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

Partie 3:
Qualification des opérateurs soudeurs

Friction stir welding — Aluminium —

Part 3: Qualification of welding operators
(standards.iteh.ai)

ISO 25239-3:2011

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/e9717866-d8f4011-9b95-834535808419/iso-25239-3-2011>



iTeh STANDARD PREVIEW
(standards.iteh.ai)

ISO 25239-3:2011

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/e9717866-df8f-4011-9b95-834535808419/iso-25239-3-2011>



DOCUMENT PROTÉGÉ PAR COPYRIGHT

© ISO 2011

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
Web www.iso.org

Publié en Suisse

Sommaire

Page

Avant-propos	iv
Introduction.....	v
1 Domaine d'application	1
2 Références normatives	1
3 Termes et définitions	1
4 Exigences	2
4.1 Qualification des opérateurs soudeurs	2
4.2 Variables essentielles et domaines de validité	2
4.3 Méthodes de qualification	3
4.4 Soudures d'essai	5
4.5 Enregistrement des contrôles, examens et essais	6
5 Certificat	6
5.1 Généralités	6
5.2 Durée de validité	7
Annexe A (normative) Connaissance fonctionnelle de l'équipement de soudage	8
Annexe B (informative) Connaissance de la technologie de soudage	9
Annexe C (informative) Certificat de qualification des opérateurs soudeurs pour le soudage par friction-malaxage	11
Bibliographie	13

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 25239-3 a été élaborée par l'Institut international de la soudure, qui a été approuvé par le Conseil de l'ISO en tant qu'organisme international de normalisation dans le domaine du soudage.

L'ISO 25239 comprend les parties suivantes, présentées sous le titre général *Soudage par friction-malaxage — Aluminium*:

- *Partie 1: Vocabulaire*
- *Partie 2: Conception des assemblages soudés*
- *Partie 3: Qualification des opérateurs soudeurs*
- *Partie 4: Descriptif et qualification des modes opératoires de soudage*
- *Partie 5: Exigences de qualité et de contrôle*

Il convient que les demandes d'interprétations officielles de l'un quelconque des aspects de la présente partie de l'ISO 25239 soient faites par écrit et envoyées au Secrétariat central de l'ISO qui les transmettra au Secrétariat de l'IIW en vue d'obtenir une réponse officielle.

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. Ensuite, 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 de la présente Norme internationale 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. La présente Norme internationale 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.

Les différentes parties de la présente Norme internationale sont énumérées dans l'Avant-propos.

La Partie 1 donne les termes et définitions propres au soudage par friction-malaxage.

La Partie 2 spécifie les exigences de conception relatives aux assemblages en aluminium soudés par friction-malaxage.

La Partie 3 spécifie les exigences relatives à la qualification des opérateurs soudeurs pour le soudage par friction-malaxage de l'aluminium.

La Partie 4 spécifie les exigences relatives au descriptif et à la qualification des modes opératoires de soudage pour le soudage par friction-malaxage de l'aluminium. Des descriptifs de modes opératoires de soudage sont nécessaires pour servir de base à la planification des opérations de soudage et au contrôle qualité pendant le soudage. Le soudage est considéré comme un procédé particulier dans la terminologie des normes relatives aux systèmes qualité. Ces dernières exigent généralement que les procédés particuliers soient exécutés conformément à des descriptifs de modes opératoires écrits. Au plan métallurgique, ces écarts posent un problème particulier. Étant donné que l'évaluation des propriétés mécaniques est impossible dans l'état actuel de la technologie, au moyen d'essais non destructifs, un ensemble de règles a été établi pour la qualification du mode opératoire de soudage avant la diffusion du descriptif de ce mode opératoire de soudage à la production réelle. L'ISO 25239-4 définit ces règles.

La Partie 5 spécifie une méthode permettant de déterminer l'aptitude d'un fabricant à utiliser le procédé de soudage par friction-malaxage pour la fabrication de produits en aluminium ayant la qualité spécifiée. Elle définit des exigences spécifiques de qualité, mais n'assigne pas ces exigences à un groupe spécifique de produits. Pour être efficaces, il convient que les structures soudées soient exemptes de problèmes sérieux en production et en service. Pour atteindre cet objectif, il est nécessaire de prévoir des contrôles depuis la phase de conception jusqu'au choix des matériaux, à la fabrication et à l'inspection ultérieure. Par exemple, une mauvaise conception du soudage peut induire des difficultés sérieuses et coûteuses en atelier, sur le site ou en service. Un mauvais choix des matériaux peut se traduire par des problèmes de soudage, tels que des fissurations. Les modes opératoires de soudage doivent être correctement formulés et approuvés pour éviter les défauts. Pour garantir la fabrication d'un produit de qualité, il convient que l'encadrement évalue les sources de problème potentiel et mette en place des procédures de qualité et de contrôle appropriées. Il convient qu'une surveillance soit mise en œuvre pour s'assurer que la qualité requise a été atteinte.

iTeh STANDARD PREVIEW
(standards.iteh.ai)

ISO 25239-3:2011

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/e9717866-df8f-4011-9b95-834535808419/iso-25239-3-2011>

Soudage par friction-malaxage — Aluminium —

Partie 3: Qualification des opérateurs soudeurs

1 Domaine d'application

La présente partie de l'ISO 25239 spécifie les exigences relatives à la qualification des opérateurs soudeurs pour le soudage par friction-malaxage de l'aluminium. Dans la présente partie de l'ISO 25239, le terme «aluminium» se rapporte à l'aluminium et ses alliages.

La présente partie de l'ISO 25239 ne s'applique pas au soudage par points par friction-malaxage.

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 17636 (toutes les parties), *Contrôle non destructif des assemblages soudés — Contrôle par radiographie*¹⁾

ISO 17640, *Contrôle non destructif des assemblages soudés — Contrôle par ultrasons — Techniques, niveaux d'essai et évaluation*

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

ISO 25239-4:2011, *Soudage par friction-malaxage — Aluminium — Partie 4: Descriptif et qualification des modes opératoires de soudage*

ISO 25239-5:2011, *Soudage par friction-malaxage — Aluminium — Partie 5: Exigences de qualité et de contrôle*

3 Termes et définitions

Pour les besoins du présent document, les termes et définitions donnés dans l'ISO 25239-1 s'appliquent.

1) À publier. (Révision de l'ISO 17636:2003)

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 doivent être évaluées. Voir l'Annexe A.

Chaque épreuve de qualification de l'opérateur soudeur peut être complétée par une évaluation des connaissances en rapport avec les techniques de soudage. Cette évaluation est recommandée, mais pas obligatoire. L'Annexe B donne un exemple d'examen de ce type.

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

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/e9717866-d8f4011-9b95-834535808419/iso-25239-3-2011>

4.2.1 Généralités

La qualification des opérateurs soudeurs est fondée sur des variables essentielles, telles que décrites dans les paragraphes 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. Une épreuve de soudage sans détecteur de joint qualifie également pour le soudage avec détecteur de joint, mais pas l'inverse;

- 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

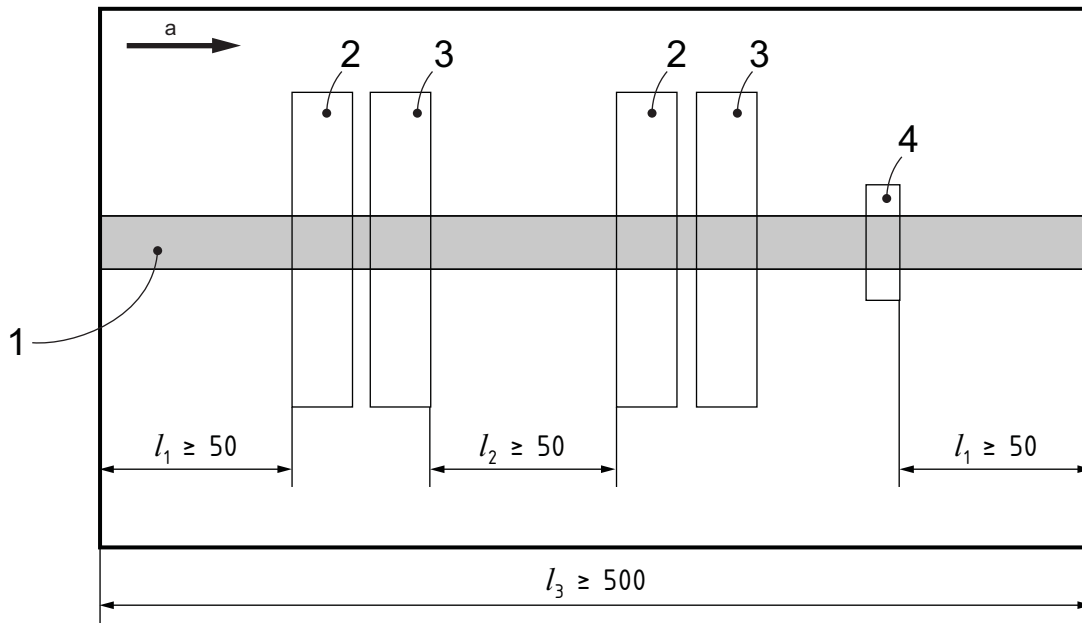
Une soudure d'essai réalisée avec succès sur une géométrie d'assemblage soudé qualifie pour toutes les géométries d'assemblages.

4.3 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.

Dimensions en millimètres



Légende

- 1 soudure
- 2 éprouvette d'essai pour l'essai de pliage envers
- 3 éprouvette d'essai pour l'essai de pliage endroit
- 4 éprouvette d'essai pour l'examen macrographique
- l_1 longueur minimale de soudure entre le bord de l'éprouvette et l'éprouvette de pliage
- l_2 longueur minimale de soudure entre l'éprouvette de pliage endroit et l'éprouvette de pliage envers
- l_3 longueur minimale totale de la soudure
- ^a Sens du soudage.

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

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'Article 6 de l'ISO 25239-4:2011 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 ou un essai de soudage de production

Un opérateur soudeur ayant réalisé avec succès un essai de soudage de préproduction conformément à l'Article 7 de l'ISO 25239-4:2011, ou un essai de soudage de production, 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'examineur 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.

4.4 Soudures d'essai

4.4.1 Généralités

Les soudures d'essai doivent être réalisées conformément à un DMOS, excepté lorsque 4.3.2 ou 4.3.3 s'applique. Le soudage et les essais des assemblages de qualification doivent être exécutés en présence de l'examineur.

Les soudures d'essai utilisées pour la qualification d'un opérateur soudeur doivent avoir une longueur d'au moins 500 mm. Lorsque la qualification est fondée sur des essais de préproduction, des essais de production ou des essais sur échantillons de production, et que la pièce utilisée a une longueur de soudure inférieure à 500 mm, le nombre de pièces de production soumises à essai doit alors être tel que la longueur de soudure requise soit atteinte. Néanmoins, pas plus de trois pièces de production doivent être soumises à essai.

Les assemblages de qualification doivent être marqués avec l'identification de l'examineur et de l'opérateur soudeur avant le début du soudage.

L'examineur peut arrêter l'épreuve s'il s'avère que les conditions de soudage ne sont pas correctes ou s'il s'avère que l'opérateur soudeur n'a pas la connaissance pour satisfaire aux exigences de la présente partie de l'ISO 25239.

4.4.2 Essais et niveaux d'acceptation relatifs aux soudures d'essai

4.4.2.1 Essais visuels

Les essais visuels doivent être effectués conformément à 6.3.2 de l'ISO 25239-4:2011, excepté dans le cas de 4.4.1 où, lorsque la longueur de la soudure est inférieure à 500 mm, la quantité de matière à ne pas prendre en compte doit être spécifiée dans le DMOS.

La soudure doit avoir une surface brute de soudage et doit être exempte de fissures ou de cavités. La largeur de la soudure ne doit présenter aucune variation due à une pression insuffisante de l'outil. Lorsqu'une soudure à pleine pénétration est spécifiée, il ne doit alors pas y avoir de pénétration incomplète.

4.4.2.2 Contrôles non destructifs et destructifs

4.4.2.2.1 Étendue du contrôle

Les soudures doivent être soumises à un essai de pliage conformément à 4.4.2.2.2 ou doivent être contrôlées à 100 % par une méthode appropriée de contrôle non destructif volumique (contrôle par radiographie ou par ultrasons). Le contrôle doit être effectué conformément à l'ISO 17636 (contrôle par radiographie) ou à l'ISO 17640 (contrôle par ultrasons).

Une éprouvette soumise à un examen macrographique doit être prélevée dans la ou les soudures d'essai.

Les niveaux d'acceptation doivent être tels que spécifiés dans l'ISO 25239-5:2011, Annexe A.