
**Essais non destructifs des
assemblages soudés — Contrôle par
ultrasons — Contrôle des soudures en
aciers austénitiques et en alliages à
base nickel**

*Non-destructive testing of welds — Ultrasonic testing — Testing of
welds in austenitic steels and nickel-based alloys*

iTeh STANDARD PREVIEW
(standards.iteh.ai)

[ISO 22825:2017](https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/076cee61-b363-41b3-9d9-7b12029ffd81/iso-22825-2017)

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/076cee61-b363-41b3-9d9-7b12029ffd81/iso-22825-2017>



iTeh STANDARD PREVIEW
(standards.iteh.ai)

ISO 22825:2017

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/076cee61-b363-41b3-9d9-7b12029ffd81/iso-22825-2017>



DOCUMENT PROTÉGÉ PAR COPYRIGHT

© ISO 2017, Publié en Suisse

Droits de reproduction réservés. Sauf indication contraire, 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, l'affichage sur l'internet ou sur un Intranet, sans autorisation écrite préalable. Les demandes d'autorisation peuvent être adressées à l'ISO à l'adresse ci-après ou au comité membre de l'ISO dans le pays du demandeur.

ISO copyright office
Ch. de Blandonnet 8 • CP 401
CH-1214 Vernier, Geneva, Switzerland
Tel. +41 22 749 01 11
Fax +41 22 749 09 47
copyright@iso.org
www.iso.org

Sommaire

Page

Avant-propos	iv
Introduction	v
1 Domaine d'application	1
2 Références normatives	1
3 Termes et définitions	2
4 Informations exigées avant essai	2
4.1 Points devant être définis par une spécification.....	2
4.2 Informations spécifiques exigées par l'opérateur avant essai.....	2
5 Personnel	3
6 Équipement d'essai	3
6.1 Équipement classique.....	3
6.2 Équipement pour la technique multi-éléments.....	3
7 Réglage de la base de temps pour les ondes longitudinales	4
8 Réglage de la sensibilité	4
8.1 Généralités.....	4
8.2 Utilisation des trous latéraux.....	5
8.3 Utilisation d'autres réflecteurs de référence.....	5
9 Mode opératoire et méthodes ultrasoniques	6
9.1 Mise au point d'un mode opératoire.....	6
9.2 Contenu du mode opératoire.....	6
9.3 Choix de la méthode ou des méthodes par ultrasons.....	7
9.4 Optimisation de la méthode d'essai et rédaction du mode opératoire d'essai.....	8
9.5 Implications pratiques de l'utilisation d'ondes longitudinales réfractées.....	9
10 Classification et dimensionnement des indications	9
11 Contrôle des soudures	9
11.1 Généralités.....	9
11.2 État de surface et liquide de couplage.....	9
11.3 Essais sur le métal de base.....	10
11.4 Balayage.....	10
11.5 Évaluation des indications.....	10
12 Rapport de contrôle	10
12.1 Informations générales.....	10
12.2 Informations relatives au matériel d'essai.....	11
12.3 Informations relatives à la technique de contrôle.....	11
12.4 Résultats des contrôles.....	11
Annexe A (informative) Méthodes d'ondes longitudinales à faisceau d'angle	12
Annexe B (informative) Blocs d'étalonnage en acier inoxydable pour le réglage de la base de temps	19
Annexe C (informative) Pièces de référence pour le réglage de la sensibilité	21
Bibliographie	24

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 <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).

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/avant-propos.

Le présent document a été élaborée par le comité technique ISO/TC 44, *Soudage et techniques connexes*, sous-comité SC 5, *Essais et contrôle des soudures*.

Cette troisième édition annule et remplace la deuxième édition (ISO 22825:2012), qui a fait l'objet d'une révision technique.

Par rapport à la précédente édition, les principales modifications concernent:

- la correction d'une équation erronée;
- la mise à jour des références normatives et de la bibliographie,
- des corrections d'ordre rédactionnel tout le long du document
- la prise en compte de la technique multi-éléments.

Il convient d'adresser les demandes d'interprétation officielles de l'un quelconque des aspects du présent document au secrétariat de l'ISO/TC 44/SC 5 via votre organisme national de normalisation. La liste exhaustive de ces organismes peut être trouvée à l'adresse www.iso.org.

Introduction

Les soudures sur des composants en acier austénitique et sur métaux dissemblables sont généralement considérées comme étant très difficiles à contrôler par ultrasons. Les problèmes proviennent principalement du caractère défavorable de la microstructure et de la taille des grains, ainsi que des propriétés différentes des matériaux qui induisent une anisotropie et une inhomogénéité des caractéristiques mécaniques et acoustiques contrastant avec le comportement relativement isotrope et homogène des soudures sur acier faiblement allié.

Le métal fondu austénitique et d'autres matériaux anisotropes à gros grains peuvent affecter de manière significative la propagation des ultrasons. En outre, il peut se produire une distorsion du faisceau, des réflexions et des conversions de modes d'ondes inattendues sur la zone de liaison et/ou des grains colonnaires. Par conséquent, il peut être difficile, et parfois impossible, pour les ultrasons de pénétrer dans le métal fondu.

Le contrôle de ces métaux par ultrasons peut nécessiter l'utilisation de méthodes qui diffèrent des méthodes classiques. Ces méthodes particulières impliquent souvent l'utilisation de traducteurs à émetteur et récepteur séparés conçus pour des ondes de compression (longitudinales) réfractées ou des ondes rampantes plutôt que pour des ondes de cisaillement (transversales) classiques.

En outre, il est nécessaire de produire des blocs de référence représentatifs comportant des soudures afin de mettre au point un mode opératoire de contrôle, de fixer un niveau de sensibilité préliminaire, d'évaluer le mode opératoire et d'en démontrer l'efficacité avant d'établir un mode opératoire définitif. Le matériau, la préparation de la soudure et le mode opératoire de soudage, ainsi que la géométrie du joint et l'état de surface des blocs de référence sont normalement les mêmes que ceux du composant soumis à essai.

(standards.iteh.ai)

[ISO 22825:2017](https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/076cee61-b363-41b3-9df9-7b12029ffd81/iso-22825-2017)

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/076cee61-b363-41b3-9df9-7b12029ffd81/iso-22825-2017>

iTeh STANDARD PREVIEW
(standards.iteh.ai)

ISO 22825:2017

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/076cee61-b363-41b3-9d9-7b12029ffd81/iso-22825-2017>

Essais non destructifs des assemblages soudés — Contrôle par ultrasons — Contrôle des soudures en aciers austénitiques et en alliages à base nickel

1 Domaine d'application

Le présent document spécifie l'approche à suivre pour la mise au point des modes opératoires de contrôle par ultrasons des soudures suivantes:

- soudures sur aciers inoxydables;
- soudures sur alliages à base de nickel;
- soudures sur aciers duplex;
- soudures sur métaux dissemblables;
- soudures sur aciers austénitiques.

Les objectifs des essais peuvent être très différents, par exemple:

- évaluation du niveau de qualité (fabrication);
- détection de discontinuités spécifiques produites au cours du service.

Les niveaux d'acceptation ne sont pas inclus dans le présent document, mais ils peuvent être appliqués selon le domaine d'application des essais (voir 4.1).

Les exigences du présent document sont applicables à la fois au contrôle manuel et au contrôle mécanisé.

2 Références normatives

Les documents suivants sont référencés dans le texte de telle manière qu'une partie ou tout leur contenu constitue 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 7963, *Essais non destructifs — Contrôle par ultrasons — Spécifications relatives au bloc d'étalonnage n° 2*

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

EN 12668-1, *Essais non destructifs — Caractérisation et vérification de l'appareillage de contrôle par ultrasons — Partie 1: Appareils*

EN 12668-2, *Essais non destructifs — Caractérisation et vérification de l'appareillage de contrôle par ultrasons — Partie 2: Traducteurs*

EN 12668-3, *Essais non destructifs — Caractérisation et vérification de l'appareillage de contrôle par ultrasons — Partie 3: Équipement complet*

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

3 Termes et définitions

Pour les besoins du présent document, les termes et définitions donnés dans l'ISO 5577, l'ISO 17635 ainsi que les suivants s'appliquent.

L'ISO et l'IEC maintiennent des bases de données terminologiques pour utilisation dans le domaine de la normalisation aux adresses suivantes:

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

3.1 traducteur à émetteur et récepteur séparés
traducteur à ultrasons dans lequel les transducteurs qui émettent et qui reçoivent sont séparés et sont électriquement et acoustiquement isolés l'un de l'autre

3.2 distance focale
(traducteurs à émetteur et récepteur séparés) distance entre le traducteur et le foyer sur l'axe acoustique où la pression acoustique est à son maximum

3.3 courbe focale
(traducteurs à émetteur et récepteur séparés) courbe représentant la relation entre un parcours ultrasonore et la sensibilité d'un traducteur sur un matériau défini comportant des réflecteurs définis

4 Informations exigées avant essai

4.1 Points devant être définis par une spécification

Les informations sur les points suivants sont exigées:

- a) le type et la nuance du matériau;
- b) le but et l'étendue des essais, y compris, si requis, la recherche de discontinuités transversales;
- c) les niveaux d'examen (voir [l'Article 10](#));
- d) le stade de la fabrication ou stade opératoire auquel les essais doivent être réalisés;
- e) les exigences relatives aux conditions d'accès et à l'état de surface (voir [11.2](#)), ainsi qu'à la température;
- f) l'obligation ou non de procéder à des essais sur le métal de base avant et/ou après soudage (voir [11.3](#));
- g) les blocs de référence (voir [l'Article 6](#) et [l'Article 7](#));
- h) la qualification du personnel (voir [l'Article 5](#));
- i) les exigences relatives aux rapports (voir [l'Article 12](#));
- j) les critères d'acceptation et/ou niveau d'enregistrement.

4.2 Informations spécifiques exigées par l'opérateur avant essai

Avant de pratiquer un essai sur un assemblage soudé, l'opérateur doit avoir accès à toutes les informations spécifiées en [4.1](#) ainsi qu'aux informations complémentaires suivantes:

- a) le mode opératoire écrit de l'essai (voir [l'Article 9](#));

- b) le (les) type(s) de matériau(x) de base et forme de produit (c'est-à-dire moulé, forgé, laminé);
- c) la préparation et les dimensions du joint;
- d) le mode opératoire de soudage ou les informations appropriées concernant le procédé de soudage;
- e) la période d'examen par rapport à un éventuel traitement thermique après soudage;
- f) le résultat de tout essai du métal de base réalisé avant et/ou après soudage;
- g) les points de référence et détails du système de coordonnées concernant la pièce soumise à essai.

5 Personnel

Le personnel effectuant les essais 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 concerné.

En plus des connaissances générales concernant le contrôle des soudures par ultrasons, les opérateurs doivent être familiarisés avec les problèmes d'essais spécifiques associés à ces types de matériau et d'assemblages soudés, ou en avoir une expérience pratique. Il convient de réaliser une formation spécifique et de faire passer un examen au personnel sur des pièces représentatives (acier duplex, acier inoxydable austénitique) comportant des soudures avec utilisation de traducteurs d'ondes longitudinales à émetteur et récepteur séparés. Il convient que cette formation et les résultats de l'examen fassent l'objet d'une documentation.

Si tel n'est pas le cas, il convient de réaliser une formation spécifique et de faire passer un examen en utilisant, sur des échantillons représentatifs comportant des réflecteurs naturels ou artificiels similaires à ceux qui sont attendus, les modes opératoires de contrôle par ultrasons finalisés et le matériel de contrôle par ultrasons sélectionné. Il convient que cette formation et les résultats de l'examen fassent l'objet d'une documentation.

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/076cee61-b363-41b3-9df9-7b12029ffd81/iso-22825-2017>

6 Équipement d'essai

6.1 Équipement classique

L'équipement utilisé pour les contrôles doit satisfaire aux exigences de l'EN 12668-1 et de l'EN 12668-2. La vérification de l'équipement complet doit être réalisée conformément à l'EN 12668-3, à l'exception des traducteurs d'ondes à incidence oblique à émetteur et récepteur séparés qui peuvent être vérifiés sur des blocs de référence adéquates autres que les blocs mentionnées dans l'EN 12668-3.

Les courbes focales doivent être disponibles pour les traducteurs à émetteur et récepteur séparés à utiliser et pour un matériau équivalent à celui qui est examiné.

6.2 Équipement pour la technique multi-éléments

L'équipement pour la technique multi-élément peut être utilisé, sous réserve:

- que la combinaison du traducteur, du sabot et des lois focales soit capable de produire des faisceaux acoustiques permettant la mise en œuvre des méthodes définies de [A.1](#) à [A.6](#);
- que l'équipement pour la technique multi-élément soit conforme aux exigences des ISO 18563-1 et ISO 18563-2
- que la vérification du matériel complet doive être réalisée conformément à l'ISO 18563-3, à l'exception des traducteurs d'ondes à incidence oblique à émetteur et récepteur séparés qui peuvent être vérifiés sur des blocs de référence adéquates autres que les blocs mentionnées dans l'ISO 18563-3.

Les courbes focales doivent être disponibles pour les traducteurs multi-éléments à utiliser et pour un matériau équivalent à celui qui est examiné.

7 Réglage de la base de temps pour les ondes longitudinales

Le réglage de la base de temps doit être réalisé sur des blocs d'étalonnage appropriés, par exemple comme ceux indiqués dans l'[Annexe B](#), qui sont conçus pour être similaires en dimensions au bloc d'étalonnage n° 2 selon l'ISO 7963. La dimension d'au moins un des rayons de la pièce utilisée doit être proche de la distance focale des traducteurs.

Le point d'incidence de chaque traducteur doit être marqué sur le côté du traducteur, après avoir optimisé l'amplitude d'écho sur le rayon le plus proche de sa distance focale. Puisque l'optimisation des échos peut s'avérer difficile pour des traducteurs à grand angle et des traducteurs à ondes rampantes, il est possible d'utiliser, à la place, la composante de l'onde transversale. Dans ce cas, le mode opératoire doit inclure la méthodologie d'étalonnage.

L'optimisation des échos doit être faite sur les deux rayons séparément et par itération jusqu'à ce que les signaux du plus petit et du plus grand rayon soient à leur position correcte.

La base de temps peut également être déterminée à l'aide d'un traducteur droit à un seul élément sur la largeur du bloc d'étalonnage et le réglage ultérieur du point zéro à l'aide du traducteur d'ondes à incidence oblique placé sur le bloc d'étalonnage, au rayon le plus proche de la distance focale du traducteur.

Pour le positionnement géométrique correct des indications, l'influence des différentes vitesses de propagation entre le matériau de base et celui de la soudure peuvent être prises en compte, en utilisant les réflecteurs utilisés en [8.1](#) ou [8.2](#). Le réglage de la base de temps doit être effectué avant chacun des contrôles. Des vérifications permettant de confirmer ces réglages doivent être effectuées au moins toutes les 4 h ainsi qu'à la fin du contrôle.

Des vérifications doivent également être effectuées chaque fois qu'un paramètre système est modifié ou que des modifications des réglages équivalents sont soupçonnées.

Dans le cas où des écarts sont décelés au cours de ces vérifications, les actions correctives indiquées dans le [Tableau 1](#) doivent être prises.

Tableau 1 — Écarts de la base de temps

1	Écarts ≤ 5 % de la base de temps	Aucune correction n'est nécessaire, l'essai peut être poursuivi.
2	Écarts > 5 % de la base de temps	Le réglage doit être corrigé et tous les contrôles réalisés au cours de la période de contrôle précédente doivent être répétés.

8 Réglage de la sensibilité

8.1 Généralités

Le réglage de la sensibilité doit être réalisé sur un bloc de référence comportant une soudure. L'[Annexe C](#) présente des exemples de blocs de référence. L'épaisseur de la paroi du bloc de référence doit être similaire à l'épaisseur de la paroi de la pièce à contrôler dans la fourchette de 10 % ou de 3 mm, la valeur la plus grande étant retenue.

Les réflecteurs de référence peuvent être des trous latéraux au centre de la soudure et/ou sur la zone de liaison. Il est également possible d'utiliser des trous à fond plat sur la zone de liaison, avec le fond plat dans le plan de la zone de liaison (chanfrein de la soudure). Les entailles de la surface doivent servir de référence pour les défauts sous-jacents. Voir la [Figure C.1](#), la [Figure C.2](#) et la [Figure C.3](#).

La couverture de zone liée à l'épaisseur de la paroi doit être établie sur la base des courbes focales comme montré dans la [Figure A.6](#), lorsqu'on utilise des traducteurs à émetteur et récepteur séparés. La couverture de zone doit faire l'objet d'une documentation dans le mode opératoire.

Le réglage de la sensibilité doit être réalisé avant chaque essai conformément au présent document.

L'intervalle, g , entre la surface d'essai et le fond de la semelle du traducteur ne doit pas être supérieur à 0,5 mm.

Pour des surfaces cylindriques ou sphériques, cette exigence peut être vérifiée à l'aide de la [Formule \(1\)](#):

$$g = \frac{a^2}{4D} \quad (1)$$

où

D est le diamètre, en millimètres, du composant;

a est la dimension, en millimètres, de la semelle du traducteur dans le sens de l'essai.

Si la [Formule \(1\)](#) donne une valeur de g supérieure à 0,5 mm, la semelle doit être adaptée à la surface et la sensibilité et la base de temps doivent être réglées en conséquence.

Des vérifications permettant de confirmer ces réglages doivent être effectuées au moins toutes les 4 h ainsi qu'à la fin du contrôle. Des vérifications doivent également être effectuées chaque fois qu'un paramètre système est modifié ou que des modifications des réglages équivalents sont soupçonnées.

Dans le cas où des écarts sont décelés au cours de ces vérifications, les actions correctives indiquées dans le [Tableau 2](#) doivent être prises.

Tableau 2 — Écarts de sensibilité

1	Écarts ≤ 2 dB	Aucune correction n'est nécessaire, l'essai peut être poursuivi.
2	Écarts entre 2 dB et 4 dB	Le réglage doit être corrigé avant la poursuite du contrôle.
3	Réduction de la sensibilité > 4 dB	Le réglage doit être corrigé et tous les contrôles réalisés depuis la dernière vérification valide doivent être répétés.
4	Augmentation de la sensibilité > 4 dB	Le réglage doit être corrigé et toutes les indications enregistrées depuis la dernière vérification valide doivent être réévaluées.

8.2 Utilisation des trous latéraux

Si l'on se sert des réflecteurs dans la zone de liaison, des réglages de sensibilité doivent être effectués:

- en déterminant la hauteur d'écho avec le faisceau acoustique ne traversant que le matériau de base;
- en déterminant la hauteur d'écho avec le faisceau acoustique traversant le métal fondu.

Si l'on se sert des réflecteurs dans la zone centrale de la soudure, le réglage de la sensibilité peut être réalisé à partir d'un côté seulement, à l'exception des soudures sur métaux dissemblables (pour lesquels les propriétés acoustiques du métal de base diffèrent d'un côté à l'autre).

Un trou latéral a en général un diamètre de 3 mm.

8.3 Utilisation d'autres réflecteurs de référence

Dans le cas où des discontinuités spécifiques sont à déceler et/ou lors du contrôle d'une zone limitée particulière de la soudure, d'autres types et d'autres dimensions de réflecteurs de référence peuvent être utilisés. Dans ce cas, des conditions de réglage de sensibilité spécifiques doivent être définies.

Pour le contrôle des soudures sur tubes, on utilise généralement des trous à fond plat et des entailles comme réflecteurs de référence. Un exemple de joint circulaire de conduite est donné à la [Figure C.2](#).

La position d'un trou à fond plat doit être déterminée à partir d'une macro-section de la soudure austénitique, positionnée en conséquence sur le bloc de référence et usinée pour que le fond plat soit placé sur la zone de liaison.

Un trou à fond plat a en général un diamètre compris entre 2 mm et 5 mm.

9 Mode opératoire et méthodes ultrasoniques

9.1 Mise au point d'un mode opératoire

La mise au point d'un mode opératoire doit suivre les principales étapes mentionnées dans l'organigramme présenté à la [Figure 1](#).

9.2 Contenu du mode opératoire

Un mode opératoire doit être écrit et doit comporter au minimum les informations suivantes:

- a) but et étendue des essais;
- b) méthodes de contrôle;
- c) niveaux d'examen;

NOTE Pour les essais sur aciers austénitiques, les niveaux d'examen ne sont pas définis dans l'ISO 17640 comme pour les aciers ferritiques. Cependant, il est important de les fixer pour prendre en compte la probabilité de détection exigée dans chacune des zones examinées.

- d) exigences relatives à la qualification/formation du personnel;
- e) exigences relatives au matériel;
- f) traducteur pour chaque zone ou partie du chanfrein;
- g) blocs de référence;
- h) blocs d'étalonnage, le cas échéant;
- i) réglage du matériel;
- j) conditions d'accès et état de surface;
- k) sens de balayage et positions des traducteurs;
- l) essais sur le matériau de base;
- m) évaluation des indications;
- n) niveaux d'acceptation et/ou niveaux d'enregistrement;
- o) exigences du rapport;
- p) aspects relatifs à l'environnement et à la sécurité.

ITeh STANDARD PREVIEW
(standards.iteh.ai)

ISO 22825:2017

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/076cee61-b363-41b3-9d9-7b12029ffd81/iso-22825-2017>