

**IIW**

Début de vote:  
2020-11-05

Vote clos le:  
2020-12-31

---

---

**Essais non destructifs des  
assemblages soudés — Contrôle  
par ultrasons — Utilisation de la  
technique d'acquisition automatisée  
de focalisation en tout point (FTP) et  
de techniques associées**

**iTeh STANDARD PREVIEW**

*Non-destructive testing of welds — Ultrasonic testing — Use of  
automated total focusing technique (TFM) and related technologies*  
(standard is final)

[ISO/FDIS 23864](https://standards.iso.org/standards/catalog/standards/sist/73a7260e-5585-4cfl-91c7-2d870ca1e568/iso-fdis-23864)

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/73a7260e-5585-4cfl-91c7-2d870ca1e568/iso-fdis-23864>

Il est demandé aux comités membres de consulter les intérêts nationaux respectifs concernant l'ISO/TC 44/SC 5 avant de donner leur position sur la plateforme de e-Balloting.

LES DESTINATAIRES DU PRÉSENT PROJET SONT INVITÉS À PRÉSENTER, AVEC LEURS OBSERVATIONS, NOTIFICATION DES DROITS DE PROPRIÉTÉ DONT ILS AURAIENT ÉVENTUELLEMENT CONNAISSANCE ET À FOURNIR UNE DOCUMENTATION EXPLICATIVE.

OUTRE LE FAIT D'ÊTRE EXAMINÉS POUR ÉTABLIR S'ILS SONT ACCEPTABLES À DES FINS INDUSTRIELLES, TECHNOLOGIQUES ET COMMERCIALES, AINSI QUE DU POINT DE VUE DES UTILISATEURS, LES PROJETS DE NORMES INTERNATIONALES DOIVENT PARFOIS ÊTRE CONSIDÉRÉS DU POINT DE VUE DE LEUR POSSIBILITÉ DE DEVENIR DES NORMES POUVANT SERVIR DE RÉFÉRENCE DANS LA RÉGLEMENTATION NATIONALE.



Numéro de référence  
ISO/FDIS 23864:2020(F)

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

[ISO/FDIS 23864](https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/73a7260e-5585-4cfl-91c7-2d870ca1e568/iso-fdis-23864)

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/73a7260e-5585-4cfl-91c7-2d870ca1e568/iso-fdis-23864>



**DOCUMENT PROTÉGÉ PAR COPYRIGHT**

© ISO 2020

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](mailto:copyright@iso.org)

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

Publié en Suisse

## Sommaire

Page

<b>Avant-propos</b> .....	<b>v</b>
<b>1 Domaine d'application</b> .....	<b>1</b>
<b>2 Références normatives</b> .....	<b>2</b>
<b>3 Termes et définitions</b> .....	<b>2</b>
<b>4 Niveaux de contrôle</b> .....	<b>2</b>
<b>5 Informations requises avant le contrôle</b> .....	<b>4</b>
5.1 Points à définir avant l'élaboration d'un mode opératoire.....	4
5.2 Informations spécifiques exigées par l'opérateur avant le contrôle.....	5
5.3 Mode opératoire de contrôle écrit.....	5
<b>6 Exigences relatives au personnel et à l'appareillage</b> .....	<b>6</b>
6.1 Qualifications du personnel.....	6
6.2 Appareillage de contrôle.....	6
6.2.1 Généralités.....	6
6.2.2 Appareil.....	6
6.2.3 Traducteurs.....	6
6.2.4 Mécanismes de balayage.....	7
<b>7 Préparation avant contrôle</b> .....	<b>7</b>
7.1 Volume à contrôler.....	7
7.2 Imagerie de discontinuités typiques des soudures.....	7
7.2.1 Orientation générale des discontinuités.....	7
7.2.2 Emplacement général de la discontinuité.....	8
7.2.3 Modes de reconstruction appropriés par types de discontinuité spécifiques.....	8
7.3 Vérification de la configuration de contrôle.....	11
7.4 Réglage du pas de balayage.....	11
7.5 Considérations d'ordre géométrique.....	12
7.6 Préparation des surfaces de balayage.....	12
7.7 Température.....	12
7.8 Couplant.....	12
<b>8 Contrôle du métal de base</b> .....	<b>12</b>
<b>9 Gamme d'épaisseur et sensibilité</b> .....	<b>13</b>
9.1 Généralités.....	13
9.2 Réglages des étendues de la base de temps et de la sensibilité.....	13
9.2.1 Généralités.....	13
9.2.2 Réglage de la gamme d'épaisseur et de la sensibilité sur l'objet contrôlé proprement dit.....	13
9.2.3 Corrections du gain.....	13
9.3 Vérification des réglages.....	13
<b>10 Blocs de référence et blocs d'essai</b> .....	<b>14</b>
10.1 Généralités.....	14
10.2 Matériau.....	14
10.3 Dimensions et forme.....	14
10.4 Réflecteurs de référence.....	14
<b>11 Vérifications de l'appareillage</b> .....	<b>15</b>
<b>12 Vérification du mode opératoire</b> .....	<b>15</b>
<b>13 Contrôle des assemblages soudés</b> .....	<b>15</b>
<b>14 Stockage des données</b> .....	<b>16</b>
<b>15 Interprétation et analyse des images FTP</b> .....	<b>16</b>
15.1 Généralités.....	16

15.2	Évaluation de la qualité des images FTP.....	16
15.3	Identification des indications pertinentes.....	17
15.4	Classification des indications pertinentes.....	17
15.5	Détermination de l'emplacement et de la longueur d'une indication.....	17
15.5.1	Zone.....	17
15.5.2	Longueur.....	17
15.6	Détermination de l'amplitude et de la longueur d'une indication.....	17
15.6.1	Généralités.....	17
15.6.2	Basée sur l'amplitude.....	17
15.6.3	Basée sur la hauteur.....	17
15.7	Évaluation par rapport aux critères d'acceptation.....	18
<b>16</b>	<b>Rapport de contrôle.....</b>	<b>18</b>
<b>17</b>	<b>Soudures austénitiques.....</b>	<b>20</b>
<b>Annexe A</b>	<b>(informative) Blocs de référence et réflecteurs de référence typiques.....</b>	<b>21</b>
<b>Annexe B</b>	<b>(informative) Images FTP de discontinuités typiques.....</b>	<b>27</b>
<b>Bibliographie</b>	<b>.....</b>	<b>35</b>

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

[ISO/FDIS 23864](https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/73a7260e-5585-4cfl-91c7-2d870ca1e568/iso-fdis-23864)

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/73a7260e-5585-4cfl-91c7-2d870ca1e568/iso-fdis-23864>

## 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 le lien suivant: [www.iso.org/iso/fr/avant-propos.html](http://www.iso.org/iso/fr/avant-propos.html).

Le présent document a été élaboré par l'IIW, *International Institute of Welding*, Commission V, *NDT et Quality Assurance of Welded Products*, 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).

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).

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

ISO/FDIS 23864

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/73a7260e-5585-4cfl-91c7-2d870ca1e568/iso-fdis-23864>

# Essais non destructifs des assemblages soudés — Contrôle par ultrasons — Utilisation de la technique d'acquisition automatisée de focalisation en tout point (FTP) et de techniques associées

**IMPORTANT** — Le fichier électronique de ce document contient des couleurs qui sont considérées comme utiles pour la bonne compréhension du document. Les utilisateurs doivent donc envisager d'imprimer ce document à l'aide d'une imprimante couleur.

## 1 Domaine d'application

Le présent document spécifie l'application de la technique FTP pour le contrôle semi- ou entièrement automatisé par ultrasons des assemblages soudés par fusion de matériaux métalliques d'une épaisseur minimale de 3,2 mm.

NOTE Sauf indication contraire, dans le présent document, "FTP" et "technique FTP" font référence à la technique FTP telle que définie dans la norme ISO 23243, et à toutes les technologies associées, voir par exemple les normes ISO 23865 et ISO 23243.

Le présent document s'applique uniquement aux composants avec soudures fabriqués avec des métaux ayant des propriétés isotropes (propriétés constantes dans toutes les directions) et des états homogènes. Cela comprend les soudures dans les aciers alliés à faible teneur en carbone et les alliages courants d'aluminium et de titane de qualité aérospatiale, à condition qu'ils soient homogènes et isotropes.

ISO/FDIS 23864

Le présent document s'applique aux assemblages soudés à pleine pénétration de géométrie simple sur plaques, tubes et récipients.

Le présent document spécifie quatre niveaux de contrôle (A, B, C, D), chacun correspondant à une probabilité différente de détection des imperfections. Un guide du choix des niveaux de contrôle est fourni. Les métaux à grains grossiers et les soudures austénitiques peuvent être contrôlés lorsque les dispositions du présent document ont été prises en compte.

Le présent document fournit des dispositions sur les possibilités et les limitations spécifiques de la technique FTP pour la détection, la localisation, le dimensionnement et la caractérisation des discontinuités dans les assemblages soudés par fusion. La technique FTP peut être utilisée de manière autonome ou en combinaison avec d'autres méthodes d'essais non destructif (END), aussi bien pour le contrôle de la fabrication, en service et les essais après réparation.

Le présent document spécifie quatre niveaux de contrôle, chacun correspondant à une probabilité différente de détection des imperfections.

Le présent document inclut l'évaluation des indications à des fins d'acceptation en se basant soit sur l'amplitude (taille équivalente du réflecteur) et la longueur soit sur la hauteur et la longueur.

Le présent document ne comporte pas de niveaux d'acceptation pour les discontinuités.

Le présent document fait référence aux deux techniques d'essai typiques suivantes pour les assemblages soudés.

- a) le balayage latéral, où le ou les traducteur(s) est (sont) placé(s), à proximité de la passe de finition de la soudure, utilisant généralement des sabots. Le balayage latéral peut être réalisé d'un côté ou des deux côtés de la soudure;

- b) Le balayage de dessus, où le traducteur est placé au-dessus de la passe de finition de la soudure, sur une ligne à retard souple ou conformable ou au moyen de la technique en immersion, ou encore en utilisant la technique de contact après avoir éliminé la passe de finition de la soudure.

Un «contrôle semi-automatisé» inclut un déplacement contrôlé d'un ou plusieurs traducteurs le long d'un montage (bande de guidage, règle, etc.), au cours duquel la position du traducteur est mesurée sans ambiguïté par un capteur de position. Le balayage est effectué manuellement.

Un «contrôle entièrement automatisé» inclut en complément une propulsion mécanisée.

## 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 5577, *Essais non destructifs — Contrôle par ultrasons — Vocabulaire*

ISO 5817, *Soudage — Assemblages en acier, nickel, titane et leurs alliages soudés par fusion (soudage par faisceau exclu) — Niveaux de qualité par rapport aux défauts*

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

ISO 17635, *Contrôle non destructif des assemblages soudés — Règles générales pour les matériaux métalliques*

ISO 18563-1, *Essais non destructifs — Caractérisation et vérification de l'appareillage de contrôle par ultrasons en multiéléments — Partie 1: Appareils*

ISO 18563-2, *Essais non destructifs — Caractérisation et vérification de l'appareillage de contrôle par ultrasons en multiéléments — Partie 2: Traducteurs*

ISO 23865:2020, *Essais non destructifs — Contrôle par ultrasons — Utilisation générale de l'acquisition de la matrice intégrale/technique de focalisation en tous points (FMC/FTP)*

ISO 23243, *Essais non destructifs — Contrôle à l'aide de réseaux ultrasonores — Vocabulaire*

## 3 Termes et définitions

Pour les besoins du présent document, les termes et définitions de l'ISO 5577, l'ISO 17635, l'ISO 22865 et l'ISO 23243 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 <https://www.iso.org/obp>
- IEC Electropedia: disponible à <http://www.electropedia.org/>

## 4 Niveaux de contrôle

Les exigences de qualité des assemblages soudés portent principalement sur le matériau, le procédé de soudage et les conditions de service. Pour prendre en compte toutes ces exigences, le présent document spécifie quatre niveaux de contrôle (A, B, C et D).

Depuis le niveau de contrôle A jusqu'au niveau de contrôle C, la probabilité de détection augmente avec l'augmentation de la couverture c'est-à-dire en couvrant de multiples façons les volumes à examiner, par exemple, le nombre de modes de reconstruction ou le nombre de positions des réseaux.



Pour des applications spéciales, un niveau de contrôle D, basé sur un mode opératoire de contrôle écrit prenant en compte les exigences générales du présent document, peut être convenu. Cela inclut les contrôles de métaux autres que les aciers ferritiques, les contrôles sur des soudures à pénétration partielle et les contrôles à des températures d'objet situées hors de la plage spécifiée en 7.7. Pour le niveau D, une vérification sur des blocs d'essai est obligatoire.

Les niveaux de contrôle liés aux niveaux de qualité doivent être conformes à l'ISO 5817 ou à des normes techniques ou équivalentes. Le niveau de contrôle approprié peut être spécifié par des normes relatives au contrôle des soudures (par exemple l'ISO 17635), par des normes de produit ou par d'autres documents. Lorsque l'ISO 17635 est spécifiée, les niveaux de contrôle recommandés sont ceux indiqués dans le [Tableau 1](#).

**Tableau 1 — Description des niveaux de contrôle**

Niveau de contrôle	Niveaux de qualité conformément à l'ISO 5817
A	C, D
B	B
C	par accord
D	application spéciale

Le [Tableau 2](#) indique les exigences minimales. Comme décrit en 7.3, la configuration doit être vérifiée à l'aide de blocs de référence et/ou de blocs d'essai dans tous les cas.

Le balayage de dessus peut être effectué avec la technique FTP si la passe de finition de la soudure a été éliminée et que la surface d'essai est plane, sinon l'emploi d'une focalisation adaptative est nécessaire pour tenir compte de la géométrie du cordon de la soudure côté face de sondage.

Effectuer un balayage latéral avec deux traducteurs simultanément des deux côtés de la soudure permet d'employer des modes de reconstruction entre un traducteur et l'autre (voir l'ISO 23865).

**Tableau 2 — Détails des niveaux de contrôle, exigences minimales**

Techniques de contrôle	Niveaux de contrôle			
	A <sup>a</sup>	B <sup>a</sup>	C <sup>b</sup>	D <sup>b</sup>
Balayage de dessus à position fixe du traducteur par rapport à la soudure (balayage linéaire)	Mode de reconstruction direct	Mode de reconstruction direct et mode de reconstruction utilisant la réflexion sur la face opposée	Mode de reconstruction direct et un ou des mode(s) de reconstruction supplémentaires qui assure(nt) des signaux de réflexion provenant de discontinuités planes sur le chanfrein de soudure	Modes de reconstruction appropriés et positions (côtés) par accord
Balayage latéral à position fixe du traducteur par rapport à la soudure (balayage linéaire)	Mode de reconstruction direct, des deux côtés	Mode de reconstruction direct et mode de reconstruction utilisant la réflexion sur la face opposée, des deux côtés ou des deux positions du traducteur.	Mode de reconstruction direct et (multiples) mode(s) de reconstruction utilisant la réflexion sur la face opposée, des deux côtés ou des deux positions du traducteur.	Modes de reconstruction appropriés et positions (côtés) par accord
<sup>a</sup> Pour les niveaux de contrôle A et B: l'imagerie utilisant la réflexion sur la face opposée peut être réalisée en étendant la zone d'intérêt (ROI) (uniquement pour TT-TT ou LL-LL) ou en utilisant les modes de reconstruction correspondants. <sup>b</sup> Pour les niveaux de contrôle C et D: Le choix des modes de reconstruction doit dépendre de la forme du chanfrein de la soudure et être justifié dans le plan de balayage basé sur le <a href="#">Tableau 3</a> .				

Tableau 2 (suite)

Techniques de contrôle	Niveaux de contrôle			
	A <sup>a</sup>	B <sup>a</sup>	C <sup>b</sup>	D <sup>b</sup>
Balayage latéral avec balayage par créneau	Mode de reconstruction direct, un seul côté	Mode de reconstruction direct et mode de reconstruction utilisant la réflexion (sur la face opposée), d'un côté	Mode de reconstruction direct et (multiples) mode(s) de reconstruction utilisant la réflexion sur la face opposée, un seul côté, les images de différentes positions du traducteur à la soudure sont fusionnés	Modes de reconstruction appropriés et positions (côtés) par accord
<p><sup>a</sup> Pour les niveaux de contrôle A et B: l'imagerie utilisant la réflexion sur la face opposée peut être réalisée en étendant la zone d'intérêt (ROI) (uniquement pour TT-TT ou LL-LL) ou en utilisant les modes de reconstruction correspondants.</p> <p><sup>b</sup> Pour les niveaux de contrôle C et D: Le choix des modes de reconstruction doit dépendre de la forme du chanfrein de la soudure et être justifié dans le plan de balayage basé sur le <a href="#">Tableau 3</a>.</p>				

## 5 Informations requises avant le contrôle

### 5.1 Points à définir avant l'élaboration d'un mode opératoire

Des informations relatives aux points suivants sont exigées:

- a) l'objet et l'étendue du contrôle;
- b) le ou les types de métal de base (c'est-à-dire moulé, forgé ou laminé), grosseur de grain et anisotropie;
 

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/73a7260e-5585-4cfl-91c7-2d870ca1e568/iso-fdis-23864>

NOTE 1 Plusieurs propriétés du métal de base, en particulier les écarts d'élongation de grain dus au laminage, ont une influence sur les images générées par FTP. Cette influence existe également dans d'autres techniques de contrôle par ultrasons, mais elle est ressentie différemment. L'ISO 23865:2020, Article 15 fournit des lignes directrices.

NOTE 2 La variation d'épaisseur de paroi a une influence sur l'image générée, notamment lors de l'utilisation de modes de reconstruction contenant une ou plusieurs réflexions. L'ISO 23865:2020, Article 15 fournit des lignes directrices.
- c) le niveau du contrôle;
- d) les critères d'acceptation incluant la méthode pour l'évaluation des indications et celle pour établir les niveaux de référence;
- e) la spécification des blocs d'étalonnage, des blocs de référence et des blocs d'essai utilisés;
- f) l'étape à laquelle le contrôle est à réaliser (par exemple en fabrication ou en service);
- g) l'objet et les détails concernant la géométrie de la soudure et des informations sur la taille de la zone affectée thermiquement. Si la taille de la zone affectée thermiquement n'est pas connue, des valeurs pratiques selon le procédé de soudage utilisé peuvent être considérées;
- h) les exigences relatives aux conditions d'accessibilité, à l'état de surface et à la température. La température des matériaux a une influence significative sur les images générées par FTP. Lorsque l'objet à contrôler a une température hors de la plage spécifiée en 7.7 de l'ISO 23865:2020, l'Article 15 fournit des lignes directrices;
- i) la qualification du personnel;
- j) les exigences relatives au rapport.

## 5.2 Informations spécifiques exigées par l'opérateur avant le contrôle

Avant de procéder à toute opération de contrôle sur un assemblage soudé, l'opérateur doit avoir accès à toutes les informations spécifiées en 5.1 ainsi qu'aux informations supplémentaires suivantes:

- a) le mode opératoire de contrôle écrit;
- b) la préparation et les dimensions de l'assemblage;
- c) les informations pertinentes relatives au procédé de soudage;
- d) le moment de la mise en œuvre du contrôle par rapport à l'exécution d'éventuels traitements thermiques après soudage;

## 5.3 Mode opératoire de contrôle écrit

Pour tous les contrôles utilisant la technique FTP, un mode opératoire de contrôle écrit est exigé. Le mode opératoire doit au moins comprendre les informations suivantes:

- a) l'objet et l'étendue du contrôle, y compris des détails sur la zone d'intérêt (ROI) et du maillage;
- b) les techniques de contrôle, y compris la stratégie d'acquisition de données et l'algorithme d'imagerie (paramètres de traitement);
- c) les niveaux du contrôle;
- d) les exigences relatives à la qualification/formation du personnel;
- e) l'équipement à utiliser (notamment la fréquence, la fréquence d'échantillonnage, le pas inter-éléments, les dimensions des éléments);
- f) les blocs de référence et/ou d'essai; [ISO/FDIS 23864](https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/73a7260e-5585-4cfl-91c7-1d870e1e5681/iso-23864)
- g) des exemples de balayages d'étalonnage et de référence;
- h) les réglages de la sensibilité;
- i) les exigences relatives aux conditions d'accessibilité, à l'état de surface;
- j) les exigences relatives aux contrôles du métal de base;
- k) l'évaluation des indications, y compris la méthodologie de dimensionnement;
- l) les niveaux d'acceptation et/ou les seuils d'enregistrement;
- m) les exigences relatives au rapport;
- n) toute question liée à l'environnement et à la sécurité;
- o) un plan de balayage indiquant les éléments suivants afin de fournir une méthode normalisée et reproductible de contrôle:
  - objet et géométries de la soudure;
  - positionnement et mouvement du traducteur par rapport à la soudure;
  - le(s) mode(s) de reconstruction utilisé(s) et la façon dont ils correspondent à l'emplacement et à l'orientation des discontinuités prévues;
  - la couverture de l'objet contrôlé et la zone d'intérêt (ROI).

## 6 Exigences relatives au personnel et à l'appareillage

### 6.1 Qualifications du personnel

Le personnel effectuant des contrôles conformément au présent document doit être qualifié à un niveau approprié conformément à l'ISO 9712 ou à une norme équivalente, dans le secteur industriel correspondant.

En plus d'une connaissance générale du contrôle des soudures par ultrasons, les opérateurs doivent être familiarisés avec la technique FTP et avoir une expérience pratique de l'utilisation de celle-ci ou de techniques associées. Il convient que le personnel suive une formation spécifique et passe un examen sur des éprouvettes représentatives. Il convient de documenter cette formation et les résultats d'examen. Si ce n'est pas le cas, il convient d'effectuer une formation spécifique et un examen avec les modes opératoires finalisés de contrôle par ultrasons et l'appareillage de contrôle par ultrasons choisi sur des échantillons représentatifs contenant des réflecteurs naturels ou artificiels similaires à ceux attendus. Il convient de documenter cette formation et les résultats d'examen.

### 6.2 Appareillage de contrôle

#### 6.2.1 Généralités

L'ISO/TS 16829 donne des informations utiles pour le choix des composants (matériels et logiciels) du système.

#### 6.2.2 Appareil

L'appareil de contrôle par ultrasons utilisé pour les contrôles par la technique FTP doit être conforme à l'ISO 18563-1, lorsqu'applicable.

L'appareil doit pouvoir acquérir une matrice intégrale ou partielle et la transmettre à un ordinateur pour post-traitement. Il est recommandé d'utiliser une fréquence d'échantillonnage pour la représentation de type A au moins égale à cinq fois la fréquence nominale du traducteur. Il est recommandé que la bande passante de l'appareil de contrôle par ultrasons soit suffisante pour recevoir des signaux d'au moins deux fois la fréquence centrale du traducteur, et que les filtres passe-haut et passe-bas soient réglés à des valeurs appropriées, par exemple un passe-haut ne dépassant pas la moitié de la fréquence centrale et un passe-bas réglé à au moins deux fois la fréquence centrale. Les valeurs spécifiques choisies pour ces paramètres, le cas échéant, doivent être explicitement spécifiées dans le mode opératoire écrit.

Il convient de choisir la résolution spatiale minimale des points de données dans l'image (c'est-à-dire l'espacement du maillage, les nœuds) de sorte que l'amplitude d'un réflecteur de référence soit stable à l'intérieur d'une tolérance spécifiée pour de faibles écarts (une longueur d'onde) de position du traducteur. L'ISO 23865 contient des valeurs suggérées pour la résolution spatiale des points de données et des suggestions pour la validation de la stabilité de l'amplitude.

#### 6.2.3 Traducteurs

Les réseaux ultrasonores utilisés pour les contrôles par la technique FTP doivent être conformes à l'ISO 18563-2.

Afin d'obtenir des images de bonne qualité, il convient de prendre en compte les propriétés suivantes des traducteurs multiéléments:

- un pas inter-élément suffisamment faible pour éviter le repliement spatial;
- des éléments très amortis pour diminuer la longueur du train d'ondes ultrasonores;
- des éléments suffisamment petits pour éviter une trop grande directivité;

- d) des dimensions appropriées (à la fois le long de l'axe primaire et de l'axe secondaire du réseau) pour permettre l'imagerie à une certaine distance du traducteur, car l'algorithme FTP donne des résultats optimaux dans le champ proche du traducteur;
- e) les dimensions optimisées du sabot en vue de son efficacité.

#### 6.2.4 Mécanismes de balayage

Afin d'obtenir des images (des données acquises) cohérentes, des mécanismes de guidage et un ou des encodeurs doivent être utilisés.

Contrairement à d'autres techniques ultrasonores, le maintien d'une distance constante par rapport à la soudure n'est pas si important, si l'image obtenue dans la mesure où l'ensemble des zones d'intérêt utilisé contient bien la zone complète à contrôler. Cependant, pour une évaluation correcte, la position de la soudure dans l'image est exigée, par exemple en utilisant des indications géométriques.

## 7 Préparation avant contrôle

### 7.1 Volume à contrôler

Le but du contrôle doit être défini par une spécification. Sur cette base, le volume à contrôler doit être déterminé. La zone d'intérêt (ROI), ou la combinaison de zones d'intérêt (ROI), doivent couvrir le volume à contrôler.

Pour les épaisseurs de contrôle  $< 8$  mm au stade de la fabrication, le volume à contrôler doit inclure la soudure et le métal de base sur au moins 1,25 fois l'épaisseur  $t$ , de l'objet contrôlé de chaque côté de la préparation de la soudure (1  $t$  pour les soudures par soudage laser et par faisceau d'électrons), ou bien la largeur établie de la zone affectée thermiquement (sur la base des informations fournies par le fabricant).

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/73a7260e-5585-4cfl-91c7-4a0704e56036/iso-23864>

Pour les épaisseurs de contrôle  $\geq 8$  mm au stade de la fabrication, le volume à contrôler doit inclure la soudure et le métal de base sur la plus grande des deux zones suivantes: au moins 10 mm de chaque côté de la préparation de la soudure (5 mm pour les soudures par soudage laser et par faisceau d'électrons), ou bien la largeur établie de la zone affectée thermiquement (sur la base des informations fournies par le fabricant).

Un plan de balayage doit être fourni dans le mode opératoire écrit pour documenter la couverture, voir [5.3](#).

### 7.2 Imagerie de discontinuités typiques des soudures

#### 7.2.1 Orientation générale des discontinuités

Par rapport à la technique UT-PA, la technique FTP est généralement moins sensible à l'orientation des discontinuités. Toutefois, lorsque des discontinuités planes sont prévues, il faut utiliser des modes de reconstruction qui anticipent sur la façon dont les ultrasons sont réfléchis par ces discontinuités. Si un dimensionnement basé sur l'amplitude est utilisé, une incidence/réflexion spéculaire perpendiculaire est exigée. La détection et le dimensionnement des discontinuités peuvent également être réalisés en utilisant des signaux de diffraction, qui reposent dans une bien moindre mesure sur un mode de reconstruction prédéfini, mais il convient d'avoir conscience que les images obtenues ont un plus faible rapport signal sur bruit et sont plus difficiles à interpréter.

En général, les discontinuités perpendiculaires à la surface de balayage, telles qu'un manque de fusion sur un chanfrein de soudure à angle faible, exigent un mode de reconstruction où le trajet émis ou reçu contient une réflexion sur la face opposée (par exemple TT-T).

En général, les discontinuités parallèles à la surface de balayage exigent un mode de reconstruction où le son réfléchi par la discontinuité peut se propager jusqu'à un élément du réseau. Cela peut être