

---

---

**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**

iTeh STANDARD PREVIEW  
(standards.iteh.ai)

*Non-destructive testing of steel tubes —*

*Part 7: Digital radiographic testing of the weld seam of welded steel*

<https://standards.iteh.ai/standards/ISO/10893-7/2011>  
<https://standards.iteh.ai/standards/ISO/10893-7/2011>



**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 10893-7:2011](https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/5aced5e0-d284-45a0-87ff-aba0047e2b29/iso-10893-7-2011)

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/5aced5e0-d284-45a0-87ff-aba0047e2b29/iso-10893-7-2011>



**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

Avant-propos .....	iv
Introduction.....	vi
1 <b>Domaine d'application</b> .....	1
2 <b>Références normatives</b> .....	1
3 <b>Termes et définitions</b> .....	2
4 <b>Exigences générales</b> .....	2
5 <b>Équipement</b> .....	3
6 <b>Méthode de contrôle</b> .....	3
7 <b>Qualité d'image</b> .....	6
8 <b>Traitement d'image</b> .....	13
9 <b>Classification des indications</b> .....	13
10 <b>Limites d'acceptation</b> .....	13
11 <b>Acceptation</b> .....	14
12 <b>Stockage et affichage des images</b> .....	14
13 <b>Rapport de contrôle</b> .....	15
<b>Annexe A (informative) Exemples de distribution des imperfections</b> .....	16
<b>Bibliographie</b> .....	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 (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 10893-7 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*.

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 10893-7:2011](https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/5aecd5e0-d284-45a0-87ff-aba0047e2b29/iso-10893-7-2011)

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/5aecd5e0-d284-45a0-87ff-aba0047e2b29/iso-10893-7-2011>

## Introduction

Depuis quelques années, la radiographie numérique est utilisée pour le contrôle des cordons de soudure longitudinaux des tubes d'acier soudés à l'arc immergé sous flux en poudre. La radiographie numérique peut être automatisée et elle est jugée plus respectueuse de l'environnement que les techniques radiographiques utilisant des films.

La radiographie numérique conserve les niveaux de sécurité et de disponibilité offerts par le contrôle radiographique sur film mis en place depuis de nombreuses années. Les images peuvent être disponibles beaucoup plus rapidement qu'en utilisant les techniques sur film et généralement avec un niveau d'exposition plus faible et un indice de flou du détecteur accru par rapport à un film.

Le stockage et la manipulation des images numériques conservent les mêmes niveaux d'intégrité que ceux offerts par les techniques sur film, tout en offrant les avantages associés à des systèmes complets de stockage et d'extraction de données.

Les systèmes d'imagerie sont en constant développement et un aspect important de la présente partie de l'ISO 10893 est de qualifier l'utilisation des autres systèmes actuellement disponibles. La présente partie de l'ISO 10893 décrit les étapes requises pour obtenir ces avantages.

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

[ISO 10893-7:2011](https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/5aecd5e0-d284-45a0-87ff-aba0047e2b29/iso-10893-7-2011)

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/5aecd5e0-d284-45a0-87ff-aba0047e2b29/iso-10893-7-2011>

# 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

### 1 Domaine d'application

La présente partie de l'ISO 10893 spécifie les exigences relatives au contrôle radiographique numérique 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, soit par radiographie numérisée (CR) soit par radiographie avec des mosaïques de détecteurs numériques (DDA). La présente partie de l'ISO 10893 spécifie les niveaux d'acceptation et les procédures d'étalonnage.

Elle est également applicable au contrôle des profils creux circulaires.

### 2 Références normatives

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

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

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*

ISO 19232-5, *Essais non destructifs — Qualité d'image des radiogrammes — Partie 5: Indicateurs de qualité d'image (duplex à fils) — Détermination de l'indice de flou de l'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

**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 soudés après exécution de toutes les opérations principales du processus de fabrication (laminage, traitement thermique, formage à chaud ou à froid, calibrage, dressage initial, etc.). <https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/5aecd5e0-d284-45a0-87ff-iso-10893-7-2011>

**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. Un personnel compétent, désigné par le producteur, doit superviser la totalité du contrôle. Lorsque le contrôle est effectué par une tierce partie, il doit faire l'objet d'un accord entre l'acheteur et le producteur. <https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/5aecd5e0-d284-45a0-87ff-iso-10893-7-2011>

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, ayant en général la forme de flèches en plomb, doivent être placés de part et d'autre de la soudure de telle sorte que la position de celle-ci puisse être identifiée sur l'image radiographique. Un système de repérage automatique intégré peut également être utilisé pour identifier la position de la soudure.

**4.5** Des symboles d'identification, en général des lettres en plomb, doivent être placés sur chaque section du cordon de soudure radiographié de telle sorte que la projection de ces symboles apparaisse sur chaque image radiographique et permette une identification de la section sans risque d'erreur. Un système de



repérage automatique intégré peut également être utilisé pour identifier la position de chaque image radiographique le long de la soudure du tube.

**4.6** Des marquages doivent apparaître sur les images radiographiques enregistrées afin de constituer des points de référence permettant un repérage précis de la position de chaque radiogramme. De manière alternative, la position de l'image mesurée et automatisée peut être affichée sur l'écran de visualisation de l'image numérique à l'aide d'un logiciel permettant un repérage précis de la position.

**4.7** Lorsqu'une longueur continue de soudure est radiographiée, le tube ou la paroi du tube doit passer entre le tube à rayons X et le détecteur à une vitesse suffisante pour permettre une détection précise des défauts, ou le tube doit se déplacer en mode marche-arrêt et les radiogrammes numériques doivent être enregistrés lorsque le tube est immobile.

## 5 Équipement

Les méthodes d'imagerie numérique suivantes peuvent être utilisées en remplacement d'un film radiographique:

- a) radiographie numérisée (CR) avec plaques-images au phosphore pour archivage (par exemple l'EN 14784-1 et l'EN 14784-2);
- b) radiologie avec mosaïques de détecteurs numériques (par exemple l'ASTM E2597);
- c) radioscopie numérique avec intégration d'image (par exemple l'EN 13068-1, l'EN 13068-2 et l'EN 13068-3).

STANDARD PREVIEW  
(standards.iteh.ai)

## 6 Méthode de contrôle

[ISO 10893-7:2011](http://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/1501284/1501284-aba0047e2b29/iso-10893-7-2011)

**6.1** Le cordon de soudure doit être contrôlé par une technique de radiographie numérique correspondant à 5 a) à 5 c).

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

- classe A: technique d'examen radiographique avec sensibilité standard;
- classe B: technique d'examen radiographique avec sensibilité améliorée.

NOTE La classe de qualité d'image A est utilisée pour la plupart des applications. La classe de qualité d'image B est destinée aux applications où une sensibilité améliorée est requise pour révéler toutes les imperfections à détecter.

Il convient que la classe de qualité d'image requise soit indiquée dans la norme de produit pertinente.

**6.3** L'image numérique affichée doit répondre à la classe de qualité A ou B requise.

**6.4** 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.

**6.5** La longueur examinée doit être telle que toute augmentation de l'épaisseur pénétrée aux extrémités de la longueur utile de l'écran d'entrée du détecteur sensible ne dépasse pas l'épaisseur pénétrée au centre du détecteur 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 exigences particulières spécifiées en 6.9 et à l'Article 7 soient respectées.

**6.6** La technique de pénétration en paroi simple doit être utilisée. Lorsque la technique en paroi simple ne peut être appliquée à cause des dimensions, il est possible d'utiliser, par accord, la technique de pénétration en double paroi s'il peut être démontré que les sensibilités requises sont atteintes.

**6.7** La distance entre le détecteur et la surface de la soudure doit être aussi faible que possible pour la technique de contact (sans grossissement).

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 suivantes (technique de contact).

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:

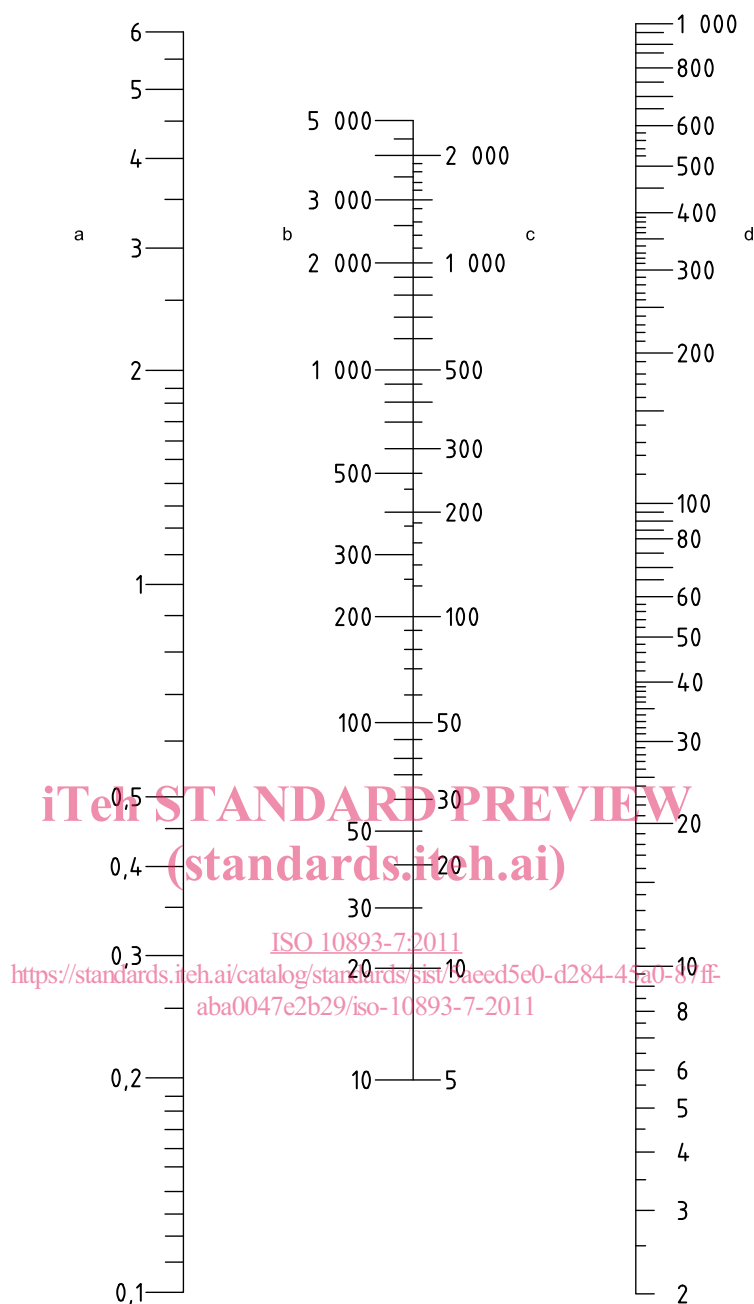
$$\frac{f}{d} \geq 15 \times b^{2/3} \quad (2)$$

où  
 $b$  est la distance entre la soudure côté source et la surface sensible du détecteur, en millimètres.

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

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

[ISO 10893-7:2011](https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/5aced5e0-d284-45a0-87ff-aba0047e2b29/iso-10893-7-2011)  
<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/5aced5e0-d284-45a0-87ff-aba0047e2b29/iso-10893-7-2011>



- a Dimension réelle du foyer optique,  $d$ , 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 détecteur,  $b$ , en millimètres.

**Figure 1 — Nomogramme pour la détermination de la distance minimale source-épreuve,  $f$ , en fonction de la distance éprouvette-détecteur,  $b$ , et de la dimension de la source,  $d$**

**6.8** Un obstacle à la mise en œuvre des systèmes DDA est la grande taille de pixel ( $> 50 \mu\text{m}$ ) de la mosaïque par rapport à la petite taille de grain d'un film (qui lui confère une très haute résolution spatiale).

Il peut donc être impossible d'atteindre la résolution géométrique requise avec une configuration typiquement utilisée pour la radiographie sur film. Cette difficulté peut être contournée en utilisant le grossissement