NORME INTERNATIONALE

**ISO 18785-1**

Première édition
2018-11

# Soudage par friction-malaxage par points — Aluminium —

## Partie 1: **Vocabulaire**

*Friction stir spot welding — Aluminium —*

*Part 1: Vocabulary*

Numéro de référence
ISO 18785-1:2018(F)

© ISO 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
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 Desription du procédé de soudage par friction-malaxage par points avec complétion** ..... **5**
**5 Description du procédé de soudage par friction-malaxage par points avec translation** ..... **7**
**6 Description du procédé de soudage par friction-malaxage par points en spirale** ..... **7**
**7 Description du procédé de soudage par friction-malaxage par points avec balayage** ..... **8**
**Bibliographie** ..... **10**

© ISO 2018 – Tous droits réservés

# 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).

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).

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.

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.*

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.

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


© ISO 2018 – Tous droits réservés

# Introduction

Les procédés de soudage sont largement utilisés dans la fabrication de structures. Au cours de la deuxième moitié du XX$^{ème}$ 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.

© ISO 2018 – Tous droits réservés

# Soudage par friction-malaxage par points — Aluminium —

# Partie 1: Vocabulaire

## 1 Domaine d'application

Le présent document définit les termes et définitions relatifs au procédé de soudage par friction-malaxage par points. Dans présent document, le terme « aluminium » se rapporte à l'aluminium et 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 25239-1, *Soudage par friction-malaxage — Aluminium — Partie 1: Vocabulaire*

ISO 14732:2013, *Personnel en soudage — Épreuve de qualification des opérateurs soudeurs et des régleurs en soudage pour le soudage mécanisé et le soudage automatique des matériaux métalliques*

ISO/TR 25901-1, *Soudage et techniques connexes — Vocabulaire — Partie 1: Termes généraux*

## 3 Termes et définitions

Pour les besoins du présent document, les termes et définitions de l'ISO 25239-1, ISO/TR 25901-1 et l'ISO 14732 ainsi que les suivants 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/

**3.1**
**soudage par friction-malaxage par points**
**FSSW**
procédé de soudage par friction-malaxage produisant une soudure à recouvrement discrète à faible rapport d'aspect grâce à l'échauffement par friction et au malaxage du métal à l'état plastique engendrés par la pénétration et le retrait d'un pion rotatif, avec ou sans mouvement transversal

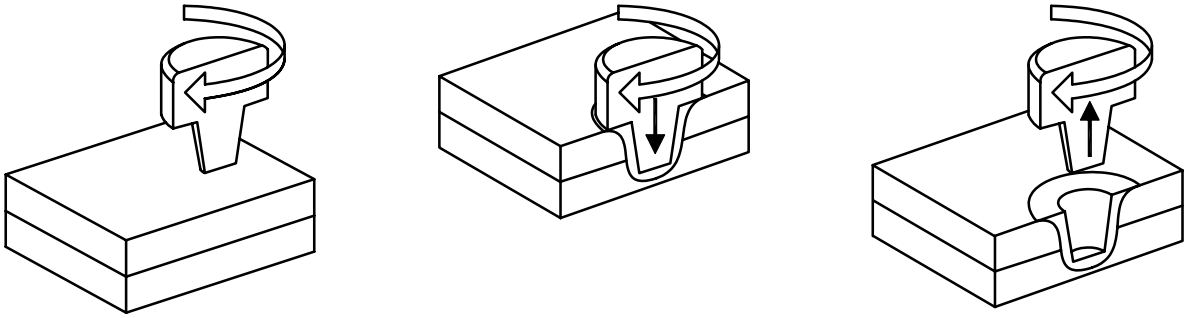
Note 1 à l'article: Voir Figure 1

**3.2**
**pion**
<FSSW> partie de l'outil qui pénètre dans le métal de base pour réaliser la soudure

Note 1 à l'article: Le pion peut être fixe ou ajustable.

Note 2 à l'article: En l'absence de pion, on parle de procédé de soudage par friction-malaxage par points «sans pion».

© ISO 2018 – Tous droits réservés



a) Rotation b) Pénétration c) Retrait

**Figure 1 — Principe de base du soudage par friction-malaxage par points**

**3.3**
**épaulement**
<FSSW> portion de l'outil en contact avec la surface du métal de base pendant le soudage

**3.4**
**vitesse de rotation**
<FSSW> vitesse de rotation de l'arbre

**3.5**
**sens de rotation**
<FSSW> sens de rotation de l'arbre

**3.6**
**vitesse de pénétration**
<FSSW> vitesse à laquelle le *pion* (3.2) pénètre dans la pièce pendant la phase de pénétration du soudage par *friction-malaxage par points* (3.1)

**3.7**
**profondeur de pénétration**
<FSSW> profondeur à laquelle pénètre le *pion* (3.2) dans la pièce

**3.8**
**contrôle de l'effort**
<FSSW> méthode permettant de maintenir la force requise sur l'outil pendant le soudage

**3.9**
**contrôle du positionnement**
<FSSW> méthode permettant de maintenir la position requise de l'outil pendant le soudage

**3.10**
**temps de rotation efficace**
<FSSW> intervalle de temps entre le moment où l'outil rotatif atteint sa profondeur maximale dans le métal de base et le début de son retrait

**3.11**
**trou de sortie**
<FSSW> trou subsistant à l'extrémité d'une soudure après le retrait de l'outil

**3.12**
**surface de contact**
surface d'une pièce destinée à être mise en contact ou à être placée à proximité immédiate de la surface d'une autre pièce pour former un assemblage


© ISO 2018 – Tous droits réservés

**3.13**
**régleur en soudage**
<FSSW> personne qui effectue les réglages sur le matériel de soudage de *FSSW* (3.1)

Note 1 à l'article: Ne s'applique pas aux *opérateurs soudeur* (3.14) et/ou personnel effectuant le chargement/déchargement de l'unité de *soudage automatique* (3.15).

Note 2 à l'article: Le FSSW est un procédé de soudage automatique où le réglage des variables de soudage n'est pas possible pendant le court cycle de soudage.

**3.14**
**opérateur soudeur**
<FSSW> personne qui fait fonctionner le matériel de soudage de *FSSW* (3.1)

**3.15**
**soudage automatique**
soudage au cours duquel toutes les opérations sont réalisées sans intervention manuelle pendant le cycle de soudage

**3.16**
**réglage**
<unité de soudage FSSW> configuration approuvée de l'unité de soudage et des pièces préalablement au procédé de soudage et, si nécessaire, modification de la programmation du mode opératoire

**3.17**
**soudage par friction-malaxage par points conventionnel**
procédé de *soudage par friction-malaxage par points* (3.1) dans lequel la soudure résulte de la pénétration et du retrait d'un *pion* (3.2) rotatif sans mouvement transversal

Note 1 à l'article: Dans le FSSW conventionnel, l'assemblage est créé par la pénétration d'un outil dans la pièce et son retrait des tôles se recouvrant (Voir Figure 1).

**3.18**
**soudage par friction-malaxage par points avec complétion**
procédé de *soudage par friction-malaxage par points conventionnel* (3.17) suivi d'une action de complétion permettant de combler intégralement le trou de sortie (3.11)

Note 1 à l'article: Voir Figure 2 et Figure 3.

**3.18.1**
**outil de soudage par friction-malaxage par points avec complétion**
outil composé d'une *bague de serrage* (3.18.3), d'un *épaulement ajustable* (3.18.2) capable de se déplacer de manière axiale et d'un *pion* (3.2) ajustable

**3.18.2**
**épaulement ajustable**
<FSSW avec complétion> partie de l'outil, placé en position coaxiale par rapport au *pion* (3.2) ajustable et capable de tourner et de se déplacer de manière axiale indépendamment du pion ajustable et de la *bague de serrage* (3.18.3)

**3.18.3**
**bague de serrage**
<FSSW avec complétion> bague non rotative constituant la partie extérieure de l'outil et servant à serrer les composants de la pièce pendant le soudage par points

Note 1 à l'article: La bague de serrage peut également servir à maintenir le métal afin d'empêcher son expulsion lors du *FSSW* (3.1).

**3.18.4**
**force de la bague de serrage**
<FSSW avec complétion> force appliquée par la *bague de serrage* (3.18.3) sur la pièce le long de l'axe de l'outil

© ISO 2018 – Tous droits réservés

**3.18.5**
**mode par pénétration du pion**
<FSSW avec complétion> mode opératoire dans lequel l'élément de l'outil qui pénètre dans le métal est le *pion* (3.2)

Note 1 à l'article: Voir Figure 2

**3.18.6**
**mode par pénétration de l'épaulement**
<FSSW avec complétion> mode opératoire dans lequel l'élément de l'outil qui pénètre dans le métal est l'*épaulement* (3.3)

Note 1 à l'article: Voir Figure 3.

**3.19**
**soudage par friction-malaxage par points avec translation**
variante du procédé de *soudage par friction-malaxage par points* (3.1) au cours de laquelle la soudure produite résulte de la pénétration et de la translation d'un outil rotatif sur une courte trajectoire linéaire ou curviligne (voir Article 5)

**3.19.1**
**longueur du déplacement**
*l*
<FSSW avec translation> distance qui sépare les positions du centre de l'outil entre sa pénétration et son retrait

Note 1 à l'article: Voir Figure 4.

**3.19.2**
**largeur de la soudure**
*w*
<FSSW avec translation> largeur de la surface soudée par le *pion* (3.2) (équivalente au diamètre du pion) au niveau de la *surface de contact* (3.12) entre les pièces qui se recouvrent

Note 1 à l'article: Voir Figure 4.

**3.20**
**soudage par friction-malaxage par points en spirale**
variante du procédé de *soudage par friction-malaxage par points* (3.1) au cours de laquelle la soudure produite résulte de la pénétration et de la translation d'un outil rotatif autour d'une trajectoire circonscrite encerclant le *trou de sortie* (3.11)

Note 1 à l'article: Voir Figure 5.

Note 2 à l'article: La trajectoire circonscrite peut être circulaire ou elliptique.

**3.20.1**
**rotation de la trajectoire de l'outil**
<FSSW en spirale> degrés de rotation de la course autour de l'axe du *trou de sortie* (3.11) à partir de l'*emplacement de la pénétration* (3.20.3)

**3.20.2**
**trajectoire de l'outil**
<FSSW en spirale> trajectoire que suit l'outil autour de la position de retrait

Note 1 à l'article: Cette trajectoire est généralement circulaire, mais pas de manière systématique. Elle peut également former une spirale vers l'intérieur en effectuant d'autres rotations autour de la position de retrait


© ISO 2018 – Tous droits réservés

**3.20.3**
**emplacement de la pénétration**
<FSSW en spirale> emplacement où démarre la *trajectoire de l'outil* (3.20.2)

Note 1 à l'article: Il peut se situer sur la trajectoire de l'outil ou au même endroit que la position de retrait

**3.20.4**
**diamètre de la zone de cisaillement**
<FSSW en spirale> zone au niveau de la *surface de contact* (3.12); somme du diamètre du *pion* (3.2) et de la *trajectoire de l'outil* (3.20.2)

**3.20.5**
**diamètre extérieur de la surface de la soudure**
<FSSW en spirale> étendue maximale de la zone traitée; somme du diamètre de l'*épaulement* (3.3) et de la *trajectoire de l'outil* (3.20.2)

**3.21**
**soudage par friction-malaxage par points avec balayage**
variante du procédé *soudage par friction-malaxage par points* (3.1) au cours de laquelle la soudure produite résulte de la pénétration d'un outil rotatif, suivie d'un mouvement discret décrivant un arc de cercle perpendiculaire à la surface de la pièce

Note 1 à l'article: Voir Figure 6 et Figure 7.

**3.21.1**
**longueur de balayage**
<FSSW avec balayage> distance qui sépare les positions du centre entre la pénétration de l'outil et son retrait

**3.21.2**
**vitesse de balayage**
<FSSW avec balayage> vitesse du déplacement angulaire (rotatif)

**3.21.3**
**vitesse d'extraction**
<FSSW avec balayage> vitesse à laquelle l'outil se retire de la pièce une fois la soudure terminée

**3.21.4**
**rayon de balayage**
<FSSW avec balayage> distance entre l'axe de rotation et l'extrémité de l'outil

**3.21.5**
**angle de balayage**
<FSSW avec balayage> angle de rotation autour de l'axe de rotation

## 4 Desription du procédé de soudage par friction-malaxage par points avec complétion

Il existe deux modes opératoires selon l'élément de l'outil qui pénètre dans le métal:

1) pénétration du pion;

2) pénétration de l'épaulement.

Dans ces deux modes opératoires, la bague de serrage fixe maintient le métal contre un support envers dans une configuration d'assemblage à recouvrement pendant que le pion et l'épaulement commencent à tourner dans le même sens sur la surface supérieure. Le pion et l'épaulement peuvent tourner dans le même sens ou dans le sens opposé. Le pion et l'épaulement en rotation engendrent une déformation plastique et génèrent un échauffement par friction qui ramollit le métal. Le pion et l'épaulement se déplacent ensuite en sens opposé; le premier pénètre dans le métal pendant que le second se déplace

© ISO 2018 – Tous droits réservés