

---

---

**Médecine bucco-dentaire — Soudage par  
laser**

*Dentistry — Laser welding*

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

ISO 28319:2010

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/7190fce4-7d89-4d0d-a98c-d899be8a9ff6/iso-28319-2010>



**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 28319:2010

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/7190fce4-7d89-4d0d-a98c-d899be8a9ff6/iso-28319-2010>



**DOCUMENT PROTÉGÉ PAR COPYRIGHT**

© ISO 2010

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
<b>1</b> <b>Domaine d'application</b> .....	<b>1</b>
<b>2</b> <b>Références normatives</b> .....	<b>1</b>
<b>3</b> <b>Termes et définitions</b> .....	<b>1</b>
<b>4</b> <b>Exigences</b> .....	<b>2</b>
4.1 <b>Composition chimique</b> .....	<b>2</b>
4.2 <b>Biocompatibilité</b> .....	<b>3</b>
4.3 <b>Résistance mécanique d'une soudure au laser (résistance à la traction)</b> .....	<b>3</b>
4.4 <b>Résistance à la corrosion</b> .....	<b>3</b>
<b>5</b> <b>Échantillonnage</b> .....	<b>3</b>
<b>6</b> <b>Préparation des éprouvettes</b> .....	<b>3</b>
6.1 <b>Généralités</b> .....	<b>3</b>
6.2 <b>Éprouvettes destinées à l'essai de traction</b> .....	<b>4</b>
6.3 <b>Éprouvettes destinées à l'essai de corrosion</b> .....	<b>5</b>
<b>7</b> <b>Essai</b> .....	<b>6</b>
7.1 <b>Inspection visuelle</b> .....	<b>6</b>
7.2 <b>Composition chimique</b> .....	<b>6</b>
7.3 <b>Essai de traction</b> .....	<b>6</b>
7.4 <b>Essai de corrosion par immersion statique</b> .....	<b>7</b>
<b>8</b> <b>Informations et instructions</b> .....	<b>8</b>
<b>9</b> <b>Marquage et étiquetage</b> .....	<b>8</b>
9.1 <b>Marquage</b> .....	<b>8</b>
9.2 <b>Étiquetage</b> .....	<b>8</b>
<b>10</b> <b>Procès-verbal d'essai</b> .....	<b>9</b>
<b>Annexe A (informative) Assurance qualité de la soudure au laser</b> .....	<b>10</b>
<b>Bibliographie</b> .....	<b>14</b>

## 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 28319 a été élaborée par le comité technique ISO/TC 106, *Médecine bucco-dentaire*, sous-comité SC 2, *Produits pour prothèses dentaires*.

**iTeh STANDARD PREVIEW**  
**(standards.iteh.ai)**  
<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/7190fce4-7d89-4d0d-a98c-d899be8a9ff6/iso-28319-2010>

# Médecine bucco-dentaire — Soudage par laser

## 1 Domaine d'application

La présente Norme internationale spécifie les exigences et les méthodes d'essai destinées à la soudure au laser, en laboratoire dentaire, de matériaux utilisables dans les restaurations métalliques et leurs applications.

## 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 1942, *Médecine bucco-dentaire — Vocabulaire*

ISO 3585, *Verre borosilicaté 3.3 — Propriétés*

ISO 3696, *Eau pour laboratoire à usage analytique — Spécification et méthodes d'essai*

ISO 6344-1, *Abrasifs appliqués — Granulométrie — Partie 1: Contrôle de la distribution granulométrique*

ISO 7405, *Art dentaire — Évaluation de la biocompatibilité des dispositifs médicaux utilisés en art dentaire*

ISO 10271:2001, *Produits dentaires métalliques — Méthodes pour les essais de corrosion*

ISO 10993-1, *Évaluation biologique des dispositifs médicaux — Partie 1: Évaluation et essais au sein d'un processus de gestion du risque*

ISO 22674:2006, *Art dentaire — Matériaux métalliques pour les restaurations fixes et amovibles et les appareillages*

## 3 Termes et définitions

Pour les besoins du présent document, les termes et définitions donnés dans l'ISO 1942, l'ISO 22674 ainsi que les suivants s'appliquent.

### 3.1

#### soudure au laser

méthode permettant d'assembler des matériaux métalliques similaires ou différents au moyen d'un faisceau laser servant de source thermique, avec ou sans produit d'apport métallique (baguette de soudure), qui induit une coalescence par fusion des matériaux métalliques en vue de les lier en créant une zone de fusion

**3.2 brasage**  
méthode permettant d'assembler des matériaux métalliques similaires ou différents par une application de chaleur et en utilisant un matériau de brasage métallique en tant qu'apport

NOTE 1 Les matériaux de brasage utilisés présentent une température à l'état liquide supérieure à 450 °C, mais inférieure à la plage de fusion des matériaux métalliques à assembler. Ils s'écoulent par capillarité dans les espaces entre les matériaux métalliques et les assemblent en créant une soudure métallurgique.

NOTE 2 Le brasage est différent du soudage dans le fait qu'il ne fusionne pas les matériaux métalliques.

## 4 Exigences

### 4.1 Composition chimique

#### 4.1.1 Matériaux métalliques à assembler

Les matériaux métalliques à assembler doivent satisfaire aux exigences de l'ISO 22674:2006, 5.1 et 5.2.

#### 4.1.2 Matériau d'apport

##### 4.1.2.1 Composition chimique

Le pourcentage en masse de tous les éléments présents à plus de 1,0 % (fraction massique) doit être déclaré par le fabricant et consigné avec une exactitude de 0,1 % (fraction massique). Tout élément présent à plus de 0,1 % (fraction massique), mais à moins de 1,0 % (fraction massique) doit être identifié soit par son nom soit par son symbole.

##### 4.1.2.2 Écart admis par rapport à la composition indiquée

Pour les matériaux d'apport à base d'argent ou de métal noble, le pourcentage de chacun des constituants ne doit pas s'écarter de plus de 0,5 % (fraction massique) des valeurs indiquées dans les instructions d'utilisation du fabricant.

Pour les matériaux à base de métal commun, tous les éléments présents à plus de 20 % (fraction massique) ne doivent pas s'écarter de plus de 2 % (fraction massique) de la valeur indiquée dans les instructions d'utilisation du fabricant. Les éléments présents à plus de 1 % (fraction massique), mais pas à plus de 20 % (fraction massique), ne doivent pas s'écarter de plus de 1 % (fraction massique) de la valeur indiquée dans les instructions d'utilisation du fabricant.

L'essai doit être effectué conformément à 7.2.

#### 4.1.3 Éléments dangereux contenus dans le matériau d'apport

##### 4.1.3.1 Éléments reconnus dangereux

Pour les besoins de la présente Norme internationale, le nickel, le cadmium, le béryllium et le plomb sont considérés comme des éléments dangereux.

##### 4.1.3.2 Limites admises pour les éléments dangereux

Le matériau d'apport ne doit pas contenir plus de 0,02 % (fraction massique) de cadmium ou de béryllium ou de plomb. S'il contient plus de 0,1 % (fraction massique) de nickel, le pourcentage ne doit pas dépasser la valeur indiquée sur l'emballage, sur l'étiquette ou sur la notice.

L'essai doit être effectué conformément à 7.2.

## 4.2 Biocompatibilité

Les exigences qualitatives et quantitatives spécifiques à l'élimination des risques biologiques ne sont pas incluses dans la présente Norme internationale, mais il est recommandé, lors de l'évaluation des risques biologiques éventuels, de se référer à l'ISO 7405 et à l'ISO 10993-1.

## 4.3 Résistance mécanique d'une soudure au laser (résistance à la traction)

La résistance à la traction d'éprouvettes soudées au laser doit dépasser 350 MPa. Si la limite conventionnelle d'élasticité de 0,2 % de l'un ou des deux matériaux métalliques à assembler par soudure au laser est inférieure à 350 MPa, la résistance à la traction doit être supérieure à la limite conventionnelle inférieure d'élasticité à 0,2 % des deux matériaux.

L'essai doit être effectué conformément à 7.3.

## 4.4 Résistance à la corrosion

### 4.4.1 Essai d'immersion statique

La résistance à la corrosion d'éprouvettes soudées au laser doit se situer dans la même plage que celle des matériaux métalliques à assembler. Le relargage d'ions ne doit pas être plus de deux fois supérieur à celui du matériau métallique. Si deux matériaux métalliques différents sont assemblés, le relargage d'ions ne doit pas être plus de deux fois supérieur à celui du matériau métallique le moins résistant à la corrosion. Les matériaux métalliques à assembler et les éprouvettes soudées au laser doivent satisfaire aux exigences de l'ISO 22674:2006, 5.6.

L'essai doit être effectué conformément à 7.4.

### 4.4.2 Aspect après exposition à la corrosion

Une comparaison visuelle agrandie avant et après l'essai de corrosion ne doit révéler aucune corrosion sélective visible à proximité de la soudure au laser.

L'essai doit être effectué conformément à 7.4.

## 5 Échantillonnage

Le matériau d'apport métallique et le matériau métallique doivent provenir chacun d'un seul lot. Cela doit être suffisant pour préparer les éprouvettes conformément à 6.1 et à 6.2 tout en disposant d'un deuxième ensemble destiné à l'essai de traction. D'autres échantillons et matériaux d'emballage doivent être disponibles en vue d'un contrôle conformément à 9.2.

Si les valeurs de limite conventionnelle d'élasticité pour un allongement non proportionnel de 0,2 % d'un ou deux matériaux métalliques à assembler par soudure au laser sont disponibles dans un rapport d'essai conforme à l'ISO 22674, ces données peuvent être utilisées. Dans le cas contraire, effectuer les essais conformément à l'ISO 22674 afin de déterminer les valeurs nécessaires de limite conventionnelle d'élasticité pour un allongement non proportionnel de 0,2 %.

## 6 Préparation des éprouvettes

### 6.1 Généralités

Les éprouvettes sont constituées de matériaux métalliques assemblés par soudure au laser avec ou sans utilisation d'un matériau d'apport conformément aux instructions du fabricant. Pour les alliages à couler devant être soumis à essai, préparer les éprouvettes par le «procédé de la cire perdue» du revêtement pour coulée. Le fabricant peut recommander d'autres méthodes que la coulée pour le matériau métallique à soumettre à

essai afin d'évaluer son adéquation à la soudure au laser. Utiliser une telle méthode le cas échéant. Suivre les instructions du fabricant concernant le traitement du ou des matériaux métalliques et, le cas échéant, concernant le matériau d'apport, notamment en ce qui concerne l'utilisation des aides nécessaires et le matériel de soudage et de coulée.

Les éprouvettes présentant des défauts visibles doivent être rejetées et remplacées. Les tiges de coulée, ébarbures, filets de coulée, bavures et autres projections doivent être éliminés des éprouvettes. Les contaminations de surface doivent être retirées.

Les éprouvettes doivent se trouver à l'état métallurgique approprié à leurs applications prévues.

Si le fabricant recommande un traitement thermique, réaliser les essais à l'état de traitement thermique conformément aux instructions du fabricant.

Si une soudure au laser est recommandée après une cuisson céramique, la cuisson céramique simulée des éprouvettes doit être conforme à l'ISO 22674:2006, 7.2.3, et doit être effectuée avant la soudure au laser.

## 6.2 Éprouvettes destinées à l'essai de traction

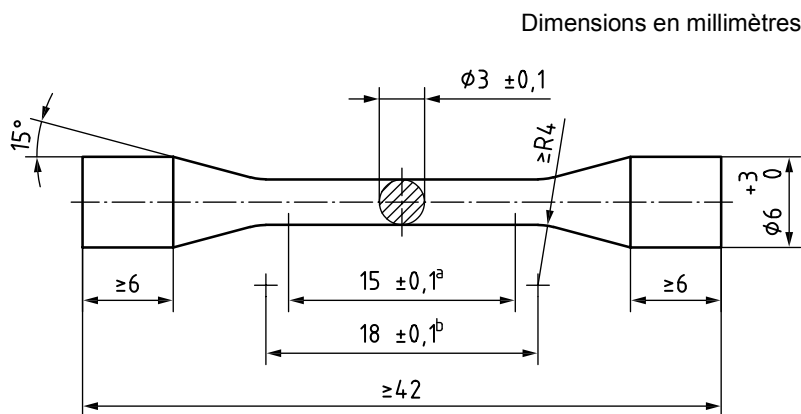
Préparer six éprouvettes du ou des matériaux métalliques devant être soudés au laser conformément à la Figure 1 ou à la Figure 2. Couper les éprouvettes de l'ensemble à angle droit dans leur longueur axiale au milieu de la longueur de référence au moyen d'une scie fine.

Remplacer les éprouvettes présentant des rétractions, des défauts ou des porosités visibles.

Préparer les extrémités des éprouvettes selon la géométrie du cordon de soudure recommandée. Voir A.7 pour les recommandations concernant la géométrie du cordon de soudure. Maintenir les deux moitiés des éprouvettes et les aligner dans un revêtement ou un gabarit de soudage rigide. Si deux matériaux métalliques différents doivent être soudés au laser, utiliser chacun d'eux pour les deux moitiés des éprouvettes. Si le matériau d'apport recommandé est utilisé, suivre les instructions du fabricant (voir Article 8).

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/7190fce4-7d89-4d0d-a98c-339ce8263021/iso-28319-2010>

Une fois la soudure au laser effectuée, s'assurer que le diamètre de chaque éprouvette pour l'essai de traction se situe dans les plages de tolérances indiquées par la Figure 1 ou la Figure 2 et qu'aucune éprouvette ne présente de trace visible de coulure lorsqu'elle pivote.

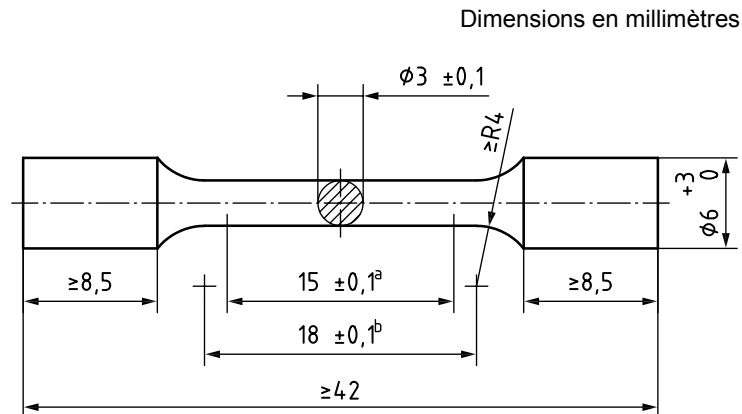


<sup>a</sup> Longueur entre repères de  $(15 \pm 0,1)$  mm.

<sup>b</sup> Section parallèle de l'éprouvette de  $(18 \pm 0,1)$  mm.

Figure 1 — Éprouvette à épaulements coniques





- a Longueur entre repères de  $(15 \pm 0,1)$  mm.  
 b Section parallèle de l'éprouvette de  $(18 \pm 0,1)$  mm.

**Figure 2 — Éprouvette à épaulement radial**

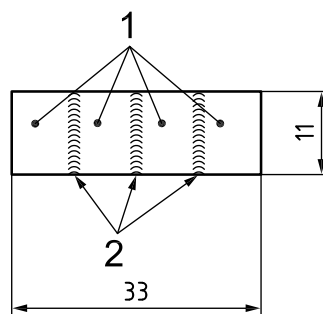
### 6.3 Éprouvettes destinées à l'essai de corrosion

Des lamelles destinées à la préparation des éprouvettes sont préparées conformément à l'ISO 10271:2001, 4.1.6.

Dans le cadre d'un essai de corrosion sur une soudure au laser, deux éprouvettes de  $33 \text{ mm} \times 11 \text{ mm} \times 1 \text{ mm}$  doivent être préparées (voir Figure 3).

Des lamelles de chaque matériau métallique à assembler sont coupées afin d'obtenir quatre parties proches (de  $11 \text{ mm} \times 8,25 \text{ mm}$  chacune). Une fois les lamelles coupées, les parties doivent être soudées au laser selon la combinaison à soumettre à l'essai en respectant les spécifications du fournisseur des matériaux métalliques (soit AAAA, soit ABAB). Après la soudure au laser, retirer au moins  $0,1 \text{ mm}$  de chaque surface des échantillons selon des procédures métallographiques normalisées en terminant au moyen de papier au carbure de silicium humide de qualité P 1200, conformément à l'ISO 6344-1. Utiliser un nouveau morceau de papier abrasif pour la préparation de chaque éprouvette.

Dimensions en millimètres  
 Tolérance unique:  $\pm 2 \text{ mm}$



#### Légende

- 1 plaque métallique  
 2 cordon de soudure au laser

**Figure 3 — Éprouvette destinée à l'essai de corrosion composée de quatre lamelles soudées au laser**

## 7 Essai

### 7.1 Inspection visuelle

Procéder à un contrôle visuel afin de vérifier que les exigences spécifiées aux Articles 8 et 9 ont été respectées.

### 7.2 Composition chimique

Déterminer la composition du matériau d'apport selon des modes opératoires analytiques de sensibilités appropriées à la concentration de chaque élément et selon l'écart autorisé par rapport à la valeur établie ou à la limite autorisée.

### 7.3 Essai de traction

#### 7.3.1 Généralités

Déterminer la résistance à la traction conformément à l'ISO 22674 de six éprouvettes préparées selon 6.2. Charger les éprouvettes en traction dans un appareil d'essai mécanique dont la vitesse de déplacement de la tête est de  $(1,5 \pm 0,5) \text{ mm} \cdot \text{min}^{-1}$  jusqu'à leur rupture.

Calculer la charge de rupture en s'appuyant sur l'aire de la section initiale, en utilisant la force d'allongement au moment de la rupture dérivée de la courbe force-allongement.

#### 7.3.2 Évaluation des résultats de l'essai de traction

Si quatre, cinq ou six éprouvettes s'avèrent dépasser les exigences minimales indiquées en 4.3, la soudure au laser satisfait aux exigences de résistance à la traction de la présente Norme internationale.

Si un maximum de deux éprouvettes s'avèrent correspondre aux exigences minimales indiquées en 4.3, la soudure au laser ne satisfait pas aux exigences de résistance à la traction de la présente Norme internationale.

Si trois éprouvettes s'avèrent correspondre aux exigences minimales indiquées en 4.3, effectuer l'essai à nouveau sur un deuxième ensemble de six éprouvettes.

Si, lors de ce deuxième essai, cinq ou six éprouvettes s'avèrent dépasser les exigences minimales indiquées en 4.3, la soudure au laser satisfait aux exigences de résistance à la traction de la présente Norme internationale.

#### 7.3.3 Calcul de la résistance à la traction

Calculer la résistance à la traction sous la forme de la moyenne des valeurs obtenues pour les quatre, cinq ou six éprouvettes du premier essai ou, le cas échéant, sous la forme de la moyenne des valeurs obtenues pour les trois éprouvettes du premier essai plus celles des cinq ou six éprouvettes du deuxième essai qui s'avèrent correspondre aux indications de 4.3. Enfin, arrondir à 5 MPa.

## 7.4 Essai de corrosion par immersion statique

### 7.4.1 Réactifs

- 7.4.1.1 **Acide lactique** ( $C_3H_6O_3$ ), à 90 %, chimiquement pur.
- 7.4.1.2 **Chlorure de sodium** (NaCl), de qualité analytique.
- 7.4.1.3 **Eau**, conforme à la qualité 2 de l'ISO 3696.
- 7.4.1.4 **Éthanol** ou **méthanol** ( $C_2H_5OH$  ou  $CH_3OH$ ), de qualité analytique.

### 7.4.2 Appareillage

- 7.4.2.1 **Récipient en verre borosilicaté**, d'environ 16 mm de diamètre et 160 mm de profondeur conformément à l'ISO 3585.
- 7.4.2.2 **pH-mètre**, exact à  $\pm 0,1$  unité pH.
- 7.4.2.3 **Instrumentation de mesure analytique**, par exemple AAS ou ICP.
- 7.4.2.4 **Micromètre**, exact à 0,01 mm.

### 7.4.3 Solution d'essai

Préparer une nouvelle solution d'immersion pour chaque essai. Dissoudre ( $10,0 \pm 0,1$ ) g d'acide lactique à 90 % (7.4.1.1) et ( $5,85 \pm 0,05$ ) g de chlorure de sodium (7.4.1.2) dans environ 300 ml d'eau (7.4.1.3). Diluer à ( $1\ 000 \pm 10$ ) ml avec de l'eau. Le pH doit être de  $2,3 \pm 0,1$ . Si ce n'est pas le cas, jeter la solution et contrôler les réactifs.

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/7190fce4-7d89-4d0d-a98c-d899be8a9ff6/iso-28319-2010>

### 7.4.4 Mode opératoire

Déterminer la superficie de chaque éprouvette au  $0,1\text{ cm}^2$  le plus proche. Nettoyer les éprouvettes dans l'éthanol ou le méthanol (7.4.1.4) pendant 2 min dans un bain à ultrasons. Rincer à l'eau (7.4.1.3).

Placer chaque éprouvette dans un récipient en verre borosilicaté différent (7.4.2.1).

Enregistrer le pH de la solution. Ajouter dans chaque récipient une quantité suffisante de solution pour obtenir un rapport de 1 ml de solution pour  $1\text{ cm}^2$  de surface d'éprouvette et pour l'immerger totalement. Enregistrer le volume de la solution avec une exactitude de 0,1 ml. Fermer le récipient et empêcher la solution de s'évaporer. Maintenir à ( $37 \pm 1$ ) °C pendant 7 jours  $\pm 1$  h. Retirer les échantillons et enregistrer le pH de la solution résiduelle.

### 7.4.5 Analyse

Analyser chaque solution d'essai en termes de quantité des constituants du matériau d'apport métallique tel que spécifié dans l'Article 8 a), et les constituants du matériau métallique à assembler tel que spécifié dans l'ISO 22674. Par ailleurs, analyser la présence de nickel, de cadmium, de béryllium et de plomb.

### 7.4.6 Inspection au microscope

Effectuer une inspection au microscope des soudures au laser au moyen d'un grossissement de  $\times 10$  avant et après l'essai de corrosion, conformément à 7.4.4. Enregistrer la surface des soudures au laser en prenant des clichés durant cette inspection.