

NORME
INTERNATIONALE

ISO
9528

Première édition
1989-12-01

**Aéronautique et espace — Tuyauteries flexibles
en polytétrafluoréthylène (PTFE), série normale,
classification 204 °C/21 000 kPa — Spécification
d'approvisionnement**

*Aerospace — Standard-weight polytetrafluoroethylene (PTFE) hose assemblies,
classification 204 °C/21 000 kPa — Procurement specification*



Numéro de référence
ISO 9528 : 1989 (F)

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 (CEI) en ce qui concerne la normalisation électrotechnique.

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. Les Normes internationales sont approuvées conformément aux procédures de l'ISO qui requièrent l'approbation de 75 % au moins des comités membres votants.

La Norme internationale ISO 9528 a été élaborée par le comité technique ISO/TC 20, *Aéronautique et espace*.

L'annexe A de la présente Norme internationale est donnée uniquement à titre d'information.

© ISO 1989

Droits de reproduction réservés. 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 et les microfilms, sans l'accord écrit de l'éditeur.

Organisation internationale de normalisation
Case postale 56 • CH-1211 Genève 20 • Suisse

Imprimé en Suisse

Aéronautique et espace — Tuyauteries flexibles en polytétrafluoréthylène (PTFE), série normale, classification 204 °C/21 000 kPa — Spécification d'approvisionnement

1 Domaine d'application

La présente Norme internationale prescrit les exigences auxquelles doivent satisfaire les tuyauteries flexibles en polytétrafluoréthylène (PTFE) de la série normale, destinées à être utilisées dans les circuits hydrauliques des aéronefs, à des températures comprises entre -55 °C et $+204\text{ °C}$ et une pression nominale pouvant atteindre 21 000 kPa (210 bar). Ces tuyauteries flexibles peuvent également être utilisées dans les mêmes conditions de température et de pression pour les circuits pneumatiques des aéronefs, lorsqu'une diffusion de gaz à travers les parois de la tuyauterie en PTFE peut être admise.

L'utilisation de ces tuyauteries flexibles pour les circuits pneumatiques de stockage à haute pression n'est pas recommandée. De plus, les installations dans lesquelles les limites prescrites dans la présente Norme internationale sont dépassées, ou les installations pour lesquelles l'application de la présente Norme internationale n'est pas spécialement prévue, par exemple les circuits d'oxygène, doivent faire l'objet d'une approbation de l'acheteur.

2 Références normatives

Les normes suivantes contiennent des dispositions qui, par suite de la référence qui en est faite, constituent des dispositions valables pour la présente Norme internationale. Au moment de la publication, les éditions indiquées étaient en vigueur. Toute norme est sujette à révision et les parties prenantes des accords fondés sur la présente Norme internationale sont invitées à rechercher la possibilité d'appliquer les éditions les plus récentes des normes indiquées ci-après. Les membres de la CEI et de l'ISO possèdent le registre des Normes internationales en vigueur à un moment donné.

ISO/TR 2685 : 1984, *Aéronautique — Conditions et méthodes d'essai en environnement des équipements embarqués — Tenue au feu dans les zones dites « FEU ».*

ISO 2859-1 : 1989, *Règles d'échantillonnage pour les contrôles par attributs — Partie 1: Plans d'échantillonnage pour les contrôles lot par lot, indexés d'après le niveau de qualité acceptable (NQA).*

ISO 5855-3 : 1988, *Aéronautique et espace — Filetage MJ — Partie 3: Dimensions limites pour raccordement de systèmes de fluides.*

ISO 6772 : 1988, *Aéronautique et espace — Systèmes de fluides — Essai d'impulsion des tuyauteries flexibles, tubes et raccords.*

ISO 7258 : 1984, *Tubes en polytétrafluoréthylène (PTFE) à usage aéronautique — Méthodes de détermination de la masse volumique et de la densité.*

ISO 8829 : 1990, *Aéronautique et espace — Tuyauteries flexibles en polytétrafluoréthylène (PTFE) — Méthodes d'essai.*

3 Conditions requises

3.1 Qualification

Les tuyauteries flexibles livrées conformément à la présente Norme internationale doivent être identiques à celles qui ont subi avec succès les essais prescrits dans la présente Norme internationale.

3.2 Matériaux

3.2.1 Généralités

Les matériaux constituant les tuyauteries flexibles doivent être conformes aux exigences de la présente Norme internationale (voir en particulier annexe A). Tous les matériaux qui ne sont pas spécialement prévus par la présente Norme internationale doivent être de qualité supérieure et répondre au but recherché.

Tableau 1 — Métaux à utiliser pour les tuyauteries flexibles

Forme	Métal	Matériaux n° (voir annexe A)
Barres et pièces forgées	Acier résistant à la corrosion, austénitique, recuit ou laminé	1
	Acier résistant à la corrosion, stabilisé, austénitique, recuit ou laminé	2 et 3
	Acier résistant à la corrosion, trempé par précipitation	4, 5 et 6
	Alliage de titane 6Al-4V	7
Tubes	Acier résistant à la corrosion, austénitique, soudé ou non soudé, recuit	8
	Acier résistant à la corrosion, stabilisé, austénitique, soudé ou non soudé	9 et 10
	Alliage de titane avec relaxation de contraintes, travaillé à froid	11
Fils	Acier résistant à la corrosion, austénitique, étiré à froid	12, 13 et 14

3.2.2 Métaux

Les métaux entrant dans la constitution du tuyau et des raccords doivent résister à la corrosion ou être du titane, et être conformes aux spécifications applicables données dans le tableau 1 (ou spécifications équivalentes; voir annexe A).

3.3 Conception

3.3.1 Généralités

Pour répondre aux exigences de conception et de performances de la présente Norme internationale et convenir à l'utilisation prévue, la tuyauterie flexible doit comprendre

- un tube intérieur sans soudure en PTFE (voir 3.3.2);
- une armature en fil d'acier résistant à la corrosion (voir 3.3.3), et
- des raccords d'extrémité en acier résistant à la corrosion et/ou en titane (voir 3.3.4).

3.3.2 Tube intérieur

Le tube intérieur doit être réalisé sans soudure à partir de résine de PTFE vierge de calibre uniforme; il doit présenter un trou lisse et doit être exempt de défauts en creux ou en relief sur la surface intérieure. Des additifs peuvent être inclus dans la matière à partir de laquelle le tube est extrudé.

3.3.3 Armature

L'armature doit être composée de fils en acier résistant à la corrosion conformes aux spécifications applicables données en 3.2.2. Les fils doivent être disposés à la surface externe du tube intérieur de façon à apporter une résistance suffisante pour satisfaire aux exigences de la présente Norme internationale. L'absence ou la rupture des fils de l'armature doit entraîner le rejet; le chevauchement des fils de l'armature ne doit pas entraîner le rejet de la tuyauterie flexible.

3.3.4 Raccords

3.3.4.1 Généralités

Tous les raccords doivent satisfaire aux exigences de la présente Norme internationale. Sauf prescription contraire de l'acheteur, les tuyauteries flexibles doivent être équipées de raccords non épanouis (raccordement à cône de 24°).

NOTE — Une Norme internationale prescrivant la définition géométrique d'un raccordement à cône de 24° est actuellement en cours d'élaboration (ISO/DP 7321).

3.3.4.2 Embouts intérieurs de sertissage

Les embouts intérieurs de sertissage doivent, chaque fois que possible, être fabriqués d'une seule pièce; en cas d'impossibilité, ils doivent, sauf accord contraire de l'acheteur, être soudés bout à bout à partir d'un tube en acier résistant à la corrosion, austénitique, recuit. Les tubes soudés et réétirés (matériaux nos 8 et 9; voir annexe A) peuvent être utilisés.

3.4 Tube intérieur

3.4.1 Masse volumique et densité

La densité du tube intérieur du tuyau, mesurée conformément à l'ISO 7258, méthode A ou méthode B (comme prescrit dans l'ISO 8829), ne doit pas être supérieure à 2,155. La masse volumique du tube, mesurée conformément à l'ISO 7258, méthode C (comme prescrit dans l'ISO 8829), ne doit pas être supérieure à 2,204 g/cm³.

3.4.2 Résistance à la traction

Lorsque l'essai de traction de la tuyauterie flexible est effectué conformément à l'ISO 8829 : 1990, 4.2, la résistance à la traction longitudinale, quelle que soit la taille du tube, doit être d'au moins 15,1 N/mm²).

Lorsque l'essai de traction de la tuyauterie flexible est effectué conformément à l'ISO 8829 : 1990, 4.2, la résistance à la traction transversale pour la taille DN16 et au-delà doit être d'au moins 12,4 N/mm²; en deçà de la taille DN16, il n'est pas nécessaire de mesurer la résistance transversale.

3.4.3 Allongement

Lorsque l'essai de traction de la tuyauterie flexible est effectué conformément à l'ISO 8829 : 1990, 4.2, l'allongement doit être d'au moins 200 %.

3.4.4 Aplatissement du tube

Le tube ne doit pas fuir, se fissurer, éclater ni présenter de signe évident de mauvais fonctionnement, pendant les différentes phases de l'essai prescrit dans l'ISO 8829 : 1990, 4.3.2.

3.4.5 Pression d'épreuve du tube

Après avoir subi l'essai d'aplatissement (voir 3.4.4), le tube sans armature ne doit pas fuir, se fissurer, éclater ni présenter de signe évident de mauvais fonctionnement, lorsqu'il est essayé conformément à l'ISO 8829 : 1990, 4.3.3.

3.4.6 Conductibilité électrique

Lors de l'essai prescrit dans l'ISO 8829 : 1990, 4.4, l'intensité du courant électrique doit être supérieure ou égale à

- a) 10 µA pour les tailles DN06 à DN12 (incluses);
- b) 20 µA pour la taille DN16 et au-delà.

3.5 Tuyauterie flexible

3.5.1 Dimensions

À l'exception de la longueur, les dimensions de la tuyauterie flexible doivent être conformes à la figure 1 et au tableau 2.

3.5.2 Caractéristiques physiques

Les tuyauteries flexibles doivent satisfaire aux caractéristiques physiques et de masse linéique prescrites dans le tableau 3.

*) 1 N/mm² = 1 MPa

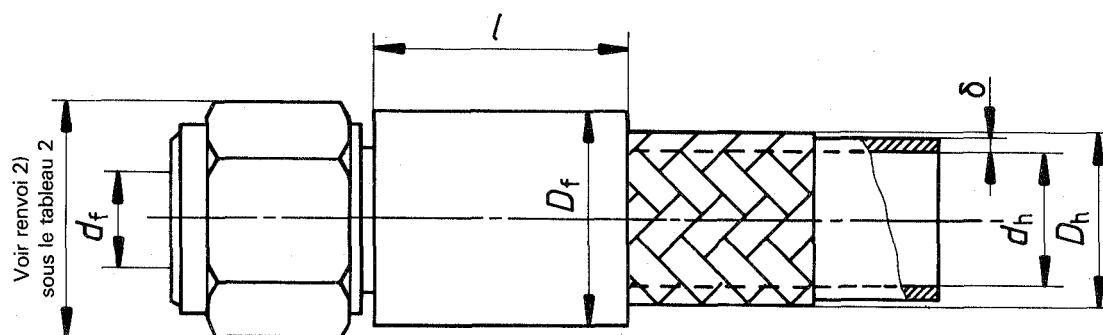


Figure 1 – Dimensions du tuyau flexible et des raccords

Tableau 2 – Dimensions du tuyau flexible et des raccords (voir figure 1)

Dimensions en millimètres

Taille du tuyau flexible (nom.)	Tuyau flexible (avec tresse)			Raccord		Longueur de raccordement l max.	Épaisseur de paroi du tube δ min.
	Diamètre intérieur d_h min.	Diamètre extérieur D_h min. max.		Diamètre intérieur ¹⁾ d_f min.	Diamètre extérieur ²⁾ D_f max.		
DN06	5,3	10,2	11,8	3,3	23	58	0,89
DN10	7,5	13,6	15,1	6,1	26	64	
DN12	9,9	17,1	18,6	8,6	31	70	1
DN16	12,3	22,2	23,7	10,4	36	76	
DN20	15,3	26,1	27,7	12,9	43	83	1,1
DN25	21,6	34,2	35,8	19,3	51	96	
DN32	28	39,6	41,9	23,5	54	99	1,27

1) Le diamètre intérieur minimal dans la zone coudée peut être inférieur de 0,8 mm aux valeurs prescrites pour d_f .

2) La cote surangle de l'écrou et la cote surangle de la douille hexagonale peuvent être supérieures aux valeurs prescrites pour D_f .

Tableau 3 – Caractéristiques physiques des tuyauteries flexibles et masse linéique du tuyau flexible

Taille du tuyau flexible	Masse linéique du tuyau flexible ¹⁾ max. kg/m	Pression d'utilisation kPa	Pression d'épreuve kPa	Pression d'éclatement		Rayon de courbure à l'intérieur de la courbure min. mm	Dilatation en volume max. ml/m
				à température ambiante min. kPa	à température élevée min. kPa		
DN06	0,295	21 000	42 000	84 000	63 000	76	2,6
DN10	0,5					127	3,4
DN12	0,72					146	5,3
DN16	1,11					165	8,7
DN20	1,54					197	11,8
DN25	2,51					245	29,5
DN32	3,22					305	39,4

1) La masse linéique du tuyau flexible doit être déterminée sur une longueur d'au moins 300 mm.

3.5.3 Contrôle de la section de passage

Lorsque la tuyauterie flexible est pliée selon le rayon de courbure approprié prescrit dans le tableau 3, elle doit permettre, sur toute sa longueur, le libre passage d'une sphère rigide et solide de diamètre égal à 90 % du diamètre intérieur approprié du raccord d'extrémité prescrit dans le tableau 2; pour les raccords coudés, voir renvoi 1) sous le tableau 2.

3.6 Filetages

Sauf prescription contraire (voir 3.3.4), le filetage du raccord doit être conforme à l'ISO 5855-3. Une augmentation de 10 % de la tolérance sur le filetage de l'écrou du raccord pendant le montage ou l'essai ne doit pas entraîner le rejet de la tuyauterie flexible.

3.7 Désignation codifiée des pièces interchangeables

Toutes les pièces conformes à la présente Norme internationale et ayant la même référence fabricant ou la même désignation codifiée doivent être interchangeables du point de vue fonctionnel et dimensionnel.

3.8 Marquage du produit

3.8.1 Généralités

La tuyauterie flexible et ses composants doivent porter un marquage d'identification permanent.

3.8.2 Raccords

Le nom ou la marque commerciale du fabricant doit être marqué(e) de façon permanente sur un élément des raccords d'extrémité.

3.8.3 Tuyauterie flexible

Un marquage d'identification permanent doit être apposé sur un raccord ou sur une ou plusieurs bagues solidement fixées au tuyau flexible. Les bagues doivent avoir une largeur inférieure à 25 mm et ne doivent pas altérer la flexibilité ou les performances du tuyau flexible. Sauf prescription contraire, le marquage apposé sur le raccord ou la bague doit comporter les informations suivantes:

- a) nom ou marque commerciale du fabricant de la tuyauterie flexible et numéro de la spécification;
- b) désignation codifiée de la tuyauterie flexible;
- c) pression nominale, «21 000 kPa»;
- d) température d'utilisation, «204 °C», si nécessaire;
- e) poinçon de contrôle d'essai de pression, «PT»;
- f) date de fabrication de la tuyauterie flexible, c'est-à-dire mois et année, ou numéro de lot.

3.9 Exécution

3.9.1 Généralités

La tuyauterie flexible, entièrement équipée, doit être de fabrication correcte et bien finie. Toutes les surfaces doivent être exemptes de bavures.

3.9.2 Dimensions et tolérances

Toutes les dimensions et tolérances pouvant affecter l'interchangeabilité, l'utilisation ou les performances de la tuyauterie flexible doivent être prescrites sur tous les dessins.

3.9.3 Nettoyage

Toutes les tuyauteries flexibles doivent être exemptes d'huile, de graisse, de poussière ou de toute autre substance étrangère, aussi bien intérieurement qu'extérieurement.

3.10 Tuyauteries flexibles — Exigences d'essai et de performance

3.10.1 Pression d'épreuve

Chaque tuyauterie flexible essayée conformément à l'ISO 8829 : 1990, 5.8, doit supporter, sans présenter de fuite ni de signe de mauvais fonctionnement, la pression d'épreuve prescrite dans le tableau 3.

3.10.2 Variation de longueur sous pression

Lorsque deux éprouvettes des tuyauteries flexibles échantillons sont soumises à l'essai prescrit dans l'ISO 8829 : 1990, 5.5, la variation de longueur ne doit pas dépasser 2 % pour une longueur entre repères de 250 mm.

3.10.3 Dilatation en volume

Lorsque deux éprouvettes des tuyauteries flexibles échantillons sont soumises à l'essai prescrit dans l'ISO 8829 : 1990, 5.6, la dilatation en volume ne doit pas dépasser les limites prescrites dans le tableau 3.

3.10.4 Étanchéité

Lorsque deux éprouvettes des tuyauteries flexibles échantillons sont soumises à l'essai prescrit dans l'ISO 8829 : 1990, 5.7, aucune fuite ne doit se produire.

3.10.5 Choc thermique

3.10.5.1 Deux éprouvettes des tuyauteries flexibles échantillons doivent être soumises à cet essai: l'une doit être vieillie à l'air et l'autre doit être non vieillie (voir 4.5.6).

3.10.5.2 Lorsqu'elles sont essayées conformément à l'ISO 8829 : 1990, 5.17, les éprouvettes ne doivent pas fuir ni présenter de signe apparent de mauvais fonctionnement pendant la phase de l'essai où elles sont soumises à la pression d'épreuve; pendant la phase de l'essai où elles sont soumises à la pression d'éclatement, si une fuite ou un signe apparent de

mauvais fonctionnement survient au-dessous de la pression minimale d'éclatement à température élevée prescrite dans le tableau 3, les échantillons doivent être considérés comme défaillants.

3.10.6 Impulsions

3.10.6.1 Préconditionnement

Six tuyauteries flexibles échantillons, équipées à une extrémité d'un raccord coudé à 90° et à l'autre extrémité d'un raccord droit, doivent être soumises à cet essai: deux éprouvettes doivent être vieillies à l'huile, deux autres doivent être vieillies à l'air, et les deux dernières doivent être non vieillies (voir 4.5.6).

Après ce preconditionnement initial, soumettre les éprouvettes à la pression d'épreuve prescrite dans le tableau 3 pendant au moins 5 min, à température ambiante. Pressuriser ensuite les éprouvettes à 21 000 kPa. Cette pression étant maintenue à température ambiante, immerger les éprouvettes dans une solution à 3,5 % (V/V) ± 0,1 % (V/V) de chlorure de sodium — la solution de chlorure de sodium doit contenir une base sèche de moins de 0,1 % (m/m) d'iodure de sodium et de moins de 0,5 % (m/m) d'impuretés — pendant 8 min à 10 min. Faire sécher à l'air pendant le temps restant pour atteindre 1 h. Répéter cette immersion suivie du séchage à l'air au moins 50 fois.

3.10.6.2 Exigences d'essai

Lorsqu'elles sont essayées conformément à l'ISO 8829 : 1990, 5.10 (c'est-à-dire conformément à l'ISO 6772), les tuyauteries flexibles échantillons doivent satisfaire aux exigences d'essai en ne présentant aucune fuite [voir aussi article 6, point h)].

3.10.7 Flexion (flexibilité de la tuyauterie flexible)

Lorsque deux éprouvettes des tuyauteries flexibles échantillons sont soumises à l'essai de flexion conformément à l'ISO 8829 : 1990, 5.11, elles ne doivent pas fuir ni présenter de signe apparent de mauvais fonctionnement.

Les éprouvettes doivent être montées sur un dispositif d'essai tel que représenté à la figure 2 et avoir les dimensions prescrites dans le tableau de la figure 2.

3.10.8 Détérioration sous contrainte

Lorsque deux éprouvettes des tuyauteries flexibles échantillons sont soumises à l'essai prescrit dans l'ISO 8829 : 1990, 5.1, elles ne doivent pas dépasser un taux moyen de diffusion de 80 ml/min par mètre de tuyau flexible, quelle que soit la taille du tuyau.

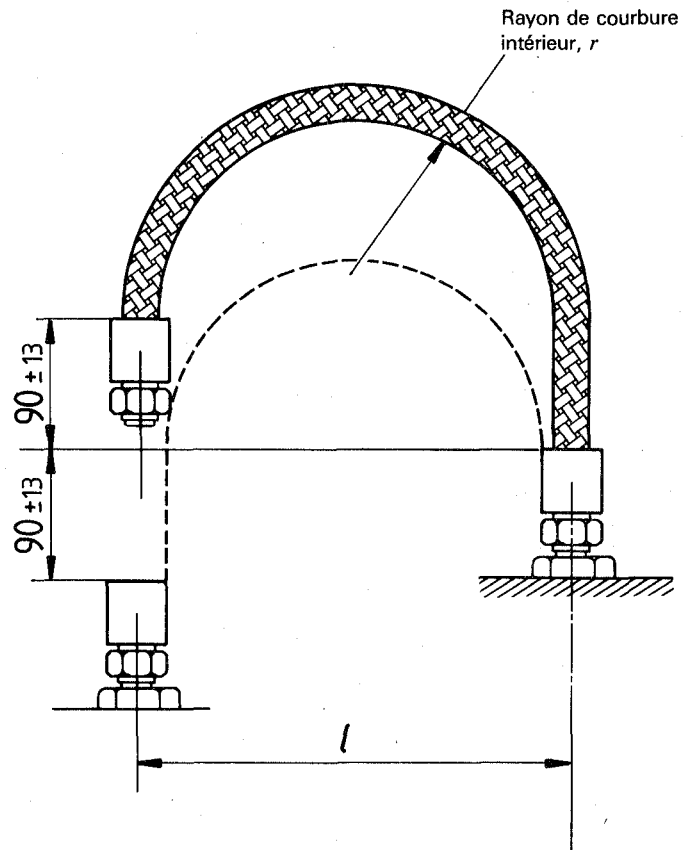
3.10.9 Choc pneumatique

Lorsque deux éprouvettes des tuyauteries flexibles échantillons sont soumises à l'essai prescrit dans l'ISO 8829 : 1990, 5.16, le tube intérieur des éprouvettes ne doit pas se déformer ni se dégrader.

3.10.10 Diffusion pneumatique

Lorsque deux éprouvettes des tuyauteries flexibles échantillons sont soumises à l'essai prescrit dans l'ISO 8829 : 1990, 5.2, elles ne doivent pas dépasser un taux total de diffusion de 26 ml par mètre de tuyau flexible, quelle que soit la taille du tuyau.

Dimensions en millimètres



Taille du tuyau flexible	r ± 10 %	l (approx.)
DN06	76	163
DN10	127	270
DN12	146	310
DN16	165	355
DN20	197	420
DN25	245	530
DN32	305	651

Figure 2 — Dispositif d'essai de flexion

3.10.11 Couple répété

3.10.11.1 Exigences d'essai

Lorsque deux éprouvettes des tuyauteries flexibles échantillons sont soumises à l'essai décrit en 3.10.11.2, les raccords d'extrémité de la tuyauterie flexible ne doivent pas fuir, ni être abîmés, ni présenter de signe apparent de mauvais fonctionnement.

3.10.11.2 Mode opératoire

Visser huit fois les raccords d'extrémité de la tuyauterie flexible sur des adaptateurs appropriés, en utilisant le fluide du circuit ou un lubrifiant équivalent. Chacun des huit cycles doit comprendre le démontage intégral du raccord. Serrer les écrous de raccordement au couple prescrit, une moitié de l'échantillon

étant essayée au couple minimal de serrage et l'autre moitié au couple maximal de serrage. Après la première, la quatrième et la huitième installations, effectuer les essais de pression d'épreuve. Après la huitième installation, soumettre les raccords à un essai de pression avec de l'air ou de l'azote, pendant 5 min, à la pression nominale du circuit.

3.10.12 Pression d'éclatement à température ambiante

Lorsque deux éprouvettes des tuyauteries flexibles échantillons sont soumises à l'essai prescrit dans l'ISO 8829 : 1990, 5.9, elles ne doivent pas fuir ni éclater à une pression inférieure à la pression d'éclatement à température ambiante prescrite dans le tableau 3.

3.10.13 Conductibilité électrique

Lorsqu'une éprouvette des tuyauteries flexibles échantillons est soumise à l'essai prescrit dans l'ISO 8829 : 1990, 5.3, elle doit conduire un courant continu d'intensité supérieure ou égale à

- a) 6 μ A pour les tailles DN06 à DN12 (incluses);
- b) 12 μ A pour la taille DN16 et au-delà.

3.10.14 Tenue au feu

3.10.14.1 Lorsque les tuyauteries flexibles doivent être aptes à résister au feu, deux éprouvettes des tuyauteries flexibles échantillons, pouvant être équipées de manchons de protection (composant n° 1; voir annexe A) ou d'une protection équivalente, doivent être soumises à un essai conforme à l'ISO/TR 2685 (comme prescrit dans l'ISO 8829).

NOTE — Il peut se produire qu'un essai ne soit pas valable parce qu'il n'est pas possible de maintenir la température de la flamme à la valeur prescrite; c'est la raison pour laquelle il peut être judicieux de prévoir quatre tuyauteries flexibles pour cet essai.

3.10.14.2 Les éprouvettes doivent supporter sans fuir les effets de la flamme pendant les intervalles de temps suivants, selon le cas:

- pour les tuyauteries flexibles résistant au feu: 5 min;
- pour les tuyauteries flexibles à l'épreuve du feu: 15 min.

4 Assurance qualité

4.1 Responsabilité du contrôle

Sauf prescription contraire mentionnée dans le contrat ou sur le bon de commande, le fournisseur est responsable de la réalisation de tous les essais et contrôles conformément aux exigences de la présente Norme internationale. Sauf indication contraire, le fournisseur peut utiliser ses propres installations ou n'importe quel laboratoire commercial agréé par l'acheteur. L'acheteur se réserve le droit de procéder lui-même aux contrôles indiqués dans la spécification d'approvisionnement (c'est-à-dire la présente Norme internationale) s'il le juge nécessaire pour s'assurer que les articles et les services sont conformes aux exigences prescrites.

4.2 Classification des contrôles

Les examens et les essais des tuyauteries flexibles doivent être classés de la façon suivante:

- a) contrôles de qualification (voir 4.3);
- b) contrôles de conformité de la qualité (voir 4.4).

4.3 Contrôles de qualification

4.3.1 Échantillons d'essai pour les contrôles de qualification

Les échantillons d'essai doivent comprendre le nombre d'éprouvettes prescrit dans le tableau 4 et les longueurs ainsi que le nombre des éprouvettes prescrits dans le tableau 5.

4.3.2 Rapport d'essai, échantillons d'essai et informations pour l'acheteur

Lorsque les essais ne sont pas réalisés dans le laboratoire de l'acheteur, les éléments suivants doivent être mis à la disposition de l'acheteur s'il le demande:

- a) rapport d'essai: trois exemplaires d'un rapport d'essai qui doit comprendre les rapports établis pour tous les essais réalisés, avec description des essais et des conditions;
- b) échantillon d'essai: l'échantillon essayé, si l'acheteur le demande;
- c) liste des origines du tuyau flexible ou de ses composants, comprenant également le nom d'origine et l'identification du produit pour le tube intérieur, le tuyau flexible et la tuyauterie flexible.

Le dossier contenant les données relatives aux essais doit rester archivé à l'endroit où ces essais ont été réalisés et ne doit pas, sauf demande expresse, être envoyé à l'autorité délivrant la qualification.

4.3.3 Essais de qualification

Les essais de qualification comprennent tous les examens et essais prescrits en 3.4 et 3.10; la séquence d'essai doit être conforme au tableau 4.

4.4 Contrôle de conformité de la qualité

4.4.1 Généralités

Les contrôles de conformité de la qualité doivent être effectués conformément à l'ISO 2859-1 et doivent comporter les essais suivants:

- a) essais individuels — contrôle à 100 % (voir 4.4.2);
- b) essais sur échantillonnage (voir 4.4.3);
- c) contrôles périodiques (voir 4.4.4).

Tableau 4 – Séquence des essais de qualification et nombre d'éprouvettes dans les échantillons d'essai

Contrôle/essai	Tube intérieur	Tuyauteries flexibles échantillons																
		Éprouvette n°																
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
3.3	Contrôle visuel ¹⁾	X	X															
3.4.1	Masse volumique et densité ¹⁾	X	X															
3.4.2	Résistance à la traction ¹⁾	X	X															
3.4.3	Allongement ¹⁾	X	X															
3.4.4	Aplatissement du tube ¹⁾	X	X															
3.4.5	Pression d'épreuve ¹⁾	X	X															
3.4.6	Conductibilité électrique ¹⁾	X	X															
3.5 à 3.9	Examen général			X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
3.10.1	Pression d'épreuve			X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X				X
3.10.2	Variation de longueur sous pression			X	X													
3.10.3	Dilatation en volume				X	X												
3.10.4	Étanchéité					X	X											
3.10.5	Choc thermique et pression d'éclatement à température élevée					X	X											
3.10.6	Impulsions	Non vieilli ²⁾					X	X										
		Vieilli à l'air							X	X								
		Vieilli à l'huile									X	X						
3.10.7	Flexion	X	X															
3.10.8	Détérioration sous contrainte												X	X				
3.10.9	Choc pneumatique											X	X					
3.10.10	Diffusion pneumatique			X	X													
3.10.11	Couple répété	X	X															
3.10.12	Pression d'éclatement à température ambiante			X	X													
3.10.13	Conductibilité électrique															X		
3.10.14	Tenue au feu (si nécessaire)																X	X

Légende: Une croix (X) signifie un contrôle/essai.

1) Lorsque le tube ou la tuyauterie flexible en PTFE provient d'un repérage organisé en production, les fiches de contrôle de production peuvent être utilisées pour noter la conformité à ces essais.

2) Ces éprouvettes doivent être équipées d'un raccord coudé à 90° à une extrémité du tuyau flexible et d'un raccord droit à l'autre extrémité du tuyau flexible. Si l'approbation est requise à la fois pour le tube cintré et pour le raccord coudé forgé, la moitié de l'échantillon (c'est-à-dire trois éprouvettes) doit présenter un tube cintré et l'autre moitié doit présenter un coude forgé.

Tableau 5 – Longueur des éprouvettes

Longueurs en millimètres

Taille du tuyau flexible	Longueur des éprouvettes				
	pour l'essai de flexion (3.10.7) (Deux éprouvettes nos 1 et 2)	pour l'essai d'impulsions (3.10.6) (Six éprouvettes nos 7 à 12)	pour l'essai de conductibilité électrique (3.10.13) (Une éprouvette n° 15)	pour l'essai de tenue au feu (3.10.14) (Deux éprouvettes nos 16 et 17)	pour les autres essais (Six éprouvettes nos 3 à 6 et nos 13 et 14)
DN06	510	405	Un échantillon d'essai pour chaque taille et une longueur d'éprouvette telle que prescrite dans l'ISO 8829	600	500
DN10	685	535			
DN12	765	610			
DN16	840	765			
DN20	940	840			
DN25	1 145	1 040			
DN32	1 425	1 320			

4.4.2 Essais individuels

Chaque tuyauterie flexible doit être soumise aux essais suivants:

- a) examen général du produit (voir 3.5 à 3.9);
- b) essai de tenue à la pression d'épreuve (voir 3.10.1).

Les échantillons qui subissent l'essai de tenue à la pression d'épreuve avec de l'eau doivent être séchés à l'air avant d'être équipés de bouchons (voir en 3.9.3 les exigences de nettoyage).

4.4.3 Essais sur échantillonnage

Les contrôles ou essais suivants doivent être effectués, dans l'ordre indiqué:

- a) masse volumique et densité (voir 3.4.1);
- b) propreté intérieure (voir 3.9.3);
- c) essai d'étanchéité (voir 3.10.4);
- d) tenue à la pression d'éclatement à température ambiante (voir 3.10.12).

Les contrôles ou essais doivent être effectués sur huit tuyauteries flexibles choisies au hasard dans chaque lot de contrôle. Le lot de contrôle doit comprendre moins de 3 000 tuyauteries flexibles, toutes de même taille, fabriquées essentiellement dans les mêmes conditions. Il est également possible d'essayer une tuyauterie flexible prélevée dans chaque lot de 375 tuyauteries flexibles.

4.4.4 Contrôles périodiques

4.4.4.1 Généralités

Les contrôles et essais prescrits en 4.4.4.2 et 4.4.4.3 doivent être effectués sur 10 tuyauteries flexibles fabriquées à partir de grandes longueurs de tuyaux flexibles, choisies au hasard dans chaque lot de contrôle. Le lot de contrôle doit comprendre moins de 6 000 m de tuyaux flexibles, tous de même taille, fabriqués essentiellement dans les mêmes conditions. Il est également possible d'essayer deux tuyauteries flexibles prélevées dans un lot de 1 500 m de tuyaux flexibles.

4.4.4.2 Tuyauterie flexible

Six tuyauteries flexibles (ou une tuyauterie flexible issue d'un lot de 1 500 m) doivent être soumises aux essais suivants, dans l'ordre indiqué:

- a) variation de longueur sous pression (voir 3.10.2);
- b) impulsions (voir 3.10.6).

4.4.4.3 Tube intérieur du tuyau flexible

Quatre tuyauteries flexibles (ou une tuyauterie flexible issue d'un lot de 1 500 m) doivent être soumises aux essais suivants, dans l'ordre indiqué:

- a) détérioration sous contrainte (voir 3.10.8);
- b) conductibilité électrique (voir 3.10.13).

4.4.5 Rejet et contre-essai

4.4.5.1 Rejet

Lorsqu'un ou plusieurs articles prélevés dans un lot ne satisfont pas aux exigences de la présente Norme internationale, le lot doit être rejeté.

4.4.5.2 Resoumission des lots

Si le lot (ou une partie du lot) a été rejeté par l'acheteur, il peut être représenté pour subir de nouveaux essais dès que le fabricant aura fourni, par écrit, toutes les informations relatives à la cause du précédent rejet et à l'action entreprise pour corriger les défauts détectés dans le lot.

4.4.6 Modification des méthodes de contrôle

Le changement de degré de sévérité des contrôles (par exemple passage du contrôle normal au contrôle renforcé) doit être conforme à l'ISO 2859-1. Tous les contrôles doivent être réalisés sur un échantillonnage simple, avec un niveau de qualité acceptable (NQA) de 1 %.

4.4.7 Échantillons pour essais destructifs

Avant les essais, une lettre « D » doit être imprimée par estampage sur chaque raccord d'extrémité des tuyauteries flexibles utilisées pour les essais destructifs (voir 4.4.3 et 4.4.4).

4.5 Conditions d'essai

4.5.1 Raccords des tuyauteries flexibles

Les essais de qualification doivent être effectués sur des tuyauteries flexibles équipées de raccords droits avec écrou de dimensions conformes à la figure 1 et au tableau 2, à l'exception des éprouvettes qui exigent la présence d'un raccord coudé à 90° à une extrémité. Si les résultats des essais de qualification effectués sur ces tuyauteries flexibles sont satisfaisants, les tuyauteries équipées d'autres raccords ayant une conception et une méthode de raccordement identiques doivent être considérées comme étant qualifiées.

4.5.2 Raccords d'extrémité

Chaque extrémité du tuyau flexible doit être fixée à un raccord en acier, lubrifié et serré au couple de serrage.

4.5.3 Fluides d'essai

Les fluides d'essai doivent être ceux prescrits dans l'ISO 8829.

4.5.4 Mesures des températures

Sauf prescription contraire, les températures doivent être mesurées à moins de 150 mm de la tuyauterie flexible en essai. Sauf prescription contraire, tous les mesurages de température doivent être effectués avec une tolérance de $\pm 0,3$ °C.

4.5.5 Mesures des pressions

Sauf prescription contraire, tous les mesurages de pression doivent être effectués avec une tolérance de ± 500 kPa.