

NORME ISO
INTERNATIONALE 17636-1

Deuxième édition
2022-07

**Essais non destructifs des
assemblages soudés — Contrôle par
radiographie —**

**Partie 1:
Techniques par rayons X ou gamma à
l'aide de film**

*Non-destructive testing of welds — Radiographic testing —
Part 1: X- and gamma-ray techniques with film*

[ISO 17636-1:2022](https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/02162490-5761-4944-86fb-dc5120e7803b/iso-17636-1-2022)

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/02162490-5761-4944-86fb-dc5120e7803b/iso-17636-1-2022>



Numéro de référence
ISO 17636-1:2022(F)

© ISO 2022

iTeh STANDARD PREVIEW
(standards.iteh.ai)

ISO 17636-1:2022

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/02162490-5761-4944-86fb-dc5120e7803b/iso-17636-1-2022>



DOCUMENT PROTÉGÉ PAR COPYRIGHT

© ISO 2022

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
E-mail: copyright@iso.org
Web: www.iso.org

Publié en Suisse

Sommaire

Page

Avant-propos	v
1 Domaine d'application	1
2 Références normatives	1
3 Termes et définitions	2
4 Symboles et termes abrégés	3
5 Classification des techniques radiographiques	4
6 Préparatifs et exigences générales	4
6.1 Protection contre les rayonnements ionisants	4
6.2 Préparation de la surface et stade de fabrication	5
6.3 Position de la soudure sur le radiogramme	5
6.4 Identification des radiogrammes	5
6.5 Marquage	5
6.6 Recouvrement des films	5
6.7 Types et positions des indicateurs de qualité d'image (IQI)	5
6.8 Évaluation de la qualité d'image	6
6.9 Valeurs minimales de qualité d'image	6
6.10 Qualification du personnel	7
7 Techniques recommandées	7
7.1 Dispositions d'examen	7
7.1.1 Généralités	7
7.1.2 Exposition en simple paroi d'objets plans (voir Figure 1)	8
7.1.3 Exposition en simple paroi d'objets courbes avec la source située à l'extérieur de l'objet (voir Figures 2 à 4)	9
7.1.4 Exposition panoramique en simple paroi d'objets courbes avec la source située à l'intérieur de l'objet (voir Figures 5 à 7)	10
7.1.5 Exposition en simple paroi d'objets courbes avec la source excentrée à l'intérieur de l'objet (voir Figures 8 à 10)	11
7.1.6 Exposition en double paroi double image (DWDI) de tubes avec la technique de l'ellipse avec la source et le film à l'extérieur de l'objet (voir Figure 11)	12
7.1.7 Exposition en double paroi double image (DWDI) de tubes avec la technique perpendiculaire avec la source et le film à l'extérieur de l'objet (voir Figure 12)	12
7.1.8 Exposition en double paroi simple image (DWSI) d'objets courbes avec interprétation de la paroi près du film (voir Figures 13 à 16)	13
7.1.9 La pénétration d'objets avec matériaux d'épaisseurs différentes (voir Figure 17 à 19)	14
7.2 Choix de la tension du tube et de la source de rayonnement	15
7.2.1 Appareils à rayons X jusqu'à 1 000 kV	15
7.2.2 Autres sources de rayonnement	16
7.3 Systèmes films et écrans métalliques	17
7.4 Alignement du faisceau	19
7.5 Réduction du rayonnement diffusé	20
7.5.1 Filtres métalliques et collimateurs	20
7.5.2 Interception du rayonnement rétrodiffusé	20
7.6 Distance source-objet	20
7.7 Étendue maximale interprétable en une seule exposition	23
7.8 Densité optiques des radiogrammes	23
7.9 Traitement	24
7.10 Conditions d'observation des films	24
8 Rapport d'essai	24

Annexe A (normative) Nombre d'expositions pour un examen acceptable d'une soudure circonférentielle bout à bout	26
Annexe B (normative) Valeurs minimales de qualité d'image	31
Annexe C (informative) Calcul des tensions maximales du tube à rayons X de la Figure 20	37
Bibliographie	38

iTeh STANDARD PREVIEW
(standards.iteh.ai)

ISO 17636-1:2022

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/02162490-5761-4944-86fb-dc5120e7803b/iso-17636-1-2022>

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).

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).

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.

Le présent document a été élaboré par le comité technique ISO/TC 44, *Soudage et techniques connexes*, sous-comité SC 5, *Essais et contrôle des soudures*, en collaboration avec le comité technique CEN/TC 121, *Soudage et techniques connexes*, du Comité européen de normalisation (CEN) conformément à l'Accord de coopération technique entre l'ISO et le CEN (Accord de Vienne).

Cette deuxième édition annule et remplace la première édition (ISO 17636-1:2013), qui a fait l'objet d'une révision technique.

Les principales modifications sont les suivantes:

- mise à jour des références normatives;
- mise à jour des figures;
- mise à jour dans tout le document des références aux [Figures 1 à 19](#);
- adjonction au [6.7](#), de l'utilisation de fils ASTM et d'autres indicateurs de qualité d'image (IQI) par accord entre les parties contractantes;
- adjonction en [6.7 a\)](#) de l'acceptation d'une visibilité de fil plus courte que 10 mm pour les tubes d'un diamètre extérieur < 50 mm;
- adjonction en [6.7](#), [6.8](#) et [6.9](#) d'une clarification pour l'utilisation de l'IQI pour la technique de la double paroi, double image (DWDI);
- suppression au [6.9](#) et [7.2.2](#) de la limite inférieure d'épaisseur pour les sources Se 75;
- clarification pour le mesurage de la densité optique dans la racine de la soudure;

ISO 17636-1:2022(F)

— clarification de l'utilisation de l'IQI pour la technique DWDI.

Une liste de toutes les parties de la série ISO 17636 se trouve sur le site web de l'ISO.

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. Les interprétations officielles des documents élaborés par le ISO/TC 44, lorsqu'elles existent, sont disponibles depuis la page: <https://committee.iso.org/sites/tc44/home/interpretation.html>.

iTeh STANDARD PREVIEW
(standards.iteh.ai)

ISO 17636-1:2022

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/02162490-5761-4944-86fb-dc5120e7803b/iso-17636-1-2022>

Essais non destructifs des assemblages soudés — Contrôle par radiographie —

Partie 1: Techniques par rayons X ou gamma à l'aide de film

1 Domaine d'application

Le présent document spécifie des techniques de contrôle par radiographie des assemblages soudés par fusion de matériaux métalliques en utilisant des techniques employant un film pour radiographie industrielle, dans le but d'obtenir des résultats satisfaisants et reproductibles. Les techniques reposent sur une pratique généralement reconnue et sur la théorie fondamentale en la matière.

Il est applicable aux assemblages de plaques et de tubes dans les matériaux métalliques. Outre sa signification conventionnelle, le terme «tube», tel qu'il est utilisé dans le présent document, couvre d'autres corps cylindriques, tels que tuyaux, conduites forcées, réservoirs de chaudières et appareils à pression.

Le présent document ne spécifie pas les niveaux d'acceptation des indications trouvées sur les radiogrammes. La série des ISO 10675 fournit des informations sur les niveaux d'acceptation pour le contrôle des soudures.

Si les parties contractantes appliquent des critères d'essai moins rigoureux, il se peut que la qualité obtenue soit nettement inférieure à celle atteinte par l'application stricte du présent document.

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

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

ISO 11699-2, *Essais non destructifs — Films utilisés en radiographie industrielle — Partie 2: Contrôle du traitement des films au moyen de valeurs de référence*

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*

ISO 19232-4, *Essais non destructifs — Qualité d'image des radiogrammes — Partie 4: Évaluation expérimentale des indices de qualité d'image et des tables de qualité d'image*

ASTM E 747, *Standard Practice for Design, Manufacture and Material Grouping Classification of Wire Image Quality Indicators (IQI) Used for Radiology*

EN 12543 (toutes les parties), *Essais non destructifs — Caractéristiques des foyers émissifs des tubes radiogènes industriels utilisés dans les essais non destructifs*

EN 12679, *Essais non destructifs — Contrôle radiographique — Détermination de la dimension des sources de radiographie industrielle gamma*

JIS Z2306, *Radiographic image quality indicators for non-destructive testing*

3 Termes et définitions

Pour les besoins du présent document, les termes et les définitions de l'ISO 5576 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 <https://www.electropedia.org/>

3.1 épaisseur nominale

t

épaisseur du métal de base, uniquement lorsque les tolérances de fabrication n'ont pas à être prises en compte

3.2 variation de la profondeur de pénétration

Δt

variation de l'épaisseur traversée (3.3) par rapport à l'épaisseur nominale (3.1) due à l'angle du faisceau

3.3 épaisseur traversée

w

épaisseur du matériau dans la direction du faisceau de rayonnement calculée en fonction de l'épaisseur nominale (3.1) de toutes les parois traversées

3.4 distance objet-film

b

distance entre la face de la partie radiographiée de l'objet examiné, située côté rayonnement et la surface du film, mesurée suivant l'axe central du faisceau de rayonnement

Note 1 à l'article: Le terme abrégé DOF peut également être utilisé.

3.5 dimension de la source

d

dimension de la source de rayonnement ou dimension du foyer émissif

Note 1 à l'article: Voir la série des EN 12543 ou l'EN 12679.

3.6 distance source-film

DSF

distance entre la source du rayonnement et le film, mesurée dans le sens du faisceau

Note 1 à l'article: $DSF = f + b$

où

- f est la *distance source-objet* (3.7);
 b est la *distance objet-film* (3.4).

3.7 distance source-objet

f
 distance entre la source du rayonnement et la face de l'objet examiné, située du côté de la source, mesurée suivant l'axe central du faisceau de rayonnement

Note 1 à l'article: Le terme abrégé DOS peut également être utilisé.

3.8 diamètre extérieur

D_e
 diamètre nominal de la surface extérieure du tube

3.9 zone de la soudure à évaluer WAE

zone à évaluer sur le radiogramme, qui contient la soudure, la *zone affectée thermiquement* (3.11) des deux côtés

3.10 surface d'intérêt

AoI
 surface minimale qu'il convient d'évaluer sur le radiogramme et qui contient la soudure, la *zone affectée thermiquement* (3.11) des deux côtés et toutes les lettres en plomb, tous les repères et tous les indicateurs de qualité d'image (IQI)

3.11 zone affectée thermiquement ZAT

zone à proximité de la soudure affectée par le processus de chauffage et de refroidissement du soudage

Note 1 à l'article: On considère qu'il s'agit des deux zones situées à proximité de la soudure, chacune ayant la même largeur que la passe de finition de la soudure, mais avec au moins 10 mm à prendre en compte pour l'évaluation.

4 Symboles et termes abrégés

Pour les besoins du présent document, les symboles et les termes abrégés donnés dans le [Tableau 1](#) s'appliquent.

Tableau 1 — Symboles et termes abrégés

Symbole ou terme abrégé	Définition
AoI	surface d'intérêt
b	distance objet-film
b'	distance objet-film perpendiculairement à l'objet examiné
d	dimension de la source, dimension du foyer émissif (voir l'EN 12679 et la série des EN 12543)
D_e	diamètre extérieur
d_f	valeur de l'extension diagonale du film, utilisée pour les essais
DWDI	double paroi, double image
DWSI	double paroi, simple image
NOTE à DSF.	La distance source-détecteur (DSD) telle qu'utilisée dans la radiographie numérique (voir ISO 17636-2), équivaut à DSF.

Tableau 1 (suite)

Symbole ou terme abrégé	Définition
f	distance source-objet
f'	distance source-objet perpendiculairement à l'objet examiné
F	film
f_{\min}	distance minimale source-objet
ZAT	zone affectée thermiquement
IQI	indicateur de qualité d'image
S	source de rayonnement
DSF	distance source-film
t	épaisseur nominale
Δt	variation de la profondeur de pénétration
w	épaisseur traversée
WAE	zone de la soudure à évaluer
β	angle d'ouverture de la fenêtre de la source ou du collimateur par rapport au faisceau central
NOTE	La distance source-détecteur (DSD) telle qu'utilisée dans la radiographie numérique (voir ISO 17636-2), équivaut à DSF.

5 Classification des techniques radiographiques

Les techniques radiographiques se divisent en deux classes d'essai:

- Classe d'essai A: techniques de base;
- Classe d'essai B: techniques améliorées.

Les techniques de classe d'essai B sont utilisées lorsque celles de classe d'essai A s'avèrent insuffisamment sensibles.

Des techniques radiographiques offrant une sensibilité supérieure à la classe d'essai B sont possibles et peuvent être convenues entre les parties contractantes par spécification de tous les paramètres d'essai appropriés.

Le choix d'une technique radiographique doit être convenu entre les parties contractantes.

Si, pour des raisons techniques ou industrielles, il est impossible de remplir l'une des conditions spécifiées pour la classe d'essai B, par exemple le type de source de rayonnement ou la distance source-objet f , il peut être convenu par les parties contractantes que la condition choisie peut être celle spécifiée pour la classe d'essai A. La perte de sensibilité doit être compensée par une augmentation de la densité minimale à 3,0 ou par le choix d'une meilleure classe d'essai de système film avec une densité optique minimale à 2,6. Les autres conditions de la classe d'essai B restent inchangées, notamment la qualité de l'image obtenue (voir [Tableaux B.1 à B.12](#) et [6.9](#)). L'éprouvette peut être considérée comme étant testée en classe d'essai B, du fait de la meilleure sensibilité que la classe d'essai A. Cela n'est pas applicable si les réductions spéciales de DSF décrites en [7.6](#) sont utilisées pour les dispositions d'essai de [7.1.4](#) et [7.1.5](#) ([Figures 5 à 10](#)).

6 Préparatifs et exigences générales

6.1 Protection contre les rayonnements ionisants

AVERTISSEMENT — L'exposition d'une partie quelconque du corps humain aux rayons X ou aux rayons gamma peut être extrêmement préjudiciable à la santé. Toute utilisation d'appareils à

rayons X ou de sources radioactives doit être soumise aux dispositions en matière de santé et de sécurité appropriées.

NOTE Les réglementations locales, nationales et internationales et les précautions de protection donnent des informations complémentaires.

6.2 Préparation de la surface et stade de fabrication

En général, une préparation de la surface n'est pas nécessaire, mais lorsque des défauts superficiels ou des revêtements peuvent créer des difficultés pour la détection des défauts, la surface doit être légèrement meulée ou débarrassée de son revêtement.

Sauf spécification contraire, le contrôle par radiographie doit avoir lieu après le dernier stade de fabrication, par exemple après meulage ou traitement thermique.

6.3 Position de la soudure sur le radiogramme

Lorsque le radiogramme ne montre pas la soudure, des repères de haute densité doivent être placés des deux côtés de la soudure, en dehors de la zone de la soudure à évaluer (WAE).

6.4 Identification des radiogrammes

Des symboles doivent être apposés sur chaque partie de l'objet radiographié. Les images de ces symboles doivent apparaître sur les radiogrammes, si possible en dehors de la zone de la soudure à évaluer (WAE), et doivent permettre d'identifier celle-ci sans ambiguïté. Un autre système d'identification peut faire partie de l'accord contractuel.

6.5 Marquage

Des marques permanentes doivent être apposées sur l'objet à tester afin de retrouver précisément la position de chaque radiogramme, par exemple l'origine, le sens, l'identification, la mesure.

Lorsque la nature du matériau et/ou les conditions de service ne permettent pas le marquage permanent, les positions doivent être reportées sur des schémas précis ou radiogrammes.

6.6 Recouvrement des films

Lorsque la radiographie d'une zone donnée nécessite deux films distincts ou plus, ceux-ci doivent présenter un recouvrement suffisant afin de s'assurer que la zone de la soudure à évaluer (WAE) est totalement radiographiée. Cela doit être vérifié à l'aide d'un repère à haute densité placé sur la surface de l'objet, qui doit apparaître sur chaque film.

6.7 Types et positions des indicateurs de qualité d'image (IQI)

La qualité des images doit être vérifiée à l'aide d'indicateurs de qualité d'image (IQI) conformes à l'ISO 19232-1 ou à l'ISO 19232-2. Les IQI selon l'ASTM E 747 ou JIS Z2306 peuvent être utilisés à la place, si leur groupe de matériaux correspond mieux à l'objet ou au composant examiné. Des tableaux pour la conversion des numéros de fils des ASTM E 747, JIS Z2306 et ISO 19232-1 peuvent être trouvés dans ces documents. Par accord entre les parties contractantes, d'autres indicateurs de qualité d'image (IQI) ayant la même atténuation radiographique que l'objet examiné et les mêmes dimensions que celles définies dans l'ISO 19232-1 ou l'ISO 19232-2 peuvent être utilisés.

L'IQI à un fil ou à trous et à gradins utilisé doit être placé côté source de l'objet examiné, au centre de la zone d'intérêt (AoI), sur le métal de base adjacent à la soudure. Les symboles d'identification et, le cas échéant, la lettre en plomb «F» ne doivent pas être dans la zone de la soudure à évaluer (WAE), sauf lorsque la configuration géométrique le rend impossible. L'IQI doit être en contact étroit avec la surface de l'objet. Il doit être situé dans une zone d'épaisseur uniforme caractérisée par une densité optique uniforme sur le film.

Selon le type d'IQI utilisé, les cas a) et b) doivent être envisagés.

- a) Dans le cas où un IQI à fils est utilisé, les fils doivent être orientés perpendiculairement à la soudure et sa position doit être telle qu'au moins 10 mm de longueur de fils apparaissent sur une partie de densité optique uniforme, ce qui correspond normalement au métal de base adjacent à la soudure. Pour les expositions conformes à [7.1.6](#) et [7.1.7](#) ([Figures 11](#) et [12](#)), il convient que l'IQI soit placé avec les fils perpendiculaires à l'axe du tube et il convient qu'ils n'apparaissent pas en projection sur l'image de la soudure. La longueur de fil visible peut être inférieure à 10 mm pour les diamètres extérieurs de tube inférieurs à 50 mm. Dans ce cas, la longueur de fil visible doit être $\geq 20\%$ du diamètre extérieur du tube.
- b) Dans le cas où un IQI à trous et à gradins est utilisé, il doit être placé de telle manière que le trou requis se trouve à proximité de la soudure.

Dans le cas d'expositions en simple paroi conformes à [7.1.4](#) et [7.1.5](#) ([Figures 5](#) à [10](#)), le type d'IQI utilisé peut être placé soit côté source (utiliser les [Tableaux B.1](#) à [B.4](#)), soit côté film. Si les IQI ne peuvent pas être placés côté source conformément aux conditions ci-dessus, ils sont placés côté film et la qualité d'image doit être déterminée au moins une fois par comparaison, avec un IQI placé côté source et un IQI placé côté film dans les mêmes conditions.

Dans le cas d'expositions en double paroi, conformes à [7.1.6](#) et [7.1.7](#) ([Figures 11](#) à [12](#)), le type d'IQI utilisé doit être placé côté source, (utiliser les [Tableaux B.5](#) à [B.8](#)). Par accord entre les parties contractantes, l'IQI peut être placé du côté du film (utiliser les [Tableaux B.9](#) à [B.12](#)).

Dans le cas d'expositions en double paroi, conformes à [7.1.8](#) ([Figures 13](#) à [16](#)), le type d'IQI utilisé peut être placé côté film. Si l'IQI est placé côté film, se référer aux [Tableaux B.9](#) à [B.12](#).

Lorsque les IQI sont placés côté film, la lettre «F» doit être placée à proximité de l'IQI, et doit être visible sur l'image radiographique et cette situation doit être notée dans le rapport de contrôle.

Si des dispositions ont été prises pour garantir que les radiogrammes des objets similaires et des zones ont été produits avec des techniques d'exposition et de traitement identiques et qu'aucune différence de qualité d'image n'est probable, il n'est pas nécessaire de vérifier la qualité d'image de chaque radiogramme. Il convient que l'étendue de la vérification de la qualité d'image fasse l'objet d'un accord entre les parties contractantes.

Dans le cas d'expositions de tubes avec source centrée, il convient de placer au moins trois IQI également répartis le long de la circonférence. Les films sur lesquels apparaissent les images d'IQI sont alors considérés comme représentatifs de toute la circonférence.

6.8 Évaluation de la qualité d'image

Les films doivent être examinés conformément à [7.10](#).

En évaluant l'image de l'IQI sur le radiogramme, le numéro du plus petit fil ou trou visible doit être déterminé. L'image d'un fil est acceptée si une longueur continue d'au moins 10 mm est clairement visible dans une partie de densité optique uniforme, généralement dans la ZAT près de la soudure [voir [6.7](#) a) pour les tubes de plus petits diamètres]. Dans le cas d'un IQI à trous et à gradins, si celui-ci comporte deux trous de même diamètre, les deux doivent être visibles pour que le gradin puisse être considéré comme visible. Voir également [6.7](#) a), pour les exceptions relatives à l'évaluation selon la technique DWDI des petits tubes.

La valeur de l'IQI obtenue doit être indiquée dans le rapport d'essai de contrôle par radiographie. Dans chaque cas, le type d'indicateur utilisé doit être clairement mentionné, comme indiqué sur l'IQI.

6.9 Valeurs minimales de qualité d'image

Les valeurs minimales de qualité d'image données dans l'[Annexe B](#) doivent être utilisées. Les [Tableaux B.1](#) à [B.12](#) donnent les indices de qualité d'image minimums pour les matériaux métalliques. Pour les autres matériaux, ces exigences ou des exigences correspondantes peuvent être convenues par

les parties contractantes et doivent être notées dans le rapport. Les exigences doivent être déterminées conformément à l'ISO 19232-4.

Dans les cas où des sources Ir 192 ou Se 75 sont utilisées pour les alliages de cuivre, l'acier ou les alliages de nickel, des valeurs d'IQI inférieures aux valeurs indiquées dans les [Tableaux B.1](#) à [B.12](#) peuvent être acceptées exceptionnellement, comme suit. Cela doit être noté dans le rapport.

Technique de la double paroi, double image (DWDI), valeurs indiquées dans les [Tableaux B.5](#) à [B.12](#), pour les deux classes d'essai A et B ($w = 2t$):

- $10 \text{ mm} < w \leq 25 \text{ mm}$: une valeur de fil en moins ou une valeur de trou et gradin en plus pour Ir 192;
- $w \leq 12 \text{ mm}$: une valeur de fil en moins ou une valeur de trou et gradin en plus pour Se 75.

Techniques simple paroi simple image et double paroi ($w = 2t$) simple image, valeurs indiquées dans les [Tableaux B.1](#), [B.2](#), [B.9](#) et [B.10](#), classe d'essai A:

- $10 \text{ mm} < w \leq 24 \text{ mm}$: deux valeurs de fil en moins ou deux valeurs de trou et gradin en plus pour Ir 192;
- $24 \text{ mm} < w \leq 30 \text{ mm}$: une valeur de fil en moins ou une valeur de trou et gradin en plus pour Ir 192;
- $w \leq 24 \text{ mm}$: une valeur de fil en moins ou une valeur de trou et gradin en plus pour Se 75.

Techniques simple paroi simple image et double paroi simple image, valeurs indiquées dans les [Tableaux B.3](#), [B.4](#), [B.11](#) et [B.12](#), classe d'essai B:

- $10 \text{ mm} < w \leq 40 \text{ mm}$: une valeur de fil en moins ou une valeur de trou et gradin en plus pour Ir 192;
- $w \leq 20 \text{ mm}$: une valeur de fil en moins ou une valeur de trou et gradin en plus pour Se 75.

Pour Se 75 et les épaisseurs traversées inférieures à 12 mm, il peut être difficile d'atteindre les valeurs IQI requises pour la classe d'essai B. Dans ce cas particulier, la densité optique minimale doit être portée à 3,0 et au moins un système de film de meilleure classe que celle requise dans le [Tableau 3](#) ou le [Tableau 4](#) doit être utilisé.

Si les valeurs d'IQI pour Se 75 et les épaisseurs traversées inférieures à 12 mm, ne peuvent pas être atteintes, comme décrit, les valeurs requises d'IQI et les conditions d'essai doivent faire l'objet d'un accord entre les parties contractantes, sur la base de l'ISO 19232-4.

6.10 Qualification du personnel

Le personnel effectuant des contrôles non destructifs conformément au présent document doit être certifié pour les essais par radiographie conformément à l'ISO 9712, ou à un système de certification équivalent, accepté au niveau international ou national, à un niveau approprié dans le secteur industriel concerné.

7 Techniques recommandées

7.1 Dispositions d'examen

7.1.1 Généralités

Des techniques radiographiques conformes aux spécifications données de [7.1.2](#) à [7.1.9](#) ([Figures 1](#) à [19](#)) doivent, si possible, être utilisées. Le film doit être placé le plus près possible de l'objet.

Il convient de n'utiliser la technique de l'ellipse (double paroi et double image) conforme à la [Figure 11](#) que pour $D_e \leq 100 \text{ mm}$, une épaisseur de paroi $t \leq 8 \text{ mm}$ et une largeur de soudure $\leq D_e/4$. Deux vues décalées de 90° sont suffisantes si $t/D_e < 0,12$, sinon trois images de l'ellipse sont nécessaires. La distance entre les deux images de soudure projetées doit être d'environ une largeur de soudure.