

Deuxième édition  
2020-06

---

---

**Soudage par friction-malaxage —  
Aluminium —**

**Partie 3:  
Qualification des opérateurs soudeurs**

*Friction stir welding — Aluminium —*

*iTEH Standards*

**(<https://standards.iteh.ai>)  
Document Preview**

[ISO 25239-3:2020](#)

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/iso/4bce5f1d-d8d1-4463-a3e6-66fb5a44d60b/iso-25239-3-2020>



Numéro de référence  
ISO 25239-3:2020(F)

© ISO 2020

**iTeh Standards**  
**(<https://standards.iteh.ai>)**  
**Document Preview**

[ISO 25239-3:2020](#)

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/iso/4bce5f1d-d8d1-4463-a3e6-66fb5a44d60b/iso-25239-3-2020>



**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>iv</b>
<b>Introduction.....</b>	<b>vi</b>
<b>1 Domaine d'application.....</b>	<b>1</b>
<b>2 Références normatives.....</b>	<b>1</b>
<b>3 Termes et définitions.....</b>	<b>1</b>
<b>4 Exigences.....</b>	<b>1</b>
4.1 Qualification des opérateurs soudeurs.....	1
4.2 Variables essentielles et domaines de validité.....	2
4.2.1 Généralités.....	2
4.2.2 Méthodes de soudage par friction-malaxage.....	2
4.2.3 Equipement de soudage.....	2
4.2.4 Métaux de base.....	2
4.2.5 Géométrie de l'assemblage soudé.....	3
4.2.6 Niveaux d'acceptation vis-à-vis de la qualité.....	3
4.3 Méthodes de qualification.....	3
4.3.1 Qualification fondée sur un essai de soudage normalisé.....	3
4.3.2 Qualification fondée sur une épreuve de qualification d'un mode opératoire de soudage.....	4
4.3.3 Qualification fondée sur un essai de soudage de préproduction.....	4
4.3.4 Qualification fondée sur un essai de soudage sur échantillons de production.....	4
4.4 Soudures d'essai.....	5
4.4.1 Généralités.....	5
4.4.2 Essais et niveaux d'acceptation relatifs aux soudures d'essai.....	5
4.4.3 Contre-essais.....	6
4.5 Rapport d'essai.....	6
<b>5 Certificat.....</b>	<b>6</b>
5.1 Généralités.....	6
5.2 Durée de validité.....	6
5.2.1 Qualification initiale.....	6
5.2.2 Confirmation de la validité.....	6
5.2.3 Prolongation de la qualification.....	6
<b>Annexe A (normative) Connaissance de l'équipement de soudage et de son fonctionnement.....</b>	<b>8</b>
<b>Annexe B (normative) Connaissance de la technologie de soudage.....</b>	<b>10</b>
<b>Annexe C (informative) Exemple d'un certificat de qualification des opérateurs soudeurs pour le soudage par friction-malaxage.....</b>	<b>12</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 (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 [www.iso.org/avant-propos](http://www.iso.org/avant-propos).

Le présent document a été élaboré par l'*IIW, l'Institut international de la soudure*, Commission III, *Welding, Solid State Welding and Allied Joining Processes*, en collaboration avec le comité technique CEN/TC 121, *Soudage*, 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 25239-3:2011), qui a fait l'objet d'une révision technique.

Les principales modifications par rapport à l'édition précédente sont les suivantes:

- modification de la qualification de l'opérateur soudeur pour faire référence aux niveaux d'acceptation de l'ISO 25239-5;
- mise à jour des définitions des niveaux d'essai et d'acceptation des soudures d'essai;
- suppression des END comme alternative à l'essai de pliage pour qualifier un opérateur soudeur;
- extension de la période de qualification des opérateurs soudeur à trois ans, avec possibilité de prolongation de trois ans supplémentaires;
- reformulation de l'[Annexe A](#) pour mettre l'accent sur la connaissance de l'unité de soudage et de son fonctionnement;
- reformulation de l'[Annexe B](#) pour mettre l'accent sur la connaissance de la technologie de soudage;
- modification de l'[Annexe C](#) pour tenir compte de l'extension de la validité de la qualification.

Une liste de toutes les parties de la série ISO 25239 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/members.html](http://www.iso.org/members.html).

**iTeh Standards  
(<https://standards.iteh.ai>)  
Document Preview**

[ISO 25239-3:2020](#)

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/iso/4bce5f1d-d8d1-4463-a3e6-66fb5a44d60b/iso-25239-3-2020>

## **Introduction**

Les procédés de soudage sont largement utilisés dans la fabrication de structures ouvragées. Au cours de la deuxième moitié du vingtième siècle, les procédés de soudage par fusion faisant intervenir la fusion du métal de base et, généralement, d'un métal d'apport de soudage ont dominé le soudage des structures de grandes dimensions. En 1991, Thomas Wayne au TWI a mis au point le soudage par friction-malaxage, qui est entièrement réalisé en phase solide (sans fusion).

L'utilisation croissante du soudage par friction-malaxage a rendu nécessaire l'élaboration du présent document afin de garantir que le soudage est réalisé de la manière la plus efficace et que tous les aspects de l'opération font l'objet d'un contrôle approprié. Le présent document se focalise sur le soudage par friction-malaxage de l'aluminium parce que, au moment de la publication, la majorité des applications commerciales du soudage par friction-malaxage concernait l'aluminium, par exemple les véhicules ferroviaires, les produits de grande consommation, les équipements de transformation des aliments, l'aéronautique et les bateaux.

# **iTeh Standards**

## **(<https://standards.iteh.ai>)**

### **Document Preview**

[ISO 25239-3:2020](#)

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/iso/4bce5f1d-d8d1-4463-a3e6-66fb5a44d60b/iso-25239-3-2020>

# Soudage par friction-malaxage — Aluminium —

## Partie 3: Qualification des opérateurs soudeurs

### 1 Domaine d'application

Le présent document spécifie les exigences relatives à la qualification des opérateurs soudeurs pour le soudage par friction-malaxage de l'aluminium. Dans le présent document, le terme « aluminium » se rapporte à l'aluminium et ses alliages.

Le présent document ne s'applique pas aux «opérateurs», tels que définis dans l'ISO 25239-1.

Le présent document ne s'applique pas au soudage par points par friction-malaxage, qui est couvert par les normes de la série ISO 18785.

### 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 25239-1, *Soudage par friction-malaxage — Aluminium — Partie 1: Vocabulaire*

ISO 25239-4:2020, *Soudage par friction-malaxage — Aluminium — Partie 4: Descriptif et qualification des modes opératoires de soudage* [ISO 25239-4:2020](https://standards.iec.ch/standard/62814-4-2020)

[ISO 25239-5:2020, \*Soudage par friction-malaxage — Aluminium — Partie 5: Exigences de qualité et de contrôle\*](https://standards.iec.ch/standard/62814-5-2020)

### 3 Termes et définitions

Pour les besoins du présent document, les termes et les définitions de l'ISO 25239-1, 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 <http://www.electropedia.org/>

### 4 Exigences

#### 4.1 Qualification des opérateurs soudeurs

Les opérateurs soudeurs doivent être qualifiés par l'une des épreuves suivantes, décrites de manière détaillée en [4.3](#):

- essai de soudage normalisé, voir [4.3.1](#);
- épreuve de qualification d'un mode opératoire de soudage, voir [4.3.2](#);

- essai de soudage de préproduction ou essai de soudage de production, voir [4.3.3](#);
- essai de soudage sur échantillons de production, voir [4.3.4](#).

Par ailleurs, les connaissances de l'opérateur soudeur concernant l'équipement de soudage devant être utilisé pour l'épreuve de qualification et ses connaissances de la technologie de soudage doivent être évaluées et documentées comme indiqué en [Annexes A et B](#).

Les variables essentielles et leurs domaines de validité sont spécifiés en [4.2](#) et la validité est spécifiée à l'[Article 5](#). Sous réserve que l'opérateur de soudage travaille conformément à un descriptif de mode opératoire de soudage (DMOS) approuvé, le domaine de validité ne doit être limité que comme spécifié en [4.2](#).

Un modèle de certificat de qualification d'opérateur soudeur est proposé à l'[Annexe C](#).

## 4.2 Variables essentielles et domaines de validité

### 4.2.1 Généralités

La qualification des opérateurs soudeurs est fondée sur des variables essentielles, telles que décrites dans de [4.2.2](#) à [4.2.5](#). Pour chaque variable essentielle, un domaine de validité est défini. Si l'opérateur soudeur doit souder en dehors du domaine de validité de sa qualification, alors une nouvelle épreuve de qualification est nécessaire.

**NOTE** Le soudage par friction-malaxage est un procédé mécanisé. Néanmoins, du fait qu'il s'agit d'un procédé de soudage à l'état solide, les variables essentielles diffèrent de celles applicables aux procédés de soudage par fusion.

### 4.2.2 Méthodes de soudage par friction-malaxage

Une épreuve de qualification d'un opérateur soudeur réalisée avec un type de méthode de soudage par friction-malaxage ne qualifie que cette méthode de soudage. Le présent paragraphe s'applique aux méthodes de soudage par friction-malaxage qui comprennent, sans toutefois s'y limiter, les méthodes de soudage par friction-malaxage robotisé, monobroche, multibroche, à outil à double épaulement, à pion ajustable ou toute autre méthode de soudage par friction-malaxage définie dans le DMOS utilisé pour l'épreuve de qualification.

### 4.2.3 Equipement de soudage

Les modifications suivantes exigent une nouvelle qualification:

- passage d'un soudage avec détecteur de joint à un soudage sans détecteur de joint, bien que soudage sans détecteur de joint qualifie également l'opérateur pour le soudage avec détecteur de joint.; (c'est-à-dire emplacement, décalage de hauteur, ...);
- passage d'un type de machine de soudage à un autre type de machine de soudage qui requiert une formation supplémentaire pour son fonctionnement;
- une épreuve réalisée avec un type de matériel ne qualifie que pour ce type de matériel. L'ajout ou la suppression d'outillages de positionnement et accessoires de fixation, de dispositifs de remplissage et d'autres équipements auxiliaires ne modifie pas le type de machine;
- adjonction, suppression ou modification du système de commande.

### 4.2.4 Métaux de base

Une soudure d'essai réalisée avec succès pour un alliage d'aluminium qualifie pour tous les alliages d'aluminium.

Une soudure d'essai réalisée avec succès pour une épaisseur d'un métal de base qualifie pour toutes les épaisseurs du métal de base.

Une soudure d'essai réalisée avec succès sur un métal de base de forme particulière (comprenant, sans toutefois s'y limiter, les tôles, tubes, pièces moulées, pièces forgées ou pièces extrudées) qualifie pour toutes les formes de métal de base et pour tous les diamètres de tubes.

#### 4.2.5 Géométrie de l'assemblage soudé

Une soudure d'essai réalisée avec succès sur une géométrie d'assemblage soudé qualifie pour toutes les géométries d'assemblages.

#### 4.2.6 Niveaux d'acceptation vis-à-vis de la qualité

Un opérateur soudeur qualifié pour un niveau d'acceptation vis-à-vis de la qualité des soudures conformément à la norme ISO 25239-5:2020, Annexe A, doit être qualifié pour tous les niveaux d'acceptation.

### 4.3 Méthodes de qualification

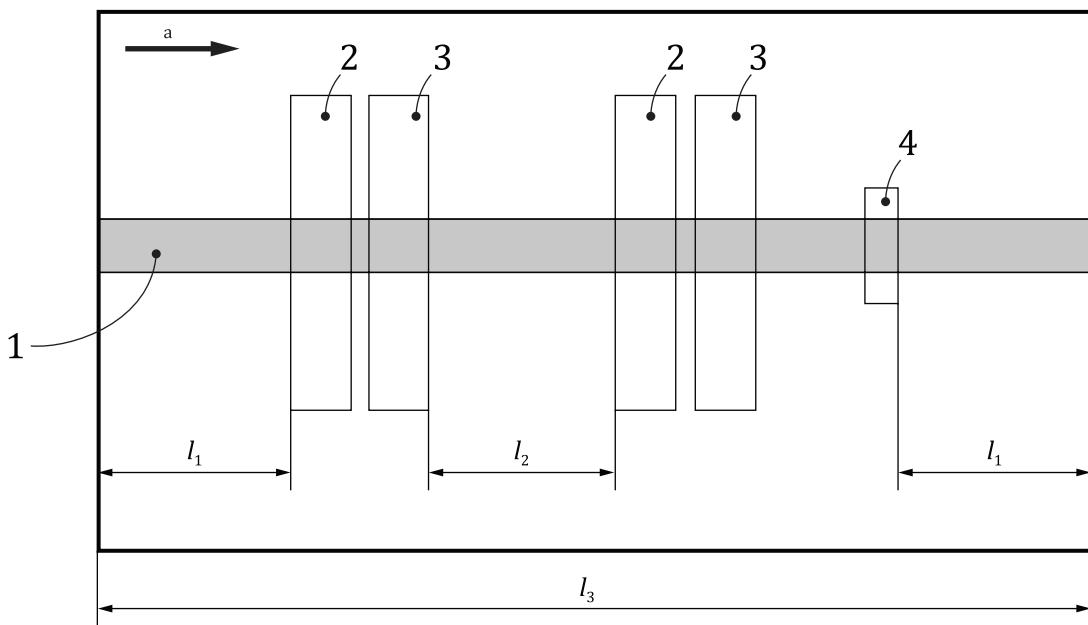
#### 4.3.1 Qualification fondée sur un essai de soudage normalisé

L'éprouvette d'essai indiquée à la [Figure 1](#) doit être utilisée pour l'essai de soudage normalisé. Un opérateur soudeur ayant réalisé avec succès le soudage d'un assemblage de qualification conformément à [4.4](#) doit être considéré comme étant qualifié pour le procédé et le type de machine de soudage utilisés pour l'essai.

(<https://standards.iteh.ai>)  
Document Preview

[ISO 25239-3:2020](#)

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/iso/4bce5f1d-d8d1-4463-a3e6-66fb5a44d60b/iso-25239-3-2020>

**Légende**

1	soudure	$l_1$	au minimum 50 mm ou trois fois la pénétration de la soudure, la valeur la plus élevée étant retenue
2	aire pour éprouvette d'essai pour l'essai de pliage envers	$l_2$	minimum 50 mm
3	aire pour éprouvette d'essai pour l'essai de pliage endroit	$l_3$	minimum 500 mm
4	aire pour éprouvette d'essai pour l'examen macrographique	<sup>a</sup>	Sens du soudage.

La largeur de l'éprouvette doit être suffisante pour prélever les éprouvettes de pliage.

NOTE Pas à l'échelle. Le début et la fin de la soudure ne sont pas représentés sur la figure

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/iso/4bce5f1d-d8d1-4463-a3e6-66fb5a44d60b/iso-25239-3-2020>  
**Figure 1 — Emplacement des éprouvettes pour les essais destructifs**

#### 4.3.2 Qualification fondée sur une épreuve de qualification d'un mode opératoire de soudage

Un opérateur soudeur ayant réalisé avec succès une épreuve de qualification d'un mode opératoire de soudage conformément à l'ISO 25239-4:2020, Article 6, doit être considéré comme étant qualifié pour le procédé et le type de machine de soudage utilisés.

#### 4.3.3 Qualification fondée sur un essai de soudage de préproduction

Un opérateur soudeur ayant réalisé avec succès un essai de soudage de préproduction conformément à l'ISO 25239-4:2020, Article 7 doit être considéré comme étant qualifié pour le procédé de soudage par friction-malaxage et le type de machine de soudage utilisés pour l'essai.

#### 4.3.4 Qualification fondée sur un essai de soudage sur échantillons de production

Un opérateur de soudage ayant réalisé avec succès une pièce de la production doit être considéré comme étant qualifié si des échantillons représentatifs des pièces qui ont été produites sont approuvés par l'examinateur ou l'organisme d'examen. Les essais sur échantillons de production doivent être réalisés conformément aux exigences de 4.4 ou aux exigences des parties contractantes, en retenant celles qui sont les plus rigoureuses.