
**Soudage par friction-malaxage —
Aluminium**

Partie 4:
**Descriptif et qualification des modes
opérateurs de soudage**

iTeh STANDARD PREVIEW
Friction stir welding — Aluminium
(standards.iteh.ai)

Part 4: Specification and qualification of welding procedures

ISO 25239-4:2011

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/38a77d4d-7505-4e09-8c53-8467b3972740/iso-25239-4-2011>



iTeh STANDARD PREVIEW
(standards.iteh.ai)

ISO 25239-4:2011

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/38a77d4d-7505-4e09-8c53-8467b3972740/iso-25239-4-2011>



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	2
4 Symboles et termes abrégés	2
5 Mise au point et qualification des modes opératoires de soudage	2
5.1 Généralités	2
5.2 Contenu technique d'un DMOS-P	3
6 Qualification fondée sur une épreuve de qualification d'un mode opératoire de soudage	5
6.1 Généralités	5
6.2 Assemblages de qualification	5
6.3 Examen et contrôle des assemblages de qualification	7
6.4 Domaine de validité	13
6.5 Procès-verbal de qualification d'un mode opératoire de soudage	14
7 Qualification fondée sur une épreuve de qualification de soudage de préproduction	14
7.1 Généralités	14
7.2 Assemblages de qualification	14
7.3 Examen, contrôles et essais des assemblages de qualification	15
7.4 Domaine de validité	15
7.5 Procès-verbal de qualification d'un mode opératoire de soudage	15
Annexe A (informative) Descriptif de mode opératoire de soudage préliminaire (DMOS-P)	16
Annexe B (informative) Essais non destructifs	17
Annexe C (informative) Essai de pliage en «S» au marteau de soudures par recouvrement	18
Annexe D (informative) Procès-verbal de qualification de mode opératoire de soudage	20
Bibliographie	23

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'ISO 25239-4 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.

ITEH STANDARD PREVIEW
(standards.iteh.ai)

ISO 25239-4:2011

[https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/38a77d4d-7505-4e09-8c53-](https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/38a77d4d-7505-4e09-8c53-8467b3972740/iso-25239-4-2011)

[8467b3972740/iso-25239-4-2011](https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/38a77d4d-7505-4e09-8c53-8467b3972740/iso-25239-4-2011)

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.

L'Organisation Internationale de Normalisation (ISO) attire l'attention sur le fait qu'il est déclaré que la conformité avec les dispositions du présent document peut impliquer l'utilisation d'un brevet intéressant le soudage par friction-malaxage traité dans les Articles 5 à 7.

L'ISO ne prend pas position quant à la preuve, à la validité et à la portée de ces droits de propriété.

ISO 25239-4:2011(F)

Le détenteur de ces droits de propriété a donné l'assurance à l'ISO qu'il consent à négocier des licences avec des demandeurs du monde entier, à des termes et conditions raisonnables et non discriminatoires. À ce propos, la déclaration du détenteur des droits de propriété est enregistrée à l'ISO. Des informations peuvent être demandées à:

TWI Ltd
Granta Park, Great Abington
CAMBRIDGE
CB21 6AL
Royaume-Uni
Téléphone: +44 1223 891162 (international); 01223 891162 (national)
Télécopie: +44 1223 892588 (international); 01223 892588 (national)
E-mail: twi@twi.co.uk

L'attention est d'autre part attirée sur le fait que certains des éléments du présent document peuvent faire l'objet de droits de propriété autres que ceux qui ont été mentionnés ci-dessus. L'ISO ne saurait être tenue pour responsable de l'identification de ces droits de propriété en tout ou partie.

iTeh STANDARD PREVIEW (standards.iteh.ai)

[ISO 25239-4:2011](https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/38a77d4d-7505-4e09-8c53-8467b3972740/iso-25239-4-2011)

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/38a77d4d-7505-4e09-8c53-8467b3972740/iso-25239-4-2011>

Soudage par friction-malaxage — Aluminium

Partie 4:

Descriptif et qualification des modes opératoires de soudage

1 Domaine d'application

La présente partie de l'ISO 25239 spécifie les exigences relatives au descriptif et à la qualification des modes opératoires de soudage 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.

NOTE Les exigences de service, les matériaux ou les conditions de fabrication peuvent nécessiter des essais plus complets que ceux spécifiés dans la présente partie de l'ISO 25239.

iTeh STANDARD PREVIEW

2 Références normatives (standards.iteh.ai)

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 209, *Aluminium et alliages d'aluminium — Composition chimique*

ISO 857-1, *Soudage et techniques connexes — Vocabulaire — Partie 1: Soudage des métaux*

ISO 2107, *Aluminium et alliages d'aluminium — Produits corroyés — Désignation des états métallurgiques*

ISO 3134 (toutes les parties), *Métaux légers et leurs alliages — Termes et définitions*

ISO 4136, *Essais destructifs des soudures sur matériaux métalliques — Essai de traction transversale*

ISO 5173, *Essais destructifs des soudures sur matériaux métalliques — Essais de pliage*

ISO 6520-1, *Soudage et techniques connexes — Classification des défauts géométriques dans les soudures des matériaux métalliques — Partie 1: Soudage par fusion*

ISO 9017, *Essais destructifs des soudures sur matériaux métalliques — Essai de texture*

ISO 10042, *Soudage — Assemblages en aluminium et alliages d'aluminium soudés à l'arc — Niveaux de qualité par rapport aux défauts*

ISO 13916, *Soudage — Lignes directrices pour le mesurage de la température de préchauffage, de la température entre passes et de la température de maintien du préchauffage*

ISO 14175, *Produits consommables pour le soudage — Gaz et mélanges gazeux pour le soudage par fusion et les techniques connexes*

ISO 15607:2003, *Descriptif et qualificatif d'un mode opératoire de soudage pour les matériaux métalliques — Règles générales*

ISO 15613, *Descriptif et qualification d'un mode opératoire de soudage pour les matériaux métalliques — Qualification sur la base d'un assemblage soudé de préproduction*

ISO 15614-2, *Descriptif et qualification d'un mode opératoire de soudage pour les matériaux métalliques — Épreuve de qualification d'un mode opératoire de soudage — Partie 2: Soudage à l'arc de l'aluminium et de ses alliages*

ISO 17637, *Contrôle non destructif des assemblages soudés — Contrôle visuel des assemblages soudés par fusion*

ISO 17639, *Essais destructifs des soudures sur matériaux métalliques — Examens macroscopique et microscopique des assemblages soudés*

ISO/TR 17671-1, *Soudage — Recommandations pour le soudage des matériaux métalliques — Partie 1: Lignes directrices générales pour le soudage à l'arc*

ISO 25239-1:2010, *Soudage par friction-malaxage — Aluminium — Partie 1: Vocabulaire*

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

ISO 80000-1:2009, *Grandeurs et unités — Partie 1: Généralités*

iTeh STANDARD PREVIEW
(standards.iteh.ai)

3 Termes et définitions

Pour les besoins du présent document, les termes et définitions donnés dans l'ISO 209, l'ISO 857-1, l'ISO 3134, l'ISO 6520-1, l'ISO 10042, l'ISO 15607, l'ISO 15613, l'ISO 15614-2, l'ISO 15617-1, l'ISO 15614-3, l'ISO/TR 17671-1 et l'ISO 25239-1 s'appliquent.

4 Symboles et termes abrégés

Dans le cadre de la qualification des modes opératoires de soudage, les abréviations énumérées dans le Tableau 1 de l'ISO 15607:2003 s'appliquent.

5 Mise au point et qualification des modes opératoires de soudage

5.1 Généralités

La qualification des modes opératoires de soudage doit être effectuée avant le soudage de production.

Le fabricant doit préparer un descriptif de mode opératoire de soudage préliminaire (DMOS-P) et doit s'assurer qu'il est applicable à la production en se fondant sur l'expérience acquise lors de productions antérieures et sur le socle général des connaissances relatives à la technologie du soudage.

Un DMOS-P doit servir de base à l'établissement du procès-verbal de qualification du mode opératoire de soudage (PV-QMOS). Le DMOS-P doit être soumis à essai conformément à l'une des méthodes indiquées à l'Article 6 (épreuve de qualification d'un mode opératoire de soudage) ou à l'Article 7 (épreuve de qualification de soudage de préproduction). L'Article 6 doit être utilisé lorsque la pièce produite ou la géométrie de l'assemblage est représentée avec précision par un ou plusieurs assemblages de qualification normalisés, tels qu'indiqués en 6.2. L'Article 7 doit être utilisé lorsque la pièce produite ou la géométrie de l'assemblage n'est pas représentée avec précision par les assemblages de qualification normalisés, tels qu'indiqués en 6.2. Les informations requises dans un DMOS-P sont données en 5.2.

NOTE Pour certaines applications, il peut être nécessaire de compléter ou de réduire la liste.

Un descriptif de mode opératoire de soudage (DMOS) couvre une certaine plage d'épaisseur de matériau de base ainsi qu'une gamme d'alliages d'aluminium.

Les plages et tolérances, conformément à la Norme internationale pertinente (voir Article 2) et l'expérience du fabricant, doivent être spécifiées, le cas échéant.

Un exemple de présentation d'un DMOS-P est fourni à l'Annexe A.

5.2 Contenu technique d'un DMOS-P

5.2.1 Généralités

Les informations suivantes, au minimum, doivent être incluses dans un DMOS-P.

5.2.2 Informations relatives au fabricant:

- identification du fabricant
- identification du DMOS-P

5.2.3 Type(s) de métal de base, état(s) métallurgique(s) et norme(s) de référence

5.2.4 Dimensions du métal de base

- épaisseurs des éléments constituant l'assemblage soudé

- diamètre extérieur du tube

[ISO 25239-4:2011](https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/38a77d4d-7505-4e09-8c53-8467b3972740/iso-25239-4-2011)

[https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/38a77d4d-7505-4e09-8c53-](https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/38a77d4d-7505-4e09-8c53-8467b3972740/iso-25239-4-2011)

5.2.5 Identification du matériel [8467b3972740/iso-25239-4-2011](https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/38a77d4d-7505-4e09-8c53-8467b3972740/iso-25239-4-2011)

- modèle
- numéro de série
- fabricant

5.2.6 Identification des outils

- matériau
- plan ou numéro de plan

5.2.7 Dispositif de bridage

- méthode et type de positionnement, d'éléments de bridage, d'enclume support envers (dimensions et matériau)
- conditions et procédé de pointage, si nécessaire — le DMOS-P doit indiquer tout pointage requis ou interdit

5.2.8 Conception de l'assemblage:

- dessin de conception et dimensions de l'assemblage soudé

- séquence de soudage et sens du soudage, le cas échéant
- appendices de début et de fin de cordon, métal de base de ces appendices, norme de référence et dimensions des appendices de début et de fin de cordon
- position du trou de sortie

5.2.9 Méthodes de préparation du joint et de nettoyage

5.2.10 Détails concernant le soudage

- mouvement de l'outil (par exemple rotation dans le sens des aiguilles d'une montre ou dans le sens inverse des aiguilles d'une montre, vitesse de rotation y compris les déplacements vers le bas et vers le haut)
- position de l'outil (par exemple profondeur de plongée du talon) ou force axiale, le cas échéant
- refroidissement de l'outil (interne, externe, fluide de refroidissement), si applicable
- angle d'inclinaison
- angle d'inclinaison latérale, décalage latéral
- temps de préchauffage en début de soudure
- temps d'attente en fin de soudure
- configuration du joint
- zone de recouvrement de soudure (ZRS) pour un assemblage bout à bout ou à recouvrement de tubes
- assemblage à recouvrement: côté avance ou recul à proximité de l'arête de la tôle supérieure, sens du soudage

5.2.11 Vitesse de soudage

- vitesse de soudage, y compris les détails relatifs à toute variation pendant le soudage
- vitesse d'accélération/de décélération, le cas échéant

5.2.12 Position de soudage

- positions de soudage applicables

5.2.13 Traitement thermique avant soudage

- cas où il convient d'appliquer un traitement thermique avant soudage

5.2.14 Température de préchauffage

- cas où il convient d'appliquer un préchauffage
- utilisation de l'ISO 13916 pour l'application du présent élément de liste, de 5.2.15 et de 5.2.16
- cas où il convient d'appliquer un préchauffage de l'outil de soudage par friction-malaxage

5.2.15 Température de maintien du préchauffage

— cas où il convient de maintenir une température de préchauffage;

5.2.16 Température entre passes

— cas où il convient de maintenir une température entre passes

5.2.17 Gaz de protection

— désignation conformément à l'ISO 14175 et, le cas échéant, composition, fabricant et nom, et débit de gaz

5.2.18 Traitement après soudage

— traitement thermique de mise en solution, vieillissement, détensionnement (ou les méthodes permettant de corriger toute déformation et de redresser les pièces déformées), suppression des bavures au niveau du bord de la soudure ou tout autre traitement de l'assemblage soudé après le soudage

— traitement thermique après soudage

— plage de température et durée minimale de traitement thermique après soudage ou de vieillissement doivent être spécifiées ou une référence doit être faite à d'autres normes fournissant ces informations

iTeh STANDARD PREVIEW

6 Qualification fondée sur une épreuve de qualification d'un mode opératoire de soudage**6.1 Généralités** <https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/38a77d4d-7505-4e09-8c53-8467b3972740/iso-25239-4-2011>

La préparation, le soudage et les essais des assemblages de qualification doivent être conformes à 6.2 et 6.3.

La satisfaction aux exigences de la présente partie de l'ISO 25239 peut également qualifier l'opérateur-soudeur (voir l'ISO 25239-3).

6.2 Assemblages de qualification**6.2.1 Forme et dimensions des assemblages de qualification****6.2.1.1 Généralités**

La longueur de l'assemblage de qualification ou le nombre d'assemblages de qualification doit être suffisant(e) pour permettre la réalisation de tous les essais nécessaires.

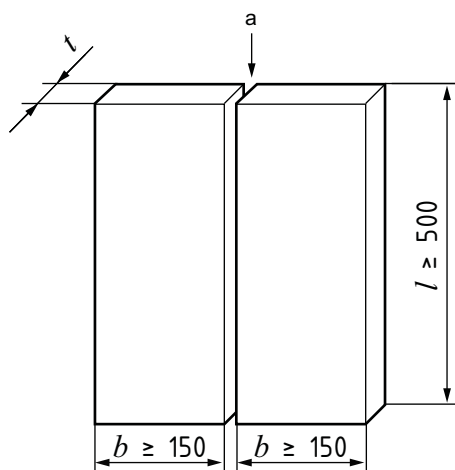
Des assemblages de qualification dont la longueur est supérieure à la dimension minimale peuvent être utilisés pour permettre le prélèvement d'éprouvettes supplémentaires, d'éprouvettes de contre-essais, ou les deux (voir 6.3.4).

Le sens de laminage ou d'extrusion doit être marqué sur l'assemblage de qualification.

6.2.1.2 Assemblage bout à bout de tôles à pleine pénétration

L'assemblage de qualification doit être préparée conformément à la Figure 1.

Dimensions en millimètres



Légende

- b largeur des éléments
- l longueur des éléments
- t épaisseur du matériau

^a Préparation du joint et montage tels que spécifiés dans le DMOS-P.

Figure 1 — Assemblage de qualification pour un assemblage bout à bout de tôles à pleine pénétration

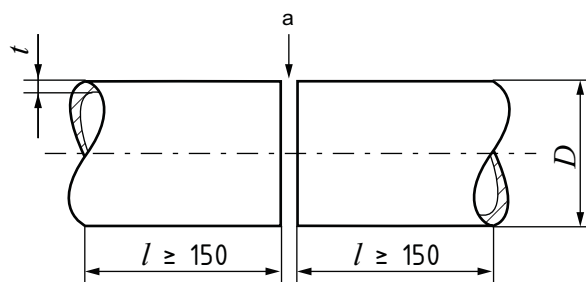
iteh STANDARD PREVIEW
(standards.iteh.ai)

6.2.1.3 Assemblage bout à bout de tubes à pleine pénétration

L'assemblage de qualification doit être préparé conformément à la Figure 2.

ISO 25239-4:2011
<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sis/38a77d4d-7505-4e09-8c53-8467b3972740/iso-25239-4-2011>

Dimensions en millimètres



Légende

- D diamètre extérieur de tube
- l longueur des éléments
- t épaisseur du matériau

^a Préparation du joint et montage tels que spécifiés dans le DMOS-P.

Figure 2 — Assemblage de qualification pour un assemblage bout à bout de tubes à pleine pénétration