

MINISTÈRE DES TRAVAUX PUBLICS,
DES TRANSPORTS ET DU TOURISME

BULLETIN

DES

TEXTES OFFICIELS

intéressant les

Travaux publics,

les

Transports et le Tourisme

(Section I et Bases aériennes.)



FASCICULE SPECIAL N° 60-18 bis

**Cahier des prescriptions communes
applicable aux travaux de l'administration
des ponts et chaussées : 1^{re} section du titre II
du fascicule 4 : fils d'aciers ronds pour armatures
de précontrainte non toronnées.**

MINISTÈRE DES TRAVAUX PUBLICS, DES TRANSPORTS
ET DU TOURISME

DIRECTION DU PERSONNEL, DE LA COMPTABILITÉ
ET DE L'ADMINISTRATION GÉNÉRALE
PERSONNEL. — 4^{er} bureau.

T. P. 136

Non parue J. O.

464 (60-18 bis)

CIRCULAIRE N° 68 DU 1^{er} SEPTEMBRE 1960

relative à la révision du cahier des prescriptions communes applicable aux travaux de l'administration des ponts et chaussées et à l'approbation de la « 1^{re} section, fils d'aciers ronds pour armatures de précontrainte non toronnées », « du titre II du fascicule 4 » relatif aux « aciers et autres métaux ».

(Non parue au *Journal officiel*,
extraite du *Bulletin spécial* n° 60-18 bis des textes officiels
intéressant les travaux publics, les transports et le tourisme.)

- Annexes.* — I. — Arrêté du 1^{er} septembre 1960 approuvant la 1^{re} section du titre II du fascicule 4.
II. — Arrêté du 1^{er} septembre 1960 portant création d'une commission permanente d'agrément des qualités de fil d'acier pour précontrainte.
III. — Sommaire de la 1^{re} section du titre II du fascicule 4.
IV. — 1^{re} section du titre II du fascicule 4.
V. — Commentaires.

- Références.* — Circulaire n° 141 du 26 octobre 1953 portant instructions provisoires relative à l'emploi du béton précontraint.
Circulaire n° 8 du 27 janvier 1954 relative à la mise en concurrence des divers procédés de construction utilisant le béton précontraint.
Circulaire n° 33 du 8 avril 1958 et pièces annexes.
Circulaire n° 91 du 7 décembre 1959 relative au préambule et au fascicule 1, *Dispositions générales*, du cahier des prescriptions communes.
Circulaire n° 49 du 27 juin 1960 relative au fascicule 2, *Travaux de terrassement*, du cahier des prescriptions communes.
Circulaire n° 54 du 8 juillet 1960 relative au fascicule 3, *Fourniture de liants hydrauliques*, du cahier des prescriptions communes.
Circulaire n° 55 du 9 juillet 1960 relative au fascicule 24, *Fourniture de liants hydrocarbonés employés à la construction et à l'entretien des chaussées*, du cahier des prescriptions communes.
Circulaire n° 65 du 19 août 1960 relative aux titres I à V du fascicule 61, *Conception, calcul et épreuves des ouvrages d'art*, du cahier des prescriptions communes.

Le ministre des travaux publics et des transports à MM. les préfets et MM. les ingénieurs en chef des ponts et chaussées.

Par la présente circulaire faisant suite aux circulaires visées en référence vous adressant les fascicules 1, 2, 3, 24 et 61 du cahier des prescriptions communes je vous fais parvenir la première section — *fils d'aciers ronds pour armatures de précontrainte non toronnées* — du titre II relatif aux aciers pour armatures de précontrainte, du fascicule 4 du cahier des prescriptions communes qui a trait *aux aciers et autres métaux* . Ce texte a été approuvé par arrêté en date de ce jour joint en annexe I à la présente circulaire.

Le présent fascicule se présente sous la forme adoptée pour les fascicules antérieurs ; en annexe III figure le sommaire des prescriptions et des commentaires, en annexe IV les prescriptions elles-mêmes suivies en annexe V des commentaires accompagnés d'un exemple de calcul d'un caractère quantitatif.

Les dispositions des textes annexés à la présente circulaire sont dès à présent applicables, ils ne visent toutefois que les ouvrages neufs dont les marchés ne seraient pas passés à la date de la présente circulaire.

Un second arrêté en date de ce jour, ci-joint en annexe II, prévoit que, préalablement à leur emploi pour les travaux dépendant du ministère des travaux publics, des transports et du tourisme, les qualités de fil d'acier pour armature de précontrainte doivent faire de ma part l'objet d'un agrément. A cet effet, j'ai décidé d'instituer, au conseil général des ponts et chaussées, une commission chargée d'examiner les demandes d'agrément introduites par les fabricants soit directement, soit par l'intermédiaire de l'Association scientifique de la précontrainte. Seules les qualités de fil ayant fait l'objet d'un agrément devront être employées pour les travaux dont les services des ponts et chaussées ont la charge.

Je précise que les dispositions des instructions provisoires pour l'emploi du béton précontraint, annexées à la circulaire n° 141 du 26 octobre 1953, et notamment celles de l'article 2 — armatures de précontrainte — du titre I^{er} (qualités des matériaux employés), des articles 10 — relaxation des armatures de précontrainte — et 12 — mise en tension et tension de service des armatures de précontrainte — du titre II (données, principes et conduite des calculs) et de l'article 15 — armatures de précontrainte — du titre III (dispositions constructives) demeurent applicables dans la mesure où elles ne se trouvent pas être en contradiction avec les prescriptions des textes annexés à la présente circulaire.

Le ministre des travaux publics et des transports,

Pour le ministre et par délégation :

Le directeur adjoint du cabinet,

S. FLORI.

ANNEXE I

A LA CIRCULAIRE N° 68 DU 1^{er} SEPTEMBRE 1960

ARRETE DU 1^{er} SEPTEMBRE 1960

portant approbation de la 1^{re} section du titre II du fascicule 4 (fils d'aciers ronds pour armatures de précontrainte non toronnées) du cahier des prescriptions communes.

Le ministre des travaux publics et des transports,

Vu le décret n° 56-256 du 13 mars 1956 relatif aux marchés passés au nom de l'Etat ;

Vu le décret n° 57-1015 du 26 août 1957 relatif au contrôle des marchés de l'Etat ;

Vu le décret n° 59-167 du 7 janvier 1959 relatif aux marchés de l'Etat ;

Vu le cahier des prescriptions communes pour les travaux dépendant de l'administration des ponts et chaussées annexé à la circulaire n° 33 du 8 avril 1958 et les textes qui l'ont modifié ;

Vu l'avis du conseil général des ponts et chaussées en date du 22 juillet 1959 ;

Sur la proposition du directeur du personnel, de la comptabilité et de l'administration générale,

Arrête :

Art. 1^{er}. — Est approuvée la 1^{re} section, fils d'aciers ronds pour armatures de précontrainte non toronnées, du titre II, aciers pour armatures de précontrainte, du fascicule 4 relatif aux aciers et autres métaux du cahier des prescriptions communes pour les travaux dépendant de l'administration des ponts et chaussées dont le texte est joint au présent arrêté.

Art. 2. — A compter de la date du présent arrêté, le cahier des prescriptions communes pour les travaux dépendant de l'administration des ponts et chaussées est constitué par :

1° Le préambule et les fascicules 1, 2, 3, 4 — 1^{re} section du titre II —, 24 et 61 — titres I à V — approuvés à ce jour ;

2° A titre provisoire par le cahier des prescriptions communes annexé à la circulaire n° 33 du 8 avril 1958 modifié par les arrêtés susvisés approuvant les fascicules 1, 2, 3 et 61 — titres I à V.

Art. 3. — Toutes dispositions contraires aux prescriptions de la 1^{re} section du titre II du fascicule 4 du cahier des prescriptions communes sont abrogées.

Fait à Paris, le 1^{er} septembre 1960.

Le ministre des travaux publics et des transports,

Pour le ministre et par délégation :

Le directeur adjoint du cabinet,

S. FLORI.

ANNEXE II

A LA CIRCULAIRE N° 68 DU 1^{er} SEPTEMBRE 1960ARRETE DU 1^{er} SEPTEMBRE 1960

portant création au conseil général des ponts et chaussées d'une commission permanente d'agrément des qualités de fil d'acier pour précontrainte.

Le ministre des travaux publics et des transports,

Vu le décret n° 56-256 du 13 mars 1956 relatif aux marchés passés au nom de l'Etat;

Vu le décret n° 57-1015 du 26 août 1957 relatif au contrôle des marchés de l'Etat;

Vu le décret n° 59-167 du 7 janvier 1959 relatif aux marchés de l'Etat;

Vu le cahier des prescriptions communes pour les travaux dépendant de l'administration des ponts et chaussées annexé à la circulaire n° 33 du 8 avril 1958 et les textes qui l'ont modifié;

Vu l'arrêté du 1^{er} septembre 1960 approuvant la première section du titre II du fascicule 4 du cahier des prescriptions communes;

Vu l'avis du conseil général des ponts et chaussées en date du 22 juillet 1959,

Arrête:

Art. 1^{er}. — Les qualités de fil d'acier pour précontrainte devront, préalablement à leur emploi éventuel dans les travaux dépendant de l'administration des ponts et chaussées, être agréées par le ministre des travaux publics et des transports.

Art. 2. — Il est constitué, au conseil général des ponts et chaussées, une commission permanente chargée d'examiner les demandes adressées au ministre des travaux publics et des transports directement par les fabricants ou par l'intermédiaire de l'association scientifique de la précontrainte, tendant à obtenir l'agrément prévu à l'article 1^{er}.

Art. 3. — La composition de la commission permanente visée à l'article 2 sera fixée par décision du vice-président du conseil général des ponts et chaussées.

Art. 4. — Le vice-président du conseil général des ponts et chaussées et le directeur du personnel, de la comptabilité et de l'administration générale sont chargés, chacun en ce qui le concerne, de l'exécution du présent arrêté qui sera publié au *Journal officiel*.

Fait à Paris, le 1^{er} septembre 1960.

Le ministre des travaux publics et des transports,

Pour le ministre et par délégation:

Le directeur adjoint du cabinet,

S. FLORI.

ANNEXE III

A LA CIRCULAIRE N° 68 DU 1^{er} SEPTEMBRE 1960

SOMMAIRE DE LA PREMIERE SECTION DU TITRE II
DU FASCICULE 4 DU CAHIER DES PRESCRIPTIONS COMMUNES
(Fils d'aciers ronds pour armatures de précontrainte non toronnées.)

	Fascicule. Commentaires.	
	Pages.	Pages.
Article 1 ^{er} . — Domaine d'application.....	1	
Article 2. — Caractères. Garantie. Agrément....	1	1
Article 3. — Caractères géométriques.....	2	
1. Diamètre et tolérances.....	2	
2. Dressage	3	2
3. Longueur	3	
Article 4. — Caractères physiques.....	3	
1. Aspect	3	
2. Contrôle d'intégrité.....	3	2
Article 5. — Caractères mécaniques.....	4	
1. Contrainte de rupture.....	4	
2. Contrainte caractéristique de déformation.	4	2
3. Allongement de rupture.....	4	3
4. Relaxation	4	3
5. Nombre de pliages alternés.....	5	
6. Nombre de torsions alternées.....	5	
Article 6. — Conduite des essais.....	5	
1. Essai d'enroulement.....	5	
2. Essai de traction.....	5	
3. Essai de pliages alternés.....	6	3
4. Essai de torsions alternées.....	6	
Article 7. — Présentation en recette. — Prélèvement de l'échantillon.....	7	3
Article 8. — Conditions de recette.....	7	4
Article 9. — Conditions de livraison.....	8	
**		
Exemple de calcul d'un caractère quantitatif.....		5

ANNEXE IV

A LA CIRCULAIRE N° 68 DU 1^{er} SEPTEMBRE 1960

**CAHIER DES PRESCRIPTIONS COMMUNES
POUR LES TRAVAUX DEPENDANT
DE L'ADMINISTRATION DES PONTS ET CHAUSSEES**

FASCICULE 4. — Aciers et autres métaux.

TITRE II

Aciers pour armatures de précontrainte.

**1^{re} SECTION. — FILS D'ACIERS RONDS POUR ARMATURES DE PRÉCONTRAINTE
NON TORONNÉES**

Article 1^{er}.

Domaine d'application.

Les présentes prescriptions visent exclusivement les fils :

- à section circulaire constante ;
- de diamètre inférieur ou égal à 10 mm ;
- constitués d'acier à haute résistance ;
- destinés à être artificiellement tendus, isolément ou groupés en câbles non toronnés, pour la création de forces de précontrainte, et dénommés ci-dessous : « les fils » ou « le fil ».

Article 2.

Caractères. Garantie. Agrément.

1. Le fil doit satisfaire aux conditions de divers ordres qui sont énumérées ci-après et sont précisées aux articles suivants :
 - 1.1. Caractères géométriques (art. 3) ;
Tolérances sur les dimensions de la section droite ;
Dressage ;
Longueur.
 - 1.2. Caractères physiques (art. 4) ;
Aspect et état de surface ;
Intégrité.

- 1,3. Caractères mécaniques (art. 5) ;
 Contrainte de rupture ;
 Contrainte caractéristique de déformation ;
 Allongement de rupture ;
 Relaxation ;
 Nombre de pliages alternés ;
 Nombre de torsions alternées.
- 1,4. Conditions de livraison (art. 9) ;
2. Tout lot de fil doit correspondre à une qualité définie garantie par le producteur, portée et dénommée à son catalogue et préalablement agréée par le ministre des travaux publics et des transports.
3. La garantie du producteur porte sur l'ensemble des caractères ci-après qui définissent la qualité dénommée et agréée :
- Diamètre ;
 - Tolérances sur le diamètre ;
 - Valeur minimale de la contrainte de rupture ;
 - Valeurs maximales et minimales de la contrainte caractéristique de déformation ;
 - Valeur minimale de l'allongement de rupture ;
 - Valeurs de la relaxation ;
 - Valeur minimale du nombre de pliages alternés ;
 - Valeur minimale du nombre de torsions alternées ;
- et éventuellement en sus le contrôle continu de l'intégrité.

Les conditions de fabrication du fil, composition et mode d'élaboration de l'acier, traitements mécaniques thermiques ou autres du produit, n'entrent pas dans la garantie du producteur qui est libre de ne pas les indiquer à son catalogue.

4. Lorsqu'un marché renfermera des stipulations, soit sur la totalité, soit sur une partie des caractères qui définissent la qualité d'un fil, une qualité garantie, qui présente les caractères stipulés, sera considérée comme répondant aux prescriptions dudit marché sous les deux réserves suivantes :
- Le fil devra présenter tous les caractères garantis pour la qualité en cause sans excepter ceux qui n'auraient pas fait l'objet de stipulations.
 - La qualité garantie en cause devra être acceptée par l'ingénieur qui subordonnera, en principe, son agrément à la communication des conditions de fabrication du fil visées au paragraphe précédent.

Article 3.

Caractères géométriques.

1. Diamètre et tolérances.

Le producteur garantit le diamètre dit nominal, D, du fil. Il garantit ou ne garantit pas le calibrage de ce fil.

1,1. Pour le fil non calibré l'aire de la section moyenne de chacune de douze éprouvettes au moins, doit être au moins égale à l'aire de la section nominale.

L'aire de la section moyenne de l'ensemble des éprouvettes ne doit pas en outre excéder de plus de huit pour cent (8 %) l'aire de la section nominale. La détermination des aires des sections moyennes sera faite par pesée en admettant que l'acier du fil présente une densité égale à 7,85.

1, 2. Pour le fil calibré, les diamètres mesurés au nombre de quatre au moins sur chacune de douze éprouvettes au moins, doivent être compris entre $D - 0,0$ mm et $D + 0,2$ mm.

En outre, le diamètre de la section moyenne de l'ensemble des éprouvettes déterminé par pesée dans les conditions indiquées au paragraphe précédent doit être au plus égal à $D + 0,15$ mm.

2. Dressage.

Le fil est dit dressé ou autodéroulant s'il se redresse élastiquement au sortir des couronnes de livraison visées à l'article 9 de telle façon qu'un tronçon de 5 m de longueur posé librement sur un sol lisse horizontal, sans qu'aucun effort mécanique ait été exercé sur lui, présente une flèche au plus égale à 20 cm.

Sauf prescriptions contraires du marché, le fil doit toujours être livré dressé. Le marché peut spécifier un minimum du diamètre intérieur des couronnes de livraison.

3. Longueur.

Chacune des couronnes de livraison visées à l'article 9 doit être constituée d'un fil d'une seule longueur sans soudure.

Le poids d'une couronne doit être supérieur ou égal à 50 kg. Exception est faite pour les couronnes tronçonnées lors du prélèvement d'un spécimen pour essais (art. 7).

Le marché peut fixer une limite supérieure du poids individuel des couronnes, à condition que cette limite soit au moins égale à 150 kg. Il peut également stipuler la proportion numérique des couronnes dont le poids devra être inférieur à une valeur fixée entre 50 et 150 kg.

Article 4.

Caractères physiques.

1. Le fil doit présenter un aspect uniforme et lisse sans défauts tels que repliures, arrachements, rayures, méplats, stries longitudinales ou transversales, blessures, etc. Il ne doit présenter aucune trace de corrosion ou de résidus de produits d'élaboration.

2. Contrôle d'intégrité.

2, 1. Ce contrôle se fera par l'essai d'enroulement effectué dans les conditions prescrites à l'article 6.

Aucune des éprouvettes enroulées au nombre de douze au moins ne doit présenter de rupture, de gerçure, de fissure, ni de crique sur douze spires consécutives.

2, 2. Dans le cas où le producteur garantit qu'un contrôle continu d'intégrité est exercé sur l'acier pendant la fabrication du fil, l'ingénieur pourra dispenser de l'essai d'enroulement, s'il estime suffisants les moyens mis en œuvre pour effectuer ce contrôle continu.

$$\sigma_{0.2} = \sigma_m - 255 \geq R_G$$

Article 5.

Caractères mécaniques.

1. Contrainte de rupture.

1.1. La contrainte de rupture d'une éprouvette prélevée sur le fil est définie comme le quotient de l'effort maximal mesuré dans l'essai de traction de cette éprouvette par la section moyenne initiale de cette éprouvette.

La contrainte de rupture du fil est définie comme la moyenne arithmétique des contraintes de rupture de douze éprouvettes au moins diminuée de 2,5 écarts quadratiques moyens de ces contraintes de rupture.

1.2. La contrainte de rupture du fil ainsi définie doit être au moins égale à la contrainte de rupture garantie R_G .

2. Contrainte caractéristique de déformation.

2.1. La contrainte caractéristique de déformation d'une éprouvette prélevée sur le fil est définie comme l'ordonnée du point d'intersection du diagramme de traction de l'éprouvette en coordonnées cartésiennes (allongements relatifs, contraintes) avec la droite ayant une pente de 20.000 kg/mm² et passant par le point d'abscisse un millième et d'ordonnée nulle.

La contrainte caractéristique de déformation du fil est définie comme la moyenne arithmétique des contraintes caractéristiques de déformation de six éprouvettes au moins diminuée de 2,5 écarts quadratiques moyens de ces dernières contraintes.

2.2. La contrainte caractéristique de déformation du fil doit être au moins égale à la contrainte caractéristique de déformation garantie T_G .

En outre la contrainte caractéristique de déformation de chaque éprouvette doit être au plus égale aux quatre-vingt-quinze centièmes de la contrainte de rupture de cette éprouvette et l'écart quadratique moyen des contraintes caractéristiques de déformation de toutes les éprouvettes doit être au plus égal à 3 p. 100 de la contrainte caractéristique de déformation garantie T_G .

3. Allongement de rupture.

3.1. L'allongement de rupture d'une éprouvette est déduit de mesures effectuées en dehors de la zone de striction de cette éprouvette comme il est dit à l'article 6. Il est exprimé en valeur relative. L'allongement de rupture du fil est défini comme la moyenne arithmétique de la moitié inférieure des allongements de rupture de douze éprouvettes au moins diminuée de 2,5 écarts quadratiques moyens des mêmes allongements.

3.2. L'allongement de rupture du fil doit être au moins égal à l'allongement garanti A_G et au moins égal à 1,5 p. 100.

4. Relaxation.

4.1. La relaxation ou perte de tension du fil à longueur constante dont les valeurs maximales doivent être garanties par le producteur est celle qui correspond à une tension initiale égale à $0,8 R_G$.

4.2. La garantie du producteur relative à la relaxation doit porter sur les pertes de tension à attendre à des temps convenablement échelonnés de une minute à 21 jours et si possible six mois.

Par exemple: 1 minute;
8 minutes;
1 heure;
8 heures;
3 jours;
21 jours;
6 mois.

4.3. Les valeurs effectives de relaxation du fil ne doivent pas dépasser les valeurs maximales garanties aux mêmes temps de plus de 20 p. 100.

5. Nombre de pliages alternés.

5.1. Le nombre de pliages alternés accusé par une éprouvette est défini comme le nombre de redressements qu'il a été possible d'imposer à l'éprouvette avant rupture dans un essai exécuté dans les conditions prescrites à l'article 6.

5.2. Toutes les éprouvettes essayées, au nombre de douze au moins, doivent accuser des nombres de pliages alternés au moins égaux au nombre garanti N_G .

6. Nombre de torsions alternées.

6.1. Le nombre de torsions alternées accusé par une éprouvette est défini comme le nombre de cycles de torsion qu'il a été possible d'imposer à l'éprouvette dans un essai exécuté dans les conditions prescrites à l'article 6.

6.2. Toutes les éprouvettes essayées, au nombre de douze au moins, doivent accuser des nombres de torsions alternées au moins égaux au nombre garanti n_G .

Article 6.

Conduite des essais.

1. Essai d'enroulement.

L'éprouvette devra présenter une longueur au moins égale à 200 D. Elle sera enroulée à spires jointives, sur un mandrin de diamètre égal à 2,5 D, à une vitesse assez réduite pour ne pas provoquer d'échauffement sensible et en tous cas au plus égale à un quart de tour par seconde.

2. Essai de traction.

2.1. L'éprouvette devra présenter une longueur de 500 mm. On tracera sur elle avant l'essai, dans sa partie médiane destinée à demeurer visible entre les mors de la machine d'essai, six traits à l'équidistance de 50 mm.

2.2. Les allongements de rupture seront mesurés sur toutes les bases de 100 mm ne contenant pas la section de rupture qui seront susceptibles d'être trouvées après l'essai entre les divers traits précédents. Le plus petit des allongements mesurés servira au calcul de l'allongement de rupture relatif de l'éprouvette.

2.3. Dans les essais comportant le relevé du diagramme de déformation, les efforts de traction seront mesurés à 1/100^e près et les allongements à 1/10000^e près jusqu'à ce que soient atteints au moins les 95 centièmes de la contrainte de rupture garantie R_G .

Le diagramme de traction d'une éprouvette qui sera utilisé pour la détermination de sa contrainte caractéristique de déformation sera tracé en portant en abscisses les allongements relatifs à l'échelle de 1 cm pour 1/1000^e et en ordonnées les contraintes à l'échelle de 1 cm pour 10 kg/mm². Les contraintes seront calculées sur la section moyenne initiale de l'éprouvette.

3. Essai de pliages alternés.

L'éprouvette présentera une longueur adaptée à l'appareil d'essai.

Le pliage se fera sur un mandrin dont le diamètre, multiple entier de 5 mm, est défini en fonction du diamètre D du fil par le tableau suivant :

Diamètre D du fil (mm).	5	5,5	6	6,5	7	7,5	8	8,5	9	9,5	10
Diamètre du mandrin (mm).	30	35	35	40	45	50	55	60	60	65	70

On effectuera successivement :

- Un pliage à 90° ;
- Un redressement ;
- Un pliage à 90° en sens inverse du premier ;
- Un redressement ;
- Un pliage à 90° en sens inverse du précédent ;
- Un redressement, et ainsi de suite jusqu'à rupture.

La vitesse d'exécution de l'essai sera assez lente pour ne pas produire un échauffement excessif de l'éprouvette. En aucun cas elle ne devra dépasser un pliage par seconde.

Dans le calcul du nombre de redressements accusé par une éprouvette, le dernier redressement sera éliminé s'il n'est pas complet, c'est-à-dire si l'éprouvette n'a pu être ramenée à la forme rectiligne avant sa rupture.

4. Essai de torsions alternées.

L'éprouvette présentera une longueur au moins égale à 70 D. Elle sera saisie entre deux mors distants de 50 D et fortement serrés pour ne pouvoir glisser sur elle. L'éprouvette sera tendue de façon strictement suffisante pour demeurer rectiligne pendant l'essai. Pour ce dernier on fera tourner l'un des mors autour de l'axe de l'éprouvette. La vitesse de rotation sera de un tour en 10 secondes ; il sera cependant toléré qu'elle s'élève à un tour par 5 secondes lorsque l'opération sera effectuée à la main. Un tour complet à droite, suivi de deux tours complets à gauche et d'un tour complet à droite ramenant le système à sa position initiale constituent un cycle de torsion. On effectuera des cycles de torsion successifs jusqu'à rupture de l'éprouvette. Le dernier cycle ne sera pas compté dans le nombre de torsions accusées par l'éprouvette s'il n'est pas complet, c'est-à-dire si le mors mobile n'a pu être ramené à sa position initiale.

Article 7.

Présentation en recette. — Prélèvement de l'échantillon.

1. Tout lot présenté en recette doit être homogène sous tous les rapports : il est entièrement composé de fil de la même qualité garantie, provenant d'une même coulée et dont la fabrication a été conduite de la même façon dans tous ses détails. Le poids total d'un lot est au plus égal à vingt tonnes.
2. L'agent réceptionnaire choisit dans le lot six couronnes qui reçoivent les numéros 1 à 6.

Dans chacune de ces couronnes l'agent réceptionnaire prélève à une extrémité un spécimen qui reçoit l'indice a et dans le corps de la couronne un spécimen qui reçoit l'indice b. Sur chaque spécimen il prélève une éprouvette pour chaque type d'essai. L'éprouvette est repérée par le numéro de la couronne et l'indice du spécimen dont elle provient et elle reçoit un numéro lié à l'essai correspondant conformément aux indications ci-dessous :

— Essai de traction : 1 a₁ à 6 a₁, 1 b₁ à 6 b₁ ;

Le diagramme contraintes-déformation n'est pas relevé pour les éprouvettes 1 a₁ à 3 a₁, 1 b₁ à 3 b₁ ;

Il est relevé pour les éprouvettes 4 a₁ à 6 a₁ ; 4 b₁ à 6 b₁.

— Essai de pliages alternés : 1 a₂ à 6 a₂, 1 b₂ à 6 b₂.

— Essai de torsions alternées : 1 a₃ à 6 a₃, 1 b₃ à 6 b₃.

— Essai d'enroulement : 1 a₄ à 6 a₄, 1 b₄ à 6 b₄.

Les caractères géométriques relatifs au diamètre sont contrôlés sur les éprouvettes 1 a₁ à 6 a₁, 1 b₁ à 6 b₁. Même quand il s'agit de fil calibré, la section moyenne de chacune de ces éprouvettes est déterminée par pesée.

Article 8.

Conditions de recette.

1. Les épreuves de contrôle de la conformité du lot présenté à la qualité garantie comportent obligatoirement l'exécution sur les éprouvettes de l'échantillon défini à l'article précédent, des mesures des caractères géométriques et celle des essais de traction, de pliages alternés et de torsions alternées ainsi que la détermination de la contrainte de rupture, de la contrainte caractéristique de déformation, de l'allongement de rupture, du nombre de pliages alternés et du nombre de torsions alternées du fil du lot.

Les épreuves comportent l'exécution des essais d'enroulement, si l'ingénieur n'en a pas dispensé dans les conditions prévues à l'article 4.

Les épreuves ne comportent pas l'exécution d'essais de relaxation. Toutefois l'ingénieur peut faire exécuter de tels essais sur un échantillon comprenant les spécimens convenables en nombre et en dimension et prélevé contradictoirement, après recette, dans un laboratoire de son choix agréé par le producteur.

2. Si le fil ne présente pas les caractères géométriques garantis, le lot sera refusé.

3. Si l'un des caractères de pliages alternés, de torsions alternées ou d'enroulement du lot ne satisfait pas aux conditions imposées, le lot sera refusé.

Il en sera de même si l'un de ces caractères ne satisfait pas aux conditions imposées dans des épreuves complémentaires effectuées dans les cas et les conditions indiqués ci-dessous.

4. Si deux des trois caractères mécaniques du lot contrôlés par l'essai de traction, contrainte de rupture, contrainte caractéristique de déformation, allongement de rupture, ne satisfont pas aux conditions imposées, le lot sera refusé.

Si l'un de ces trois caractères ne satisfait pas aux conditions imposées, il sera procédé à des épreuves complémentaires.

Dans les couronnes 1 à 6, l'agent réceptionnaire prélèvera de nouveaux spécimens d'extrémité d'indice c, et de corps d'indice d. Dans six nouvelles couronnes numérotées 7 à 12, il prélèvera des spécimens d'extrémité, d'indice a, et de corps, d'indice b. Chacun des échantillons constitué par les spécimens 1 c à 6 c, 1 d à 6 d d'une part, 7 a à 12 a, 7 b à 12 b d'autre part, donnera lieu à un groupe d'épreuves complet (c'est-à-dire comportant toutes les épreuves énumérées au paragraphe 1^{er} du présent article) identique à celui qui a été effectué sur l'échantillon primitif.

Si les caractères définis par l'ensemble des trois groupes complets d'épreuves (1 a à 6 b, 1 c à 6 d, 7 a à 12 b), considéré comme un groupe unique d'épreuves, satisfont aux conditions imposées, le lot sera accepté. Sinon, il sera refusé.

Article 9.

Conditions de livraison.

1. Le fil est livré exempt de tout enduit ou film protecteur sauf demande expresse de l'ingénieur ou de l'entrepreneur.
2. 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.
3. Chaque couronne porte une étiquette scellée par le producteur qui indique :
 - La désignation de l'usine ;
 - La dénomination de la qualité garantie du fil ;
 - Le numéro de la coulée ;
 - Le numéro du lot ;
 - Le numéro de la couronne.
4. Il est remis à l'ingénieur ou à l'entrepreneur, pour chaque lot, un bordereau de livraison qui définit la composition du lot (nombre, poids, diamètre des couronnes, etc.), reproduit ou récapitule les indications portées sur les étiquettes des couronnes et explicite les caractères sur lesquels porte la garantie du producteur.

TABLE DES MATIERES

	Pages.
Article 1 ^{er} . — Domaine d'application.....	1
Article 2. — Caractères. Garantie. Agrément.....	1
Article 3. — Caractères géométriques.....	2
Article 4. — Caractères physiques.....	3
Article 5. — Caractères mécaniques.....	4
Article 6. — Conduite des essais.....	5
Article 7. — Présentation en recette. — Prélèvement de l'échantillon	7
Article 8. — Conditions de recette.....	7
Article 9. — Conditions de livraison.....	8

ANNEXE V
A LA CIRCULAIRE N° 68 DU 1^{er} SEPTEMBRE 1960

COMMENTAIRES

DE LA PREMIÈRE SECTION
**Fils d'aciers ronds
pour armatures de précontrainte non toronnées.**

DU TITRE II
Aciers pour armatures de précontrainte.

DU FASCICULE 4
Aciers et autres métaux.

DU CAHIER DES PRESCRIPTIONS COMMUNES

Article 2.

1, 2, 3. Les desiderata essentiels auxquels doit satisfaire un fil de précontrainte sont les suivants :

- Etre d'une nuance aussi élevée que possible ;
- Pouvoir être tendu sous une contrainte aussi élevée que possible, dans une opération qui puisse être suffisamment précise et ne présente pas de risques excessifs de rupture du fil ;
- Ne présenter avec le temps qu'une perte de sa tension initiale aussi réduite que possible.

L'ensemble des qualités du fil qui permettent de satisfaire à ces desiderata ne peut être apprécié par des essais de recette concernant un ouvrage déterminé, qui pour des raisons de commodité et d'économie doivent demeurer relativement simples.

Aussi a-t-il été prévu que l'appréciation de la convenance d'une sorte de fil déterminé comme armature de précontrainte serait faite une fois pour toutes par le moyen de l'agrément des produits définis présentés par les fabricants et que les essais de recette auraient le caractère d'essais d'identification. Ces essais ont essentiellement pour but de vérifier qu'un lot présenté correspond bien à la qualité annoncée et garantie qui a été préalablement agréée.

4. Il convient d'entendre par stipulations d'un marché :

Soit les prescriptions figurant au cahier des charges spéciales d'une adjudication ou d'un appel d'offres ;

Soit les indications fournies par l'entrepreneur à l'appui de ses propositions à un appel d'offres avec concours.

Il y aura intérêt à ce que le devis-programme d'un concours énumère ceux des caractères du fil qui devront être définis par les concurrents dans leurs propositions.

L'intérêt que présente la communication à l'ingénieur des conditions de fabrication du fil réside dans ce fait que l'administration pourra ainsi réunir les éléments d'une appréciation de l'influence du mode d'élaboration du fil sur sa qualité, appréciation dont les bases sont aujourd'hui insuffisantes.

Article 3.

2. Le diamètre \varnothing des couronnes de livraison doit être tel que le fil ne subisse pas de déformation permanente sensible du fait de son enroulement en couronnes. Pour qu'il en soit ainsi, il convient d'après l'expérience que le diamètre \varnothing des couronnes soit au moins égal à 250 fois le diamètre D du fil.

Article 4.

2, 2. L'essai d'enroulement tend à déceler les défauts accidentels. Il est certain qu'un contrôle continu d'intégrité, par appareil électromagnétique par exemple, remplirait mieux ce but, s'il était exercé à la fabrication.

Article 5.

2. La contrainte caractéristique de déformation joue un rôle analogue à celui de la limite d'élasticité dans les aciers de construction, ainsi que le montre la figure ci-dessous qui illustre sa définition.

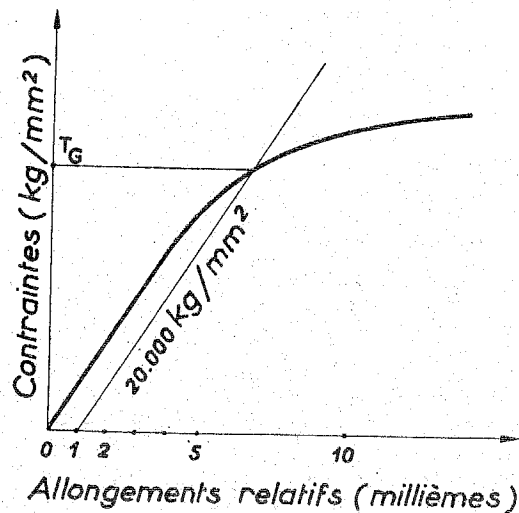


DIAGRAMME DE TRACTION
D'UNE EPROUVETTE DE FIL

Dans le cas où il serait envisagé de stipuler sur la valeur de T_G au marché, il est conseillé de fixer cette dernière à $0,9 R_G$. Une valeur plus élevée pourrait conduire à des risques de rupture à la mise en tension. Une valeur plus basse risquerait de rendre incertaine la réalisation des forces de précontrainte prévues.

3. L'allongement de rupture hors striction caractérise mieux la ductilité qui convient pour écarter les risques de rupture à la mise en tension que l'allongement de rupture striction comprise.

Dans un essai de traction sur fil de précontrainte, il se produit souvent plusieurs amorces de striction dont une seule évolue jusqu'à la rupture. Quand ce fait a lieu et qu'une amorce de striction non développée se trouve dans une base de mesure, l'allongement mesuré sur cette base peut être important alors qu'il peut être relativement faible sur une base qui ne comporterait pas d'amorce de striction. Or ce qu'il est important de connaître c'est la capacité d'allongement que présente le fil avant que ne commence à se manifester aucun début de phénomène de rupture. C'est pour arriver à ce résultat que les valeurs qui se situent dans la moitié supérieure des résultats d'essais doivent être éliminées dans le calcul de l'allongement. En opérant ainsi on réduit considérablement la dispersion des essais et pour un même lot de fil le résultat demeure très comparable d'un échantillon à l'autre, ce qui ne serait pas si l'on avait retenu les valeurs obtenues pour toutes les éprouvettes essayées.

4. La valeur de tension initiale $0,8 R_G$ choisie pour caractériser le diagramme de relaxation correspond aux tensions initiales pratiquement réalisées dans les ouvrages.

Article 6.

3. Les valeurs des diamètres de mandrins portées au tableau sont les multiples entiers de 5 mm immédiatement supérieurs ou égaux à la quantité

$$3,2 D \sqrt[3]{D}$$

dans le calcul de laquelle le diamètre D du fil est exprimé en millimètres.

Article 7.

La terminologie dont il est fait usage non seulement à l'article 7, mais aussi aux autres articles du texte, est conforme aux indications de la norme NF X 05-020 — terminologie du contrôle de la qualité des produits industriels — dont certaines définitions sont rappelées ci-dessous :

Caractère : propriété susceptible de servir à la définition de la qualité d'une marchandise (un caractère peut être quantitatif ou qualitatif) ;

Spécimen : pièce prélevée dans un ensemble de pièces ;

Eprouvette : pièce... façonnée dans un spécimen (et destinée à être soumise à un essai) ;

Individu : unité statistique qui peut être soit un spécimen... ou une éprouvette... ;

Population : ensemble des individus possédant le caractère que l'on considère ;

Echantillon : ensemble d'individus prélevés au sein d'une population et généralement destinés à des essais ;

Epreuve : ensemble des essais relatifs à un échantillon et à un même caractère.

Article 8.

1. Il est recommandé de faire exécuter des essais de relaxation à l'occasion de la construction d'ouvrages importants de façon à compléter les éléments d'appréciation de l'administration sur les qualités des fils offerts par les producteurs.

ANNEXE

EXEMPLE DE CALCUL D'UN CARACTERE QUANTITATIF

On suppose que les essais de n éprouvettes aient donné n valeurs $x_1, x_2, \dots, x_1, \dots, x_n$ d'un caractère (exemple : contrainte de rupture, ou allongement de rupture, etc.).

La moyenne arithmétique m de ces n valeurs x est égale à :

$$(1) m = \frac{\sum x}{n} = \frac{x_1 + x_2 + \dots + x_1 + \dots + x_n}{n}$$

L'écart quadratique moyen s ou écart-type de ces n valeurs x est égal à :

$$(2) s = \sqrt{\frac{\sum (x - m)^2}{n}}$$

On a la relation

$$(3) s^2 = \frac{\sum x^2}{n} - m^2$$

qui se prête plus facilement au calcul de s que la relation (2).

Ce calcul est également facilité par la remarque suivante : si l'on soustrait des valeurs x une valeur constante c la moyenne arithmétique des restes est égale à $m - c$ tandis que leur écart quadratique moyen demeure égal à s .

En d'autres termes, si l'on pose $y = x - c$, on a identiquement

$$(4) m = \frac{\sum x}{n} = c + \frac{\sum y}{n}$$

et

$$(5) s^2 = \frac{\sum x^2}{n} - m^2 = \frac{\sum y^2}{n} - \left(\frac{\sum y}{n}\right)^2$$

En choisissant c convenablement, on peut donc calculer m et s en opérant sur des nombres y moins grands que x , ce qui facilite le calcul et, si l'on opère à la règle, augmente sa précision.

Il est commode, d'autre part, de disposer les calculs en tableau.

1^{er} septembre 1960.

— 6 —

Voici à titre d'exemple le calcul de l'allongement de rupture d'un lot de fil sur les résultats d'essais de 6 éprouvettes (moitié inférieure des résultats de 12 éprouvettes).

ALLONGEMENTS x en %.	$y = x - 2,0.$	y^2
3,16	1,16	1,346
3,04	1,04	1,082
2,48	0,48	0,230
2,38	0,38	0,144
2,21	0,21	0,044
2,01	0,01	0,000
Sommes :	3,28	2,846

On a pris pour c une valeur ronde plus petite que le plus petit des x de façon à avoir des y tous positifs.

On a :

$$m = 2 + \frac{3,28}{6} = 2,547$$

$$s^2 = \frac{2,846}{6} - \frac{3,28^2}{36} = 0,474 - 0,299 = 0,175$$

d'où $s = 0,418$.

L'allongement contractuel du lot est égal à : $2,547 - 2,5 \times 0,418 = 1,50$.

TARIF DES ABONNEMENTS ET DE LA VENTE AU NUMERO

	FRANCE ET OUTRE-MER	ÉTRANGER
Prix de l'abonnement annuel	40 F.	50 F.
Prix du numéro	2,50 F.	3,50 F.

Prix unitaire des reliures mobiles (en sus du coût de l'abonnement) pour le classement soit des bulletins eux-mêmes, soit des textes par séries : 5 F.

Les règlements sont à opérer au nom de la Direction des journaux officiels, 26, rue Desaix, Paris (15^e), par mandat, chèque ou chèque postal (C. C. P. Paris 9063-13), en spécifiant la nature de la commande.