

---

---

**Essais non destructifs des tubes en  
acier —**

Partie 6:  
**Contrôle radiographique du cordon  
de soudure des tubes en acier soudés  
pour la détection des imperfections**

iTeh STANDARD PREVIEW  
(standards.iteh.ai)

*Non-destructive testing of steel tubes —*

*Part 6: Radiographic testing of the weld seam of welded steel tubes  
for the detection of imperfections*

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/d67634d6-21d5-4868-a77b-3d9487ca1c0e/iso-10893-6-2019>



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

ISO 10893-6:2019

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/d67634d6-21d5-4868-a77b-3d9487ca1c0e/iso-10893-6-2019>



### DOCUMENT PROTÉGÉ PAR COPYRIGHT

© ISO 2019

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](mailto:copyright@iso.org)  
Web: [www.iso.org](http://www.iso.org)

Publié en Suisse

## Sommaire

	Page
Avant-propos.....	iv
<b>1</b> <b>Domaine d'application</b> .....	<b>1</b>
<b>2</b> <b>Références normatives</b> .....	<b>1</b>
<b>3</b> <b>Termes et définitions</b> .....	<b>2</b>
<b>4</b> <b>Prescriptions générales</b> .....	<b>2</b>
<b>5</b> <b>Méthode de contrôle</b> .....	<b>3</b>
<b>6</b> <b>Qualité d'image</b> .....	<b>6</b>
<b>7</b> <b>Traitement du film</b> .....	<b>10</b>
<b>8</b> <b>Conditions d'examen des radiogrammes</b> .....	<b>11</b>
<b>9</b> <b>Classification des indications</b> .....	<b>11</b>
<b>10</b> <b>Limites d'acceptation</b> .....	<b>11</b>
<b>11</b> <b>Acceptation</b> .....	<b>12</b>
<b>12</b> <b>Rapport de contrôle</b> .....	<b>12</b>
<b>Annexe A (informative) Exemples de distribution des imperfections</b> .....	<b>13</b>
<b>Bibliographie</b> .....	<b>15</b>

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

[ISO 10893-6:2019](https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/d67634d6-21d5-4868-a77b-3d9487ca1c0e/iso-10893-6-2019)

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/d67634d6-21d5-4868-a77b-3d9487ca1c0e/iso-10893-6-2019>

## 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](http://www.iso.org/directives)).

L'attention est attirée 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](http://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 nature volontaire des normes, 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'Organisation mondiale du commerce (OMC) concernant les obstacles techniques au commerce (OTC), voir [www.iso.org/avant-propos](http://www.iso.org/avant-propos).

Le présent document a été élaboré par le comité technique ISO/TC 17, *Acier*, sous-comité SC 19, *Conditions techniques de livraison des tubes d'acier pour appareils à pression*.

Cette deuxième édition annule et remplace la première édition (ISO 10893-6:2011), qui a fait l'objet d'une révision technique.

Les principales modifications par rapport à l'édition précédente sont les suivantes:

- a) les preuves concernant le chevauchement des films ont été incluses dans la [section 4.7](#);
- b) un avertissement de sécurité pour les rayons X et gamma a été ajouté à la fin de [l'Article 4](#);
- c) La [Figure 2](#) a été alignée sur la norme ISO 17636-1 jusqu'à 1 000 kV;
- d) La position et l'emplacement du côté du film ont été clarifiés à [l'Article 6](#);
- e) les exigences relatives au traitement des films ont été précisées à [l'Article 7](#);
- f) une référence à la norme ISO 5580 a été ajoutée à [l'Article 8](#);
- g) les figures de [l'Annexe A](#) ont été révisés.

Il convient que l'utilisateur adresse tout retour d'information ou toute question concernant le présent document à l'organisme national de normalisation de son pays. Une liste exhaustive desdits organismes se trouve à l'adresse [www.iso.org/fr/members.html](http://www.iso.org/fr/members.html).

# Essais non destructifs des tubes en acier —

## Partie 6:

# Contrôle radiographique du cordon de soudure des tubes en acier soudés pour la détection des imperfections

## 1 Domaine d'application

Ce document spécifie les prescriptions relatives au contrôle radiographique sur film par rayons X des cordons de soudure longitudinaux ou hélicoïdaux des tubes en acier soudés en automatique par fusion à l'arc pour la détection des imperfections.

Ce document s'applique également au contrôle des profils creux circulaires.

NOTE De manière alternative, le contrôle radiographique numérique est spécifié dans l'ISO 10893-7.

## 2 Références normatives

Les documents suivants sont cités dans le texte de sorte qu'ils constituent, pour tout ou partie de leur contenu, des exigences du présent document. 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 5576, *Essais non destructifs — Radiologie industrielle aux rayons X et gamma — Vocabulaire*

ISO 5579, *Essais non destructifs — Contrôle radiographique des matériaux métalliques au moyen de film et de rayons X et gamma — Règles de base*

ISO 5580, *Essais non destructifs — Négatoscopes utilisés en radiographie industrielle — Exigences minimales*

ISO 9712, *Essais non destructifs — Qualification et certification du personnel END*

ISO 10893-7, *Essais non destructifs des tubes en acier — Partie 7: Contrôle radiographique numérique du cordon de soudure des tubes en acier soudés pour la détection des imperfections*

ISO 11484, *Produits en acier — Système de qualification, par l'employeur, du personnel pour essais non destructifs (END)*

ISO 11699-1, *Essais non destructifs — Film pour radiographie industrielle — Partie 1: Classification des systèmes films pour radiographie industrielle*

ISO 17636-1, *Contrôle non destructif des assemblages soudés — Contrôle par radiographie — Partie 1: Techniques par rayons X ou gamma à l'aide de film*

ISO 19232-1, *Essais non destructifs — Qualité d'image des radiogrammes — Partie 1: Détermination de l'indice de qualité d'image à l'aide d'indicateurs à fils*

ISO 19232-2, *Essais non destructifs — Qualité d'image des radiogrammes — Partie 2: Détermination de l'indice de qualité d'image à l'aide d'indicateurs à trous et à gradins*

### 3 Termes et définitions

Pour les besoins du présent document, les termes et les définitions de l'ISO 5576 et l'ISO 11484 ainsi que les suivants s'appliquent.

L'ISO et l'IEC tiennent à jour des bases de données terminologiques destinées à être utilisées en normalisation, consultables aux adresses suivantes:

- ISO Online browsing platform: disponible à l'adresse <https://www.iso.org/obp>
- IEC Electropedia: disponible à l'adresse <http://www.electropedia.org/>

#### 3.1 tube

produit long et creux, ouvert à ses deux extrémités, ayant toute forme de section

#### 3.2 tube soudé

*tube* (3.1) fabriqué par formage d'un produit plat en profil creux et soudage des rives adjacentes., et qui après soudage, peut être soumis à une transformation, à chaud ou à froid, pour lui donner ses dimensions définitives

#### 3.3 producteur

organisation qui fabrique des produits conformément à la (aux) norme(s) pertinente(s) et déclare la conformité des produits livrés à toutes les dispositions applicables de la (des) norme(s) pertinente(s)

#### 3.4 accord

arrangement contractuel entre le *producteur* (3.3) et l'acheteur au moment de l'appel d'offres et de la commande

ITEH STANDARD PREVIEW  
(standards.iteh.ai)  
ISO 10893-6:2019  
<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/d67634d6-21d5-4868-a77b-3d9487ca1c0e/iso-10893-6-2019>

### 4 Prescriptions générales

4.1 Sauf spécification contraire de la norme de produit ou accord contraire entre le producteur et l'acheteur, ce contrôle radiographique doit être effectué sur les tubes après exécution de toutes les opérations principales du processus de fabrication (laminage, traitement thermique, formage à froid ou à chaud, mise à dimensions, dressage initial, etc.).

4.2 Ce contrôle doit être effectué par des opérateurs formés qui sont certifiés (par exemple ISO 9712) ou qualifiés (par exemple ISO 11484 ou ASNT SNT-TC-1A-2016) et supervisés par un personnel compétent désigné par le producteur. Lorsque le contrôle est effectué par une tierce partie, il doit faire l'objet d'un accord entre le producteur et l'acheteur.

L'autorisation d'opérer délivrée par l'employeur doit être conforme à un mode opératoire écrit. Les opérations de contrôles non destructifs (CND) doivent être autorisées par un personnel de CND de niveau 3 approuvé par l'employeur.

NOTE Les définitions des niveaux 1, 2 et 3 peuvent être trouvées dans les normes appropriées, par exemple l'ISO 9712 et l'ISO 11484.

4.3 Les tubes à contrôler doivent être suffisamment droits et exempts de corps étrangers pour garantir la validité du contrôle. Les surfaces du cordon de soudure et du métal de base adjacent doivent être suffisamment exemptes de corps étrangers et d'irrégularités, pouvant perturber l'interprétation des radiogrammes.

Un meulage superficiel est autorisé afin d'obtenir une finition de surface acceptable.

**4.4** Dans les cas où le cordon de soudure est éliminé, des repères, généralement sous forme de flèches en plomb, doivent être placés de part et d'autre de la soudure de sorte que sa position puisse être identifiée sur le radiogramme.

**4.5** Des symboles d'identification, généralement sous forme de lettres en plomb, doivent être placés sur chaque section de soudure radiographiée de sorte que les images de ces symboles apparaissent sur le radiogramme et permettent une identification de la section sans risque d'erreur.

**4.6** Des informations de repérage par des marquages permanents doivent être réalisés sur la surface du tube, côté source, afin de constituer des points de référence permettant un repérage précis de la position de chaque radiogramme.

Des marquages permanents ne sont pas requis lorsque d'autres informations locales pour repositionner les radiogrammes par exemple des marquages à la peinture ou des références à des schémas exacts sont fournis.

**4.7** Lorsqu'une longueur continue de soudure est radiographiée sur des films différents, les films doivent se chevaucher sur au moins 10 mm afin de s'assurer qu'aucune portion de la longueur de la soudure n'échappe au contrôle. Le chevauchement doit être prouvé à l'aide d'un marquage mécanique sur la surface.

**AVERTISSEMENT** — L'exposition de toute partie du corps humain aux rayons X ou aux rayons gamma peut être très nocive pour la santé. Lorsque des appareils à rayons X ou des sources radioactives sont utilisés, des mesures de sécurité appropriées doivent être appliquées.

Les mesures de sécurité locales, nationales ou internationales lors de l'utilisation des rayonnements ionisants doivent être strictement appliquées.

## 5 Méthode de contrôle

ISO 10893-6:2019

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/d67634d6-21d5-4868-a77b-3d9487ca1c0e/iso-10893-6-2019>

**5.1** Le cordon des tubes à soudure longitudinale ou hélicoïdale doit être soumis à un contrôle radiographique par rayons X sur film. Pour l'application de techniques radiographiques numériques sans film, voir l'ISO 10893-7.

**5.2** Deux classes de qualité d'image, A et B, conformément à l'ISO 17636-1, sont prescrites:

- classe A: technique d'examen par rayons X avec sensibilité standard;
- classe B: technique d'examen par rayons X avec sensibilité améliorée.

**NOTE** La majeure partie des applications sont couvertes par la classe de qualité d'image A. La classe de qualité d'image B est destinée à des applications plus importantes et plus compliquées pour lesquelles la classe de qualité d'image A peut s'avérer insuffisamment sensible pour révéler toutes les imperfections que l'on souhaite détecter. La classe de qualité d'image B exige l'utilisation d'un système film de classe C4 ou supérieure (films à grains fins et écrans en plomb) et nécessite donc, en général, un temps d'exposition plus long. La classe de qualité d'image requise est généralement indiquée dans la norme de produit pertinente.

**5.3** Le système de film utilisé doit être au minimum de classe C5 pour une classe de qualité d'image A et doit être au minimum de classe C4 (C3 pour un tube à rayons X de tension < 150 kV) pour une classe de qualité d'image B. Les classes doivent être telles que définies dans les ISO 5579, ISO 11699-1 et ISO 17636-1.

Pour les deux classes de qualité d'image A et B, l'écran renforceur métallique antérieur doit avoir une épaisseur comprise entre 0,02 mm et 0,25 mm. D'autres épaisseurs peuvent être choisies pour l'écran renforceur postérieur. Lorsqu'une technique à double film est utilisée, l'épaisseur des deux écrans renforceurs, s'ils sont utilisés, doit se situer dans la partie haute de la plage d'épaisseur de l'écran renforceur antérieur.

5.4 Les écrans renforçateurs salins ne doivent pas être utilisés.

5.5 Il faut s'assurer que la quantité de rayons X rétrodiffusés et diffusés à l'intérieur du film est réduite au minimum.

S'il y a un doute au sujet de l'adéquation de la protection contre les rayons X rétrodiffusés, un symbole caractéristique (une lettre en plomb, généralement B, de 10 mm de hauteur et de 1,5 mm d'épaisseur) doit être fixée au dos de la cassette ou du support du film et un radiogramme doit être réalisé de manière courante. Si l'image de ce symbole apparaît sur le radiogramme à une densité plus faible que celle du fond, cela indique que la protection contre les rayons X rétrodiffusés est insuffisante et qu'il est donc essentiel de prendre des précautions supplémentaires.

5.6 Le faisceau de rayonnement doit être dirigé vers le milieu de la section du cordon de soudure soumise au contrôle et être perpendiculaire à la surface du tube en ce point.

5.7 La longueur examinée doit être telle que l'augmentation de l'épaisseur pénétrée aux extrémités de la longueur utile du radiogramme ne dépasse pas l'épaisseur pénétrée au centre du radiogramme de plus de 10 % pour la classe de qualité d'image B et de plus de 20 % pour la classe de qualité d'image A, pour autant que les conditions spécifiées en 5.11 et à l'Article 8 soient respectées.

5.8 La technique de pénétration en simple paroi doit être utilisée. Si cette technique ne peut être appliquée à cause des dimensions, il est possible d'utiliser la technique de pénétration en double paroi, après accord.

iTeh STANDARD PREVIEW  
(standards.iteh.ai)

5.9 La distance entre le film et la surface de la soudure doit être aussi faible que possible.

5.10 La distance minimale source-soudure,  $f$ , doit être choisie de sorte que le rapport entre cette distance et la dimension réelle du foyer optique,  $d$ , soit  $f/d$ , soit conforme aux valeurs données par les Formules (1) et (2):

ISO 10893-6:2019  
<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/d67634d6-21d5-4868-a77b-3d9487ca1c0e/iso-10893-6-2019>

pour la classe de qualité d'image A:

$$\frac{f}{d} \geq 7,5 \times b^{2/3} \quad (1)$$

pour la classe de qualité d'image B:

$$\frac{f}{d} \geq 15 \times b^{2/3} \quad (2)$$

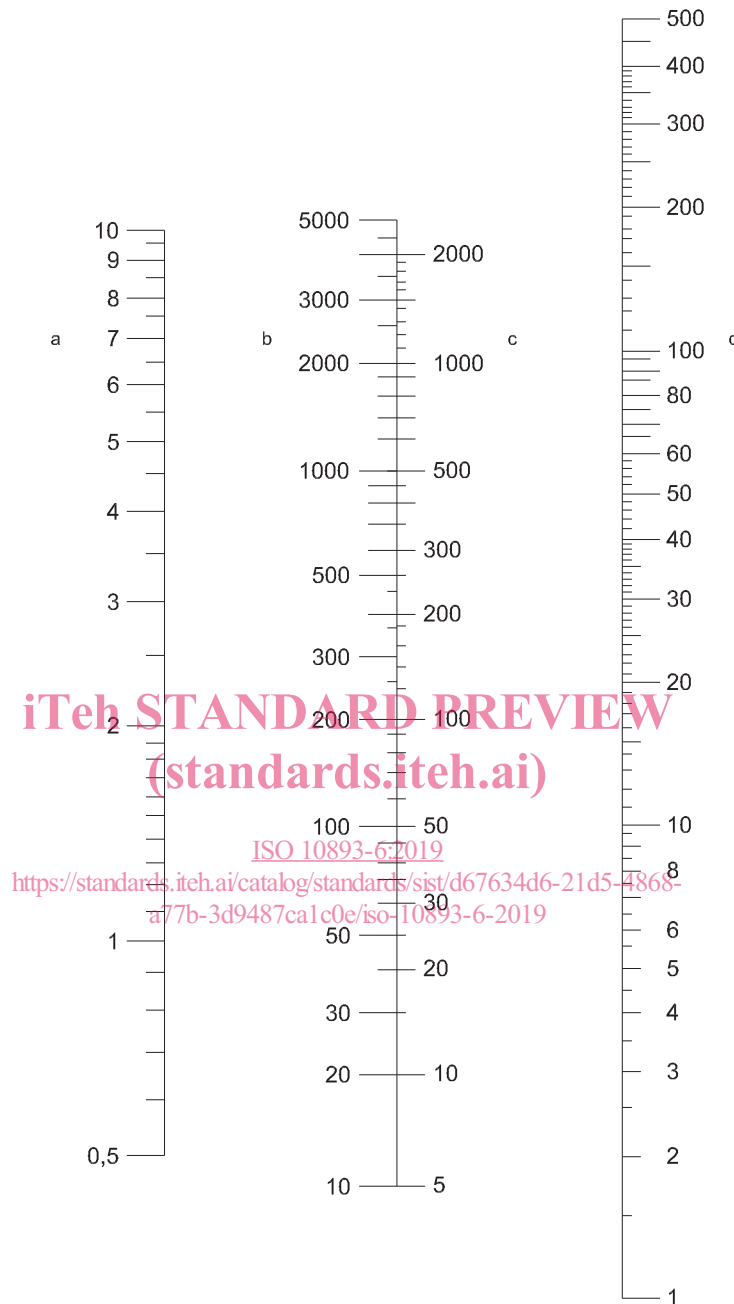
où  $b$  est l'épaisseur spécifiée dans la direction du faisceau de rayonnement, plus la séparation entre le film et la surface la plus éloignée de la source de rayonnements.

NOTE Ces relations sont présentées sous forme graphique à la Figure 1.

5.11 Les conditions d'exposition doivent être telles que la densité du radiogramme du métal d'apport sain dans la zone soumise à contrôle, ne soit pas inférieure à 2,3 pour la classe de qualité d'image B et à 2,0 pour la classe de qualité d'image A. La densité du voile ne doit pas dépasser 0,3. La densité du voile (aux fins du présent document) est définie comme la densité totale (émulsion et base) d'un film traité et non exposé.



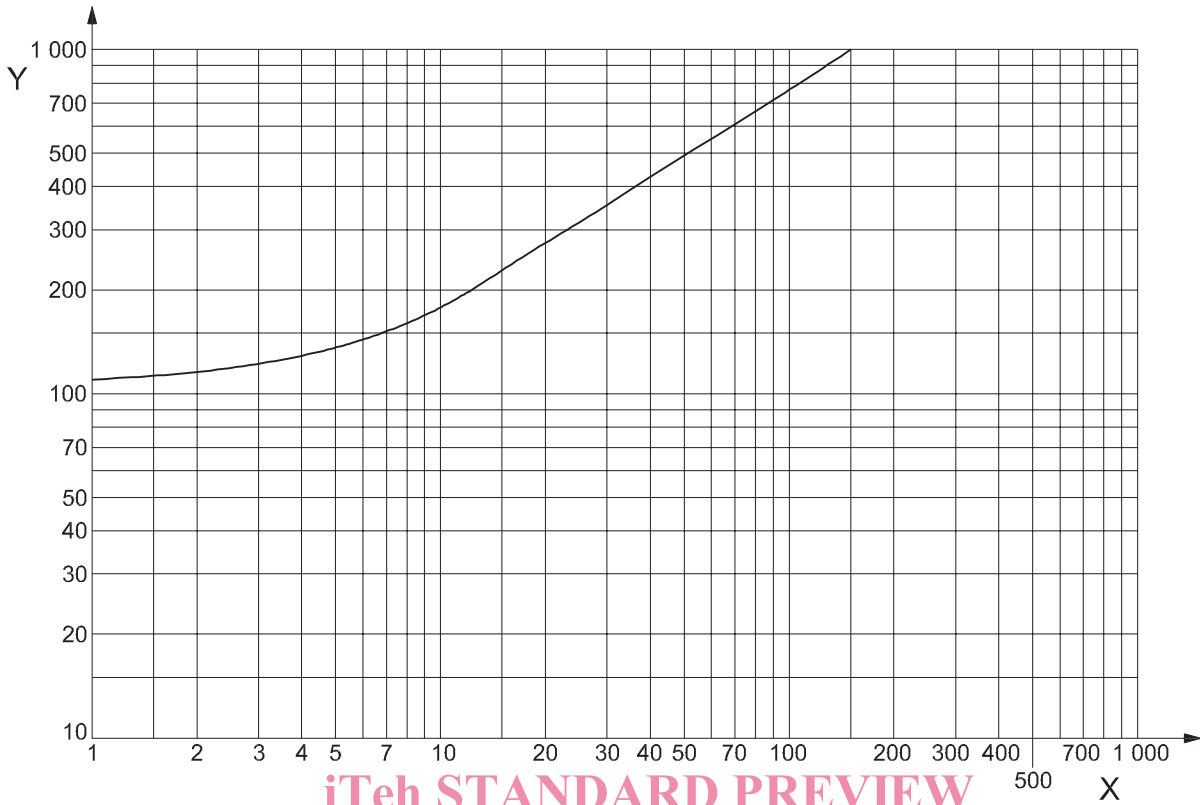
**5.12** Pour maintenir une sensibilité suffisante, il est recommandé que la tension du tube à rayons X ne dépasse pas les valeurs maximales données à la [Figure 2](#).



### Légende

- a Dimension réelle de la source  $d$ , en mm.
- b Distance minimale entre la source et la soudure,  $f$ , pour la classe B, en mm.
- c Distance minimale entre la source et la soudure,  $f$ , pour la classe A, en mm.
- d Distance entre la soudure et le film,  $b$ , en mm.

**Figure 1** — Nomogramme pour la détermination de la distance minimale source-soudure,  $f$ , en fonction de la distance film- soudure,  $b$ , et de la dimension réelle de la source,  $d$



iTeh STANDARD PREVIEW  
(standards.iteh.ai)

**Légende**

- X épaisseur pénétrée, en mm
- Y tension du tube à rayons X, en kV

[ISO 10893-6:2019](https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/d67634d6-21d5-4868-)

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/d67634d6-21d5-4868->

**Figure 2 — Tension maximale pour les tubes à rayons X jusqu'à 1000 kV en fonction de l'épaisseur pénétrée**

## 6 Qualité d'image

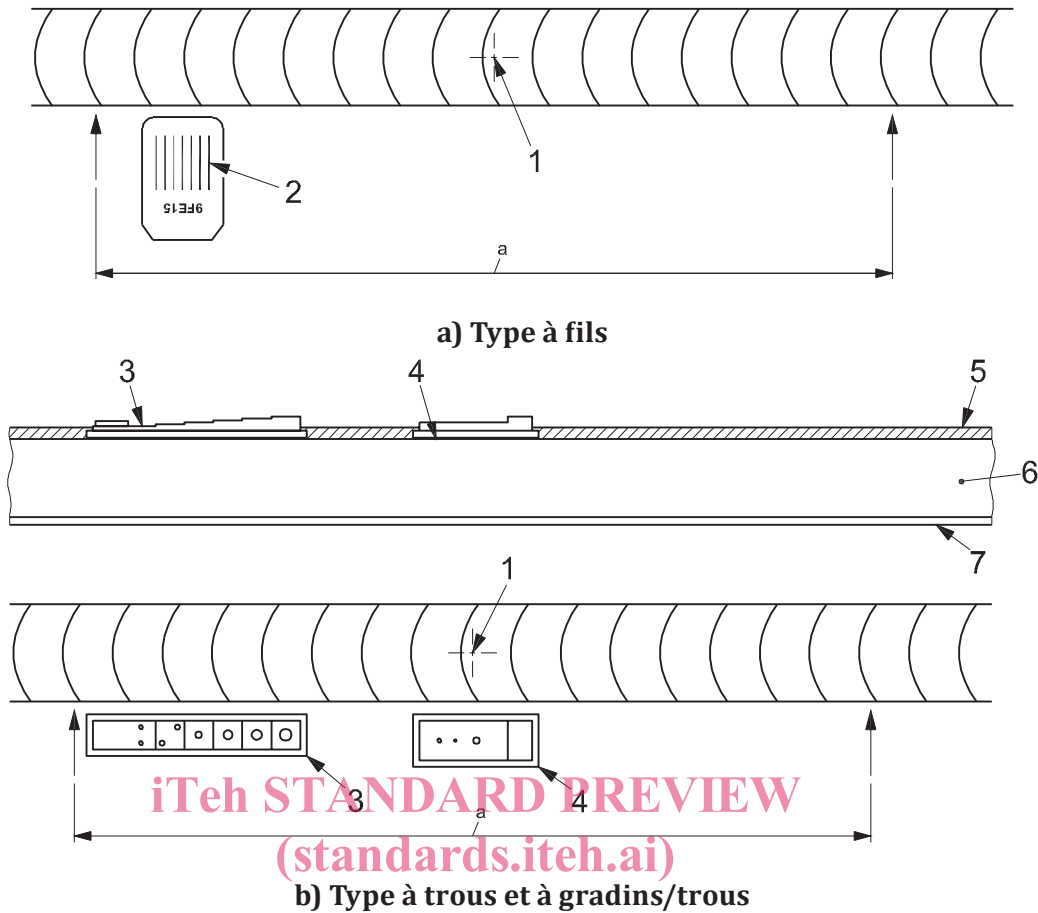
6.1 La qualité de l'image doit être déterminée en utilisant un indicateur de qualité d'image (IQI) en acier doux, du type de ceux spécifiés dans l'ISO 19232-1 ou l'ISO 19232-2, et convenu par le producteur et l'acheteur. L'IQI doit être placé sur la surface faisant face à la source de rayonnement, sur le matériau de base adjacent à la soudure. Voir les [Figures 3 et 4](#)

L'IQI ne doit être placé sur le côté du film que lorsque la surface faisant face à la source de rayonnement est inaccessible. Dans ce cas, une lettre «F» doit être placée près de l'IQI et il doit être fait mention de cette modification dans le rapport d'essai.

Les emplacements côté film montrent généralement 1 ou 2 fils supplémentaires, ou des trous, par rapport au même IQI placé du côté source. Les clients peuvent demander une exposition d'essai sur un échantillon de tube, avec des IQI placés sur le côté source et côté film comme comparaison.

Lors de l'utilisation d'un fil IQI, les fils doivent être dirigés perpendiculairement à la soudure. L'emplacement doit être tel qu'une image acceptable du fil puisse être obtenue. L'image d'un fil est acceptable si une longueur continue d'au moins 10 mm est clairement visible dans une section de densité optique uniforme, qui se trouve normalement dans le métal de base adjacent à la soudure. Si nécessaire, un IQI supplémentaire ou plus long doit être placé en travers de la soudure.

NOTE Pour de plus amples détails, se reporter à l'ISO 19232-1, l'ISO 19232-2, l'ISO 17636-1 et l'ISO 3183.



### Légende

- 1 centre du faisceau <https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/d67634d6-21d5-4868-a77b-3d9487ca1c0e/iso-10893-6-2019>
- 2 IQI pour type à fils, fil le plus fin hors du centre du faisceau
- 3 IQI pour type à gradins/ trous, gradin le plus bas hors du centre du faisceau
- 4 IQI pour type à trous, dispositif de calage pour corriger la hauteur à des fins de visibilité
- 5 extérieur du cordon de renforcement
- 6 paroi du tube
- 7 intérieur du cordon de renforcement
- a Longueur examinée.

**Figure 3 — Emplacement des IQI (exigences fondamentales)**