

---

---

**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*

ISO 10893-6:2011

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/1629bc79-56a1-439e-b162-a5121b8edb37/iso-10893-6-2011>



**PDF – Exonération de responsabilité**

Le présent fichier PDF peut contenir des polices de caractères intégrées. Conformément aux conditions de licence d'Adobe, ce fichier peut être imprimé ou visualisé, mais ne doit pas être modifié à moins que l'ordinateur employé à cet effet ne bénéficie d'une licence autorisant l'utilisation de ces polices et que celles-ci y soient installées. Lors du téléchargement de ce fichier, les parties concernées acceptent de fait la responsabilité de ne pas enfreindre les conditions de licence d'Adobe. Le Secrétariat central de l'ISO décline toute responsabilité en la matière.

Adobe est une marque déposée d'Adobe Systems Incorporated.

Les détails relatifs aux produits logiciels utilisés pour la création du présent fichier PDF sont disponibles dans la rubrique General Info du fichier; les paramètres de création PDF ont été optimisés pour l'impression. Toutes les mesures ont été prises pour garantir l'exploitation de ce fichier par les comités membres de l'ISO. Dans le cas peu probable où surviendrait un problème d'utilisation, veuillez en informer le Secrétariat central à l'adresse donnée ci-dessous.

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

[ISO 10893-6:2011](https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/1629bc79-56a1-439e-b162-a5121b8edb37/iso-10893-6-2011)

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/1629bc79-56a1-439e-b162-a5121b8edb37/iso-10893-6-2011>



**DOCUMENT PROTÉGÉ PAR COPYRIGHT**

© ISO 2011

Droits de reproduction réservés. Sauf prescription différente, 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'ISO à l'adresse ci-après ou du comité membre de l'ISO dans le pays du demandeur.

ISO copyright office  
Case postale 56 • CH-1211 Geneva 20  
Tel. + 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

<b>Avant-propos</b> .....	<b>iv</b>
<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>Exigences 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>11</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</b> (informative) <b>Exemples de distribution des imperfections</b> .....	<b>13</b>

ISO 10893-6:2011

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/1629bc79-56a1-439e-b162-a5121b8edb37/iso-10893-6-2011>

## 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 Normes internationales sont rédigées conformément aux règles données dans les Directives ISO/CEI, Partie 2.

La tâche principale des comités techniques est d'élaborer les Normes internationales. Les projets de Normes internationales adoptés par les comités techniques sont soumis aux comités membres pour vote. Leur publication comme Normes internationales requiert l'approbation de 75 % au moins des comités membres votants.

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.

L'ISO 10893-6 a été élaborée 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 première édition annule et remplace l'ISO 12096:1996, qui a fait l'objet d'une révision technique.

L'ISO 10893 comprend les parties suivantes, présentées sous le titre général *Essais non destructifs des tubes en acier*:

- *Partie 1: Contrôle automatisé électromagnétique pour vérification de l'étanchéité hydraulique des tubes en acier sans soudure et soudés (sauf à l'arc immergé sous flux en poudre)*
- *Partie 2: Contrôle automatisé par courants de Foucault pour la détection des imperfections des tubes en acier sans soudure et soudés (sauf à l'arc immergé sous flux en poudre)*
- *Partie 3: Contrôle automatisé par flux de fuite sur toute la circonférence des tubes en acier ferromagnétique sans soudure et soudés (sauf à l'arc immergé sous flux en poudre) pour la détection des imperfections longitudinales et/ou transversales*
- *Partie 4: Contrôle par ressuage des tubes en acier sans soudure et soudés pour la détection des imperfections de surface*
- *Partie 5: Contrôle par magnétoscopie des tubes en acier ferromagnétique sans soudure et soudés pour la détection des imperfections de surface*
- *Partie 6: Contrôle radiographique du cordon de soudure des tubes en acier soudés pour la détection des imperfections*
- *Partie 7: Contrôle radiographique numérique du cordon de soudure des tubes en acier soudés pour la détection des imperfections*
- *Partie 8: Contrôle automatisé par ultrasons pour la détection des dédoubleures des tubes en acier sans soudure et soudés*

- *Partie 9: Contrôle automatisé par ultrasons pour la détection des dédoubleures dans les bandes/tôles fortes utilisées pour la fabrication des tubes en acier soudés*
- *Partie 10: Contrôle automatisé par ultrasons sur toute la circonférence des tubes en acier sans soudure et soudés (sauf à l'arc immergé sous flux en poudre) pour la détection des imperfections longitudinales et/ou transversales*
- *Partie 11: Contrôle automatisé par ultrasons du cordon de soudure des tubes en acier soudés pour la détection des imperfections longitudinales et/ou transversales*
- *Partie 12: Contrôle automatisé de l'épaisseur par ultrasons sur toute la circonférence des tubes en acier sans soudure et soudés (sauf à l'arc immergé sous flux en poudre)*

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

[ISO 10893-6:2011](https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/1629bc79-56a1-439e-b162-a5121b8edb37/iso-10893-6-2011)

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/1629bc79-56a1-439e-b162-a5121b8edb37/iso-10893-6-2011>

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

ISO 10893-6:2011

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/1629bc79-56a1-439e-b162-a5121b8edb37/iso-10893-6-2011>

# 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

La présente partie de l'ISO 10893 spécifie les exigences 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.

Elle est également applicable au contrôle des profils creux circulaires.

NOTE De manière alternative, voir l'ISO 10893-7 pour le contrôle radiographique numérique.

iTeh STANDARD PREVIEW

### 2 Références normatives (standards.iteh.ai)

Les documents de référence suivants sont indispensables pour l'application 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 — Examen radiographique des matériaux métalliques au moyen de rayons X et gamma — Règles de base*

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

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, *Contrôle non destructif des assemblages soudés — Contrôle par radiographie des assemblages soudés par fusion*

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

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

### 3 Termes et définitions

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

#### 3.1

##### **tube**

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

#### 3.2

##### **tube soudé**

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

#### 3.3

##### **producteur**

organisation qui fabrique des produits conformément à la norme ou aux normes pertinentes et déclare la conformité des produits livrés à toutes les dispositions applicables de la norme ou des normes pertinentes

#### 3.4

##### **accord**

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

### 4 Exigences générales

iTeh STANDARD PREVIEW  
(standards.iteh.ai)

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

4.2 Le contrôle doit être effectué par des opérateurs formés, qualifiés conformément à l'ISO 9712, à l'ISO 11484 ou à une norme équivalente 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 l'acheteur et le producteur.

L'autorisation d'opérer doit être délivrée par l'employeur conformément à une procédure écrite. Les opérations d'essais non destructifs (END) doivent être autorisées par un personnel END de niveau 3 approuvé par l'employeur.

NOTE La définition des niveaux 1, 2 et 3 peut être trouvée dans des Normes internationales 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 telle 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 telle 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 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. Lorsque la nature du produit ou ses conditions d'utilisation prévues rendent le poinçonnage impossible, d'autres moyens appropriés doivent être recherchés pour repérer les radiogrammes, par exemple des marquages à la peinture ou des références à des schémas exacts.

**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.

## 5 Méthode de contrôle

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

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

- 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 sont définies dans l'ISO 5579, l'ISO 11699-1 et l'ISO 17636).

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

**5.4** Les écrans renforteurs salins ne doivent pas être utilisés.

**5.5** La quantité de rayons X, rétrodiffusés ou diffusés de façon interne, absorbés par le film doit être 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 pas être appliquée à cause des dimensions, il est possible d'utiliser la technique de pénétration en double paroi, après accord.

**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 de la source,  $d$ , c'est-à-dire  $f/d$ , soit conforme aux valeurs données par les formules suivantes.

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:

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

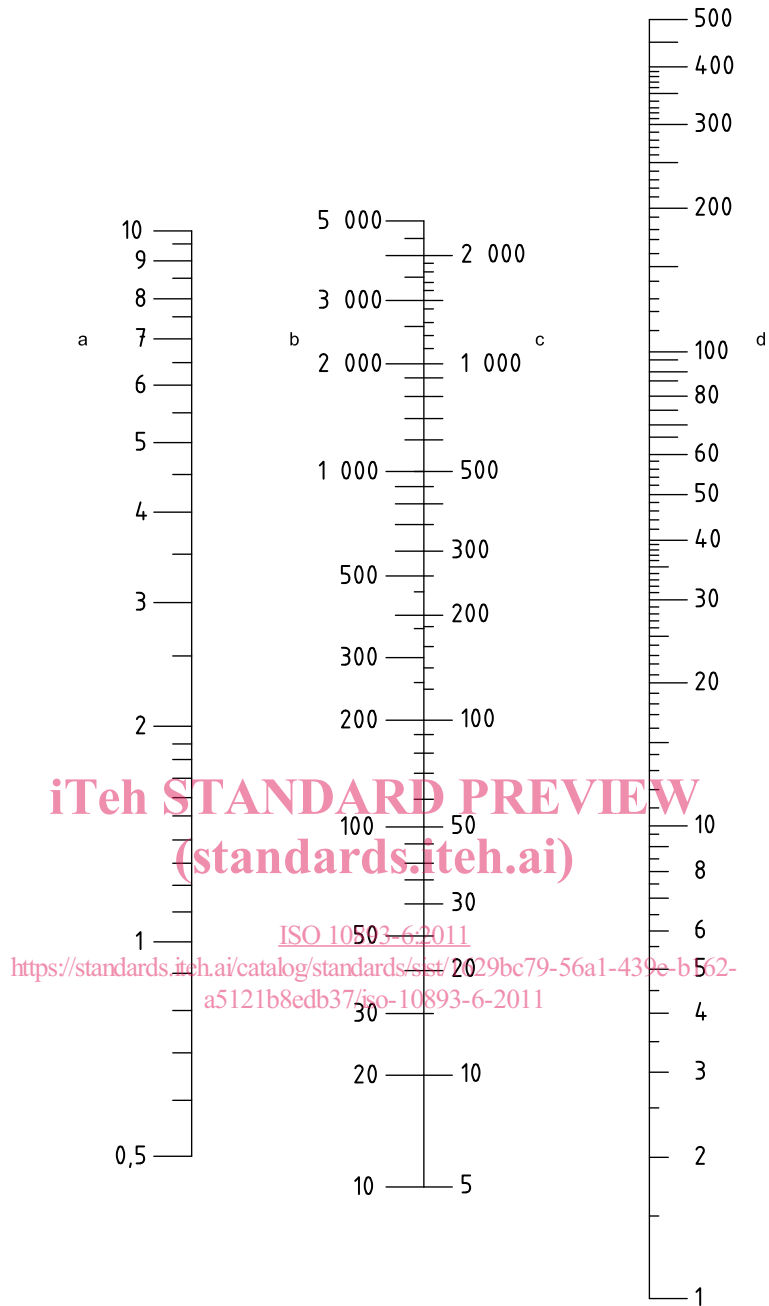
où

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

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

**5.11** Les conditions d'exposition doivent être telles que la densité optique 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 optique du voile ne doit pas dépasser 0,3. La densité optique du voile se définit ici comme la densité totale (émulsion et base) d'un film non exposé traité.

**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.



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

**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,  $d$**