NORME INTERNATIONALE ISO 2232

INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION • МЕЖДУНАРОДНАЯ ОРГАНИЗАЦИЯ ПО СТАНДАРТИЗАЦИИ • ORGANISATION INTERNATIONALE DE NORMALISATION

Fils tréfilés pour câbles d'usages courants en acier non allié — Spécifications

Première édition — 1973-12-01

105

CDU 677.721 : 62-426

Réf. N° : ISO 2232-1973 (F)

Descripteurs : fil métallique, fil d'acier, câble métallique, spécification, diamètre, tolérance de dimension, propriété mécanique, charge de rupture, essai, essai de traction, essai de torsion, essai de pliage alterné.

Prix basé sur 8 pages

ISO 2232-1973 (F)

AVANT-PROPOS

ISO (Organisation Internationale de Normalisation) est une fédération mondiale d'organismes nationaux de normalisation (Comités Membres ISO). L'élaboration de Normes Internationales est confiée aux Comités Techniques ISO. Chaque Comité Membre intéressé par une étude a le droit de faire partie du Comité Technique correspondant. Les organisations internationales, gouvernementales et non gouvernementales, en liaison avec l'ISO, participent également aux travaux.

Les Projets de Normes Internationales adoptés par les Comités Techniques sont soumis aux Comités Membres pour approbation, avant leur acceptation comme Normes Internationales par le Conseil de l'ISO.

Avant 1972, les résultats des travaux des Comités Techniques étaient publiés comme Recommandations ISO; maintenant, ces documents sont en cours de transformation en Normes Internationales. Compte tenu de cette procédure, le Comité Technique ISO/TC 105 a examiné la Recommandation ISO/R 2232 et est d'avis qu'elle peut, du point de vue technique, être transformée en Norme Internationale. Celle-ci remplace donc la Recommandation ISO/R 2232-1971.

La Recommandation ISO/R 2232 avait été approuvée par les Comités Membres des pays suivants :

Afrique du Sud, Rép. d'	Espagne	Pays-Bas
Allemagne	France	Portugal
Autriche	Inde	Royaume-Uni
Belgique	Irlande	Suède
Danemark	Israël	Suisse
Egypte, Rép. arabe d'	Italie	

Les Comités Membres des pays suivants avaient désapprouvé la Recommandation pour des raisons techniques :

Japon
Nouvelle-Zélande*
U.S.A.

Les Comités Membres des pays suivants ont désapprouvé la transformation de la Recommandation ISO/R 2232 en Norme Internationale :

Allemagne
Australie
Autriche
Pologne

---

* Ultérieurement, ce Comité Membre a approuvé la Recommandation.

© **Organisation Internationale de Normalisation, 1973 •**

Imprimé en Suisse

Fils tréfilés pour câbles d'usages courants en acier non allié — Spécifications

1 OBJET

La présente Norme Internationale établit les spécifications auxquelles doivent satisfaire les fils tréfilés destinés à la fabrication des câbles d'usages courants en acier non allié.

Elle fixe

- les tolérances dimensionnelles;
- les caractéristiques mécaniques, celles-ci étant déterminées en s'inspirant des techniques appropriées décrites par les Normes Internationales et les Recommandations ISO correspondantes;[1]
- les conditions auxquelles doit, s'il y a lieu, satisfaire leur revêtement;
- les conditions d'échantillonnage et les conditions de réception.

2 DOMAINE D'APPLICATION

La présente Norme Internationale ne concerne pas le cas des fils prélevés dans un câble; il ne s'applique qu'aux fils clairs et galvanisés utilisés pour la fabrication des seuls câbles d'usages courants.

Sont exclus de son domaine d'application les fils pour câbles d'applications particulières, tels que :

- câbles d'extraction minière, tels que définis par ISO/TC 82, *Exploitation minière;*
- câbles pour la commande des aéronefs;
- câbles pour les forages profonds;
- câbles pour téléphériques et funiculaires;
- câbles d'ascenseurs;
- câbles d'armatures pour le béton précontraint.

3 RÉFÉRENCES

ISO 89, *Acier — Essai de traction des fils.*

ISO 136, *Acier — Essai de torsion simple des fils.*

ISO 144, *Acier — Essai de pliage alterné des fils.*

ISO 2701, *Fils tréfilés pour câbles d'usages courants en acier non allié — Échantillonnage et réception — Méthode traditionnelle.*[2]

4 QUALITÉ DU REVÊTEMENT

Pour les fils zingués, le revêtement peut être, à la demande de l'utilisateur

- de la qualité B, pour tous les diamètres de 0,20 mm inclus à 3,7 mm exclu;
- de la qualité AB, pour les diamètres compris entre 0,40 mm inclus et 1,9 mm exclu;
- de la qualité A, pour les diamètres compris entre 0,40 mm inclus et 3,7 mm exclu.

Ces qualités correspondent à des conditions minimales différentes indiquées au tableau 4; elles ont chacune leurs caractéristiques mécaniques propres.

1) Sauf mention particulière indiquée plus loin pour certains essais.

2) Actuellement au stade de projet.

5 DIAMÈTRE

5.1 Diamètre nominal du fil

Le diamètre nominal du fil est le diamètre en millimètres spécifié par le câbleur à la commande. Il est la base à partir de laquelle sont déterminées les valeurs de toutes les caractéristiques pour l'acceptation du fil.

5.2 Diamètre mesuré du fil

Le diamètre mesuré du fil est le diamètre obtenu par la moyenne arithmétique de deux mesurages effectués dans la même section, suivant deux directions perpendiculaires. Ces deux mesurages ne doivent pas différer de plus de la moitié de la tolérance donnée par le tableau 1 et leur moyenne arithmétique doit se situer dans les limites de tolérances fixées par ce tableau.

TABLEAU 1 — **Limites de dimensions et tolérances**

Valeurs en millimètres

Diamètres		Tolérances		
de (inclus)	à (exclu)	Fils clairs et fils zingués Qualité B	Fils zingués Qualité AB	Fils zingués Qualité A
0,20	0,25	± 0,010		
0,25	0,40			
0,40	0,50	± 0,015	± 0,015	± 0,030
0,50	0,60			
0,60	0,70			
0,70	0,80			
0,80	1,00			
1,00	1,20	± 0,020	± 0,020	± 0,040
1,20	1,30			
1,30	1,50			
1,50	1,60			
1,60	1,80	± 0,025	± 0,025	± 0,050
1,80	1,90			
1,90	2,00			
2,00	2,30			
2,30	2,40			
2,40	2,50	± 0,030		± 0,060
2,50	3,00			
3,00	3,20			
3,20	3,50			
3,50	3,70			

6 RÉSISTANCE À LA RUPTURE

6.1 Résistance nominale

La présente Norme Internationale est établie sur la base de trois résistances nominales à la rupture, à savoir :

1) pour les fils zingués de qualité A et AB seulement, la résistance dite 145[1], correspondant à 1 420 N/mm² au minimum (145 kgf/mm²);

2) pour les fils de toutes qualités, la résistance dite 160, correspondant à 1 570 N/mm² au minimum (160 kgf/mm²);

3) pour les fils clairs, les fils zingués de qualité B et les fils zingués de qualité AB, la résistance dite 180, correspondant à 1 170 N/mm² au minimum (180 kgf/mm²).

Ces valeurs nominales sont des limites inférieures de résistance. Les limites supérieures sont égales aux limites inférieures augmentées de :

390 N/mm² (40 kgf/mm²) pour les fils de diamètre inférieur à 0,5 mm;

350 N/mm² (36 kgf/mm²) pour les fils de diamètre compris entre 0,5 mm inclus et 1 mm exclu;

320 N/mm² (33 kgf/mm²) pour les fils de diamètre compris entre 1 mm inclus et 1,5 mm exclu;

290 N/mm² (30 kgf/mm²) pour les fils de diamètre compris entre 1,5 mm inclus et 2 mm exclu;

260 N/mm² (27 kgf/mm²) pour les fils de diamètre égal ou supérieur à 2 mm.

6.2 Essais

L'essai de traction doit être effectué conformément aux prescriptions de l'ISO 89; toutefois, compte tenu du nombre des essais de fils à effectuer pour le contrôle d'un lot, la vitesse d'application de la charge peut être plus élevée que prévu dans l'ISO 89, mais sans jamais excéder une vitesse qui produirait en 1 min une augmentation de 25 % de la distance entre les points d'amarrage. Utiliser de préférence une éprouvette de 150 mm.

En cas de contestation, les essais de traction doivent être effectués en appliquant strictement les directives de l'ISO 89, notamment en ce qui concerne la vitesse d'application de la charge.

1) Les fils de résistance 145 ne sont à utiliser que pour certains usages de la marine, de la pêche et de la batellerie.

7 RÉSISTANCE À LA TORSION SIMPLE

Les fils doivent, en fonction de leur diamètre et de leur résistance nominale à la traction, être à même de supporter avant rupture le nombre minimal de tours indiqué dans le tableau 2.

L'essai ne concerne que les fils de diamètre 0,5 mm et plus.

L'essai doit être effectué conformément aux prescriptions de l'ISO 136. La longueur de l'éprouvette, entre points d'amarrage, doit être de préférence égale à 100 d_1. Si cette longueur ne peut être adoptée, une autre valeur doit être fixée au gré du tréfileur; le nombre minimal de tours que le fil doit supporter doit, en fonction de cette nouvelle longueur, être proportionnel à celui qui est donné par le tableau 2, valable pour une longueur égale à 100 d_1.

8 RÉSISTANCE AUX PLIAGES ALTERNÉS

Les fils doivent, en fonction de leur diamètre et de leur résistance nominale à la traction, être à même de supporter avant rupture le nombre minimal de pliages alternés indiqué au tableau 3; le rayon de courbure des supports à utiliser, différent selon le diamètre des fils, y est également précisé.

L'essai ne concerne que les fils de diamètre 0,5 mm et plus.

Il doit être effectué conformément aux prescriptions de l'ISO 144.

TABLEAU 2 — **Nombre minimal de tours**

Diamètres mm		**Fils clairs et fils zingués Qualité B**		**Fils zingués Qualité AB**			**Fils zingués Qualité A**	
de	à	Résistance nominale		Résistance nominale			Résistance nominale	
(inclus)	(exclu)	160	180	145	160	180	145	160
0,20 0,25 0,40	0,25 0,40 0,50							
0,50 0,60 0,70 0,80	0,60 0,70 0,80 1,00	30	28	30	28	26	20	19
1,00 1,20	1,20 1,30	29	26	29	26	23	19	18
1,30 1,50 1,60	1,50 1,60 1,80	28	25	28	25	22	18	17
1,80 1,90 2,00	1,90 2,00 2,30	26	24	26	24	21	18	17
2,30 2,40 2,50	2,40 2,50 3,00	24	22				16	14
3,00 3,20	3,20 3,50	22	20				14	12
3,50	3,70	20	18				12	10

TABLEAU 3 — **Nombre minimal de pliages alternés**

Diamètre	Rayon de courbure des supports	Fils clairs et fils zingués Qualité B		Fils zingués Qualité AB			Fils zingués Qualité A	
		Résistance nominale		Résistance nominale			Résistance nominale	
mm	mm	160	180	145	160	180	145	160
0,50	1,25	7	6	7	6	5	6	5
0,55	1,75	13	12	13	12	11	11	10
0,60		11	10	11	10	9	9	8
0,65		9	8	9	8	7	8	7
0,70		8	7	8	7	6	7	6
0,75	2,5	15	14	15	14	13	13	12
0,80		14	13	14	13	12	12	11
0,85		13	12	13	12	11	11	10
0,90		12	11	12	11	10	10	9
0,95		11	10	11	10	9	9	8
1,00		10	9	10	9	8	9	8
1,10	3,75	17	16	17	16	15	15	14
1,20		15	14	15	14	13	13	12
1,30		13	12	13	12	11	11	10
1,40		11	10	11	10	9	9	8
1,50		10	9	10	9	8	8	7
1,60	5	13	12	13	12	11	11	10
1,70		12	11	12	11	10	10	9
1,80		11	10	11	10	9	9	8
1,90		10	9	10	9	8	8	7
2,00		9	8				7	7
2,10	7,5	13	12				11	10
2,20		12	11				10	9
2,30		11	10				9	8
2,40		10	9				8	7
2,50		9	8				7	7
2,60		9	8				6	6
2,70		8	7				6	6
2,80		8	7				5	5
2,90		7	6				5	4
3,00		6	5				4	3
3,10	10	9	8				8	6
3,20		8	7				7	6
3,30		8	7				7	5
3,40		7	6				6	5
3,50		7	6				6	5
3,60		7	6				6	5
3,70		7	6				6	5

NOTE — Si le diamètre du fil est compris entre deux diamètres consécutifs du tableau, prendre le nombre de pliages correspondant au diamètre immédiatement supérieur.

9 RÉSISTANCE À LA TRACTION SUR FIL NOUÉ

L'essai correspondant est réservé aux fils de diamètre inférieur à 0,5 mm et remplace les essais de torsion simple et de pliages alternés.

Les fils pourvus d'un noeud simple doivent être à même de supporter sans se rompre une charge au moins égale à 50 % de celle qui correspond à leur résistance nominale.

L'essai doit être effectué conformément aux prescriptions de l'ISO 89, avec la particularité qu'un noeud simple est fait au milieu de l'éprouvette.

10 FILS ZINGUÉS – CONTRÔLE DU REVÊTEMENT

Le revêtement des fils doit satisfaire à certaines conditions indiquées dans le tableau 4, concernant la masse minimale de zinc déposée par unité de surface, la continuité et l'uniformité du dépôt.

Le contrôle de la masse de zinc est effectué conformément à la méthode décrite dans l'Annexe A, celui de la continuité et de l'uniformité du revêtement, conformément à la méthode décrite dans l'Annexe B.

Pour les fils de la qualité A seulement, un essai d'adhérence du revêtement doit être effectué, conformément à la méthode décrite dans l'Annexe C.

11 CONDITIONS DE RÉCEPTION

Une méthode d'échantillonnage et les conditions de réception sont données dans l'ISO 2701.

TABLEAU 4 – **Masse de zinc et nombre d'immersions de 1 minute**

Diamètre des fils zingués[1] mm		**Zingage qualité B**[2]		**Zingage qualité AB**[2]		**Zingage qualité A**[2]	
		Résistances nominales 160 et 180		Résistances nominales 145, 160 et 180		Résistances nominales 145 et 160	
de (inclus)	à (exclu)	Masse minimale de zinc g/m²	Nombre d'immersions de 1 minute	Masse minimale de zinc g/m²	Nombre d'immersions de 1 minute	Masse minimale de zinc g/m²	Nombre d'immersions de 1 minute
0,20	0,25	20	pas d'essai				
0,25	0,40	30	pas d'essai				
0,40	0,50	40	pas d'essai	60	pas d'essai	75	1/2
0,50	0,60	50	pas d'essai	70	pas d'essai	90	1/2
0,60	0,70	60	1/2	85	1/2	110	1
0,70	0,80	60	1/2	85	1/2	110	1
0,80	1,00	70	1/2	95	1/2	130	1
1,00	1,20	80	1	110	1	150	1 1/2
1,20	1,30	90	1	120	1	165	1 1/2
1,30	1,50	90	1	120	1	165	1 1/2
1,50	1,60	100	1	130	1 1/2	180	2
1,60	1,80	100	1	130	1 1/2	180	2
1,80	1,90	100	1	130	1 1/2	180	2
1,90	2,00	110	1 1/2			205	2
2,00	2,30	110	1 1/2			205	2
2,30	2,40	110	1 1/2			205	2
2,40	2,50	110	1 1/2			205	2
2,50	3,00	125	1 1/2			230	2 1/2
3,00	3,20	125	1 1/2			230	2 1/2
3,20	3,50	135	2			250	3
3,50	3,70	135	2			250	3

1) Avant l'enlèvement du revêtement de zinc.

2) Le procédé de galvanisation n'est pas imposé.

ANNEXE A

DÉTERMINATION DE LA MASSE DE ZINC DÉPOSÉE PAR UNITÉ DE SURFACE

A.1 PRINCIPE

L'essai consiste à dissoudre, dans une solution d'acide chlorhydrique, le revêtement de zinc d'un échantillon de fil de dimensions déterminées. La masse du zinc ainsi dissous est déterminée soit par différence de masse de l'échantillon avant et après dissolution du revêtement (méthode gravimétrique) soit par mesurage du volume d'hydrogène dégagé au cours de la dissolution du revêtement (méthode gazométrique). En rapportant la masse de zinc ainsi déterminée à la surface de l'échantillon mesurée après dissolution du revêtement, on obtient la masse de zinc déposée par unité de surface.

La méthode gazométrique est considérée comme la plus commode. Toutefois, en cas de litige, la méthode gravimétrique sera prise comme méthode de contrôle consistant en une pesée précise de l'échantillon avant et après le détachement du revêtement de zinc.

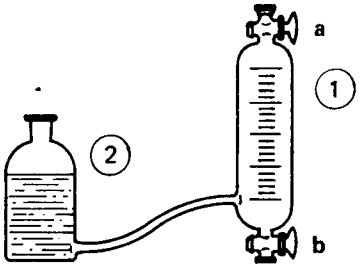
A.2 APPAREILLAGE

L'appareil utilisé comprend essentiellement les éléments suivants :

1) tube gradué au moins en millilitres, comportant un robinet à chaque extrémité;

2) flacon dont la tubulure inférieure se raccorde par un tuyau en caoutchouc à la base du tube gradué;

3) bécher servant à l'évacuation des échantillons.



A.3 PRÉSENTATION DES ÉPROUVETTES

Après redressage soigné des fils prélevés, on découpe des éprouvettes de longueur égale à :

300 mm pour les fils de diamètre inférieur à 1,00 mm;

150 mm pour les fils de diamètre compris entre 1,00 et 1,49 mm;

100 mm pour les fils de diamètre compris entre 1,5 et 3 mm;

50 mm pour les fils de diamètre supérieur à 3 mm.

A.4 MODE OPÉRATOIRE

Le robinet **b** étant fermé, on remplit le tube gradué et une partie du flacon avec une solution d'acide chlorhydrique avec addition d'un inhibiteur approprié, par exemple, hexaméthylènetétramine, trichlorure d'antimoine, trioxyde d'antimoine.

Le niveau du liquide est monté dans le tube gradué jusqu'à l'intérieur du boisseau du robinet **a** en élevant le flacon réservoir d'acide, de façon à faire correspondre les deux niveaux.

Après introduction de l'éprouvette du fil à essayer, le robinet **a** est fermé et l'hydrogène dégagé par l'attaque par l'acide du revêtement de zinc s'accumule à la partie supérieure du tube gradué.

Une fois le dégagement d'hydrogène terminé, on descend le flacon en regard du tube gradué, de façon à amener dans le même plan les niveaux de la solution dans le tube et dans le flacon. La position du ménisque du liquide dans le tube indique alors le volume d'hydrogène dégagé.

On recueille dans le flacon la plus grande partie de la solution contenue dans le tube gradué en posant le flacon sur la table et en ouvrant le robinet **a**.

On ouvre ensuite le robinet **b**, de façon à recueillir l'éprouvette de fil dans le bécher. Cette éprouvette est lavée et soigneusement essuyée avant d'en mesurer les dimensions.

L'essai est fait fil par fil, la température dans le tube étant maintenue à 20 ± 2 °C.

A.5 EXPRESSION DES RÉSULTATS

Le résultat est exprimé après l'essai de toutes les éprouvettes.

La masse, m, de zinc déposé par unité de surface, en grammes par mètre carré, est donnée par la formule

$$m = \frac{2\,720\,V}{\pi\,d\,l}$$

où

d est le diamètre du fil mis à nu, en millimètres;

l est la longueur d'une éprouvette du fil, en millimètres;

V est le volume moyen en millilitres (centimètres cubes), d'hydrogène dégagé au cours de chacun des essais.

S'il est avéré que la pression atmosphérique (p) n'est pas comprise dans les limites de 740 à 780 mmHg, la formule ci-dessus est à multiplier par le facteur $p/760$, où p est la pression barométrique, en millimètres de mercure.

En pratique, des tables permettent de lire directement la masse de zinc par mètre carré de surface de fil non revêtu, en fonction du diamètre de ce fil et du volume d'hydrogène dégagé.

Les masses à obtenir en fonction du diamètre du fil sont identiques dans le tableau 4.

ANNEXE B

CONTRÔLE DE LA CONTINUITÉ ET DE L'UNIFORMITÉ DU REVÊTEMENT

B.1 PRINCIPE

L'essai consiste à soumettre une éprouvette du fil à une ou plusieurs immersions successives (d'une durée donnée) dans une solution saturée de sulfate de cuivre, qui dissout progressivement le revêtement de zinc et révèle ainsi les défauts éventuels de la continuité de ce revêtement.

Le fait que le taux de solubilité du revêtement dans la solution de sulfate de cuivre varie sensiblement suivant les procédés de zingage utilisés, interdit toute autre conclusion précise quant à l'épaisseur du revêtement ou à ses qualités particulières de résistance aux diverses corrosions. L'essai d'immersion est seulement destiné à révéler une excentricité importante du revêtement ou tout autre défaut important d'uniformité qui peut exister même lorsque la masse de zinc par unité de surface est conforme à la présente Norme Internationale.

B.2 RÉACTIF

Le réactif employé est une solution saturée neuve de sulfate de cuivre, préparée à partir de sulfate de cuivre cristallisé ($SO_4Cu.5H_2O$), «pur pour analyse», à raison de 360 g de sel au minimum pour 1 l d'eau distillée, à la température de 20 ± 2 °C.

La mise en solution doit être faite entièrement à froid. En aucun cas, même pour parfaire cette solution, on ne doit chauffer la liqueur. Pour éviter que l'opération ne prenne un temps trop considérable, on peut opérer comme suit : le sel à dissoudre est broyé, puis épuisé par des fractions successives de l'eau à utiliser; quand le sel est complètement dissous, on réunit les différentes solutions partielles et on agite. Comme preuve de saturation, un peu de sel non dissous restera au fond du récipient.

L'emploi de sulfate de cuivre «pur pour analyse» ne dispense pas de la nécessité de neutraliser la solution par un excès d'oxyde de cuivre chimiquement pur (1 g par litre de solution) et de laisser reposer au moins 24 h avant de décanter la solution avant emploi.

B.3 PRÉPARATION DES ÉPROUVETTES

L'éprouvette est constituée par un tronçon de fil d'environ 250 mm de longueur, sommairement redressé à la main. Cette éprouvette doit être complètement dégraissée au benzène ou au trichloréthylène. Elle doit être ensuite rincée à l'eau distillée et essuyée avec de l'ouate propre. Elle ne doit plus, dès lors, être saisie que par la partie non destinée à être immergée.

B.4 MODE OPÉRATOIRE

On prélève le réactif ci-dessus spécifié dans un récipient en verre d'au moins 8 cm de diamètre intérieur, de façon à le remplir sur une hauteur d'au moins 10 cm.

On soumet l'éprouvette de fil à des immersions successives dans ce réactif, qui doit être maintenu à une température de 20 ± 2 °C.

L'éprouvette, maintenue verticalement, ne doit pas toucher les parois du récipient, ni être agitée pendant la période d'immersion.

Après chaque immersion, le cuivre déposé, mais non adhérent, doit être enlevé par essuyage avec du coton hydrophile sous un courant d'eau.

Le nombre et la durée des immersions à faire subir à chaque éprouvette, fixés en fonction du diamètre du fil, sont indiqués dans le tableau 4.

Pour gagner du temps, on peut procéder à l'essai simultané de six éprouvettes au maximum, à condition que ces éprouvettes ne se touchent pas.

La solution utilisée sera renouvelée chaque fois que la série des essais effectués aura conduit à une dissolution maximale de 5 g de zinc par litre de réactif.

B.5 INTERPRÉTATION DE L'ÉPREUVE

Après le nombre d'immersions spécifié dans le tableau 4, le rinçage final et l'essuyage, l'éprouvette ne doit présenter aucun dépôt brillant et adhérent de cuivre de couleur rouge saumon métallique sur l'acier. Tout dépôt de cuivre métallique à moins de 25 mm de l'extrémité n'est pas retenu.

De même, un dépôt de cuivre adhérent sur une partie de l'éprouvette qui aurait subi une détérioration accidentelle par frottement ou déformation mécanique ne sera pas pris en considération.

Enfin, en cas de doute sur la nature réelle ou l'adhérence du dépôt, il pourra être procédé à un nouvel essai sur une autre éprouvette prélevée sur la même botte de fil.

ANNEXE C

CONTRÔLE DE L'ADHÉRENCE DU REVÊTEMENT DE ZINC

C.1 PRINCIPE

L'essai consiste à enrouler une éprouvette de fil sur un mandrin de diamètre déterminé.

C.2 PRÉPARATION DES ÉPROUVETTES

L'éprouvette est constituée par un tronçon de fil de longueur suffisante pour permettre l'exécution correcte de l'essai.

C.3 MODE OPÉRATOIRE

L'éprouvette est enroulée sur un mandrin cylindrique de manière à former dix spires jointives. Le rapport entre le diamètre du mandrin et celui du fil est indiqué dans le tableau 5.

L'enroulement doit être effectué à une vitesse aussi uniforme que possible et, en tout cas, suffisamment réduite pour ne provoquer aucun échauffement sensible du revêtement.

TABLEAU 5 — **Rapport entre le diamètre du mandrin et le diamètre du fil**

Qualité de zingage	Rapport entre le diamètre du mandrin et le diamètre du fil	
	Fils de diamètre 0,3 à 1,45 mm	Fils de diamètre 1,5 mm et plus
A	4	6
B	2	3

C.4 EXPRESSION DES RÉSULTATS

Après enroulement sur le mandrin de diamètre convenable, la face extérieure des spires ne doit présenter ni exfoliations, ni craquelures importantes du revêtement de zinc.

En conséquence, on considère le revêtement comme satisfaisant, si de petites craquelures, éventuellement décelées après examen à l'oeil nu, ne permettent pas de détacher le revêtement de zinc par simple frottement avec les doigts, l'usage de l'ongle étant exclu.