

---

---

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

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

**iTeh STANDARD PREVIEW**  
*Friction stir spot welding — Aluminium —  
Part 4. Specification and qualification of welding procedures*  
(standards.iteh.ai)

[ISO 18785-4:2018](https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/1197df9d-0578-49ed-a9be-0ce0aa4715c3/iso-18785-4-2018)

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/1197df9d-0578-49ed-a9be-0ce0aa4715c3/iso-18785-4-2018>



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

ISO 18785-4:2018

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/1197df9d-0578-49ed-a9be-0ce0aa4715c3/iso-18785-4-2018>



**DOCUMENT PROTÉGÉ PAR COPYRIGHT**

© ISO 2018

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  
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

<b>Avant-propos</b> .....	<b>iv</b>
<b>Introduction</b> .....	<b>v</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 Élaboration et qualification des modes opératoires de soudage</b> .....	<b>2</b>
4.1 Généralités.....	2
4.2 Contenu technique d'un DMOS-P.....	2
4.2.1 Informations concernant le fabricant.....	2
4.2.2 Composition du matériau de base.....	2
4.2.3 Dimensions du matériau.....	2
4.2.4 Méthode de soudage.....	2
4.2.5 Spécifications de la machine.....	3
4.2.6 Identification de l'outil.....	3
4.2.7 Procédés et conditions de serrage.....	3
4.2.8 Conception de l'assemblage.....	3
4.2.9 Méthodes de préparation et de nettoyage des assemblages.....	3
4.2.10 Technique de soudage.....	3
4.2.11 Traitement après soudage.....	4
<b>5 Qualification basée sur un essai de qualification du mode opératoire de soudage</b> .....	<b>4</b>
5.1 Généralités.....	4
5.2 Assemblage de qualification normalisé.....	4
5.3 Soudage des composants, des composants à échelle réduite ou des éprouvettes d'essai.....	4
<b>6 Contrôles et essais</b> .....	<b>4</b>
6.1 Contrôle visuel.....	4
6.1.1 Généralités.....	4
6.1.2 Contre-essais.....	4
6.2 Essais destructifs.....	5
6.2.1 Généralités.....	5
6.2.2 Contre-essais.....	5
6.3 Coupe macroscopique.....	5
6.4 Domaine de validité.....	5
6.4.1 Généralités.....	5
6.4.2 Validité établie par le fabricant.....	5
6.4.3 Validité par rapport au matériau.....	5
6.4.4 Points communs à tous les modes opératoires de soudage.....	6
6.4.5 Autres variables.....	6
<b>7 Qualification basée sur l'assemblage soudé de préproduction</b> .....	<b>6</b>
7.1 Généralités.....	6
7.2 Assemblages de qualification.....	6
7.3 Examens et essais à réaliser sur les assemblages de qualification.....	6
7.4 Domaine de validité.....	7
7.5 Procès-verbal de qualification de mode opératoire de soudage.....	7
<b>Annexe A (informative) Modèle de descriptif de mode opératoire de soudage</b> .....	<b>8</b>
<b>Annexe B (informative) Variables supplémentaire à prendre en compte dans les descriptifs de modes opératoires de soudage pour le procédé de soudage par friction-malaxage par points</b> .....	<b>9</b>
<b>Annexe C (informative) Exemple de modèles de procès-verbal de qualification de mode opératoire de soudage</b> .....	<b>10</b>
<b>Bibliographie</b> .....	<b>13</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 le lien suivant: [www.iso.org/iso/fr/avant-propos.html](http://www.iso.org/iso/fr/avant-propos.html).

Le présent document a été élaboré par l'IIW, l'*Institut international de la soudure*, Commission III, *Resistance welding, solid state welding and allied joining processes*.

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/fr/members.html](http://www.iso.org/fr/members.html).

Une liste de toutes les parties de la série ISO 18785 se trouve sur le site Web de l'ISO.

## Introduction

Les procédés de soudage sont largement utilisés dans la fabrication de structures. Au cours de la deuxième moitié du XX<sup>ème</sup> 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, le soudage par friction-malaxage, qui est entièrement réalisé en phase solide (sans fusion), a été inventé.

Les procédés de soudage par friction-malaxage par points sont des variantes par points du procédé de soudage par friction-malaxage. Contrairement au soudage par friction-malaxage, ils ne font intervenir que peu ou pas de mouvement transversal de l'outil. Dans la variante conventionnelle du procédé de soudage par friction-malaxage par points, l'assemblage est créé par la pénétration d'un outil rotatif dans la pièce, suivie du retrait de l'outil des tôles se recouvrant. Les autres variantes du soudage par friction-malaxage par points comprennent d'autres mouvements de l'outil. La chaleur de friction est produite par le contact entre l'outil et le métal à souder, qui se ramollit sous l'effet de cette chaleur. Le métal ainsi ramolli est malaxé de manière à former un assemblage métallurgique, processus qui est facilité par l'action de forgeage exercée par l'épaulement de l'outil en contact avec la surface supérieure de la tôle.

L'utilisation croissante du soudage par friction-malaxage par points a rendu nécessaire l'élaboration d'une norme relative à ce procédé de soudage 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 série ISO 18785 se focalise sur le soudage par friction-malaxage par points de l'aluminium car, au moment de l'élaboration du présent document, la majorité des applications commerciales du soudage par friction-malaxage concernaient cette famille de matériaux, utilisés, par exemple, pour la fabrication de véhicules ferroviaires, de produits de grande consommation, d'équipements de transformation des aliments, de composants pour les industries automobile, et aéronautique ou encore pour la construction navale.

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 au contrôle. Par exemple, une mauvaise conception peut induire des difficultés sérieuses et coûteuses en atelier, sur 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, le personnel d'encadrement doit évaluer les sources de problèmes potentiels et mettre en place des procédures de qualité et de contrôle appropriées, et, il convient de mettre en œuvre une surveillance pour s'assurer que la qualité requise a bien été atteinte.

L'ISO (Organisation internationale de normalisation) attire l'attention sur le fait qu'il est déclaré que la conformité avec le présent document peut impliquer l'utilisation de brevets concernant le soudage par friction-malaxage traité aux [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. Les détenteurs de ces droits de propriété intellectuelle ont donné l'assurance à l'ISO qu'ils consentent à négocier des licences avec des demandeurs du monde entier, selon des termes et conditions raisonnables et non discriminatoires. À ce propos, la déclaration du détenteur des droits de propriété intellectuelle est enregistrée à l'ISO. De plus amples informations peuvent être demandées à:

## ISO 18785-4:2018(F)

Helmholtz-Zentrum Geesthacht Zentrum  
für Material- und Küstenforschung GmbH  
Max-Planck-Str. 1  
21502 GEESTHACHT  
GERMANY

Tel.: +49 (0) 4152 87-1713  
Fax: +49 (0) 4152 87-1618  
E-mail: christina.geisler@hzg.de

Mazda Motor Corporation  
3-1 Shinchi  
Fuchu-cho  
Aki-gun, HIROSHIMA 730-8670 JAPAN

Tel.: +81-82-287-5726  
Fax: +81-82-287-5119  
E-mail: attention@mail.mazda.co.jp

KAWASAKI JUKOGYO KABUSHIKI KAISHA  
(Kawasaki Heavy Industries, Ltd.)  
1-1, Kawasaki-cho  
Akashi-shi, HYOGO  
673-8666 JAPAN

Tel.: +81-78-921-1612  
Fax: +81-78-921-1763  
E-mail: fukuoka\_ma@khi.co.jp

UACJ Corporation  
Tokyo Sankei Bldg.  
1-7-2, Otemachi  
Chiyoda-ku, TOKYO 100-0004 JAPAN

Tel.: +81-3-6202-3346  
Fax: +81-3-6202-2042  
E-mail: uacj-chizai@ml.uacj.co.jp

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

[ISO 18785-4:2018](https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/1197df9d-0578-49ed-a9be-0ce0aa4715c3/iso-18785-4-2018)

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/1197df9d-0578-49ed-a9be-0ce0aa4715c3/iso-18785-4-2018>

# Soudage par friction-malaxage par points — Aluminium —

## Partie 4: Descriptif et qualification des modes opératoires de soudage

### 1 Domaine d'application

Le présent document spécifie les exigences de contenu des descriptifs de modes opératoires de soudage traitant du soudage par friction-malaxage par points de l'aluminium.

Dans le présente document, le terme «aluminium» se rapporte à l'aluminium et à ses alliages.

### 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 10447, *Soudage par résistance — Essais des soudures — Essais de pelage et de déboutonnage au burin appliqués aux soudures par résistance par points et par bossages*

ISO 14270, *Soudage par résistance — Essais destructifs des soudures — Dimensions des éprouvettes et mode opératoire pour l'essai de pelage mécanisé des soudures par résistance par points, à la molette et par bossages*

ISO 14271, *Soudage par résistance — Essais de dureté Vickers (force réduite et microdureté) sur soudures par résistance par points, par bossages et à la molette*

ISO 14272, *Soudage par résistance — Essais destructifs des soudures — Dimensions des éprouvettes et mode opératoire pour l'essai de traction en croix des soudures par résistance par points et par bossages*

ISO 14273, *Soudage par résistance — Essais destructifs des soudures — Dimensions des éprouvettes et mode opératoire pour l'essai de traction-cisaillement des soudures par résistance par points et par bossages*

ISO 17653, *Soudage par résistance — Essais destructifs des soudures sur matériaux métalliques — Essai de torsion de soudure par résistance par points*

ISO 18785-1, *Soudage par friction-malaxage par points — Aluminium — Partie 1: Vocabulaire*

ISO 18785-5, *Soudage par friction-malaxage par points — Aluminium — Partie 5: Exigences de qualité et de contrôle*

### 3 Termes et définitions

Pour les besoins du présent document, les termes et définitions de l'ISO 18785-1 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 Élaboration et qualification des modes opératoires de soudage

### 4.1 Généralités

Les modes opératoires de soudage doivent être qualifiés préalablement au soudage de production.

Le fabricant doit rédiger un descriptif du mode opératoire de soudage préliminaire (DMOS-P) et s'assurer que celui-ci est applicable à la production, en s'appuyant sur l'expérience issue des productions antérieures et/ou sur le fonds de connaissances générales relatif à la technologie du soudage.

Un DMOS-P doit servir de base pour l'établissement d'un procès-verbal de qualification du mode opératoire de soudage (PV-QMOS). Le DMOS-P doit être testé conformément à l'une des méthodes énumérées à [l'Article 5](#) (essai de qualification d'un mode opératoire de soudage) ou à [l'Article 7](#) (assemblage soudé de préproduction). [L'Article 5](#) doit être appliqué lorsque la géométrie de la pièce ou de l'assemblage de production est représentée de manière précise par un ou plusieurs assemblages de qualification normalisés, comme spécifié en [5.2](#). Pour autant, [l'Article 5](#) doit être également appliqué lorsque la géométrie de la pièce ou de l'assemblage de production n'est pas représentée de manière précise par des assemblages de qualification normalisés, comme spécifié en [5.2](#). Les informations devant figurer dans un DMOS-P sont données en [4.2](#).

Il peut s'avérer nécessaire pour certaines applications de compléter ou de réduire cette liste d'informations. Toutes les informations pertinentes doivent être spécifiées dans le DMOS.

Une fois le DMOS-P qualifié, le fabricant doit rédiger un descriptif de mode opératoire de soudage (DMOS) couvrant tout un éventail d'épaisseurs du matériau de base et comprenant les tolérances ainsi qu'une gamme d'alliages d'aluminium.

Un modèle de DMOS-P est donné en [Annexe A](#).

### 4.2 Contenu technique d'un DMOS-P ISO 18785-4:2018

Tout DMOS-P doit au minimum inclure les informations suivantes.

#### 4.2.1 Informations concernant le fabricant

- identification du fabricant;
- identification du DMOS-P.

#### 4.2.2 Composition du matériau de base

- désignation du(des) matériau(x) et de la (des) norme(s) de référence;
- en cas d'application de revêtements, les informations peuvent préciser: le type, l'épaisseur, le nombre de faces, le document de contrôle.

#### 4.2.3 Dimensions du matériau

- épaisseur des matériaux faisant partie de l'assemblage soudé.

#### 4.2.4 Méthode de soudage

Les paramètres du procédé sont spécifiques à chaque variante de procédé (voir les annexes correspondantes pour plus d'informations).

- procédé de soudage par friction-malaxage par points conventionnel (méthode sans pion incluse) (voir [Annexe A](#));
- soudage par friction-malaxage par points avec complétion (voir [Annexe A](#) et [Annexe B](#));

- soudage par friction-malaxage par points avec balayage (voir [Annexe A](#) et [Annexe B](#));
- soudage par friction-malaxage par points en spirale (voir [Annexe A](#) et [Annexe B](#));
- soudage par friction-malaxage par points avec translation (voir [Annexe A](#) et [Annexe B](#)).

#### 4.2.5 Spécifications de la machine

- type ou modèle;
- fabricant;
- matériel auxiliaire.

#### 4.2.6 Identification de l'outil

- matériau;
- dessin ou numéro de dessin ou numéro d'identification.

#### 4.2.7 Procédés et conditions de serrage

- méthode et type de gabarits, montages, rouleaux et supports envers (dimensions et matériaux);
- chauffe/refroidissement de l'outil et des montages (internes, externes, agent de refroidissement), le cas échéant;
- disposition du pointage.

**iTeh STANDARD PREVIEW**

**(standards.iteh.ai)**

#### 4.2.8 Conception de l'assemblage

[ISO 18785-4:2018](#)

- recouvrement; <https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/1197df9d-0578-49ed-a9be-0ce0aa4715c3/iso-18785-4-2018>
- distance au bord;
- empilement de l'assemblage;
- mastic et/ou adhésif (type, classe, emplacement, dimension);
- côté de pénétration de l'outil;

NOTE Un croquis de l'assemblage soudé peut être utilisé pour montrer la conception/configuration de l'assemblage.

#### 4.2.9 Méthodes de préparation et de nettoyage des assemblages

- mode opératoire de nettoyage (dégraissage, brossage, attaque chimique, etc.);
- mode opératoire de préchauffage avant soudage, le cas échéant.

#### 4.2.10 Technique de soudage

- soudage mécanisé, soudage automatique;
- modes opératoires visant à minimiser les déformations, les marques laissées par les outils, les contaminations, la corrosion, etc.

La protection de l'opérateur doit être prise en compte.

#### 4.2.11 Traitement après soudage

- traitement de relaxation (ou toute autre méthode visant à corriger les déformations);
- retrait des bavures, ou tout autre traitement mécanique après soudage de l'assemblage soudé;
- traitement thermique après soudage (la plage de températures et la durée minimale du traitement thermique après soudage ou le vieillissement doivent être spécifiés, ou d'autres normes spécifiant ces informations doivent être référencées).

## 5 Qualification basée sur un essai de qualification du mode opératoire de soudage

### 5.1 Généralités

L'assemblage soudé auquel s'applique le mode opératoire de soudage en production doit être représenté par des composants réels, des composants à échelle réduite ou en préparant un assemblage de qualification normalisé conformément à [5.2](#).

Si la norme d'application l'exige, le sens de laminage de la tôle doit être indiqué sur l'assemblage de qualification.

### 5.2 Assemblage de qualification normalisé

La géométrie de l'assemblage et les dimensions de l'assemblage de qualification normalisé doivent être conformes aux documents appropriés: ISO 10447, ISO 14270, ISO 14271, ISO 14272, ISO 14273 ou ISO 17653.

### 5.3 Soudage des composants, des composants à échelle réduite ou des éprouvettes d'essai

Les composants réels, les composants à échelle réduite ou les assemblages de qualification normalisés doivent être préparés et soudés conformément au DMOS-P, et dans les conditions générales de soudage de production (paramètres, matériel, etc.) qu'ils doivent représenter.

Le soudage et les essais des assemblages de qualification doivent être effectués en présence d'un examinateur ou d'un organisme d'examen, et les instructions détaillées de ces opérations établies avant tout essai de qualification.

## 6 Contrôles et essais

### 6.1 Contrôle visuel

#### 6.1.1 Généralités

Les assemblages de qualification doivent faire l'objet d'un contrôle visuel conformément à l'ISO 18785-5.

#### 6.1.2 Contre-essais

Si un assemblage de qualification échoue au contrôle visuel, un autre assemblage de qualification doit être soudé dans les mêmes conditions et être soumis au même contrôle. Si le contrôle visuel de cet autre assemblage de qualification n'est pas satisfaisant, l'essai de qualification du mode opératoire de soudage a échoué.

## 6.2 Essais destructifs

### 6.2.1 Généralités

Les éprouvettes d'essai doivent être prélevées sur des composants réels, sur des assemblages de qualification normalisés, ou sur des composants à échelle réduite.

Selon la géométrie de l'assemblage et les conditions de chargement, la forme et les dimensions des assemblages de qualification et des éprouvettes d'essai, ainsi que les méthodes d'essai doivent être conformes aux documents appropriés: ISO 10447, ISO 14270, ISO 14271, ISO 14272, ISO 14273 ou ISO 17653.

### 6.2.2 Contre-essais

Si une éprouvette d'essai ne satisfait pas aux exigences des essais destructifs, deux autres éprouvettes doivent alors être soumises à essai pour chaque éprouvette défectueuse.

Ces éprouvettes supplémentaires doivent être prélevées dans le même assemblage de qualification, s'il y a suffisamment de matière, ou dans un nouvel assemblage de qualification, soudés dans les mêmes conditions que l'assemblage de qualification d'origine. Chaque éprouvette supplémentaire doit être soumise aux mêmes essais que l'éprouvette d'origine défectueuse. Si aucune de ces éprouvettes supplémentaires ne satisfait aux exigences, l'essai de qualification du mode opératoire de soudage a alors échoué.

## 6.3 Coupe macroscopique

Les éprouvettes d'essai doivent être préparées et attaquées pour produire des coupes transversales afin de montrer clairement la zone malaxée et, au besoin, le profil de la soudure.

## 6.4 Domaine de validité

### 6.4.1 Généralités

Toutes les conditions de validité spécifiées ci-après doivent être satisfaites indépendamment les unes des autres.

Tout ajout, suppression ou modification se situant en dehors du domaine spécifié doit nécessiter de réaliser un nouvel essai de qualification du mode opératoire de soudage.

### 6.4.2 Validité établie par le fabricant

La qualification d'un DMOS obtenue par un fabricant est valable pour le soudage dans les ateliers ou sur les chantiers placés sous la même direction technique et le même contrôle qualité de ce fabricant.

Le soudage est considéré comme étant sous la même direction technique et le même contrôle qualité lorsque le fabricant qui a qualifié le DMOS conserve l'entière responsabilité de toutes les opérations de soudage réalisées selon ce mode opératoire.

### 6.4.3 Validité par rapport au matériau

Tous les essais doivent être effectués avec des matériaux représentatifs de ceux utilisés en production. Les caractéristiques suivantes doivent être cohérentes pour les matériaux de production et d'essai:

- épaisseur;
- alliage et état métallurgique;
- état de surface et traitements de surface le cas échéant.