
Aciers inoxydables pour ressorts —

**Partie 1:
Fils**

Stainless steels for springs —

Part 1: Wire

**iTeh STANDARD PREVIEW
(standards.iteh.ai)**

ISO 6931-1:2016

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/085f41ca-6a67-4aa7-b0da-7b610361dc11/iso-6931-1-2016>



iTeh STANDARD PREVIEW
(standards.iteh.ai)

ISO 6931-1:2016

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/085f41ca-6a67-4aa7-b0da-7b610361dc11/iso-6931-1-2016>



DOCUMENT PROTÉGÉ PAR COPYRIGHT

© ISO 2016

Tous droits réservés. Sauf prescription différente ou nécessité dans le contexte de sa mise en œuvre, aucune partie de cette publication ne peut être reproduite ni utilisée sous quelque forme que ce soit et par aucun procédé, électronique ou mécanique, y compris la photocopie, ou la diffusion sur l'internet ou sur un intranet, sans autorisation écrite préalable. Une autorisation peut être demandée à l'ISO à l'adresse ci-après ou au comité membre de l'ISO dans le pays du demandeur.

ISO copyright office
Case postale 401 • Ch. de Blandonnet 8
CH-1214 Vernier, Genève
Tél.: +41 22 749 01 11
Fax: +41 22 749 09 47
E-mail: copyright@iso.org
Web: www.iso.org

Publié en Suisse

Sommaire

Page

Avant-propos	iv
1 Domaine d'application	1
2 Normative references	1
3 Informations devant être fournies par l'acheteur	2
4 Exigences	2
4.1 Procédé de fabrication	2
4.2 Forme de livraison	2
4.3 Finition de surface	2
4.4 Composition chimique	2
4.5 Caractéristiques mécaniques.....	3
4.6 Caractéristiques technologiques.....	6
4.6.1 Essai de boudinage	6
4.6.2 Essai d'enroulement.....	6
4.6.3 Essai de pliage simple.....	6
4.7 Conditions de livraison du fil en couronnes, en bobines ou sur tourets.....	6
4.7.1 Généralités	6
4.7.2 Taille des couronnes	7
4.7.3 Plés circulaires de fil.....	7
4.7.4 Plés spiralés du fil.....	7
4.8 Qualité de surface.....	8
4.9 Santé interne.....	8
4.10 Dimensions et tolérances dimensionnelles.....	8
4.10.1 Tolérances de diamètre.....	8
4.11 Ovalisation	9
4.11.1 Tolérance sur les longueurs droites et coupées.....	9
5 Essai et contrôle	10
5.1 Contrôle et documents de contrôle.....	10
5.2 Programme d'essai spécifique.....	10
5.3 Échantillonnage.....	12
5.4 Méthodes d'essai.....	12
5.4.1 Composition chimique.....	12
5.4.2 Essai de traction.....	12
5.4.3 Essai de boudinage	12
5.4.4 Essai d'enroulement.....	12
5.4.5 Essai pliage simple.....	12
5.4.6 Essai de torsion alternée.....	12
5.4.7 Plé du fil.....	13
5.5 Contre-essais	13
6 Marquage et emballage	13
Annexe A (informative) Informations complémentaires	14
Bibliographie	19

Avant-propos

L'ISO (Organisation internationale de normalisation) est une fédération mondiale d'organismes nationaux de normalisation (comités membres de l'ISO). L'élaboration des Normes internationales est en général confiée aux comités techniques de l'ISO. Chaque comité membre intéressé par une étude a le droit de faire partie du comité technique créé à cet effet. Les organisations internationales, gouvernementales et non gouvernementales, en liaison avec l'ISO participent également aux travaux. L'ISO collabore étroitement avec la Commission électrotechnique internationale (IEC) en ce qui concerne la normalisation électrotechnique.

Les procédures utilisées pour élaborer le présent document et celles destinées à sa mise à jour sont décrites dans les Directives ISO/IEC, Partie 1. Il convient, en particulier de prendre note des différents critères d'approbation requis pour les différents types de documents ISO. Le présent document a été rédigé conformément aux règles de rédaction données dans les Directives ISO/IEC, Partie 2 (voir www.iso.org/directives).

L'attention est appelée sur le fait que certains des éléments du présent document peuvent faire l'objet de droits de propriété intellectuelle ou de droits analogues. L'ISO ne saurait être tenue pour responsable de ne pas avoir identifié de tels droits de propriété et averti de leur existence. Les détails concernant les références aux droits de propriété intellectuelle ou autres droits analogues identifiés lors de l'élaboration du document sont indiqués dans l'Introduction et/ou dans la liste des déclarations de brevets reçues par l'ISO (voir www.iso.org/brevets).

Les appellations commerciales éventuellement mentionnées dans le présent document sont données pour information, par souci de commodité, à l'intention des utilisateurs et ne sauraient constituer un engagement.

Pour une explication de la signification des termes et expressions spécifiques de l'ISO liés à l'évaluation de la conformité, ou pour toute information au sujet de l'adhésion de l'ISO aux principes de l'OMC concernant les obstacles techniques au commerce (OTC), voir le lien suivant: Avant-propos — Informations supplémentaires.

Le comité chargé de l'élaboration du présent document est l'ISO/TC 17, *Acier*, sous-comité SC 4, *Aciers pour traitements thermiques et aciers alliés*.

Cette troisième édition annule et remplace la deuxième édition (ISO 6931-1:1994), qui a fait l'objet d'une révision technique.

L'ISO 6931 comprend les parties suivantes, présentées sous le titre général *Aciers inoxydables pour ressorts*:

- *Partie 1: Fils*
- *Partie 2: Feuillard*

Aciers inoxydables pour ressorts —

Partie 1: Fils

1 Domaine d'application

La présente partie de l'ISO 6931 spécifie les nuances d'acier inoxydable qui sont habituellement utilisées à l'état tréfilé à froid sous forme de fils de section transversale circulaire d'un diamètre pouvant atteindre 10,00 mm, destinés à la fabrication de ressorts et de parties de ressorts soumis à des effets corrosifs et parfois à des températures moyennement élevées (voir [Annexe A](#)).

Certaines des nuances d'acier couvertes par l'ISO 16143-2 sont également utilisées dans une moindre mesure pour la fabrication de ressorts. Dans ces cas, les caractéristiques mécaniques (résistance à la traction, etc.) feront l'objet d'un accord entre l'acheteur et le producteur. De la même manière, il est possible de commander des fils dont les diamètres sont compris entre 10,00 mm et 15,00 mm, sur la base des spécifications de la présente partie de l'ISO 6931; dans ce cas, les parties s'entendront sur les caractéristiques mécaniques requises.

Outre les spécifications de la présente partie de l'ISO 6931, les conditions techniques générales de livraison de l'ISO 404 sont applicables.

2 Normative references

Les documents suivants, en tout ou partie, sont référencés de manière normative dans le présent document et sont indispensables pour son application. Pour les références datées, seule l'édition citée s'applique. Pour les références non datées, la dernière édition du document de référence s'applique (y compris les éventuels amendements).

ISO 377, *Acier et produits en acier — Position et préparation des échantillons et éprouvettes pour essais mécaniques*

ISO 404, *Aciers et produits sidérurgiques — Conditions générales techniques de livraison*

ISO 6892-1, *Matériaux métalliques — Essai de traction — Partie 1: Méthode d'essai à température ambiante*

ISO 10474, *Aciers et produits sidérurgiques — Documents de contrôle*

ISO 14284, *Fontes et aciers — Prélèvement et préparation des échantillons pour la détermination de la composition chimique*

ISO 15510, *Aciers inoxydables — Composition chimique*

ISO 16143-2, *Aciers inoxydables pour usage général — Partie 2: Demi-produits, barres, fils machine et profils en acier résistant à la corrosion*

ISO 22034-1, *Fil et produits de fil en acier — Partie 1: Méthodes d'essai générales*

ISO 22034-2, *Fil produits de fil en acier — Partie 2: Tolérances sur les dimensions des fils*

ISO/TS 4949, *Désignations des aciers fondées sur des lettres symboles*

ISO/TR 9769, *Aciers et fontes — Vue d'ensemble des méthodes d'analyse disponibles*

3 Informations devant être fournies par l'acheteur

L'acheteur doit clairement indiquer, dans son appel d'offres ou dans sa commande, la désignation du produit et les informations suivantes:

- a) la quantité requise;
- b) le terme fil pour ressort ou redressé et coupé à longueur;
- c) la référence de la présente partie de l'ISO 6931: ISO 6931-1;
- d) la nuance de l'acier (voir [Tableau 1](#)); et pour les nuances 4301-304-00-I, 4310-301-00-I et 4462-318-03-I, également le niveau de résistance à la traction (voir [Tableau 2](#));
- e) le diamètre nominal du fil et la classe pour la tolérance de diamètre (voir [Tableau 5](#)) et pour les fils coupés à longueur, la longueur et la classe de tolérance de la longueur (voir [Tableau 6](#));
- f) la finition de surface (voir [4.3](#), c'est à dire le revêtement);
- g) la forme de livraison (voir [4.2](#));
- h) le type de document de contrôle à fournir (voir [5.1](#));
- i) tout accord particulier conclu.

EXEMPLE 2 t de fil en acier inoxydable pour ressort conformément à la présente partie de l'ISO 6931, de nuance 4310-301-00-I, de niveau normal de résistance à la traction et de diamètre nominal 2,50 mm, de classe de tolérance de diamètre T15, en bobines avec un document de contrôle 3.1 suivant l'ISO 10474.

2 t de fil d'acier pour ressort ISO 6931-1:4310-301-00-I-NS-2,50 T15 - en bobines, ISO 10474 - 3.1

4 Exigences

ISO 6931-1:2016
<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/085f41ca-6a67-4aa7-b0da-7b610361dc11/iso-6931-1-2016>

4.1 Procédé de fabrication

Sauf accord contraire au moment de la commande, il appartient au fabricant de choisir les procédés de fabrication utilisés pour l'élaboration du fil en acier inoxydable. La condition de départ (+AT: hypertrempé) du fil (machine) est spécifiée dans l'ISO 16143-2.

4.2 Forme de livraison

Le fil doit être livré en bobines, en couronnes, sur tourets sans support ou dans des paniers. Plusieurs bobines peuvent être groupées dans un panier. Sauf spécification contraire, le choix d'une forme de livraison doit être laissé au fabricant. Celui-ci doit toutefois informer l'acheteur de la forme de la livraison.

Les exigences de livraison sont spécifiées en [4.7](#). Le fil en longueurs droites est généralement fourni en fardeaux.

4.3 Finition de surface

Le fil peut être revêtu ou non. Le revêtement spécifique et la finition de surface du fil pour ressorts en acier inoxydable doivent faire l'objet d'un accord au moment de l'appel d'offres et de la commande; ils peuvent par exemple être: non revêtus, à finition polie, ou nickelés.

4.4 Composition chimique

4.4.1 Les exigences relatives à la composition chimique indiquée au [Tableau 1](#) s'appliquent à l'analyse de coulée.

4.4.2 Les écarts admissibles de l'analyse sur produit par rapport aux valeurs spécifiées au [Tableau 1](#) doivent être conformes aux dispositions de l'ISO 16143-2. Pour une même coulée, l'écart d'un élément à l'analyse sur produit peut être seulement inférieur à la valeur minimale ou seulement supérieur à la valeur maximale de l'étendue spécifiée pour l'analyse de coulée, mais pas les deux en même temps.

Tableau 1 — Composition chimique (analyse de coulée)

Nuance d'acier		% en masse ^{a, b}								
Désignation symbolique ^c	Désignation numérique ^c	C	Si	Mn	P	S	Cr	Mo	Ni	Autres éléments
Aciers austénitiques										
X10CrNi18-8	4310-301-00-I	0,05 à 0,15	2,00	2,00	0,045	0,015 ^f	16,0 à 19,0	0,80	6,0 à 9,5	N: 0,10
X9CrNi18-9	4325-302-00-E	0,030 à 0,15	1,00	2,00	0,045	0,030	17,0 à 19,0	-	8,0 à 10,0	N: 0,10
X5CrNiN19-9	4315-304-51-I	0,08	1,00	2,50	0,045	0,030	18,0 à 20,0	-	7,0 à 10,5	N: 0,10 à 0,30 Nb: 0,15
X5CrNi18-10	4301-304-00-I	0,07	1,00	2,00	0,045	0,015 ^f	17,5 à 19,5	-	8,0 à 10,5	N: 0,10
X5CrNiMo17-12-2 ^d	4401-316-00-I ^d	0,07	1,00	2,00	0,045	0,015 ^f	16,5 à 18,5	2,00 à 3,0	10,0 à 13,0	N: 0,10
X1NiCrMo-Cu25-20-5	4539-089-04-I	0,020	0,75	2,00	0,035	0,015	19,0 à 22,0	4,0 à 5,0	23,5 à 26,0	N: 0,15 Cu: 1,20 à 2,00
Acier austéno-ferritique (duplex)										
X2CrNi-MoN22-5-3	4462-318-03-I	0,030	1,00	2,00	0,035	0,015	21,0 à 23,0	2,50 à 3,5	4,5 à 6,5	N: 0,10 à 0,22
Acier à durcissement par précipitation										
X7CrNiAl17-7	4568-177-00-I	0,09	0,70	1,00	0,040	0,015	16,0 à 18,0	-	7,0 à 8,5 ^e	Al: 0,70 à 1,50
<p>^a Valeurs maximales, sauf indication contraire.</p> <p>^b D'autres compositions chimiques peuvent être utilisées après accord.</p> <p>^c Les désignations symboliques et numériques sont établies respectivement conformément à l'ISO/TS 4949 et l'ISO 15510.</p> <p>^d L'acier 4436-316-00-I peut être utilisé pour obtenir une résistance à la corrosion plus élevée que celle de l'acier 4401-316-00-I, les spécifications de la présente partie de l'ISO 6931 étant applicables à l'acier 4401-316-00-I.</p> <p>^e Dans l'ISO 15510 et l'ISO 16143, cette nuance d'acier est donnée avec 6,5 % à 7,8 % de Ni; pour l'application des ressorts, ces valeurs sont portées aux valeurs indiquées dans le tableau.</p> <p>^f Ces aciers sont donnés dans l'ISO 15510 et l'ISO 16143 avec S max. 0,030; pour l'application des ressorts, cette valeur est diminuée jusqu'à la valeur indiquée dans le tableau.</p>										

4.5 Caractéristiques mécaniques

4.5.1 Concernant la résistance à la traction à l'état tréfilé, les valeurs indiquées au [Tableau 2](#) doivent s'appliquer.

Tableau 2 — Résistance à la traction à l'état treffilé

Diamètre nominal mm ^f	Résistance à la traction (MPa) ^{a b c d e f} des nuances d'acier suivantes																		
	4310-301-00-1		4325-302-00-E 4315-304-51-1		4301-304-00-1		4401-316-00-1		4539-089-04-1		4462-318-03-1		4568-177-00-1 ^g						
	Résistance standard à la traction (NS) min. max.	Résistance élevée à la traction (HS) min. max.	min. max.	Résistance standard à la traction (NS) min. max.	Résistance élevée à la traction (HS) min. max.	min. max.	Résistance standard à la traction (NS) min. max.	Résistance élevée à la traction (HS) min. max.	min. max.	Résistance standard à la traction (NS) min. max.	Résistance élevée à la traction (HS) min. max.	min. max.	Résistance standard à la traction (NS) min. max.	Résistance élevée à la traction (HS) min. max.					
$d \leq 0,20$	2 200	2 530	2 350	2 710	2 150	2 400	2 000	2 150	2 300	1 725	1 990	1 600	1 840	2 150	2 480	2 370	2 730	1 975	2 280
$0,20 < d \leq 0,30$	2 150	2 480	2 300	2 650	2 050	2 300	1 975	2 050	2 280	1 700	1 960	1 550	1 790	2 100	2 420	2 370	2 730	1 950	2 250
$0,30 < d \leq 0,40$	2 100	2 420	2 250	2 590	2 050	2 300	1 925	2 050	2 220	1 675	1 930	1 550	1 790	2 000	2 300	2 370	2 730	1 925	2 220
$0,40 < d \leq 0,50$	2 050	2 360	2 200	2 530	1 950	2 200	1 900	1 950	2 190	1 650	1 900	1 500	1 750	2 000	2 300	2 370	2 730	1 900	2 190
$0,50 < d \leq 0,65$	2 000	2 300	2 150	2 480	1 900	2 150	1 850	1 950	2 130	1 625	1 870	1 450	1 670	1 900	2 190	2 370	2 730	1 850	2 130
$0,65 < d \leq 0,80$	1 950	2 250	2 100	2 420	1 850	2 100	1 800	1 850	2 070	1 600	1 840	1 450	1 670	1 900	2 190	2 230	2 570	1 825	2 100
$0,80 < d \leq 1,00$	1 900	2 190	2 050	2 360	1 850	2 100	1 775	1 850	2 050	1 575	1 820	1 400	1 610	1 800	2 070	2 140	2 470	1 800	2 070
$1,00 < d \leq 1,25$	1 850	2 130	2 000	2 300	1 750	2 000	1 725	1 750	1 990	1 550	1 790	1 350	1 560	1 800	2 070	2 090	2 410	1 750	2 020
$1,25 < d \leq 1,50$	1 800	2 070	1 950	2 250	1 700	1 950	1 675	1 750	1 930	1 500	1 730	1 350	1 560	1 700	1 960	2 090	2 410	1 700	1 960
$1,50 < d \leq 1,75$	1 750	2 020	1 900	2 190	1 650	1 900	1 625	1 650	1 870	1 450	1 670	1 300	1 500	1 700	1 960	2 000	2 300	1 650	1 900
$1,75 < d \leq 2,00$	1 700	1 960	1 850	2 130	1 650	1 900	1 575	1 650	1 820	1 400	1 610	1 300	1 500	1 700	1 960	2 000	2 300	1 600	1 840
$2,00 < d \leq 2,50$	1 650	1 900	1 750	2 020	1 550	1 800	1 525	1 550	1 760	1 350	1 560	1 300	1 500	1 550	1 790	1 900	2 190	1 550	1 790
$2,50 < d \leq 3,00$	1 600	1 840	1 700	1 960	1 450	1 700	1 475	1 550	1 700	1 300	1 500	1 300	1 500	1 550	1 790	1 860	2 140	1 500	1 730

Les nuances 4310-301-00-1 et 4462-318-03-1 peuvent être livrées avec une résistance standard à la traction (NS) qu'avec une résistance élevée à la traction (HS).

En ce qui concerne l'acier 4568-177-00-1, les caractéristiques du ressort ne sont pas seulement déterminées par les caractéristiques du fil à l'état treffilé, mais également par le traitement thermique du ressort (voir A.2). Par conséquent, il convient que la qualité de l'acier lui permette de présenter certaines caractéristiques mécaniques dans des conditions de traitement thermique après le treffilage.

a Résistance à la traction calculée sur le diamètre réel.

b L'étendue des valeurs de résistance à la traction, dans un lot de production de la même coulée, doit être au plus égale à 9 % des valeurs minimales indiquées dans ce tableau.

c Après dressage, il est reconnu que la résistance à la traction peut être réduite jusqu'à 10 % maximum, mais les valeurs minimales de ce tableau doivent être satisfaites.

d Lorsqu'une meilleure aptitude au formage est requise, les parties peuvent convenir de valeurs de résistance à la traction plus faibles.

e Le fil est livré à l'état treffilé à froid. La résistance à la traction du ressort fini peut être considérablement modifiée par un traitement thermique; en particulier, un durcissement par précipitation de la nuance 4568-177-00-1 conduit à une résistance à la traction bien plus élevée (voir A.5.2 et Tableau A.3).

f Des diamètres plus grands peuvent être spécifiés. Dans ce cas, les parties concernées doivent convenir de la résistance à la traction au moment de l'appel d'offres et de la commande.

g Lorsque l'essai de traction de 4568-177-00-1 est effectué sur l'éprouvette après un traitement thermique de durcissement par précipitation (refroidissement à l'air après chauffage à 470 ± 20 °C pendant 1 h maximum) comme convenu entre l'acheteur et le fournisseur, l'augmentation de la résistance à la traction doit être de 250 MPa ou plus. Cette exigence s'applique aux diamètres nominaux $\leq 6,0$ mm.

Tableau 2 (suite)

Diamètre nominal mm ^f	Résistance à la traction (MPa) ^{abcdef} des nuances d'acier suivantes																
	4310-301-00-I		4325-302-00-E 4315-304-51-I		4301-304-00-I		4401-316-00-I		4539-089-04-I		4462-318-03-I		4568-177-00-I ^g				
	Résistance standard à la traction (NS) min.	Résistance élevée à la traction (HS) max.	min.	max.	Résistance standard à la traction (NS) min.	Résistance élevée à la traction (HS) max.	min.	max.	min.	max.	Résistance standard à la traction (NS) min.	Résistance élevée à la traction (HS) max.	min.	max.			
3,00 < d ≤ 3,50	1 550	1 790	1 650	1 900	1 450	1 700	1 640	1 250	1 440	1 300	1 500	1 550	1 790	1 850	2 050	1 450	1 670
3,50 < d ≤ 4,25	1 500	1 730	1 600	1 840	1 400	1 700	1 610	1 225	1 410	1 250	1 440	1 450	1 670	1 750	1 950	1 400	1 610
4,25 < d ≤ 5,00	1 450	1 670	1 550	1 790	1 350	1 600	1 560	1 200	1 380	1 250	1 440	1 450	1 670	1 700	1 900	1 350	1 560
5,00 < d ≤ 6,00	1 400	1 610	1 500	1 730	1 300	1 600	1 500	1 150	1 330	1 250	1 440	1 350	1 560	-	-	1 300	1 500
6,00 < d ≤ 7,00	1 350	1 560	1 450	1 670	1 270	1 520	1 440	1 125	1 300	1 200	1 380	1 350	1 560	-	-	1 250	1 440
7,00 < d ≤ 8,50	1 300	1 500	1 400	1 610	1 200	1 380	1 380	1 075	1 240	1 150	1 330	-	-	-	-	1 250	1 440
8,50 < d ≤ 10,00	1 250	1 440	1 350	1 560	1 175	1 230	1 360	1 050	1 210	-	-	-	-	-	-	1 250	1 440

Les nuances 4310-301-00-I et 4462-318-03-I peuvent être livrées avec une résistance standard à la traction (NS) ou avec une résistance élevée à la traction (HS).

En ce qui concerne l'acier 4568-177-00-I, les caractéristiques du ressort ne sont pas seulement déterminées par les caractéristiques du fil à l'état tréfilé, mais également par le traitement thermique du ressort (voir A.2). Par conséquent, il convient que la qualité de l'acier lui permette de présenter certaines caractéristiques mécaniques dans des conditions de traitement thermique après le tréfilage.

a Résistance à la traction calculée sur le diamètre réel.

b L'étendue des valeurs de résistance à la traction, dans un lot de production de la même cotée, doit être au plus égale à 9 % des valeurs minimales indiquées dans ce tableau.

c Après dressage, il est reconnu que la résistance à la traction peut être réduite jusqu'à 10 % maximum, mais les valeurs minimales de ce tableau doivent être satisfaites.

d Lorsqu'une meilleure aptitude au formage est requise, les parties peuvent convenir de valeurs de résistance à la traction plus faibles.

e Le fil est livré à l'état tréfilé à froid. La résistance à la traction du ressort fini peut être considérablement modifiée par un traitement thermique; en particulier, un durcissement par précipitation de la nuance 4568-177-00-I conduit à une résistance à la traction bien plus élevée (voir A.5.2 et Tableau A.3).

f Des diamètres plus grands peuvent être spécifiés. Dans ce cas, les parties concernées doivent convenir de la résistance à la traction au moment de l'appel d'offres et de la commande.

g Lorsque l'essai de traction de 4568-177-00-I est effectué sur l'éprouvette après un traitement thermique de durcissement par précipitation (refroidissement à l'air après chauffage à 470 ± 20 °C pendant 1 h maximum) comme convenu entre l'acheteur et le fournisseur, l'augmentation de la résistance à la traction doit être de 250 MPa ou plus. Cette exigence s'applique aux diamètres nominaux ≤ 6,0 mm.

4.5.2 Outre les exigences du [Tableau 2](#), l'étendue maximale de la résistance à la traction au sein d'un conditionnement unitaire (couronnes, bobines ou tourets individuels, etc.) doit satisfaire celles du [Tableau 3](#).

En ce qui concerne les longueurs droites et coupées, les valeurs du [Tableau 3](#) sont applicables aux différents fardeaux.

Tableau 3 — Étendue de la résistance à la traction au sein d'un conditionnement unitaire (couronne/bobine/fardeau)

Diamètre du fil, d mm	Étendue maximale MPa
$d \leq 1,50$	100
$1,50 < d \leq 10,00$	70

4.6 Caractéristiques technologiques

4.6.1 Essai de boudinage

Afin d'évaluer l'uniformité de l'enroulement du fil et son état de surface, l'essai de boudinage peut être effectué sur un fil de diamètre compris entre 0,50 mm et 1,50 mm. Le boudin formé conformément à [5.4.3](#) doit présenter une surface sans défauts et sans fissuration ou rupture; la bobine doit présenter un pas uniforme des spires et une bonne régularité dimensionnelle de son diamètre.

Bien que l'utilité de cet essai ne soit généralement pas reconnue, il a été adopté car il permet la détection de contraintes internes. En cas de doute sur les résultats d'essai, il convient de ne pas refuser le fil immédiatement et il convient que les parties concernées tentent de remédier aux causes du problème.

4.6.2 Essai d'enroulement

L'essai d'enroulement peut être réalisé sur un fil de diamètre compris entre 0,30 mm et 3,00 mm. Le fil ne doit laisser apparaître aucun signe de fissures ou imperfections de surface lorsqu'il est étroitement enroulé sur huit spires autour d'un mandrin de diamètre égal à celui du fil (voir également [5.4.4](#)).

4.6.3 Essai de pliage simple

Si nécessaire, l'essai de pliage peut être réalisé sur un fil de diamètre supérieur à 3,00 mm. Le fil doit résister à l'essai et ne présenter aucun signe de rupture (voir également [5.4.5](#)).

NOTE Dans certaines applications, le matériau est fortement déformé par le pliage. C'est par exemple le cas des ressorts de traction à boucles serrées, des ressorts avec cambrage sur tiges, des pièces de forme, etc. Dans de tels cas, l'essai de pliage constitue un essai très proche de la condition d'utilisation.

4.7 Conditions de livraison du fil en couronnes, en bobines ou sur tourets

4.7.1 Généralités

Le fil de chaque couronne doit consister en une seule longueur de fil provenant d'une seule et même coulée. Il ne doit présenter aucun vrillage.

Lorsque le fil est livré en bobines sur des tourets sans support central ou dans des paniers, une proportion pouvant atteindre jusqu'à 10 % de ces derniers peut inclure au maximum deux longueurs de fil. Les liaisons doivent être correctement réalisées, marquées et étiquetées de façon adaptée, sauf accord contraire.

4.7.2 Taille des couronnes

Sauf accord contraire, le diamètre intérieur des emballages unitaires (couronnes, bobines ou tourets) doit atteindre au moins les valeurs indiquées au [Tableau 4](#).

**Tableau 4 — Diamètre du fil et diamètre intérieur minimal associé du conditionnement
diamètre interne minimum de la bobine associée**

Diamètre du fil, d mm	Diamètre intérieur minimal mm
$d \leq 0,18$	Par accord au moment de l'appel d'offres et de la commande
$0,18 < d \leq 0,28$	100
$0,28 < d \leq 0,50$	150
$0,50 < d \leq 0,70$	180
$0,70 < d \leq 1,60$	250
$1,60 < d \leq 4,50$	400
$4,50 < d$	500

4.7.3 Plés circulaires de fil

Le fil doit être enroulé en plés uniformes et d'une forme circulaire. Sauf spécification contraire, le diamètre de la spire du fil livré en couronnes ou en bobines peut augmenter lorsque les fils de lien sont retirés mais sauf accord entre le producteur et l'acheteur, il convient qu'il ne tombe jamais en dessous des dimensions du diamètre intérieur initial du plé. L'augmentation de diamètre doit être à peu près homogène au sein d'un même emballage unitaire et au sein de toutes les unités d'un même lot de production.

ISO 6931-1:2016

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/085f41ca-6a67-4aa7-b0da-7b610361dc11/iso-6931-1-2016>

4.7.4 Plés spiralés du fil

Le fil doit être enroulé en plés inertes, sans plés spiralés. Concernant les fils de diamètre inférieur à 5,00 mm, on doit considérer que cette exigence est respectée lorsque la condition suivante est remplie:

Une spire prélevée sur une unité d'emballage et suspendue librement à un crochet peut présenter un déplacement axial, f_a , à ses deux extrémités (voir [Figure 1](#)). Ce déplacement f_a ne doit pas dépasser la valeur donnée par la Formule (1):

$$f_a \leq \frac{0,2W}{\sqrt[4]{d}}$$

où

f_a est le déplacement axial, en millimètres;

W est le diamètre de la spire libre, en millimètres;

d est le diamètre du fil, en millimètres.