
NORME INTERNATIONALE **ISO** 2020



2020

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

Câbles en acier souple pour commandes d'aéronefs – Spécifications techniques

Première édition 1973-02-15

20

CDU 629.7.062-427

Réf. N° : ISO 2020-1973 (F)

Descripteurs : commande d'aéronef, câble métallique, spécification, caractéristiques, propriétés mécaniques, essai, marquage.

Prix basé sur 5 pages

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.

La Norme Internationale ISO 2020 a été établie par le Comité Technique ISO/TC 20, *Aéronautique et espace*.

Elle fut approuvée en février 1971 par les Comités Membres des pays suivants :

Australie	France	Royaume-Uni
Brésil	Israël	Tchécoslovaquie
Canada	Italie	Thaïlande
Corée, Rép. de	Japon	U.R.S.S.
Egypte, Rép. arabe d'	Nouvelle-Zélande	
Espagne	Pays-Bas	

Les Comités Membres des pays suivants ont désapprouvé le document pour des raisons techniques :

Allemagne
Belgique
U.S.A.

Câbles en acier souple pour commandes d'aéronefs – Spécifications techniques

1 OBJET ET DOMAINE D'APPLICATION

La présente Norme Internationale spécifie les conditions techniques auxquelles doivent satisfaire les câbles souples du type «préformé», destinés aux commandes d'aéronefs et constitués soit de fil en acier au carbone, soit de fil en acier inoxydable.

2 DÉFINITIONS¹⁾

2.1 fil : Chaque brin d'acier cylindrique élémentaire.

2.2 toron : Élément de câble formé d'un ensemble de plusieurs fils de forme et de dimensions appropriées, disposés en hélice, sur une ou plusieurs couches.

2.3 câble : Ensemble de plusieurs torons disposés en hélice, sur une ou plusieurs couches.

2.4 câble préformé : Câble dont les fils et les torons sont, au cours de la fabrication, mis dans la forme qu'ils auront dans le câble fini.

2.5 diamètre

2.5.1 diamètre nominal : Valeur utilisée pour désigner le diamètre du fil, du toron ou du câble.

2.5.2 diamètre mesuré (ou réel) : Diamètre obtenu selon une méthode de mesurage définie (voir 5.2.2).

2.6 pas : Pas de l'hélice de l'axe du toron (ou du fil) selon l'axe longitudinal du câble (ou toron).

2.7 fil d'âme : Fil situé au centre de chaque toron.

2.8 toron central ou toron d'âme (d'un câble) : Toron droit constitué de fils et dont la composition est semblable à celle des autres torons.

2.9 allongement : Dans le cadre de la présente Norme Internationale seulement, différence entre la longueur du câble soumis à une charge limite supérieure et la longueur du câble soumis à une charge limite inférieure, c'est-à-dire

entre la première et la deuxième lecture. Cette différence s'exprime sous la forme du pourcentage de la longueur mesurée à la limite inférieure de charge (voir 5.4).

3 FIL POUR CÂBLES

3.1 Généralités

Le fil étiré à froid doit être fabriqué à partir d'un acier obtenu par n'importe quel procédé autre que le procédé Bessemer. Il doit être exempt de défauts nuisibles aux performances du câble et ses caractéristiques doivent être conformes aux spécifications des paragraphes suivants.

3.2 Composition chimique de l'acier

3.2.1 Acier au carbone (valeurs limites de l'analyse de la coulée)

Les résultats de l'analyse de la coulée doivent être tels que les caractéristiques et les essais physiques du fil et du câble soient satisfaisants, mais sans dépasser les limites suivantes :

Élément	Pourcentage maximal
Soufre	0,040
Phosphore	0,040
Soufre et phosphore	0,065

3.2.2 Acier inoxydable (valeurs limites de l'analyse de la coulée)

Les résultats de l'analyse de la coulée doivent être compris dans les limites suivantes :

Élément	Pourcentage	
	Minimal	Maximal
Carbone	–	0,12
Silicium	0,2	1,0
Manganèse	0,5	2,0
Nickel	8,0	11,0
Chrome	16,5	19,0
Soufre	–	0,030
Phosphore	–	0,045

1) Les définitions données ne concernent que la présente Norme Internationale, mais sont, chaque fois que possible, conformes à ISO 2532, *Câbles en acier – Vocabulaire*.

3.3 Caractéristiques mécaniques du fil

3.3.1 Fil en acier au carbone

La résistance à la traction de n'importe quel fil ne doit pas se situer en dehors des limites de l'intervalle indiqué ci-dessous, pour la classe de résistance appropriée et le diamètre nominal du fil.

Diamètre nominal du fil		Classe de résistance à la traction	Gamme des charges de traction
mm		N/mm ²	N/mm ²
de	jusqu'à et inclus		
0,20	0,30	1 950	1 950 à 2 350
0,30	0,40	1 950	1 950 à 2 300
0,40	0,50	1 950	1 950 à 2 250
0,50	0,76	1 850	1 850 à 2 100

3.3.2 Fil en acier inoxydable

La résistance à la traction du fil utilisé pour le câble, à l'exception du fil d'âme, ne doit pas être inférieure aux valeurs indiquées dans le tableau ci-après.

Diamètre nominal du fil		Résistance minimale à la traction
mm		N/mm ²
de	jusqu'à et exclus	
0,10	0,20	2 060
0,20	0,25	1 960
0,25	0,30	1 865
0,30	0,40	1 815
0,40	0,50	1 705
0,50	0,60	1 715

La variation de la résistance à la traction de tous les fils d'une même couche du câble ne doit pas être supérieure à 295 N/mm².

3.4 Protection du fil en acier au carbone

Le fil en acier au carbone doit avoir subi l'un des deux traitements indiqués ci-dessous, selon la demande de l'utilisateur, conformément aux conditions suivantes :

3.4.1 Zingage

La masse minimale de zinc déposée doit être la suivante¹⁾ :

Pour les fils de 0,25 mm et au-dessous :	20 g/m ²
0,26 mm à 0,40 mm :	30 g/m ²
0,41 mm à 0,50 mm :	40 g/m ²
0,51 mm à 0,60 mm :	50 g/m ²

NOTE — Si le procédé d'immersion à chaud est utilisé, la pureté du zinc ne doit pas être inférieure à 98,5 %.

1) Ceci correspond à la classe B de ISO/R 2232.

3.4.2 Étamage

La masse minimale d'étain déposée doit être la suivante :

Pour les fils de 0,25 mm et au-dessous :	0,9 g/m ²
0,26 mm à 0,38 mm :	1,5 g/m ²
0,39 mm et au-dessus :	3,0 g/m ²

4 FABRICATION DU CÂBLE

4.1 Types de construction

Les câbles faisant l'objet de la présente Norme Internationale peuvent être de deux types, à savoir :

4.1.1 Composition 7 X 7

Six torons extérieurs de sept fils câblés à droite autour d'un toron central de sept fils et dont le pas est de 6 à 8 fois le diamètre du câble.

a) Le toron central doit être composé d'un fil d'âme autour duquel une couche de six fils est toronnée à droite. Il doit avoir un diamètre suffisant pour soutenir efficacement les torons extérieurs, et son pas ne doit pas être supérieur à 60 % du pas du câble fini.

b) Les six torons extérieurs doivent être composés d'une couche de six fils tournés vers la gauche autour du fil d'âme et leur pas ne doit pas être supérieur à 60 % du pas du câble fini.

4.1.2 Composition 7 X 19

Six torons de dix-neuf fils câblés à droite autour d'un toron central de dix-neuf fils.

a) Le toron central doit être composé d'un fil d'âme autour duquel une première couche de six fils est toronnée à gauche ou à droite et une seconde couche de douze fils est toronnée à droite. Il doit avoir un diamètre suffisant pour soutenir efficacement les torons extérieurs.

b) Les six torons extérieurs doivent être composés d'une première couche de six fils et d'une seconde couche de douze fils toronnés vers la gauche sur le fil d'âme.

4.1.3 Pas

Dans le cas de la composition 7 X 19, le pas de toronnage du toron central et des torons extérieurs doit être le suivant :

a) la couche intérieure de six fils doit avoir un pas de toronnage inférieur à 60 % du pas de toronnage de la couche extérieure;

b) la couche extérieure de douze fils doit avoir un pas de toronnage inférieur à 50 % du pas de câblage;

c) les six torons extérieurs doivent être câblés à droite autour du toron central, avec un pas de câblage compris entre six et huit fois le diamètre du câble.

4.2 Raccordements

Les raccordements de fils d'un diamètre égal ou inférieur à 0,20 mm peuvent être réalisés en torsade. Pour les fils d'un diamètre supérieur à 0,20 mm, le raccordement doit être réalisé par brasage ou soudage électrique. Dans un même toron, les raccordements ne doivent pas se trouver à moins de 6 m l'un de l'autre.

4.3 Lubrification

Au cours de la fabrication du câble, les fils et les torons doivent être enduits d'un produit anti-friction approprié, qui doit conserver ses propriétés entre les températures de -55°C et $+70^{\circ}\text{C}$, et qui doit également avoir des propriétés anti-corrosives. Il convient de s'assurer qu'en vue de son application, le produit anti-friction ne soit pas chauffé à une température dépassant la température limite ci-dessus.

4.4 Longueur des câbles

Les câbles doivent être fournis en longueurs minimales de 300 m, sauf que jusqu'à 20 % de la longueur de câble commandée peut être fournie en longueurs comprises entre 150 et 300 m.

5 CONTRÔLE DES CÂBLES

5.1 Conditions générales d'exécution

5.1.1 Pendant toute la durée des essais ci-après, la température et le degré hygrométrique doivent être normaux et constants.

5.1.2 Avant toute opération de contrôle, l'inspecteur doit vérifier que les instruments de mesurage soient correctement étalonnés.

5.2 Contrôle de la production

5.2.1 Examen visuel

Tous les câbles doivent être examinés visuellement pour vérifier la qualité d'exécution et le fini. La distance entre deux fils cassés consécutifs, autres que des fils raccordés comme indiqué en 4.2, doit être de 300 m au minimum.

5.2.2 Mesurage du diamètre

Le diamètre réel du câble doit être mesuré, après fabrication, à l'aide d'un instrument de mesurage dont les mâchoires sont suffisamment larges pour couvrir au moins deux torons adjacents. Deux mesurages doivent être effectués à angle droit en chacun de deux points espacés d'au moins 1 m. La moyenne de ces quatre mesures doit être comprise entre les valeurs maximale et minimale du diamètre, qui sont indiquées dans les colonnes 4 et 5 du Tableau 1. Des mesurages analogues doivent être effectués à

chaque extrémité de chaque longueur de câble fabriquée. Ces mesurages doivent être effectués sur une portion droite du câble, celui-ci n'étant soumis à aucune tension.

5.2.3 Essai de sectionnement

L'augmentation de diamètre du câble, après sectionnement, ne doit pas excéder la valeur indiquée dans le Tableau 1. Le mesurage doit être effectué aussi près que possible de l'extrémité du câble sur les deux tronçons. (Cet essai peut être effectué au moment des prélèvements pour les différents essais mécaniques.)

5.3 Résistance à la rupture du câble

5.3.1 Longueur d'essai

La longueur d'essai (distance séparant deux mâchoires) ne doit pas être inférieure à

- 300 mm pour les câbles dont le diamètre est de 6 mm ou moins;
- 600 mm pour les câbles dont le diamètre est supérieur à 6 mm.

5.3.2 Éprouvette

La longueur minimale de l'éprouvette est formée de la longueur d'essai plus ce qui est nécessaire pour l'introduction dans les mâchoires. L'éprouvette doit être représentative du câble dans son ensemble et doit être exempte de défauts. Avant la sélection, attacher l'extrémité de l'éprouvette de manière à ce que sa torsion ne puisse être altérée dans un sens ou dans l'autre. De la même façon, attacher le câble sur lequel est prélevée l'éprouvette. Lorsque l'on coupe l'éprouvette du câble, ni le câble ni l'éprouvette ne doivent être détériorés. Lors de l'essai d'un câble jusqu'à sa destruction, il est bon de le munir de cosses coniques. On doit prendre soin de s'assurer que le matériau de coulée pénètre bien dans les fils détors.

5.3.3 Essai

Pas plus de 80 % de la charge minimale de rupture ne doit être appliquée rapidement, la charge restante devant être appliquée lentement au taux d'environ 10 N/mm^2 par seconde. La charge de rupture est atteinte lorsqu'il devient impossible d'augmenter la charge.

5.3.4 Évaluation de l'essai

Les essais au cours desquels une rupture se produit dans les mâchoires ou au voisinage des mâchoires peuvent être rejetés, selon le désir du fabricant, dans les cas où la charge minimale de rupture n'est pas atteinte.

5.4 Essai d'allongement

5.4.1 Définition

Dans la présente Norme Internationale, l'allongement du câble est la valeur définie en 2.9.

5.4.2 Opération préliminaire

De chaque longueur de câble fabriqué, il doit être prélevé une longueur suffisante pour réaliser une éprouvette sans raccordement, de 250 mm au minimum entre les mors de la machine d'essai. Cette éprouvette doit subir une pré-tension, afin d'éliminer tout allongement au montage et afin qu'elle subisse l'essai de traction à peu près dans les conditions élastiques par application d'une charge égale à 63 % de la charge minimale de rupture. Cette charge doit être maintenue pendant au moins 2 min, puis diminuée à moins de 5 % de la charge minimale de rupture.

5.4.3 Exécution de l'essai

L'éprouvette étant ainsi préparée, immédiatement après l'opération préliminaire, la longueur minimale de 250 mm doit être soigneusement mesurée, marquée et enregistrée sous une charge initiale égale à 5 % de la charge de rupture minimale du câble. La charge doit être alors progressivement augmentée jusqu'à ce qu'elle atteigne la valeur de 60 % de la charge de rupture minimale, et maintenue pendant au moins 1 min. La longueur entre les points de fixation doit être mesurée à nouveau. La différence entre les deux mesures est l'allongement, qui doit être exprimé en pourcentage de la longueur initiale de l'éprouvette. Ce pourcentage doit être conforme aux valeurs indiquées dans le Tableau 2.

5.4.4 Vérification de l'essai

Utiliser, pour cet essai, la même éprouvette que pour l'essai d'allongement. Augmenter progressivement la charge appliquée jusqu'à ce qu'elle atteigne 80 % de la charge minimale de rupture, et la maintenir à cette valeur pendant au moins 5 s.

Supprimer ensuite la charge, séparer tous les fils qui constituent l'éprouvette et examiner chaque fil.

La rupture d'un fil doit entraîner le rejet de tout le câble sur lequel a été prélevée l'éprouvette.

5.5 Essai d'endurance

Un essai d'endurance doit être effectué conformément à ... (Additif à ISO 2020 en cours de préparation.¹⁾)

6 CONDITIONS DE RÉCEPTION DES CÂBLES : REJET ET NOUVEL ESSAI

Toute éprouvette qui ne répond pas aux spécifications du chapitre 5 doit entraîner le rejet du câble sur lequel elle a été prélevée; le fabricant peut cependant, à ses frais et en présence de l'inspecteur, prélever deux échantillons supplémentaires de chaque longueur de câble rejetée, et soumettre ces échantillons à un nouvel essai. L'inspecteur

peut accepter les longueurs de câble répondant à toutes les spécifications de la présente Norme Internationale au cours de ce nouvel essai.

Un rapport complet des essais doit être établi et joint au bordereau d'expédition.

7 STOCKAGE ET EMBALLAGE

7.1 Protection

Tous les câbles en acier au carbone doivent être enduits d'un produit de protection contre la corrosion, avant leur enroulement sur la bobine d'expédition.

7.2 Emballage

7.2.1 Emballage ordinaire

Le câble doit être enroulé sur une bobine prévue à cet effet. Le diamètre du fût de la bobine doit être supérieur à 40 fois le diamètre du câble.

Les joues et le fût de la bobine doivent être revêtus d'un matériau hydrofuge et enduits d'un produit résistant à l'eau, avant l'enroulement du câble.

Lorsque la bobine est complètement enroulée, la surface du câble doit être recouverte d'une couche d'un matériau inerte, étanche à l'eau, maintenu par des moyens appropriés.

7.2.2 Emballage spécial

Tout emballage spécial doit être spécifié à la commande.

7.3 Marquage

Une plaquette portant les indications suivantes, doit être fixée sur la bobine :

Câbles en acier au carbone (ou inoxydable)

Norme Internationale ISO 2020

Nom du fabricant

Diamètre nominal

Type de construction

Longueur

Numéro de commande

Numéro(s) du (des) rapport(s) d'essais

Poinçons de contrôle

¹⁾ En attendant la publication d'un mode opératoire ISO concernant cet essai, un essai d'endurance peut être effectué selon les spécifications d'une norme nationale pertinente.

TABLEAU 1 – Caractéristiques principales des câbles

1	2	3	4	5	6	7	8	9
Diamètre nominal du câble		Composition	Diamètre mesuré		Charge de rupture minimale		Augmentation du diamètre après sectionnement maximum	Masse approximative par 100 m
			minimum	maximum	Acier au carbone	Acier résistant à la corrosion		
mm	in		mm	mm	kN	kN	mm	kg
1,6	1/16	7 × 7	1,6	1,8	2,15	2,15	0,23	1,2
2,4	3/32	7 × 7 ¹⁾	2,4	2,7	4,10	4,10	0,25	2,4
3,2	1/8	7 × 19	3,2	3,5	8,90	7,85	0,28	4,6
4	5/32	7 × 19	4,0	4,4	12,45	10,70	0,43	6,7
4,8	3/16	7 × 19	4,8	5,2	18,60	16,50	0,48	9,7
5,6	7/32	7 × 19	5,6	6,0	24,90	22,25	0,51	12,8
6,4	1/4	7 × 19	6,4	6,8	31,20	28,40	0,53	16,4

1) Ce câble peut se faire en composition 7 × 19, à condition qu'il ait les caractéristiques imposées.

TABLEAU 2 – Essai d'allongement

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Diamètre nominal du câble		Charge de rupture minimale		Charge de pré-tension 63 % de la charge de rupture minimale		Charge de 1 ^{ère} lecture 5 % de la charge de rupture minimale		Charge de 2 ^{ème} lecture 60 % de la charge de rupture minimale		Allongement maximum en % Allongement × 100 Longueur initiale	
				C	RC	C	RC	C	RC	C	RC
mm	in	kN	kN	kN	kN	kN	kN	kN	kN	1)	1)
2,4	3/32	4,12	4,12	2,60	2,60	0,21	0,21	2,45	2,45	0,80	0,80
3,2	1/8	8,92	7,85	5,65	4,95	0,45	0,39	5,40	4,70	0,85	0,95
4	5/32	12,45	10,69	7,85	6,70	0,63	0,54	7,45	6,40	0,95	1,00
4,8	3/16	18,63	16,48	11,80	10,40	0,93	0,82	11,20	9,80	0,95	1,00
5,6	7/32	24,91	22,26	15,70	14,00	1,25	1,12	14,90	13,35	0,95	1,00
6,4	1/4	31,09	28,44	19,60	17,90	1,56	1,42	18,60	17,10	0,95	1,00

Code : C = aciers au carbone; RC = aciers inoxydables.

1) La validité de ces limites reste à l'étude.