition des caractères garantis repose sur des notions de probabilité; des classes ont été introduites pour les fils et les torons.

Sur le plan administratif, l'obligation de n'employer dans les ouvrages relevant du ministère de l'équipement et du logement que des armatures préalablement agréées est maintenue, mais elle est assortie d'une vérification de la façon dont le producteur effectue dans les usines de production et de façonnage le contrôle de sa fabrication; les services ne sont donc plus systématiquement tenus de procéder à la réception des armatures.

2. Fascicule n° 4, titre II du cahier des prescriptions communes.

2.1. Le nouveau fascicule distingue (article 2) les caractères géométriques, les caractères mécaniques et les caractères technologiques.

Parmi les caractères mécaniques, l'allongement est mesuré, non plus après rupture, mais sur le diagramme contraintes-déformations; la relaxation est mesurée sur une éprouvette tendue à 70 % de la charge de rupture des éprouvettes contiguës, soit à 1.000 heures, soit à 3.000 heures.

Aux caractères technologiques ont été ajoutés la résilience (pour les barres), la longueur de scellement et le coefficient d'adhérence au béton (notions utiles à la précontrainte par adhérence), la résistance à la corrosion sous tension.

2.2. La définition des valeurs garanties des caractères (article 3) est basée sur les notions de probabilité portant sur la valeur et sur l'estimation de cette valeur.

2.3. Sauf exception, notamment pour l'expérience d'armatures nouvelles, ne peuvent être utilisées (article 4) dans les ouvrages relevant du ministère de l'équipement et du logement que des armatures agréées, sur propositions de la commission permanente d'agrément des qualités de fils d'acier pour précontrainte.

2.4. L'agrément est assorti (article 6) de la vérification, dans les conditions de l'arrêté du 22 juillet 1970, par le laboratoire central des ponts et chaussées de la façon dont le contrôle est exercé par le producteur sur ses fabrications.

2.5. Les aciers ou armatures qui n'auraient pas fait l'objet d'agrément font l'objet de réceptions. Les conditions générales de ces réceptions sont données par l'article 7 et par des articles particuliers des sections consacrées chacune à une catégorie d'armatures.

2.6. Corrélativement à l'agrément des aciers et armatures, les usines façonnant des unités de précontrainte prêtes à l'emploi sont soumises (section VII) à un agrément délivré sur la proposition de la commission permanente d'agrément des qualités de fils d'acier pour précontrainte. Cette disposition vaut, que le façonnage soit effectué par un producteur ou qu'il le soit par un entrepreneur, dès lors que le façonnage n'est pas effectué sous le contrôle direct du maître d'œuvre.

2.7. Enfin, il est institué des classes pour les fils ronds, les fils non ronds, non lisses et pour les torons. Des classes pourront également être définies, sur proposition de la commission d'agrément, pour les barres et les câbles lorsqu'une pratique suffisante de ces armatures le permettra.

3. Conséquences à tirer de l'agrément et de la vérification du contrôle en usine.

3.1. Du fait de la garantie donnée par le producteur et de l'existence du service de vérification du contrôle en usine, les essais de réception par l'entrepreneur ou par le maître d'œuvre, effectués sur les aciers ou armatures agréés provenant d'usines agréées sont supprimés.

3.2. L'entrepreneur reste responsable de l'intégrité des armatures au cours du transport de l'usine au chantier, des manutentions, du stockage et de la mise en œuvre.

3.3. Le maître d'œuvre limite son intervention à la vérification du marquage et de l'intégrité des armatures (sauf circonstances spéciales, un simple contrôle de l'aspect peut suffire). Il peut

obtenir du service de vérification du contrôle en usine les renseignements qui lui sont nécessaires sur les caractéristiques des lots qui sont mis en œuvre pour son compte.

Cependant, le maître d'œuvre peut, dans le cas de fournitures importantes, demander à être présent aux essais en usine, mais sans que lui-même ou son représentant, qui est alors un agent du service de vérification du contrôle en usine, puisse intervenir dans le programme et le déroulement des essais.

S'il a des doutes sur l'intégrité des armatures sur chantier, le maître d'œuvre demande l'assistance du service de vérification en usine, qui est seul habilité à définir les échantillons à prélever, les essais à effectuer et l'interprétation à en donner.

4. Dispositions transitoires et divers.

4.1. Le titre II du fascicule n° 4 est, dès maintenant, applicable aux aciers et armatures qui n'ont pas encore fait l'objet d'agrément.

4.2. Les modifications apportées à la définition de certains caractères, l'institution de classes, l'agrément imposé aux torons et aux câbles nécessitent un délai pour que les dispositions de ce titre II puissent être appliquées à tous les aciers et armatures qui ont fait l'objet d'un agrément proposé soit par la commission d'agrément des qualités de fils d'acier pour précontrainte, soit par la commission d'agrément des procédés de précontrainte et dispositifs d'ancrage.

Les mesures indiquées à l'article 7 de l'arrêté approuvant le fascicule n° 4, titre II, tiennent compte de cette nécessité.

4.3. En ce qui concerne les unités de précontrainte « prêtes à l'emploi », les maîtres d'œuvre ne devront plus, à partir du 1^{er} avril 1971, en admettre l'utilisation si elles proviennent d'usines qui n'ont pas déposé de demande d'agrément.

4.4. L'attention des maîtres d'œuvre est appelée sur le fait que l'utilisation d'aciers ou armatures de très hautes caractéristiques, si elle permet la solution de problèmes techniquement difficiles, n'est pas nécessairement source d'économies.

L'utilisation des fils ou torons des différentes classes permet le plus souvent de trouver pour les ouvrages courants la solution la plus économique.

Pour le ministre et par délégation :
Le directeur du bâtiment et des travaux publics,
J. VASSEUR.

ANNEXE I

A LA CIRCULAIRE N° 11-23 DU 5 MARS 1971

ARRETE DU 5 MARS 1971

portant approbation du titre II « Armatures en acier à haute résistance pour constructions en béton précontraint par pré ou post-tension » du fascicule n° 4 « Fournitures d'aciers et autres métaux » du cahier des prescriptions communes applicables aux marchés de travaux publics relevant des services de l'équipement.

Le ministre de l'équipement et du logement,

Vu le décret n° 64-729 du 17 juillet 1964 portant codification des textes réglementaires relatifs aux marchés publics, modifié et complété ;

Vu l'arrêté du 1^{er} septembre 1960 du ministre des travaux publics et des transports portant approbation de la première section du titre II du fascicule n° 4 (fils d'acier ronds pour armatures de précontrainte non toronnées) du cahier des prescriptions communes ;

Vu l'arrêté du 1^{er} septembre 1960 du ministre des travaux publics et des transports, modifié par l'arrêté du 26 avril 1965, portant création d'une commission permanente d'agrément des qualités de fil d'acier pour précontrainte ;

Vu l'arrêté du 21 avril 1965 du ministre des travaux publics et des transports relatif à l'emploi des procédés de précontrainte et des dispositifs d'ancrage des armatures de précontrainte (agrément des procédés, commission d'agrément) ;

Vu l'arrêté du 22 juillet 1970 du ministre de l'équipement et du logement relatif à la vérification du contrôle en usine ;

Vu l'avis émis par le conseil général des ponts et chaussées (2^e section), dans sa séance du 8 juillet 1970 ;

Sur la proposition du directeur du bâtiment et des travaux publics,

Arrête :

Art. 1^{er}. — Est approuvé le titre II « Armatures en acier à haute résistance pour constructions en béton précontraint par pré ou post-tension » du fascicule n° 4 relatif aux aciers et autres métaux du cahier des prescriptions communes applicables aux marchés de travaux publics relevant des services de l'équipement ; le texte de ce titre est joint au présent arrêté.

Art. 2. — Les fils, barres, torons, câbles en acier à haute résistance pour constructions en béton précontraint, les unités de précontrainte prêtes à l'emploi fabriquées en usine devront, préalablement à leur utilisation dans les travaux relevant des services de l'équipement, être agréés par le ministre de l'équipement et du logement.

MEL 71-19 bis. — 2.

L'agrément est donné à une qualité déterminée de fils, barres, torons, câbles ou unités de précontrainte ainsi qu'à l'usine qui fabrique les produits de cette qualité.

Art. 3. — La compétence de la commission permanente d'agrément des qualités de fil d'acier pour précontrainte est étendue à l'ensemble des armatures de précontrainte.

Art. 4. — La commission permanente d'agrément des qualités de fil d'acier pour précontrainte, saisie d'une demande d'agrément, s'assure :

- a) que les installations du producteur ou du façonnier permettent d'obtenir une fabrication de qualité régulière ;
- b) que la qualité des matériaux utilisés et la qualité des produits font l'objet en usine d'essais et de contrôles systématiques dont les résultats sont consignés sur les registres, exploités statistiquement et tenus à la disposition de la commission ;
- c) que, pour chaque nature d'armatures et chaque classe de qualité, le producteur ou le façonnier est en mesure de garantir les caractéristiques exigées par le fascicule n° 4, titre II, du cahier des prescriptions communes ;
- d) que le producteur ou le façonnier prend les engagements découlant du fascicule n° 4, titre II, du cahier des prescriptions communes.

Art. 5. — Le laboratoire central des ponts et chaussées, assisté des centres techniques de l'équipement et des laboratoires régionaux des ponts et chaussées, est chargé, suivant les directives de la commission permanente d'agrément des qualités de fil d'acier pour précontrainte, de la mission de vérification du contrôle en usine, définie par l'arrêté du 22 juillet 1970 visé ci-dessus.

Le laboratoire central des ponts et chaussées peut, sous sa responsabilité, confier certaines opérations de vérification à des organismes publics ou privés.

Art. 6. — Les unités de précontrainte prêtes à l'emploi ne pourront plus être employées, à partir du 1^{er} avril 1971, dans les ouvrages relevant du ministère de l'équipement et du logement si, à cette date, l'usinier ou le façonnier qui les produit n'a pas déposé de demande d'agrément.

Art. 7. — Les agréments délivrés antérieurement pour une usine et un produit déterminés cesseront d'être valables lorsqu'un nouvel agrément aura été délivré à l'usine et au produit ou, au plus tard, deux ans à compter de la date du présent arrêté.

Jusqu'aux dates ci-dessus indiquées, les fils, barres, torons et câbles pour lesquels le nouvel agrément aura été demandé, mais ne sera pas encore délivré, seront éprouvés selon les dispositions, suivant le cas, de la première section du fascicule n° 4, titre II, approuvée le 1^{er} septembre 1960, ou des agréments afférents aux procédés de précontrainte et dispositifs d'ancrage.

Art. 8. — Sous réserve des dispositions transitoires indiquées à l'article 7 ci-dessus, l'arrêté du 1^{er} septembre 1960 susvisé portant approbation de la première section du titre II du fascicule n° 4 est rapporté.

ALBIN CHALANDON.

ANNEXE II

A LA CIRCULAIRE N° 71-23 DU 5 MARS 1971

MINISTÈRE DE L'ÉQUIPEMENT ET DU LOGEMENT

CAHIER DES PRESCRIPTIONS COMMUNES

FASCICULE N° 4, TITRE II

ARMATURES EN ACIER A HAUTE RESISTANCE
POUR CONSTRUCTIONS EN BETON PRECONTRAINTE
PAR PRE OU POST-TENSION

TABLE DES MATIERES

Articles.	Libellé des articles.	Pages.
SECTION I		
1	Objet du fascicule.....	7
2	Caractères des aciers.....	9
3	Valeurs garanties des caractères.....	13
4	Agrément.....	15
5	Classes d'armatures.....	17
6	Contrôle en usine des qualités d'acier agréées.....	19
7	Réception.....	19
8	Conditions de livraison.....	23
SECTION II		
<i>Fils ronds, lisses en acier à haute résistance pour béton précontraint.</i>		
9	Définitions.....	23
10	Caractères géométriques.....	25
11	Caractères mécaniques.....	25
12	Caractères technologiques.....	25
13	Classes.....	27
14	Contrôle en usine des qualités agréées de fils ronds et lisses.....	33
15	Réception des qualités non agréées de fils ronds et lisses.....	35
SECTION III		
<i>Fils non ronds ou non lisses en acier à haute résistance pour béton précontraint.</i>		
16	Définitions.....	35
17	Caractères géométriques.....	37
18	Caractères mécaniques.....	37
19	Caractères technologiques.....	37
20	Classes.....	39
21	Contrôle en usine des qualités agréées de fils non ronds ou non lisses.....	47
22	Réception des qualités non agréées de fils non ronds ou non lisses.....	49
SECTION IV		
<i>Barres en acier à haute résistance pour béton précontraint.</i>		
23	Définitions.....	49
24	Caractères géométriques.....	51
25	Caractères mécaniques.....	51
26	Caractères technologiques.....	53
27	Classes.....	53
28	Contrôle en usine des qualités de barres agréées.....	53
29	Réception des qualités de barres non agréées.....	55

Articles.	Libellé des articles.	Pages.
SECTION V		
<i>Torons en acier à haute résistance pour béton précontraint.</i>		
30	Définitions.....	57
31	Caractères géométriques.....	57
32	Caractères mécaniques.....	59
33	Caractères technologiques.....	59
34	Classes.....	59
35	Contrôle en usine des qualités de torons agréées.....	67
36	Réception des qualités de torons non agréées.....	69
SECTION VI		
<i>Câbles toronnés et câbles torsadés en acier à haute résistance pour béton précontraint.</i>		
37	Définitions.....	69
38	Caractères géométriques.....	71
39	Caractères mécaniques.....	71
40	Caractères technologiques.....	71
41	Agrément des câbles.....	71
42	Réception.....	73
SECTION VII		
<i>Unités de précontrainte « prêtes à l'emploi fabriquées dans les usines de façonnage ».</i>		
43	Définitions.....	73
44	Agrément des usines de façonnage.....	73
45	Inspection des usines de façonnage.....	75
46	Registres des contrôles.....	75
47	Age des produits premiers.....	75
48	Conservation des unités de précontrainte.....	75
49	Fabrication des câbles.....	75

CAHIER DES PRESCRIPTIONS COMMUNES
FASCICULE N° 4, TITRE II

ARMATURES EN ACIER A HAUTE RESISTANCE
POUR CONSTRUCTIONS EN BETON PRECONTRAINTE
PAR PRE OU POST-TENSION

SECTION I

Conditions générales.

Article 1^{er}. — *Objet du fascicule.*

Les conditions imposées à ces armatures sont définies dans la section I en ce qui concerne les dispositions communes à toutes les armatures, et dans les sections suivantes en ce qui concerne les dispositions particulières à chaque type d'armature. Ces conditions ont notamment pour but de diminuer le plus possible les risques de rupture des armatures de précontrainte soit pendant la mise en tension, soit ultérieurement.

Cette restriction concernant la température des constructions exclut du présent fascicule les armatures destinées à certains ouvrages, tels que les caissons atomiques ou les réservoirs de fluides particulièrement chauds ou froids, dont la température peut différer sensiblement de celle due aux seules variations climatiques. En effet, certains caractères, notamment la relaxation et surtout la vitesse de relaxation, sont fortement influencés par la température; les ouvrages exposés à des incendies qui contiennent des armatures visées par le présent fascicule doivent faire l'objet d'examen particuliers en ce qui concerne leur comportement en cas d'incendie.

La restriction concernant les tuyaux en béton précontraint provient du fait que, dans ces sortes d'ouvrage, le travail des armatures de précontrainte peut être très différent de leur travail dans les autres types d'ouvrages.

CAHIER DES PRESCRIPTIONS COMMUNES
FASCICULE N° 4, TITRE II

ARMATURES EN ACIER A HAUTE RESISTANCE POUR
CONSTRUCTIONS EN BETON PRECONTRAINTE PAR PRE
OU POST-TENSION

OBSERVATION PRÉLIMINAIRE

L'entrepreneur titulaire d'un marché de travaux comprenant la fourniture et la mise en œuvre d'aciers pour béton précontraint doit, dans ses conventions avec le producteur ou avec le fournisseur d'aciers, imposer à ce dernier toutes les obligations résultant du présent fascicule. Il reste entièrement responsable, à l'égard du maître de l'ouvrage, de l'exécution de ces obligations, conformément aux dispositions de l'article 21 du cahier des clauses administratives générales applicables aux marchés de travaux passés au nom de l'Etat, par les services du ministère de l'équipement et du logement.

SECTION I

Conditions générales.

Article 1. — *Objet du fascicule.*

Le présent fascicule définit les conditions auxquelles doivent satisfaire les armatures de précontrainte en acier à haute résistance utilisées dans les ouvrages et les constructions en béton précontraint, dépendant du ministère de l'équipement et du logement.

Ces armatures peuvent être :

- des fils d'acier ronds et lisses ;
- des fils d'acier non ronds ou non lisses ;
- des barres d'acier lisses ou non lisses ;
- des torons ;
- des câbles toronnés ou torsadés en acier.

Le fascicule ne s'applique ni aux armatures destinées à des constructions dont la température risquerait de s'écarter sensiblement de celle qui résulte des seules influences climatiques, ni aux armatures destinées à la confection des tuyaux en béton précontraint.

Article 2. — Caractère des aciers.

Ces modes opératoires du L. C. P. C., après leur approbation par le ministre de l'équipement et du logement ou son délégué, sont publiés et édités.

2.1. Les mesures de contrôle fixées dans le présent texte obligent, en fait, les fabricants à faire en sorte que le diamètre réel ou la section réelle de leur acier soit très proche et légèrement supérieur au diamètre nominal ou à la section nominale. S'il s'agit d'armatures non lisses, la section nominale correspond aux zones de section minimale de l'armature.

Les caractères R , F_R , T , F_T , A et Z sont mesurés conformément au mode opératoire du L. C. P. C. relatif aux essais de traction des fils, barres et torons, dans l'attente de l'établissement de normes françaises.

2.2. Considérer la section nominale au lieu de la section réelle revient à considérer les forces réelles et non les contraintes réelles de l'armature correspondant au caractère considéré, même lorsque la valeur du caractère considéré est exprimée en contrainte.

Alors que l'allongement était, conformément aux précédents règlements, mesuré sur l'éprouvette après rupture, il est désormais prescrit de le mesurer sur la courbe efforts-déformations à l'abscisse correspondant au maximum de la charge.

Cet allongement correspond à la somme de la déformation élastique et de la déformation plastique répartie sur toute la longueur de l'éprouvette soumise à l'essai. Il représente donc la capacité de déformation totale de l'armature avant que ne soit engagé le processus de déformation plastique localisée (striction), qui conduit à la rupture. Il est d'un grand intérêt pour la sécurité des ouvrages, et notamment pour éviter des ruptures prématurées d'armatures, que les aciers aient un grand allongement A .

Article 2. — Caractère des aciers.

Une armature d'acier de précontrainte est définie par des caractères géométriques, mécaniques et technologiques. Ces caractères sont, quand il y a lieu, définis et mesurés conformément aux normes françaises, ou, à défaut, aux modes opératoires du laboratoire central des ponts et chaussées, approuvés par le ministre de l'équipement et du logement, et en vigueur au moment de la signature du contrat.

2.1. Caractères géométriques.

Les fils et barres ronds sont désignés par leur diamètre nominal. Les fils et barres non ronds ou non lisses sont désignés par leur section nominale. Ils sont définis par leur forme et éventuellement leurs nervures et aspérités.

Les torons et les câbles toronnés ou torsadés sont désignés par leur section nominale. Ils sont définis par le nombre et le diamètre nominal des fils constitutifs, le schéma de leur disposition et le pas d'enroulement des différentes couches.

Les diamètres nominaux et les sections nominales des armatures de précontrainte correspondent à ceux fixés pour chaque type d'armatures par des classes, lorsque celles-ci sont prévues dans les sections particulières du présent fascicule.

2.2. Caractères mécaniques.

Les caractères mécaniques considérés sont les suivants, étant précisé que les contraintes de traction simple sont calculées en divisant la force correspondant au caractère mesuré par la section nominale de l'armature.

- la résistance à la traction, contrainte désignée par le symbole R ou la charge maximale désignée par le symbole F_R que supporte l'éprouvette dans l'essai de traction jusqu'à rupture.
- la limite conventionnelle d'élasticité à 0,1 p. 100, contrainte désignée par le symbole T , ou la charge à la limite conventionnelle d'élasticité, désignée par le symbole F_T . La charge à la limite conventionnelle d'élasticité à 0,1 p. 100 est définie expérimentalement comme l'ordonnée du point d'intersection du diagramme efforts (en ordonnées) - déformations relatives (en abscisses), avec la droite de pente (20.000 kgf/mm² multipliée par la section nominale) et passant par le point d'ordonnée nulle et d'abscisse 0,1 p. 100.
- l'allongement sous charge maximale, désigné par le symbole A (A est l'allongement relatif de l'éprouvette lorsque la charge est maximale).
- le coefficient de striction, désigné par le symbole Z (Z est la réduction relative de l'aire de la section droite de l'éprouvette dans la section de rupture dans l'essai de traction).
- la relaxation isotherme, désignée par le symbole ρ , définie comme la perte relative de tension que subit, au cours du temps, à une température de $20^\circ \pm 1^\circ \text{C}$, une éprouvette à longueur constante après qu'elle aura été maintenue pendant deux minutes à la tension de $0,70 F_R$, F_R étant la moyenne des charges maximales des deux éprouvettes contiguës à l'éprouvette soumise à l'essai de relaxation. L'essai est effectué conformément aux normes françaises en vigueur.

Les normes visées sont les normes enregistrées NF A 03-715 et NF A 03-716 de novembre 1969.

La commission d'agrément visée à l'article 4 peut exiger, pour l'agrément, des essais de plus longue durée ou des essais effectués à des charges initiales supérieures à 0,70 F_R .

2. 3. Les caractères technologiques suivants :

- résistance au pliage alterné ;
- résistance à la torsion alternée ;
- adhérence au béton ;
- résistance à la fatigue ;
- résistance à la corrosion sous tension ;
- aptitude au boutonnage,

sont mesurés conformément aux modes opératoires correspondants du L. C. P. C.

La vérification de l'absence de défauts peut s'effectuer visuellement ou en s'aidant de procédés d'auscultation non destructifs, tels que la magnétoscopie.

La norme visée est la norme enregistrée NF A 03-161 d'octobre 1965.

La longueur réelle de scellement dans des conditions données d'emploi des armatures est susceptible de différer de la longueur conventionnelle de scellement, déterminée par essai de laboratoire, notamment par suite de la différence de qualité entre le béton conventionnel de l'essai et le béton réel de l'ouvrage. L'utilisateur, s'il le juge utile, déterminera, dans les conditions spécifiques de la construction envisagée, la longueur réelle de scellement.

Pour les éléments précontraints par adhérence soumis à des sollicitations dynamiques, il pourra être exigé de vérifier la tenue à la fatigue de l'ancrage par adhérence soit par des essais conventionnels de mesure de longueur de scellement sous fatigue « LS_{dyn} », soit, de préférence, par des essais de fatigue sur les pièces elles-mêmes.

L'adhérence du type béton armé diffère de l'adhérence type béton précontraint, du fait notamment de l'effet favorable, pour cette dernière, du coefficient de Poisson. Les coefficients d'adhérence, type béton armé, sont définis dans le fascicule n° 4, titre I.

Les aciers à relaxation normale, désignés par le symbole « RN », sont caractérisés par leur relaxation à 1.000 heures. Les aciers à basse relaxation, désignés par le symbole « BR », et les aciers à très basse relaxation, désignés par le symbole « TBR », sont caractérisés par leur relaxation à 1.000 heures et à 3.000 heures.

2.3. Caractères technologiques.

Les caractères technologiques sont :

- l'absence de défauts, tels que repliures, arrachements, rayures, méplats, stries longitudinales ou transversales, blessures, etc. ;
- la limitation des soudures conformément aux règles des sections II à VI ci-après ;
- la résistance au pliage alterné, désignée par le symbole N (N est le nombre de pliages à 90° suivis de redressements que peut supporter l'éprouvette avant rupture) ;
- la résistance à la torsion alternée, désignée par le symbole n (n est le nombre de cycles de torsions que peut supporter une éprouvette avant rupture) ;
- la résilience, désignée par le symbole KCV. Elle est mesurée à 0° C par essais de flexion par choc sur éprouvette bi-appuyée à entaille en V, conformément à la norme française en vigueur. L'éprouvette est prélevée au cœur de la barre de précontrainte parallèlement à l'axe de la barre.

— l'adhérence au béton, caractérisée par :

1° La « longueur de scellement », désignée par le symbole L_a , définie par la longueur d'enrobage de béton nécessaire pour assurer le transfert de la force de précontrainte totale de l'armature au béton dans des conditions d'essai conventionnelles.

Ce caractère est mesuré sur une éprouvette de béton précontrainte par prétension de l'armature adhérente dont on veut déterminer la longueur de scellement, la classe du béton et la force de précontrainte étant fixées.

Après relâchement de l'armature, lorsque le béton a atteint la résistance voulue, sont mesurées la « rentrée » de l'armature et les déformations du béton dans la direction parallèle à l'armature : la longueur de scellement est définie comme la distance de la section d'about de l'éprouvette de béton à la section à partir de laquelle la déformation du béton est constante.

2° Les coefficients d'adhérence au béton, désignés par les symboles η_A et η_D , qui caractérisent l'association acier-béton lorsque l'armature n'est pas initialement sous tension (adhérence du type béton armé). Ce caractère est déterminé à partir de la force de traction qu'il faut exercer à l'extrémité libre de l'armature dont on veut déterminer le coefficient d'adhérence, pour imposer un déplacement donné de son autre extrémité libre par rapport à la face correspondante de l'éprouvette cylindrique de béton dans laquelle elle est incorporée selon l'axe du cylindre.

- la résistance à la fatigue par traction ondulée définie comme le nombre de cycles de traction, entre deux seuils de sollicitations déterminées que peut supporter, avant rupture, l'éprouvette essayée.
- la résistance à la corrosion sous tension.
- l'aptitude au boutonnage.

Article 3. — Valeurs garanties des caractères.

3.1. Les caractères qui ne donnent pas lieu à garantie sont cependant déterminés et pris en considération par la commission d'agrément, qui en tient compte dans ses conclusions non seulement pour la délivrance de l'agrément, mais aussi pour son maintien.

3.2. a) La première condition imposée à la valeur garantie concerne chaque lot de production. Cette condition est rendue nécessaire par le fait que la production d'une usine est discontinuée et composée de lots de fabrication distincts dont la distribution statistique des caractères est inconnue. Pour que la sécurité soit assurée pour chaque ouvrage, il fallait donc instituer un contrôle par lot; c'est l'objet de cette condition. Toutefois le petit nombre d'essais effectués sur chaque lot empêche une véritable interprétation statistique; aussi lui a-t-il été substitué des règles conventionnelles à caractère simple et pratique.

3.2. b) D'autre part, il est essentiel de vérifier que la production d'une usine donnée est régulière et ne présente pas de « dérive » significative statistiquement par rapport à la production de référence soumise à l'agrément. C'est pour cela qu'est prévue la condition 3.2. b).

Pour ce contrôle on doit disposer d'un nombre suffisant de résultats pour analyser la distribution des valeurs de chaque caractère garanti, à l'exception des caractères visés à l'article 3.3., et vérifier qu'il a moins de cinq chances sur cent pour qu'il y ait plus de 5 % de valeurs défectueuses. La période minimale de trois mois consécutifs prévue pour cela peut être augmentée par décision de la commission d'agrément dans le cas d'une production insuffisante.

2.4. Il n'est considéré, pour chaque type d'armature, qu'une partie des caractères ci-dessus. Ces caractères à considérer sont indiqués dans chaque cas dans les sections particulières du présent texte.

Article 3. — Valeurs garanties des caractères.

3.1. Certains caractères sont garantis par le producteur dans les conditions fixées au 3-2 ci-après.

Tous les caractères géométriques et tous les caractères mécaniques désignés, pour chaque type d'armature, dans les sections particulières ci-après sont garantis par le producteur.

Les caractères technologiques pour lesquels une garantie est exigée sont choisis exclusivement parmi les caractères suivants :

- résistance au pliage alterné;
- résistance à la torsion alternée;
- résilience;
- longueur de scellement.

Ils sont précisés dans les sections particulières du présent fascicule.

Les classes, quand elles existent, fixent, pour certains caractères, les seuils à garantir. Pour les autres caractères, il appartient au producteur de fixer lui-même les valeurs qu'il entend garantir, sous réserve de leur acceptation par la commission d'agrément visée à l'article 4 ci-après.

3.2. La valeur garantie d'un caractère doit satisfaire à la double condition suivante :

a) Elle est inférieure ou égale à 95 p. 100 au moins des résultats obtenus pour chacun des lots de production. Le nombre minimal d'essais par lot est fixé pour chaque type d'armature dans les sections particulières II à V. Pour les caractères de torsion alternée et de résilience, le seuil de 95 p. 100 est ramené à 90 p. 100.

b) Elle est inférieure ou égale, avec une probabilité de 95 p. 100 à la valeur de référence. Par convention, cette valeur de référence est la valeur qui serait atteinte ou dépassée par 95 p. 100 des résultats d'essais si l'on effectuait un très grand nombre d'essais sur l'ensemble de la production du type d'armature considéré pendant une période déterminée, en principe pendant trois mois consécutifs.

Pour les caractères de torsion alternée et de résilience, ces deux seuils de 95 p. 100 sont ramenés à 90 p. 100.

3.3. Par exception, pour les caractères qui ne peuvent donner lieu qu'à un très petit nombre d'essais, la valeur garantie doit être supérieure (ou inférieure selon les cas) à tous les résultats d'essais. Les caractères ainsi concernés sont la relaxation isotherme et la longueur de scellement.

La commission d'agrément fixe la fréquence des essais de contrôle de ces caractères.

Article 4. — *Agrément.*

4.1. A titre exceptionnel, et notamment pour expérimenter des armatures nouvelles ou encore peu connues en France, les maîtres d'œuvre peuvent, avec l'autorisation du ministre de l'équipement et du logement, accepter l'emploi d'armatures non agréées. Ils doivent alors justifier cet emploi par des essais de laboratoires suffisamment nombreux et précis, préalablement à l'emploi, exécutés suivant les directives de la commission d'agrément.

Toute expérimentation d'armature non agréée doit être spécialement portée par le maître d'œuvre à la connaissance des services techniques centraux concernés du ministère de l'équipement et du logement (S.E.T.R.A., L.C.P.C.).

4.3. Ces trois éprouvettes peuvent être adjacentes, c'est-à-dire disposées sur la même armature, tendue lors de l'essai, entre les deux massifs d'ancrage.

Article 4. — *Agrément.*

4.1. Ne peuvent être utilisées dans les ouvrages en béton précontraint dépendant du ministère de l'équipement et du logement que des armatures d'un type et d'une qualité préalablement agréées par le ministre de l'équipement et du logement, sur proposition de la commission d'agrément compétente.

4.2. Le producteur doit fournir toutes les informations utiles à la commission d'agrément pour connaître le produit, apprécier ses qualités et vérifier la validité statistique des valeurs garanties proposées. Ces informations concernent notamment :

- la nature de l'acier, en particulier sa composition chimique et son mode d'élaboration, ainsi que les traitements mécaniques, thermiques ou thermo-mécaniques subis par le fil machine ;
- la classe de l'armature (s'il y a lieu) ;
- les valeurs des caractères garantis non imposées par la classe ;
- les caractères géométriques des armatures avec leurs tolérances ;
- tous les résultats d'essais de détermination des caractères mécaniques et technologiques permettant de vérifier que les valeurs garanties des caractères sont bien respectées, ces valeurs garanties étant soit les valeurs imposées pour les caractères fixés par les classes, soit les valeurs proposées par le producteur lorsque le caractère n'est pas fixé par les classes ;
- tous les résultats d'essais, ne donnant pas lieu à valeur garantie, relatifs aux caractères énumérés pour chaque type d'armature dans les sections particulières ci-après.

4.3. La commission d'agrément fixe les règles d'agrément. A titre provisoire, ces règles sont les suivantes :

4.3.1. Pour chaque caractère garanti (à l'exception de la relaxation et de la longueur de scellement), il doit être effectué au moins 100 essais sur éprouvettes provenant de quatre lots différents. Les résultats de ces 100 essais doivent être tels que leur moyenne diminuée de 1,8 fois d'écart type pour les caractères dont les seuils sont à 95 p. 100 (R , F_R , T , F_T , A , Z , N) ou de 1,4 fois l'écart type pour les caractères dont les seuils sont à 90 p. 100 (n et KCV), soit supérieure ou égale à la valeur garantie.

4.3.2. Pour la relaxation, il doit être effectué au moins deux essais à 1.000 heures et un essai à 3.000 heures pour les aciers à relaxation normale et au moins trois essais à 3.000 heures pour les aciers à basse ou à très basse relaxation.

Les résultats de ces essais doivent être tous inférieurs ou égaux à la valeur garantie.

4.3.3. Pour la longueur de scellement, il doit être effectué au moins un essai sur trois éprouvettes.

Les résultats observés sur les trois éprouvettes doivent être inférieurs ou égaux à la valeur garantie.

Article 5. — *Classes d'armatures.*

Les classes sont établies pour certaines dimensions transversales (diamètre ou section nominale); elles sont basées sur les résistances mécaniques, mais concernent aussi d'autres caractères garantis.

Chaque classe se subdivise en trois sous-classes, suivant la valeur garantie de la relaxation.

4.4. L'agrément est accordé à une qualité déterminée d'armature, produite dans une usine déterminée.

L'agrément n'est accordé que si les conditions de fabrication, la nature de l'acier et toutes les indications données par le producteur permettent d'estimer que les valeurs garanties seront bien respectées et que, si l'examen de l'ensemble des caractères technologiques (y compris ceux ne donnant pas lieu à valeur garantie) montre que l'armature a les qualités requises pour son emploi dans le béton précontraint. De plus l'agrément ne peut être accordé qu'aux armatures dont le producteur s'engage à accepter l'intervention du service de vérification du contrôle en usine visé à l'article 6 ci-après.

4.5. Lorsqu'un producteur présente à l'agrément un acier de la même famille qu'un de ses aciers antérieurement agréé, il peut, avec l'accord de la commission d'agrément, présenter un dossier allégé se référant à l'agrément antérieur.

4.6. L'agrément peut être retiré à tout moment s'il est constaté soit sur chantier, soit en laboratoire, que les armatures n'ont pas toutes les qualités requises pour leur emploi dans le béton précontraint, ou si les garanties ne sont pas respectées.

4.7. La qualité de la production d'une usine est vérifiée périodiquement par la commission d'agrément sur le vu de l'ensemble des résultats du contrôle en usine.

L'exploitation statistique des résultats du contrôle en usine est faite par le producteur sur la production de chaque trimestre, pour chaque caractère garanti, de chaque qualité agréée, suivant une forme qui lui est indiquée par la commission d'agrément.

Elle comporte la détermination de :

- l'histogramme (ou une représentation graphique équivalente) de tous les résultats d'essais de l'usine, y compris des résultats relatifs aux lots ou éléments de lots rebutés;
- la moyenne et l'écart type de tous les résultats;
- le nombre et les valeurs individuelles des résultats inférieurs à la valeur garantie et la proportion de ces résultats par rapport au nombre total de résultats observés.

Pour les caractères qui ne donnent pas lieu à garantie mais qui sont pris en considération pour l'agrément, la commission d'agrément peut imposer des essais de contrôle exceptionnellement ou à une cadence réduite.

Article 5. — *Classes d'armatures.*

5.1. Pour certaines catégories d'armatures indiquées dans les sections particulières ci-après, il est défini des classes basées sur les caractères géométriques et les caractères mécaniques des armatures.

Les valeurs garanties des caractères des armatures agréées dans une classe déterminée sont alors les valeurs fixées pour cette classe.

5.2. Des arrêtés du ministre de l'équipement et du logement, pris sur proposition de la commission d'agrément, pourront modifier les valeurs des caractères fixés pour les différentes classes ou fixer d'autres caractères dans les classes, ou fixer de nouvelles classes pour tenir compte de l'évolution des fabrications et des procédés de précontrainte.

**Article 6. — Contrôle en usine
des qualités d'acier agréées.**

6.1. Dans le cas où il est recouru à la notion de population homogène, la définition du lot résultera d'un dialogue entre le producteur et le service de vérification du contrôle.

Article 7. — Réception.

Il est rappelé que les frais d'essais sont assumés selon les règles fixées à ce sujet au C. P. C. n° 1, article 12. Notamment les frais de réception des armatures agréées sont à la charge du maître de l'ouvrage.

7.1. Les conditions d'emploi de qualité d'acier non agréées sont définies par les commentaires 4.1.

**Article 6. — Contrôle en usine
des qualités d'acier agréées.**

6.1. Toute la production des armatures agréées est contrôlée lot par lot. Ce contrôle est exercé par le producteur dans ses laboratoires. Pour les fils et les barres, le lot correspond à une coulée et à une même série d'opérations de fabrication. Pour les autres types d'armature, le lot est défini de façon à correspondre à une population homogène.

Tous les caractères géométriques, mécaniques et technologiques garantis sont l'objet de ce contrôle, à une cadence suffisante, pour que l'on puisse apprécier la validité des garanties. L'échantillon de contrôle en usine et l'interprétation des résultats d'essais relatifs à chaque lot sont fixés, pour chaque sorte d'armature, dans les sections II à VI ci-après.

6.2. Une vérification du contrôle est exercée, sous l'autorité du ministre de l'équipement et du logement, par un service spécialement désigné. Ce service a pour mission de :

- vérifier la validité des essais effectués par le fabricant en usine soit par des essais contradictoires dans le laboratoire de l'usine (après avoir éventuellement procédé à l'étalonnage des appareils de mesure), soit par des prélèvements d'échantillons et essais dans les laboratoires de l'administration ;
- collecter les informations provenant des fabricants, les interpréter et en déduire les paramètres statistiquement significatifs ;
- collecter les informations provenant des chantiers, les interpréter et vérifier le raccordement avec les informations provenant des usines ;
- fournir à la commission d'agrément les renseignements qui lui sont utiles pour instruire les demandes d'agrément, en suivre la fabrication et, éventuellement, procéder à la suspension ou au retrait de certains agréments.

6.3. Si les résultats du contrôle en usine ne sont pas entièrement satisfaisants, la commission d'agrément peut, notamment sur proposition du service de vérification du contrôle en usine, exiger du producteur un contrôle en usine renforcé, c'est-à-dire un nombre d'essais, par lot, supérieur à celui qui est prescrit par les articles 14, 21, 28 ou 35 ci-après.

Inversement, si les résultats du contrôle en usine sont toujours satisfaisants, la commission d'agrément peut, notamment sur proposition du service de vérification du contrôle en usine, accepter que le producteur allège son contrôle en usine, c'est-à-dire diminue la fréquence des essais imposée par les articles 14, 21, 28 ou 35 ci-après.

Article 7. — Réception.

7.1. Lorsqu'une qualité d'acier est en cours d'agrément, ou n'a pas fait l'objet de demande d'agrément, les fournitures d'une telle qualité d'acier doivent être présentées en recette.

7.1.1. La présentation en recette est faite par lots à l'usine du producteur ou, exceptionnellement, au lieu de livraison.

Tout lot présenté en recette doit être composé d'éléments (couronnes ou barres) de la même qualité d'acier.

Le poids d'un lot doit être inférieur ou égal à 50 tonnes.

7.1.2. Lorsque la présentation en recette est faite à l'usine, le producteur doit mettre à la disposition de l'agent réceptionnaire du maître d'œuvre tous les moyens, personnel et matériel, nécessaires à l'accomplissement de sa mission.

7.1.3. L'agent réceptionnaire du maître d'œuvre choisit les éléments (couronnes ou barres) à l'extrémité desquels doit être fait le prélèvement d'un spécimen de longueur suffisante pour permettre l'exécution de l'ensemble des essais de réception.

Le nombre des prélèvements est égal à l'effectif de l'échantillon de recette fixé pour chaque sorte d'armature dans les sections II à VI ci-après.

7.1.4. La nature des essais à effectuer est fixée, pour chaque sorte d'armature, dans les sections II à VI ci-après.

Les essais sont exécutés en présence de l'agent réceptionnaire du maître d'œuvre dans le laboratoire de contrôle du producteur, ou dans un laboratoire agréé par le service de vérification du contrôle en usine lorsque la présentation en recette est faite au lieu de livraison.

7.1.5. L'interprétation des résultats de ces essais est faite conformément aux règles fixées dans les sections II à VI ci-après.

7.2. Pour les qualités d'acier agréées, la réception d'un lot ne peut être faite qu'à titre exceptionnel et si elle est prévue par le C.P.S.

7.2.1. Dans le cas exceptionnel de réception d'un lot de qualité agréée, les opérations de recette ne doivent pas comporter de nouveaux essais qui se superposeraient aux essais de contrôle du producteur; les opérations de recette consistent en une assistance de l'agent réceptionnaire du maître d'œuvre aux prélèvements et aux essais de contrôle en usine qui tiennent lieu d'essais de réception.

Le producteur est alors tenu de prévenir le maître d'œuvre ou l'agent réceptionnaire désigné des dates de fabrication du lot et des essais.

Si l'agent réceptionnaire ne peut pas assister aux prélèvements, il délègue ses pouvoirs pour cette opération à un agent du service de contrôle de l'usine.

7.2.2. L'effectif de l'échantillon et l'interprétation des résultats sont ceux des essais de contrôle du producteur fixés, pour chaque sorte d'armature, dans les sections II à VI ci-après.

7.3. Dans tous les cas, l'agent réceptionnaire du maître d'œuvre est un agent du service de vérification du contrôle en usine.

7.4. Lorsqu'un lot d'acier est livré sur le chantier ou à l'usine de préfabrication d'unités de précontrainte, l'intégrité de l'acier et le marquage de tous les éléments (couronnes ou fardeaux de barres) du lot doivent être vérifiés par l'entrepreneur.

7.5. Si, postérieurement à leur livraison, les aciers semblent altérés par de mauvaises conditions de stockage ou de manutention, le maître d'œuvre peut faire vérifier leur intégrité par des essais sur des prélèvements effectués respectivement dans les zones saines et dans les zones apparemment détériorées.

7.6. Les essais de contrôle d'intégrité sont : l'essai de traction et éventuellement, pour les fils, l'essai de pliages alternés.

Article 8. — Conditions de livraison.

8.1. Il est souhaitable de protéger les armatures pendant leur transport et leurs divers stockages. Cette protection est généralement assurée par des huiles appropriées. Mais certaines huiles peuvent être incompatibles avec une bonne protection des armatures par le ciment, dans le béton ou les gaines injectées, et avec le procédé de précontrainte par prétension (armatures adhérentes).

8.4. En application de l'article 46, il est précisé que le producteur communique de plus, aux façonniers, les résultats de ses contrôles sur le lot de production dont fait partie le lot de livraison (ou « de fourniture »), sous forme statistique.

SECTION II

Fils ronds, lisses, en acier à haute résistance pour béton précontraint.

Article 9. — Définitions.

La définition élimine de la section II les fils à section non circulaire, les fils comportant des aspérités, les fils ondulés...

Les fils ronds et lisses peuvent être obtenus par tréfilage ou par laminage.

Si pour des fils de grand diamètre, cette règle fixant le diamètre minimal des couronnes est difficile à réaliser, des dérogations peuvent être accordées par le maître d'œuvre, à condition que les contraintes maximales de flexion produites dans le fil par l'enroulement en couronne n'excèdent pas 90 % de la limite conventionnelle d'élasticité garantie.

7.6. Les essais de contrôle d'intégrité sont effectués par un laboratoire agréé par le service de vérification du contrôle en usine et leurs résultats interprétés par ce service.

Article 8. — Conditions de livraison.

8.1. Lorsque les conditions de transport et de stockage offrent toutes garanties du point de vue de la conservation des aciers, les armatures sont, avec l'accord du maître d'œuvre ou de l'entrepreneur, livrées exemptes de tout enduit ou film protecteur.

8.2. Dans le cas d'armatures livrées en couronnes, chaque couronne est enroulée de telle sorte qu'elle puisse être aisément déroulée. Ses extrémités sont repérées de façon commode. Elle est maintenue en forme par quatre ligatures bien serrées au moins.

Dans le cas d'armatures livrées en barres, les barres peuvent être livrées séparées ou en fardeaux suivant la demande de l'ingénieur ou de l'entrepreneur.

8.3. Chaque couronne ou chaque fardeau ou chaque barre isolée porte, fixée par le producteur, une étiquette qui indique :

- la désignation de l'usine ;
- la dénomination de la qualité garantie de l'armature ;
- le numéro de la couronne ou de la barre ;
- et, si possible, le numéro de la coulée, toujours exigé pour les fils et les barres.

8.4. Il est remis à l'ingénieur ou à l'entrepreneur, pour chaque lot de livraison, un bordereau de livraison qui précise que le lot répond aux conditions de l'agrément, définit la composition du lot, reproduit ou récapitule les indications portées sur les étiquettes et explicite les caractères sur lesquels porte la garantie du producteur. Ce bordereau est accompagné des deux diagrammes « effort-déformation » de première mise en tension des éprouvettes sur lesquels ont été observées les deux valeurs extrêmes de limite conventionnelle d'élasticité du lot de production dont fait partie le lot de livraison.

SECTION II

Fils ronds, lisses, en acier à haute résistance pour béton précontraint.

Article 9. — Définitions.

Les fils ronds, lisses sont des armatures dont la surface est celle d'un cylindre circulaire droit, lisse, de diamètre nominal inférieur ou égal à 12 mm, et qui sont livrées en couronnes. Il est exigé que ces couronnes aient un diamètre d'au moins 250 fois le diamètre du fil.

Article 10. — *Caractères géométriques.*

La valeur du module d'élasticité des fils ronds et lisses est prise conventionnellement égale à 20.000 kgf/mm² (19.600 hbar).

Article 12. — *Caractères technologiques.*

Pour les fils droits et lisses, la valeur de la longueur conventionnelle de scellement n'est pas garantie, car elle est très aléatoire.

En conséquence, les fils droits et lisses et, en particulier, les fils tréfilés, ne sont pas, en principe, à utiliser comme armatures de précontrainte par adhérence.

Si un constructeur envisageait cependant d'utiliser des fils droits et lisses comme armatures de précontrainte par adhérence, il lui appartiendrait de déterminer, par des essais appropriés, la longueur de scellement de ces armatures dans les conditions spécifiques de la construction envisagée.

Article 10. — *Caractères géométriques.*

Le producteur indique le diamètre nominal D du fil fixé par la classe. Il garantit les tolérances sur le diamètre nominal. Il peut garantir ou ne pas garantir le calibrage du fil.

10.1. Pour un fil non calibré l'aire moyenne de la section d'une éprouvette doit être comprise entre :

$$\frac{\pi D^2}{4} \text{ et } 1,08 \frac{\pi D^2}{4},$$

D étant le diamètre nominal du fil.

10.2. Pour le fil calibré, les diamètres, mesurés au palmer en quatre points d'une éprouvette, doivent être tous compris entre : $D - 0,00 \text{ mm}$ et $D + 0,20 \text{ mm}$, où D est le diamètre nominal.

En outre, l'aire moyenne de la section d'une éprouvette doit être comprise entre :

$$\frac{\pi D^2}{4} \text{ et } 1,08 \frac{\pi D^2}{4}$$

10.3. L'aire moyenne est déterminée par pesée de l'éprouvette dont la longueur doit être de l'ordre de 1 mètre, les faces de coupure étant bien planes et normales à l'axe du fil.

Pour cette vérification, la densité de l'acier non allié est par convention prise égale à 7,85. Dans le cas d'acier allié, la densité est prise égale à la valeur indiquée par le producteur d'acier après vérification expérimentale.

Article 11. — *Caractéristiques mécaniques.*

Les caractères mécaniques à considérer pour l'agrément des fils ronds, lisses, sont :

- la résistance à la traction R ;
- la limite conventionnelle d'élasticité T ;
- l'allongement sous charge maximale A ;
- le coefficient de striction Z ;
- la relaxation isotherme ρ .

Article 12. — *Caractères technologiques.*

Les caractères technologiques à considérer pour l'agrément des fils ronds, lisses, sont :

- l'absence de défauts ;
- la résistance au pliage alterné N ;
- la résistance à la torsion alterné n ;
- éventuellement la résistance à la fatigue ;
- la résistance à la corrosion sous tension ;
- l'aptitude au boutonnage ;
- l'absence de soudure, sauf les soudures avant patentage qui sont tolérées à condition qu'elles soient en petit nombre et que les caractères mécaniques garantis soient respectés également dans la section de soudure.

Les fils ronds et lisses sont répartis, en classes de résistance et en sous-classes de relaxation, définies dans le tableau ci-après.

DIAMÈTRE nominal.	CARACTÈRES GARANTIS	CLASSES											
		I			II			III			IV		
4,1	T _G kgf/mm ² (hbar)				145 (142,2)			155 (152,0)			160 (156,9)		
	R _G —				163 (159,9)			173 (169,7)			180 (176,5)		
	A _G %				3			3			3		
	Z _G —				25			25			25		
	ρ (%) { 1.000 h 3.000 h												
5	T _G kgf/mm ² (hbar)	128 (125,5) 143 (140,2)			145 (142,2) 163 (159,9)			155 (152,0) 173 (169,7)			160 (156,9) 180 (176,5)		
	R _G —	3			3			3			3		
	A _G %	25			25			25			25		
	Z _G —												
	ρ (%) { 1.000 h 3.000 h												
	TBR				2 2,5			2 2,5			2 2,5		
	BR				4 5			4 5			4 5		
	RN				8			8			8		
	TBR				2 2,5			2 2,5			2 2,5		
	BR	4 5			4 5			4 5			4 5		

DIAMÈTRE nominal	CARACTÈRES GARANTIS	CLASSES											
		I			II			III			IV		
7	T _G kgf/mm ² (hbar)	128 (125,5)			142 (139,3)			148 (145,1)			153 (150,0)		
	R _G —	143 (140,2)			159 (155,9)			166 (162,8)			171 (167,7)		
	A _G %	3			3			3			3		
	Z _G —	25			25			25			25		
7	ρ (%) {	TBR			TBR			TBR			TBR		
	1.000 h	BR			BR			BR			BR		
	3.000 h	RN			RN			RN			RN		
		2	4	5	2	4	5	2	4	5	2	4	5
8	T _G kgf/mm ² (hbar)	128 (125,5)			142 (139,3)			148 (145,1)					
	R _G —	143 (140,2)			159 (155,9)			166 (162,8)					
	A _G %	3			3			3					
	Z _G —	25			25			25					
8	ρ (%) {	TBR			TBR			TBR			TBR		
	1.000 h	BR			BR			BR			BR		
	3.000 h	RN			RN			RN			RN		
		2	4	5	2	4	5	2	4	5	2	4	5

DIAMÈTRE nominal.	CARACTÈRES GARANTIS	CLASSES											
		I			II			III			IV		
10	T_G kgf/mm ² (hbar)	125 (122,6)			133 (130,4)			145 (142,2)					
	R_G —	140 (137,3)			148 (145,1)			163 (159,9)					
	A_G %	3			3			3					
	Z_G —	20			20			20					
12	ρ (%)	{ 1.000 h			{ 10			{ 2			{ 2,5		
		{ 3.000 h			{ 10			{ 10			{ 10		
12	T_G kgf/mm ² (hbar)	125 (122,6)			133 (130,4)			140 (137,3)					
	R_G —	140 (137,3)			148 (145,1)			157 (154,0)					
	A_G %	3			3			3					
	Z_G —	20			20			20					
12	ρ (%)	{ 1.000 h			{ 10			{ 2			{ 2,5		
		{ 3.000 h			{ 10			{ 10			{ 10		

14.1. Les nombres d'essais imposés aux paragraphes 14. 1.2. et 14.1.3. sont des minima. Si le lot comporte un petit nombre de couronnes, le nombre des prélèvements doit être augmenté de façon que le contrôle par lot puisse porter au moins sur 20 spécimens pour tous les caractères comportant une valeur garantie au sens défini au § 3, 2, à l'exception de la torsion alternée où ce nombre minimum est réduit à 10.

14.3. Le lot peut être déclassé s'il existe une classe inférieure à celle à laquelle devait appartenir le lot et si l'usine a sollicité et obtenu l'agrément pour cette classe.

Article 14. — *Contrôle en usine des qualités agréées de fils ronds et lisses.*

14.1. Le contrôle en usine est fait lot par lot par le producteur. Il porte sur :

Les caractères géométriques définis à l'article 10 ;

Les caractères mécaniques suivants :

- la résistance à la traction (R),
- la limite conventionnelle d'élasticité (T),
- l'allongement sous charge maximale (A),
- le coefficient de striction (Z) ;

Les caractères technologiques suivants :

- l'absence de défauts,
- la résistance au pliage alterné (N),
- la résistance à la torsion alternée (n).

14.1.1. La vérification du diamètre d'un fil calibré et de l'aire moyenne d'un fil calibré ou non calibré est effectuée à une extrémité de chaque couronne.

14.1.2. Le contrôle des caractères mécaniques comporte :

- pour chaque couronne, les mesures de la résistance à la traction (R) et du coefficient de striction (Z) sur une éprouvette au moins prélevée en extrémité de couronne,
- pour une couronne sur cinq au moins, les mesures de la limite conventionnelle d'élasticité (T) et de l'allongement sous charge maximale (A) sur une éprouvette au moins prélevée en extrémité de couronne.

14.1.3. Le contrôle des caractères technologiques comporte :

- pour chaque couronne, la vérification de l'absence de défauts ;
- pour une couronne sur dix au moins, les déterminations de la résistance au pliage alterné (N) et à la torsion alternée (n) sur une éprouvette prélevée en extrémité de couronne.

14.2. Un lot répond aux conditions de l'agrément si les conditions suivantes sont vérifiées :

a) Moins de 5 % des résultats de mesure de chacun des caractères suivants : résistance à la traction (R), limite conventionnelle d'élasticité (T), allongement sous charge maximale (A), coefficient de striction (Z) et résistance au pliage alterné (N) sont inférieurs aux valeurs garanties ;

b) Moins de 10 % des résultats de mesure de la résistance à la torsion alternée (n) sont inférieurs à la valeur garantie ;

c) Toutes les couronnes sur lesquelles ont été observés :

- soit la présence de défauts,
 - soit un caractère géométrique hors des tolérances,
 - soit une résistance à la traction (R) inférieure à 98 % de la résistance garantie,
- auront été rebutées après exécution de tous les contrôles.

14.3. Si pour un lot, les prescriptions fixées au paragraphe 14.2. ci-dessus ne sont pas respectées, seulement en ce qui concerne les caractères R (résistance à la traction) et T (limite conventionnelle d'élasticité) ce lot peut être déclassé. Le déclassement doit être signalé par le producteur au service de vérification du contrôle en usine.

**Article 15. — Réception des qualités non agréées
de fils ronds et lisses.**

Le commentaire 4.1. n'autorise qu'à titre exceptionnel l'emploi d'armatures non agréées. Cet emploi est précédé d'essais exécutés suivant les directives de la commission d'agrément, et destinés à vérifier que les armatures proposées ont bien les qualités nécessaires à l'utilisation en précontrainte, notamment en ce qui concerne leur relaxation à 1.000 et 3.000 heures, et leur résistance à la corrosion sous tension. Ce n'est qu'après résultats favorables de ces essais préalables, que la décision ministérielle autorisant l'emploi de ces aciers peut être prise. Il n'est plus ensuite effectué que des essais de réception lot par lot portant sur les seuls caractères indiqués à l'article 15.

SECTION III

**Fils non ronds ou non lisses en acier à haute résistance
pour béton précontraint.**

Article 16. — Définitions.

Dans cette catégorie sont notamment classés :

- des fils lisses, cylindriques, à section non circulaire (acier ovale) ;
- des fils cylindriques à section circulaire ou non circulaire, à la surface desquels on a créé, au laminage, des aspérités ou crans, en relief ou en creux ;
- des fils à aspérités hélicoïdales ;
- des fils ondulés.

**Article 15. — Réception des qualités non agréées de fils ronds
et lisses.**

15.1. Les essais de réception sur un lot de fil rond lisse de qualité non agréée portent sur :

Les caractères géométriques définis à l'article 10 ;

Les caractères mécaniques suivants :

- la résistance à la traction (R),
- la limite conventionnelle d'élasticité (T),
- l'allongement sous charge maximale (A),
- le coefficient de striction (Z) ;

Les caractères technologiques suivants :

- l'absence de défauts,
- la résistance au pliage alterné (N),
- la résistance à la torsion alternée (n).

L'effectif de l'échantillon de recette d'un lot est fixé à 18. L'agent réceptionnaire choisit dans le lot 18 couronnes.

A une extrémité de chacune de ces couronnes, l'agent réceptionnaire prélève un spécimen de longueur suffisante pour permettre l'exécution de l'ensemble des essais de contrôle des caractères géométriques, mécaniques et technologiques énumérés ci-avant. La série complète des essais correspondants est effectuée sur chacun des 18 spécimens.

15.2. Le lot est accepté si les conditions suivantes sont vérifiées :

- toutes les valeurs des caractères géométriques sont à l'intérieur des tolérances sur les valeurs nominales,
- pour chacun des caractères R, T, A, Z, N, la valeur moyenne diminuée de 2,5 fois l'écart-type des 18 résultats est supérieure à la valeur garantie,
- pour le caractère (n) de résistance à la torsion alternée, la moyenne diminuée de 1,9 fois l'écart-type des 18 résultats est supérieure à la teneur garantie.

15.3. Si l'un quelconque des caractères mécaniques ou technologiques ne satisfait pas aux conditions indiquées en 15.2, le lot sera refusé.

Si l'une quelconque des valeurs des caractères géométriques ne satisfait pas aux conditions imposées, les caractères géométriques seront vérifiés sur toutes les couronnes ; et toutes les couronnes dont les caractères géométriques sont hors des tolérances seront rebutées.

SECTION III

**Fils non ronds ou non lisses en acier à haute résistance
pour béton précontraint.**

Article 16. — Définitions.

Les fils non ronds ou non lisses ou, à la fois non ronds et non lisses, sont des armatures dont la surface diffère de celle d'un cylindre circulaire droit, lisse, et qui peuvent être livrées en couronne. Il est exigé que ces couronnes aient un diamètre d'au moins 250 fois le plus petit diamètre du fil.

Si pour des fils de grand diamètre, cette règle fixant le diamètre minimal des couronnes est difficile à réaliser, des dérogations peuvent être accordées par le maître d'œuvre, à condition que les contraintes maximales de flexion produites dans le fil par l'enroulement en couronne n'excèdent pas 90 % de la limite conventionnelle d'élasticité garantie.

Article 18. — Caractères mécaniques.

Le module d'élasticité de ces fils est conventionnellement pris égal à 20.000 kgf/mm², la contrainte dans l'acier étant exprimée par rapport à sa section nominale.

Article 17. — Caractères géométriques.

Le producteur indique la section nominale fixée par la classe et garantit :

- les tolérances relatives à la section du fil ;
- les tolérances relatives aux données nécessaires à la définition géométrique du fil (dimensions en long et en travers, pas et caractéristiques précises des aspérités de surface, etc.).

17.1. L'aire moyenne du fil est au moins égale à la section minimale garantie, sans l'excéder de plus de huit pour cent (8 %) si le fil ne comporte pas de variation de section. Sinon le producteur indique les limites de variation de l'aire moyenne par rapport à la section nominale, et ces limites sont vérifiées expérimentalement.

17.2. L'aire moyenne est déterminée par pesée de l'éprouvette dont la longueur devra être de l'ordre de 1 mètre, les faces de coupure étant bien planes et normales à l'axe du fil.

Pour cette vérification, la densité de l'acier non allié est par convention égale à 7,85. Dans le cas de l'acier allié, la densité est prise égale à la valeur indiquée par le producteur d'acier après vérification expérimentale.

Article 18. — Caractères mécaniques.

Les caractères mécaniques à considérer pour l'agrément des fils non ronds ou non lisses sont les suivants :

- la charge maximale (F_R) ;
- la charge à la limite conventionnelle d'élasticité (F_T) ;
- l'allongement sous charge maximale A ;
- la relaxation isotherme ρ ;
- le coefficient de striction Z.

Article 19. — Caractères technologiques.

Les caractères technologiques à considérer pour l'agrément des fils non ronds ou non lisses sont les suivants :

- l'absence de défauts ;
- la résistance au pliage alterné N ;
- la longueur de scellement ;
- la résistance à la corrosion sous tension ;
- éventuellement la résistance à la fatigue ;
- l'absence de soudure, sauf les soudures avant patentage qui sont tolérées à condition qu'elles soient en petit nombre et que les caractères mécaniques garantis soient respectés également dans la section de soudure.

Article 20. — Classes.

Les fils autres que les fils ronds lisses sont répartis en classes de résistance et en sous-classes de relaxation, définies dans le tableau ci-après.

20.1. Fils d'acier ronds non lisses.

DIAMÈTRE nominal. (mm).	SECTION nominale (mm ²).	POIDS (kg/m).	CARACTÈRES GARANTIS	CLASSES								
				I			II			III		
3	7,1	0,056	FT _G kgf (daN) FR _G — A _G %	1.000 (981) 1.200 (1.177) 3			1.150 (1.128) 1.400 (1.373) 3					
				TBR	BR	RN	TBR	BR	RN	TBR	BR	RN
			ρ (%) { 1.000 h 3.000 h	2,5 3	5 6	9	2,5 3	5 6	9			
4	12,6	0,099	FT _G kgf (daN) FR _G — A _G %	1.800 (1.765) 2.000 (1.962) 3			2.050 (2.011) 2.300 (2.256) 3					
				TBR	BR	RN	TBR	BR	RN	TBR	BR	RN
			ρ (%) { 1.000 h 3.000 h	2,5 3	5 6	9	2,5 3	5 6	9			

DIAMÈTRE nominal. (mm).	SECTION nominale (mm ²).	POIDS (kg/m).	CARACTÈRES GARANTIS	CLASSES								
				I			II			III		
				TBR	BR	RN	TBR	BR	RN	TBR	BR	RN
5	19,7	0,155	FT _G kgf (daN) FR _G — — A _G %	2,400 (2.354) 2.700 (2.648) 3	2.700 (2.648) 3.050 (2.992) 3			2.700 (2.648) 3.050 (2.992) 3			3.000 (2.943) 3.350 (3.286) 3	
				2,5 3	5 6	9	2,5 3	5 6	9	2,5 3	5 6	9
				ρ (%) { 1.000 h 3.000 h								
6	28,4	0,223	FT _G kgf (daN) FR _G — — A _G %	4.000 (3.924) 4.500 (4.414) 3	4.400 (4.316) 4.950 (4.855) 3			4.400 (4.316) 4.950 (4.855) 3				
				2,5 3	5 6	9	2,5 3	5 6	9	2,5 3	5 6	9
				ρ (%) { 1.000 h 3.000 h								

DIAMÈTRE nominal. (mm).	SECTION nominale (mm ²).	POIDS (kg/m).	CARACTÈRES GARANTIS	CLASSES											
				I			II			III					
				TBR	BR	RN	TBR	BR	RN	TBR	BR	RN	TBR	BR	RN
7	38,5	0,302	FT _G kgf (daN)	4.800 (4.708)			5.250 (5.150)			5.750 (5.640)					
			FR _G — —	5.450 (5.346)			6.100 (5.984)			6.400 (6.278)					
			A _G %	3			3			3					
			ρ (%)	2,5			2,5			2,5					
				3			3			3					
				5			5			5					
				6			6			6					
				9			9			9					
				1.000 h			1.000 h			1.000 h					
				3.000 h			3.000 h			3.000 h					

Les valeurs de classe de longueur de scellement seront éventuellement fixées ultérieurement par la commission d'agrément.

20.2. Fils d'acier non ronds non lisses.

SECTION nominale, (mm ²).	POIDS (kg/m).	CARACTÈRES GARANTIS	CLASSES											
			I			II			III					
			TBR	BR	RN	TBR	BR	RN	TBR	BR	RN	TBR	BR	RN
40	0,314	FTG kgf (daN)	5.400 (5.297)			5.800 (5.689)			6.100 (5.984)			6.100 (5.984)		
		FRG —	3			3			3			3		
		Ag %												
50	0,393	ρ (%)	{ 1.000 h			{ 1.000 h			{ 1.000 h			{ 1.000 h		
			{ 3.000 h			{ 3.000 h			{ 3.000 h			{ 3.000 h		
50	0,393	FTG kgf (daN)	6.700 (6.572)			7.200 (7.063)			7.600 (7.455)			7.600 (7.455)		
		FRG —	3			3			3			3		
		Ag %												
50	0,393	ρ (%)	{ 1.000 h			{ 1.000 h			{ 1.000 h			{ 1.000 h		
			{ 3.000 h			{ 3.000 h			{ 3.000 h			{ 3.000 h		

21.1. Les nombres d'essais imposés aux paragraphes 21.1.2 et 21.1.3. sont des minima. Si le lot comporte un petit nombre de couronnes, le nombre de ces essais doit être augmenté de façon que le contrôle par lot puisse porter au moins sur 20 spécimens, pour tous les caractères comportant une valeur garantie sens défini en 3.2.

21.3. Le lot peut être déclassé, s'il existe une classe inférieure à celle à laquelle devait appartenir le lot, et si l'usine a sollicité et obtenu l'agrément pour cette classe.

Article 21. — *Contrôle en usine des qualités agréées de fils non ronds ou non lisses.*

21.1. Le contrôle en usine est fait lot par lot par le producteur et porte sur :

Les caractères géométriques définis à l'article 17 ;

Les caractères mécaniques suivants :

- la charge maximale (F_R),
- la charge à la limite conventionnelle d'élasticité (F_T),
- l'allongement sous charge maximale (A),
- le coefficient de striction (Z) ;

Les caractères technologiques suivants :

- l'absence de défauts,
- la résistance au pliage alterné (N).

21.1.1. La vérification de l'aire moyenne du fil est effectuée à une extrémité de chaque couronne, et celle des données relatives à la définition géométrique du fil est effectuée à une extrémité d'une couronne sur 10.

21.1.2. Le contrôle des caractères mécaniques comporte :

- pour chaque couronne, la mesure de la résistance à la traction (F_R) et du coefficient de striction (Z) sur une éprouvette au moins prélevée en extrémité de couronne ;
- pour une couronne sur cinq au moins, les mesures de la charge à la limite conventionnelle d'élasticité (F_T) et de l'allongement sous charge maximale (A) sur une éprouvette au moins, prélevée en extrémité de couronne.

21.1.3. Le contrôle des caractères technologiques comporte :

- pour chaque couronne, la vérification de l'absence de défauts ;
- pour une couronne sur dix au moins, les déterminations de la résistance au pliage alterné (N) sur une éprouvette prélevée en extrémité de couronne.

21.2. Un lot répond aux conditions de l'agrément, si les conditions suivantes sont vérifiées :

a) En ce qui concerne les caractères F_R (charge maximale), F_T (charge à la limite conventionnelle d'élasticité), A (allongement sous charge maximale), N (résistance aux pliages alternés) et Z (coefficient de striction), moins de 5% des résultats sont inférieurs aux valeurs garanties ;

b) Toutes les couronnes sur lesquelles auront été observés :

- soit la présence de défauts,
- soit un caractère géométrique hors des tolérances,
- soit la charge maximale (F_R) inférieure à 98 % de la valeur garantie

auront été rebutées après exécution de tous les contrôles.

21.3. Si, pour un lot, les prescriptions fixées au paragraphe 21.2 ci-dessus ne sont pas respectées, seulement en ce qui concerne les caractères F_R (charge maximale) et F_T (charge à la limite conventionnelle d'élasticité), ce lot peut être déclassé. Le déclassement doit être signalé par le producteur au service de vérification du contrôle en usine.

**Article 22. — Réception des qualités non agréées
de fils non ronds ou non lisses.**

Le commentaire 4.1 n'autorise qu'à titre exceptionnel l'emploi d'armatures non agréées. Cet emploi est précédé d'essais exécutés suivant les directives de la commission d'agrément, et destinés à vérifier que les armatures proposées ont bien les qualités nécessaires à l'utilisation en précontrainte, notamment en ce qui concerne leur relaxation à 1.000 et 3.000 heures, et leur résistance à la corrosion sous tension.

Ce n'est qu'après résultats favorables de ces essais préalables que la décision ministérielle autorisant l'emploi de ces aciers peut être prise. Il n'est plus ensuite effectué que des essais de réception lot par lot portant sur les seuls caractères indiqués à l'article 22.1.

SECTION IV

**Barres en acier à haute résistance
pour béton précontraint.**

Article 23. — Définitions.

Ces barres peuvent notamment :

- être rondes et lisses ;
- être munies de crans discontinus, destinés à améliorer l'adhérence au béton ;
- être munies d'aspérités continues, disposées en hélice, ayant pour but, d'une part, d'améliorer l'adhérence au béton, d'autre part, de permettre par vissage d'assembler les barres entre elles, par un manchon approprié, ou de les fixer aux dispositifs d'ancrage.

**Article 22. — Réception des qualités non agréées
des fils non ronds ou non lisses.**

22.1. Les essais de réception sur un lot de fil non rond ou non lisse de qualité non agréée portent sur :

Les caractères géométriques définis à l'article 17 ;

Les caractères mécaniques suivants :

- la charge maximale (F_R),
- la charge à la limite conventionnelle d'élasticité (F_T),
- l'allongement sous charge maximale (A),
- le coefficient de striction (Z) ;

Les caractères technologiques suivants :

- l'absence de défauts,
- la résistance au pliage alterné (N).

L'effectif de l'échantillon de recette d'un lot est fixé à 18. L'agent réceptionnaire choisit dans le lot 18 couronnes.

A une extrémité de chacune de ces couronnes, l'agent réceptionnaire prélève un spécimen de longueur suffisante pour permettre l'exécution de l'ensemble des essais de contrôle des caractères géométriques, mécaniques et technologiques énumérés ci-dessus. La série complète des essais correspondants est effectuée sur chacun des 18 spécimens.

22.2. Le lot est accepté si les conditions suivantes sont vérifiées :

- toutes les valeurs des caractères géométriques sont à l'intérieur des tolérances sur les valeurs nominales ;
- pour chacun des caractères F_R , F_T , A , Z , N , la valeur moyenne diminuée de 2,5 fois l'écart-type des 18 résultats est supérieure à la valeur garantie.

22.3. Si l'un quelconque des caractères mécaniques ou technologiques ne satisfait pas aux conditions indiquées en 22.2, le lot sera refusé.

Si l'une quelconque des valeurs des caractères géométriques ne satisfait pas aux conditions imposées, les caractères géométriques seront vérifiés sur toutes les couronnes ; et toutes les couronnes dont les caractères géométriques sont hors des tolérances seront rebutées.

SECTION IV

**Barres en acier à haute résistance
pour béton précontraint.**

Article 23. — Définitions.

Les barres sont des armatures d'acier rond, lisse, de diamètre supérieur à 12 mm ou d'acier non rond ou non lisse, qui ne peuvent pas être livrées en couronnes. Le C.P.S. peut fixer un minimum et un maximum de longueur pour les barres.

Article 24. — *Caractères géométriques.*

Le producteur indique :

- le diamètre nominal D pour les barres rondes, lisses ;
- la section nominale S pour les autres barres et la définition géométrique des aspérités de surface, si celle-ci en comporte.

Il garantit les tolérances sur le diamètre ou sur la section.

24.1. Pour une barre ronde et lisse, non calibrée, l'aire moyenne de la section d'une éprouvette doit être comprise entre $\frac{\pi D^2}{4}$ et

$$1,08 \frac{\pi D^2}{4},$$

D étant le diamètre nominal de la barre.

24.2. Pour une barre ronde et lisse calibrée, les diamètres, mesurés au palmer en quatre points d'une éprouvette, doivent être tous compris entre $D - 0,00$ mm et $D + 0,20$ mm, où D est le diamètre nominal.

24.3. Pour une barre autre que les barres visées en 24.1 et 24.2, l'aire moyenne de la section d'une éprouvette doit être supérieure à sa section nominale sans excéder cette dernière de plus de huit pour cent (8 %) si les reliefs sont continus et ne provoquent pas de réductions locales de la section. Dans le cas contraire, les limites de variation de la section moyenne sont indiquées par le producteur et vérifiées expérimentalement.

24.4. L'aire moyenne est déterminée par pesée de l'éprouvette dont la longueur devra être de l'ordre de 1 mètre, les faces de coupure étant bien planes et normales à l'axe de la barre.

Pour cette vérification, la densité de l'acier non allié est par convention prise égale à 7,85. Dans le cas d'acier allié, la densité est prise égale à la valeur indiquée par le producteur d'acier après vérification expérimentale.

Article 25. — *Caractères mécaniques.*

Les caractères mécaniques à considérer pour l'agrément des barres sont :

- la charge maximale (F_R) ;
- la charge à la limite conventionnelle d'élasticité (F_T) ;
- l'allongement sous charge maximale (A) ;
- le coefficient de striction (Z) ;
- la relaxation isotherme (ρ).

Article 26. — *Caractères technologiques.*

Les caractères technologiques à considérer pour l'agrément des barres sont :

- l'absence de défauts ;
- la résilience (KCV) ;
- l'adhérence au béton (pour les barres non lisses) ;
- la résistance à la fatigue ;
- la résistance à la corrosion sous tension ;
- éventuellement l'aptitude au refoulement à froid ;
- l'absence de soudures.

Article 27. — *Classes.*

Lorsque l'utilité d'un classement des barres apparaîtra, des arrêtés du ministre de l'équipement et du logement, pris sur propositions de la commission d'agrément, définiront des classes de résistance et éventuellement des sous-classes de relaxation pour les barres.

Article 28. — *Contrôle en usine des qualités de barres agréées.*

28-1. Le contrôle en usine est fait lot par lot par le producteur. Il porte sur :

Les caractères géométriques définis à l'article 24 ;

Les caractères mécaniques suivants :

- la charge maximale (F_R),
- la charge à la limite conventionnelle d'élasticité (F_T),
- l'allongement sous charge maximale (A),
- le coefficient de striction (Z) ;

Les caractères technologiques suivants :

- l'absence de défauts,
- la résilience (KCV).

28.1.1. La vérification du diamètre d'une barre ronde et lisse calibrée et de l'aire moyenne des autres barres est effectuée à une extrémité de chaque barre.

28.1.2. Le contrôle des caractères mécaniques comporte :

- les mesures de la charge maximale F_R et du coefficient de striction (Z) sur une éprouvette au moins, prélevée en extrémité de barre, par fraction de lot de 200 kg ;
- les mesures de la charge à la limite conventionnelle d'élasticité (F_T), de l'allongement sous charge maximale (A) sur une éprouvette au moins, prélevée en extrémité de barre, par fraction de lot de 500 kg.

28.1.3. Le contrôle des caractères technologiques comporte :

- la vérification de l'absence de défauts sur chaque barre ;
- la mesure de la résilience (KCV) sur une éprouvette au moins prélevée en extrémité de barre, par fraction de lot de 500 kg.

Article 29. — Réception des qualités de barres non agréées.

Le commentaire 4.1 n'autorise qu'à titre exceptionnel l'emploi d'armatures non agréées. Cet emploi est précédé d'essais exécutés suivant les directives de la commission d'agrément, et destinés à vérifier que les armatures proposées ont bien les qualités nécessaires à l'utilisation en précontrainte, notamment en ce qui concerne leur relaxation à 1.000 et 3.000 heures, et leur résistance à la corrosion sous tension.

Ce n'est qu'après résultats favorables de ces essais préalables que la décision ministérielle autorisant l'emploi de ces aciers peut être prise. Il n'est plus ensuite effectué que des essais de réception lot par lot portant sur les seuls caractères indiqués à l'article 29.

28-2. Un lot répond aux conditions de l'agrément, si les conditions suivantes sont vérifiées :

a) En ce qui concerne les caractères F_R (charge maximale), F_T (charge à la limite conventionnelle d'élasticité), A (allongement sous charge maximale) et Z (coefficient de striction), moins de 5 % des résultats sont inférieurs aux valeurs garanties.

b) Moins de 10 % des résultats de mesure de la résilience (KCV) sont inférieurs à la valeur garantie.

c) Toutes les barres sur lesquelles auront été observés :

- soit la présence de défauts,
- soit un caractère géométrique hors des tolérances,
- soit une charge maximale F_R inférieure à 98 % de la valeur garantie,

auront été rebutées après exécution de tous les contrôles.

Article 29. — Réception des qualités de barres non agréées.

29.1. Les essais de réception sur un lot de barres de qualité non agréée portent sur :

Les caractères géométriques, définis à l'article 24 ;

Les caractères mécaniques suivants :

- la charge maximale (F_R),
- la charge à la limite conventionnelle d'élasticité (F_T),
- l'allongement sous charge maximale (A),
- le coefficient de striction (Z) ;

Les caractères technologiques suivants :

- l'absence de défauts,
- la résilience (KCV).

L'effectif de l'échantillon de recette d'un lot est fixé à 30. L'agent réceptionnaire choisit dans le lot 30 barres.

A une extrémité de chacune de ces barres, l'agent réceptionnaire prélève un spécimen de longueur suffisante pour permettre l'exécution de l'ensemble des essais de contrôle des caractères géométriques, mécaniques et technologiques énumérés ci-avant. La série complète des essais correspondants est effectuée sur chacun des 30 spécimens.

29.2. Le lot est accepté si les conditions suivantes sont vérifiées :

- toutes les valeurs des caractères géométriques sont à l'intérieur des tolérances sur les valeurs nominales ;
- pour chacun des caractères F_R , F_T , A , Z , la valeur moyenne diminuée de 2,25 fois l'écart-type des 30 résultats est supérieure à la valeur garantie ;
- pour le caractère KCV, la valeur moyenne diminuée de 1,7 fois l'écart-type des 30 résultats est supérieure à la valeur garantie.

29.3. Si l'un quelconque des caractères mécaniques ou technologiques ne satisfait pas aux conditions indiquées en 29.2. le lot sera refusé.

Si l'une quelconque des valeurs des caractères géométriques ne satisfait pas aux conditions imposées, les caractères géométriques seront vérifiés sur toutes les barres ; et toutes les barres dont les caractères géométriques sont hors des tolérances seront rebutées.

SECTION V

Torons en acier à haute résistance pour béton précontraint.

Article 30. — Définitions.

Les torons actuellement utilisés comme armatures de béton précontraint sont, soit des torons à trois fils symétriquement enroulés les uns sur les autres, soit des torons à sept fils, composés d'une couche de six fils enroulés symétriquement autour d'un fil central, qui est souvent d'un diamètre légèrement plus grand que celui des six autres fils.

Les torons subissent généralement, après toronnage, un dernier traitement thermique et éventuellement un traitement mécanique. Le toronnage constitue d'ailleurs, en lui-même, une sorte de traitement mécanique. Aussi le contrôle des torons doit-il être effectué uniquement sur le produit fini, et non sur les fils composants; mais on risque, à ce sujet d'être limité par la puissance des machines (relaxation notamment), aussi est-il prévu dans cette section que dans ce cas les contrôles puissent être exceptionnellement faits sur les fils constitutifs.

Le texte de cette section V concernant le toron à une seule couche pourra éventuellement être étendu ultérieurement, avec les aménagements nécessaires, au cas des « torons à deux couches », traités dans l'immédiat dans la section VI.

Article 31. — Caractères géométriques.

31.3. Lorsque les torons sont livrés graissés, il y a lieu de tenir compte dans la détermination de l'aire moyenne du poids de la graisse, ou d'opérer sur spécimen dégraissé.

SECTION V

Torons en acier à haute résistance pour béton précontraint.

Article 30. — Définitions.

Un toron est un assemblage de fils enroulés ensemble en hélice et répartis en une seule couche éventuellement autour d'un fil central.

Article 31. — Caractères géométriques.

Le producteur précise les valeurs nominales des diverses données nécessaires à la définition géométrique du toron :

- nombre et diamètre des fils constitutifs;
- schéma de leur disposition;
- pas et sens d'enroulement de la couche de fils constitutifs;
- diamètre du cercle circonscrit aux fils dans une section droite du toron.

Il garantit les tolérances sur la section nominale du toron, et la différence minimale entre le diamètre du fil central éventuel et le diamètre des fils périphériques.

31.1. On vérifie sur chaque éprouvette que le nombre et la disposition des fils constitutifs correspondent aux indications du fournisseur.

31.2. On vérifie également que le pas d'enroulement est compris dans les limites indiquées par le fournisseur.

31.3. On détermine l'aire de la section moyenne de chaque éprouvette par pesée et en divisant ce poids par la densité de l'acier et la longueur de l'éprouvette. L'aire de la section moyenne de chaque éprouvette doit être au moins égale à la section nominale et ne doit pas, en outre, excéder de plus de 8 % l'aire de la section nominale.

Pour cette vérification, la densité de l'acier non allié, est, par convention, prise égale à 7,85. Dans le cas de l'acier allié, la densité est mesurée préalablement.

Article 32. — *Caractères mécaniques.*

Le texte de cet article suppose que les machines d'essais sont suffisamment puissantes pour permettre l'épreuve d'un spécimen de toron. Ce peut ne pas être le cas pour certains torons puissants, en ce qui concerne la mesure de la relaxation isotherme ; dans ce cas, la commission d'agrément peut accepter à titre provisoire que la relaxation isotherme soit mesurée sur les fils constitutifs, en majorant conventionnellement ces résultats.

Article 33. — *Caractères technologiques.*

Toutefois de telles soudures peuvent être tolérées, à condition qu'elles soient bien repérées, de façon à permettre l'élimination de cette partie de toron, lors de la confection de l'armature.

La commission d'agrément pourra tolérer des valeurs légèrement plus élevées que 5 % à 1.000 heures et 6 % à 3.000 heures pour les torons de la sous-classe de relaxation « BR » pendant un délai limité à deux ans au maximum à dater de la parution de ce C. P. C.

Article 32. — *Caractères mécaniques.*

Les caractères mécaniques à considérer pour les torons sont :

- la charge maximale (F_R) ;
- la charge à la limite conventionnelle d'élasticité (F_T) ;
- l'allongement sous charge maximale (A) ;
- la relaxation isotherme ρ ;
- le coefficient de striction Z de chacun des fils constitutifs, mesuré sur chaque fil après rupture par traction du toron.

Article 33. — *Caractères technologiques.*

Les caractères technologiques à considérer pour les torons sont :

- l'absence de défauts des fils constitutifs du toron ;
- l'absence de soudure de fil après tréfilage ou traitement thermique ;
- l'adhérence au béton éventuellement ;
- la résistance à la fatigue ;
- la résistance à la corrosion sous tension.

Article 34. — *Classes.*

34.1. Les torons sont répartis en classes de résistance et en sous-classes de relaxation définies dans le tableau ci-après.

DÉNOMINATION	SECTION nominale (mm²).	CARACTÈRES GARANTIS	CLASSES									
			I			II			III			
			TBR	BR	RN	TBR	BR	RN	TBR	BR	RN	
3 fils Ø 5,2	13,6	FT _G kgf (daN) FR _G — — AG % ρ (%) { 1.000 h 3.000 h	2.400 (2.354) 2.700 (2.648) 3									
			2,5 3	5 6	9							
7 fils Ø 9,5	53	FT _G tf (KdaN) FR _G — — AG % ρ (%) { 1.000 h 3.000 h	8,0 (7,84) 9,4 (9,22) 3			8,9 (8,73) 10,1 (9,90) 3						
			2,5 3	5 6	9	2,5 3	5 6	9				

DÉNOMINATION	SECTION nominale. (mm ²).	CARACTÈRES GARANTIS	CLASSES								
			I			II			III		
7 fils Ø 10,8	71	FT _G tf (KdaN) FR _G — — A _G %	11,4 (11,18)			12 (11,77)			12,6 (12,36)		
			12,7 (12,45)			13,5 (13,24)			14,1 (13,83)		
			3			3			3		
		ρ (%) { 1.000 h 3.000 h	TBR	BR	RN	TBR	BR	RN	TBR	BR	RN
			2,5	5	9	2,5	5	9	2,5	5	9
			3	6		3	6		3	6	
7 fils Ø 12,7 12,4	94 95	FT _G tf (KdaN) FR _G — — A _G %	14,0 (13,73)			15,0 (14,71)			15,7 (15,40)		
			16,3 (15,99)			17,0 (16,67)			17,7 (17,36)		
			3			3			3		
		ρ (%) { 1.000 h 3.000 h	TBR	BR	RN	TBR	BR	RN	TBR	BR	RN
			2,5	5	9	2,5	5	9	2,5	5	9
			3	6		3	6		3	6	

DENOMINATION	SECTION nominale, (mm ²).	CARACTÈRES GARANTIS	CLASSES								
			I			II			III		
7 fils Ø 13,2	104	FT _G tf (KdaN) FR _G — — AG % ρ (%) { 1.000 h 3.000 h	16,1 (15,79) 18,0 (17,65) 3			17,0 (16,67) 19,0 (18,63) 3					
			TBR	BR	RN	TBR	BR	RN	TBR	BR	RN
			2,5 3	5 6	9	2,5 3	5 6	9			
7 fils Ø 15,3 15,2	139	FT _G tf (KdaN) FR _G — — AG % ρ (%) { 1.000 h 3.000 h	20,0 (19,62) 23,0 (22,56) 3			22,0 (21,58) 24,7 (24,23) 3			23 (22,56) 25,7 (25,21) 3		
			TBR	BR	RN	TBR	BR	RN	TBR	BR	RN
			2,5 3	5 6	9	2,5 3	5 6	9	2,5 3	5 6	9

Article 35. — Contrôle en usine des qualités de torons agréées.

35.1.2. Dans le cas des torons à trois fils, il est toléré de ne mesurer la charge à la limite conventionnelle d'élasticité à 0,1 % (F_T), et l'allongement sous charge maximale (A), que sur une couronne sur cinq.

35.2. Si le nombre de couronnes composant le lot est inférieur à 20, il y a lieu de prélever sur chaque couronne un spécimen de longueur suffisante pour permettre de faire plusieurs mesures des caractères faisant l'objet d'une valeur garantie au sens du paragraphe 3.2.

35.3. Le lot peut être déclassé, s'il existe une classe inférieure à celle à laquelle devait appartenir le lot, et si l'usine a sollicité et obtenu l'agrément pour cette classe.

Article 35. — Contrôle en usine des qualités de torons agréées.

35.1. Le contrôle en usine est fait lot par lot par le producteur. Le poids d'un lot est inférieur ou égal à 50 tonnes. Le contrôle porte sur :

Les caractères géométriques, définis à l'article 31 ;

Les caractères mécaniques suivants :

- la charge maximale (F_R),
- la charge à la limite conventionnelle d'élasticité (F_T),
- l'allongement sous charge maximale (A),
- le coefficient de striction (Z) des fils constitutifs du toron mesurés après essais de traction du toron ;

Les caractères technologiques suivants :

- l'absence de défauts,
- l'absence de soudures des fils après tréfilage, ou si elles existent, un repérage précis de ces soudures.

35.1.1. La vérification des caractères géométriques est faite conformément à l'article 31 ci-avant, à une extrémité de chaque couronne.

35.1.2. Le contrôle des caractères mécaniques comporte :

- pour chaque couronne, les mesures de la charge maximale (F_R), de la charge à la limite conventionnelle d'élasticité à 0,1 % (F_T) et de l'allongement sous charge maximale (A) sur une éprouvette au moins, prélevée en extrémité de couronne ;
- pour une couronne sur dix au moins, les mesures des coefficients de striction (Z) des fils constitutifs du toron considéré, après essai de traction du toron.

35.1.3. Le contrôle des caractères technologiques comporte, pour chaque couronne, la vérification de l'absence de défauts.

35.2. Un lot répond aux conditions de l'agrément, si les conditions suivantes sont vérifiées :

a) En ce qui concerne les caractères : F_R (charge maximale), F_T (charge à la limite conventionnelle d'élasticité), A (allongement sous charge maximale) et Z (coefficient de striction), moins de 5 % des résultats sont inférieurs aux valeurs garanties ;

b) Toutes les couronnes sur lesquelles auront été observés :

- soit la présence de défauts,
- soit un caractère géométrique hors des tolérances,
- soit une charge maximale F_R inférieure à 98 % de la valeur garantie,

auront été rebutées après exécution de tous les contrôles.

35.3. Si pour un lot, les prescriptions fixées au paragraphe ci-dessus ne sont pas respectées, seulement en ce qui concerne les caractères F_R (charge maximale) et F_T (charge à la limite conventionnelle d'élasticité) ce lot peut être déclassé. Le déclassement doit être signalé par le producteur au service de vérification du contrôle en usine.

Article 36. — Réception des qualités de torons non agréées.

Le commentaire 4.1 n'autorise qu'à titre exceptionnel l'emploi d'armatures non agréées. Cet emploi est précédé d'essais préalables exécutés suivant les directives de la commission d'agrément, et destinés à vérifier que les armatures proposées ont bien les qualités nécessaires à l'utilisation en précontrainte, notamment en ce qui concerne leur relaxation à 1.000 et 3.000 heures, et leur résistance à la corrosion sous tension.

Ce n'est qu'après résultats favorables de ces essais préalables, que la décision ministérielle autorisant l'emploi de ces aciers peut être prise. Il n'est plus ensuite effectué que des essais de réception lot par lot, portant sur les seuls caractères indiqués à l'article 36.

SECTION VI

Câbles toronnés et câbles torsadés en acier à haute résistance pour béton précontraint.

Article 37. — Définitions.

Les câbles visés à la présente section ont des caractéristiques telles qu'il n'est actuellement pas possible de faire tous les contrôles souhaitables sur le produit fini faute de machines assez puissantes. Aussi certains contrôles doivent-ils être effectués sur les éléments constitutifs de ces câbles (fils ou torons) bien que dans certains cas des traitements après toronnage ou torsadage puissent modifier les caractères des éléments constitutifs.

Article 36. — Réception des qualités de torons non agréées.

36.1. Les essais de réception sur un lot de torons de poids inférieur ou égal à 50 tonnes portent sur :

Les caractères géométriques, définis à l'article 31 ;

Les caractères mécaniques suivants :

- la charge maximale (F_R),
- la charge à la limite conventionnelle d'élasticité (F_T),
- l'allongement sous charge maximale (A),
- le coefficient de striction (Z) d'un fil périphérique ;

Les caractères technologiques suivants :

- l'absence de défauts,
- l'absence de soudures des fils après tréfilage ou, si elles existent, un repérage précis de ces soudures.

L'effectif de l'échantillon de recette d'un lot est fixé à 12. L'agent réceptionnaire choisit dans le lot 12 couronnes.

A une extrémité de chacune de ces couronnes, l'agent réceptionnaire prélève un spécimen de longueur suffisante pour permettre l'exécution de l'ensemble des essais de contrôle des caractères géométriques, mécaniques et technologiques énumérés ci-avant. La série complète des essais correspondants est effectuée sur chacun des 12 spécimens.

36.2. Le lot est accepté si les conditions suivantes sont vérifiées :

- toutes les valeurs des caractères géométriques sont à l'intérieur des tolérances sur les valeurs nominales ;
- pour chacun des caractères F_R , F_T , A , Z , la valeur moyenne diminuée de 2,3 fois l'écart type des 12 résultats est supérieure à la valeur garantie.

36.3. Si l'un quelconque des caractères mécaniques ou technologiques ne satisfait pas aux conditions indiquées en 36.2, le lot sera refusé.

Si l'une quelconque des valeurs des caractères géométriques ne satisfait pas aux conditions imposées, les caractères géométriques seront vérifiés sur toutes les couronnes ; et toutes les couronnes dont les caractères géométriques sont hors des tolérances seront rebutées.

SECTION VI

Câbles toronnés et câbles torsadés en acier à haute résistance pour béton précontraint.

Article 37. — Définitions.

Un câble toronné est un assemblage de fils enroulés ensemble en hélice et répartis en plusieurs couches éventuellement autour d'un fil central.

Un câble torsadé est un assemblage de torons ou de câbles toronnés enroulés ensemble éventuellement autour d'un toron central.

Article 39. — *Caractères mécaniques.*

S'il n'existe pas de machines suffisamment puissantes pour effectuer tous les essais mécaniques prévus, il peut être toléré, à titre transitoire que certains de ces essais soient effectués sur les fils ou torons constitutifs (relaxation par exemple). Une autorisation doit être demandée à cet effet à la commission d'agrément, qui fixe alors les conditions des essais et leur interprétation, en affectant les résultats des coefficients de majoration ou de minoration nécessaires.

L'attention est attirée sur le fait que le module d'élasticité apparent d'un câble à la première mise en tension peut différer notablement du module d'élasticité des éléments constitutifs.

Article 38. — *Caractères géométriques.*

Le producteur indique les valeurs nominales des diverses données nécessaires à la définition du câble, et garantit les tolérances sur ces valeurs nominales.

38.1. Dans le cas des câbles toronnés :

- nombre et diamètre des fils constitutifs ;
- schéma de leur disposition ;
- pas et sens d'enroulement des différentes couches de fils (valeurs maximale et minimale).

38.2. Dans le cas des câbles torsadés :

- nombre et constitution des torons élémentaires ;
- schéma de leur disposition ;
- pas et sens d'enroulement des différentes couches de torons (valeurs maximale et minimale).

38.3. Dans les deux cas :

- diamètre du cercle circonscrit aux fils dans une section droite du câble ;
- poids au mètre linéaire.

Article 39. — *Caractères mécaniques.*

Les caractères mécaniques à considérer pour les câbles sont :

- la charge maximale (F_R) ;
- la charge à la limite conventionnelle d'élasticité (F_T) ;
- l'allongement sous charge maximale A ;
- la relaxation isotherme ρ ;
- le coefficient de striction Z de chacun des fils constitutifs lors de l'essai de traction du câble.

Article 40. — *Caractères technologiques.*

Les caractères technologiques à considérer pour les câbles sont :

- l'absence de défauts sur les fils constitutifs superficiels ;
- la résistance à la fatigue (éventuellement) ;
- l'absence de deux soudures à une distance inférieure à 50 mètres.

Article 41. — *Agrément des câbles.*

41.1. Les câbles toronnés doivent être constitués de fils de qualité agréée, et les câbles torsadés doivent être composés de torons de qualité agréée.

41.2. La commission d'agrément, fixe, à chaque demande d'agrément, le nombre et la nature des essais à effectuer.

41.3. Le contrôle en usine des câbles est organisé, à la demande du producteur, selon des modalités arrêtées dans chaque cas, par la commission d'agrément.

Article 42. — Réception.

42.1. Ces essais de réception sont nécessaires, si, exceptionnellement des câbles non agréés sont employés, conformément au commentaire du paragraphe 4.1.

42.2. Le C. P. S. fixe les essais qui sont effectués sur le câble terminé; il peut alors réduire ou supprimer les essais correspondants sur les éléments constitutifs.

SECTION VII

Unités de précontrainte « prêtes à l'emploi »
fabriquées dans des usines de façonnage.

Article 43. — Définitions.

Les usines de façonnage peuvent, soit appartenir à une entreprise ou à un groupe d'entreprises pour fabriquer leurs propres unités de précontrainte suivant leur procédé particulier, soit travailler pour l'ensemble des utilisateurs. Elles sont dans les deux cas soumises aux mêmes règles d'agrément et de contrôle.

Souvent le façonnage des unités de précontrainte ne constitue qu'une partie de l'activité de ces usines.

Article 44. — Agrément.

L'agrément des usines est subordonné à un certain nombre de conditions fixées par la commission d'agrément, portant sur la qualité des installations, sur les soins apportés à la fabrication et au contrôle de la production.

En particulier :

- le stockage des produits premiers doit être effectué de façon à permettre de prélever des échantillons de contrôle à tout moment dans chacun des lots;
- le stockage des produits premiers et des produits finis, les manutentions et la fabrication des câbles doivent être effectués de façon à éviter tout risque de corrosion ou de pollution, et toutes détériorations mécaniques;
- l'étiquetage des produits premiers et des câbles doit être effectué de façon à assurer l'identification complète des produits.

Article 42. — Réception.

42.1. Les essais de réception des câbles ne sont effectués que pour les câbles non soumis au contrôle en usine prévu au paragraphe 41.3.

42.2. A défaut de machines d'essais suffisamment puissantes, les essais de réception des câbles peuvent être effectués sur les éléments constitutifs des câbles (fils ou torons).

SECTION VII

Unités de précontrainte « prêtes à l'emploi »
fabriquées dans des usines de façonnage.

Article 43. — Définitions.

Les unités de précontrainte « prêtes à l'emploi » sont des assemblages d'armatures, de gaines, de dispositifs d'ancrage actifs ou passifs, et éventuellement, d'autres dispositifs préparés et réunis de façon à pouvoir être placés directement dans les ouvrages avant bétonnage.

Ces ensembles sont constitués à partir de « produits premiers ».

Ces produits premiers sont :

- les aciers de précontrainte;
- les gaines de protection;
- les dispositifs d'ancrages actifs;
- les dispositifs d'ancrages passifs,

et, éventuellement, tous dispositifs complémentaires entrant dans la confection des câbles (ressort central...).

Les usines de façonnage sont des établissements fixes, qui sont spécialement équipés et organisés pour fabriquer ces unités de précontrainte prêtes à l'emploi.

Article 44. — Agrément des usines de façonnage.

Est autorisé l'emploi d'unités de précontrainte « prêtes à l'emploi » fabriquées dans des usines de façonnage, à condition que ces usines de façonnage aient été préalablement agréées et que soient satisfaites les conditions imposées ci-après.

Cet agrément est accordé par le ministre de l'équipement et du logement aux usines qui le sollicitent, après vérification, d'une part, que ces usines travaillent selon les règles de l'art, d'autre part, que ces usines ont pris l'engagement d'assurer les contrôles et d'autoriser les inspections et visites prévues au présent C. P. C.

Une condition de l'agrément est que les usines de façonnage n'utilisent que des produits agréés pour tous les produits soumis à l'agrément et qu'elles s'assurent dans les conditions du C. P. C. que les fournitures qui leur sont faites répondent effectivement aux conditions de l'agrément.

Article 45. — Inspection des usines de façonnage.

Pour les ouvrages importants, les ingénieurs maîtres d'œuvre peuvent demander que des inspections soient faites spécialement sur les lots qui leur sont destinés. Ces vérifications sont également faites par les agents du service de vérification du contrôle.

Le maître d'œuvre peut exiger que lui soit communiquée la date de fabrication des unités destinées à un ouvrage d'art afin que cette fabrication ait lieu en présence de l'un de ses représentants.

Article 45. — Inspection des usines de façonnage.

Au cours de l'enquête préalable à l'agrément, et à tout instant, au cours des fabrications, les agents du service de vérification du contrôle institué à l'article 6 doivent avoir libre accès, pendant ses heures d'ouverture, à l'usine, afin de vérifier que l'organisation et le fonctionnement de l'usine sont conformes aux règles de l'art et aux règles édictées ci-après.

Ces inspections et visites ont notamment pour but de vérifier que le stockage des produits premiers, la fabrication, le stockage et la manutention des câbles n'entraînent aucune détérioration chimique ou mécanique et que l'étiquetage de tous les produits premiers ou finis est organisé et réalisé de façon à éviter tout risque d'erreur.

En particulier le stockage des produits premiers doit être effectué de façon à permettre de prélever des échantillons de contrôle, à tout moment, dans chacun des lots.

Article 46. — Registres des contrôles.

Pour chaque produit premier est tenu un registre de contrôle sur lequel sont reproduites, pour chaque fourniture ou chaque lot de fourniture, les indications données par le fabricant de produit premier sur les caractéristiques de ce produit. Sont notamment portées sur ce registre les quantités livrées, la date et l'usine de fabrication, les caractéristiques garanties par le fabricant ainsi que les contrôles effectués sur ce lot ou sur cette fourniture. Les indications concernant ces derniers contrôles peuvent être données sous forme statistique : la valeur moyenne, le coefficient de variation, les deux valeurs extrêmes et le nombre d'éprouvettes essayées.

Sur ces registres sont également portés les résultats des essais de contrôle ou de vérification qui ont été faits sur ces produits premiers par le façonnier, soit de sa propre initiative, soit à la demande d'un maître d'œuvre.

Un registre est tenu pour les unités fabriquées, indiquant de façon précise pour chaque fabrication ou chaque lot de fabrication les produits premiers employés et les caractéristiques des unités fabriquées.

Ces registres sont visés par les représentants du service de vérification du contrôle à chacune de leurs visites d'inspection.

Article 47. — Age des produits premiers.

Si les produits premiers ont été fabriqués depuis plus de six mois, ils ne peuvent être utilisés à la constitution des armatures qu'après que de nouveaux essais de vérification aient montré que les caractères des produits premiers sont encore conformes aux valeurs garanties.

Article 48. — Conservation des unités de précontrainte.

Les unités de précontrainte doivent être stockées pendant un délai assez court et dans des conditions suffisamment soignées pour que l'acier ne soit pas altéré.

Article 49. — Fabrication des câbles.

Les unités de précontrainte « prêtes à l'emploi » ne comportent que des dispositifs conformes aux procédés de précontrainte agréés par le ministre de l'équipement et du logement.