
Soudage par résistance — Soudage par points de l'aluminium et des alliages d'aluminium — Soudabilité, soudage et essais

Resistance welding — Spot welding of aluminium and aluminium alloys — Weldability, welding and testing

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

ISO 18595:2021

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/iso/24c8c1d6-5a5b-4b59-894b-ce218b920e72/iso-18595-2021>



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

ISO 18595:2021

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/iso/24c8c1d6-5a5b-4b59-894b-ce218b920e72/iso-18595-2021>



DOCUMENT PROTÉGÉ PAR COPYRIGHT

© ISO 2021

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
Web: www.iso.org

Publié en Suisse

Sommaire

Page

Avant-propos	iv
1 Domaine d'application	1
2 Références normatives	1
3 Termes et définitions	2
4 Matériau	2
4.1 Forme	2
4.2 Types d'alliages d'aluminium	2
5 État de surface	2
6 Distance au bord, états du bord, forme du composant et écartement entre soudures	3
7 Électrodes	3
7.1 Matériaux	3
7.2 Dimensions	3
7.3 Refroidissement des électrodes	4
8 Qualification des soudures	4
8.1 Généralités	4
8.2 Essais de soudabilité	4
8.3 Essais de pré-production	4
8.4 Essais périodiques	5
8.4.1 Type d'essai	5
8.4.2 Fréquence des essais	5
9 Exigences relatives à la qualité de la soudure	5
9.1 Diamètre de la soudure	5
9.2 Dimensions de la soudure	6
9.3 Mode de rupture de la soudure	6
9.4 Résistance de la soudure	6
9.5 Aspect de la soudure — État de la surface	7
10 Assemblages multipoints	8
Annexe A (informative) Conditions types de soudage par points	11
Annexe B (informative) Liste non exhaustive des alliages d'aluminium couverts par le présent document	12
Annexe C (informative) Informations types à consigner sur une fiche de procédure de soudage par points	15
Bibliographie	17

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 www.iso.org/iso/fr/avant-propos.html.

Le présent document a été élaboré par le comité technique ISO/TC 44 *Soudage et techniques connexes*, sous-comité SC 6, *Soudage par résistance et assemblage mécanique allié*, en collaboration avec le Comité Technique du Comité européen de Normalisation (CEN) CEN/TC 121, *Soudage et techniques connexes*, conformément à l'Accord sur la coopération technique entre l'ISO et le CEN (Accord de Vienne).

Cette deuxième édition annule et remplace la première édition (ISO 18595:2007), qui a fait l'objet d'une révision technique.

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

- ajout de l'[Article 3](#) «Termes et définitions»;
- révision technique de l'intégralité du document selon l'état de l'art;
- révision de l'[Annexe C](#).

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 des dits organismes est disponible à l'adresse www.iso.org/members.html.

Les interprétations officielles des documents de l'ISO/TC 44, lorsqu'elles existent, sont disponibles à partir de cette page: <https://committee.iso.org/sites/tc44/home/interpretation.html>.

Soudage par résistance — Soudage par points de l'aluminium et des alliages d'aluminium — Soudabilité, soudage et essais

1 Domaine d'application

Le présent document spécifie les exigences relatives au soudage par résistance par points réalisé pour la fabrication d'assemblages de tôles d'aluminium, de pièces extrudées (alliages écrouis et vieillis) et/ou de pièces moulées comprenant deux ou trois épaisseurs de métal, dont l'épaisseur (de tôle) unique maximale des composants à souder est comprise entre 0,6 mm et 6 mm.

Le présent document s'applique au soudage de tôles ou de plaques d'épaisseurs différentes et dont le rapport entre les épaisseurs est inférieur ou égal à 3:1. Il s'applique au soudage de trois épaisseurs dont l'épaisseur totale est inférieure ou égale à 9 mm.

Le soudage avec les types de machines ci-dessous entre dans le domaine d'application du présent document:

- machines de soudage avec commande au pied;
- pinces à souder;
- matériel de soudage automatique avec lequel les composants sont mis en place par des robots ou par des appareils d'alimentation automatique;
- machines à souder multipoints;
- robots de soudage.

Les informations sur le matériel de soudage adéquat sont fournies à l'[Annexe A](#) et les informations sur les conditions de soudage par points sont fournies à l'[Annexe B](#). Ces dernières sont communiquées à titre informatif uniquement et peuvent impliquer des modifications selon les conditions de fabrication, le type de matériel de soudage, les caractéristiques du circuit secondaire et du matériau et la forme de l'électrode.

Le soudage de matériaux revêtus (les matériaux galvanisés ou anodisés, par exemple) n'entre pas dans le domaine d'application du présent document.

2 Références normatives

Les documents suivants cités dans le texte 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 209, *Aluminium et alliages d'aluminium — Composition chimique*

ISO 669, *Soudage par résistance — Matériel de soudage par résistance — Exigences mécaniques et électriques*

ISO 3522, *Aluminium et alliages d'aluminium — Pièces moulées — Composition chimique et caractéristiques mécaniques*

ISO 5182, *Soudage par résistance — Matériaux pour électrodes et équipements annexes*

ISO 5184, *Pointes d'électrodes droites pour soudage par points par résistance*

ISO 5821, *Soudage par résistance — Embouts amovibles de pointes d'électrodes pour soudage par points*

ISO 5830, *Soudage par points par résistance — Embouts amovibles mâles d'électrode*

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 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 15614-12, *Descriptif et qualification d'un mode opératoire de soudage pour les matériaux métalliques — Épreuve de qualification d'un mode opératoire de soudage — Partie 12: Soudage par points, à la molette et par bossages*

ISO 17677-1, *Soudage par résistance — Vocabulaire — Partie 1: Soudage par points, par bossages et à la molette*

ISO 18278-2, *Soudage par résistance — Soudabilité — Partie 2: Méthodes d'évaluation de la soudabilité par points*

3 Termes et définitions

Pour les besoins du présent document, les termes et définitions dans l'ISO 669 et l'ISO 17677-1 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 Matériau

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/iso/24c8c1d6-5a5b-4b59-894b-ce218b920e72/iso-18595-2021>

4.1 Forme

Le matériau doit être conforme à l'ISO 209 et à l'ISO 3522.

4.2 Types d'alliages d'aluminium

L'[Annexe C](#) présente une liste non exhaustive des alliages d'aluminium.

5 État de surface

Préalablement au soudage, l'adéquation au soudage par points de toutes les surfaces doit être vérifiée. Il convient que les surfaces soient, de préférence, exemptes d'huile, de graisse, de lubrifiant, d'oxydation visible, de peinture, de saleté ou d'un nombre trop important de fissures. Le cas échéant, un traitement approprié de la surface (un décapage chimique, par exemple) devra être effectué. À moins, qu'elles n'aient été spécifiquement développées pour le soudage par points, les surfaces de finition en usine ne sont généralement pas adaptées au soudage par points et peuvent nécessiter un traitement préalable. Les rugosités et imperfections présentes sur la surface des matériaux coulés doivent être limitées, par exemple à la suite du nettoyage du matériau coulé. Les fabricants d'aluminium et les fournisseurs de composants peuvent produire des matériaux traités en surface adaptés au soudage par points, par exemple avec un revêtement de conversion au TiZr. En outre, le matériau revêtu peut être accompagné d'une passivation au chrome ou au phosphate. L'aluminium phosphaté peut être utilisé dans certaines applications. Des quantités excessives de gaz dissous dans le matériau coulé doivent être évitées. Ces matériaux peuvent être soudés par points, bien qu'il soit généralement nécessaire que les paramètres de soudage soient adaptés, tel que spécifié à l'[Annexe B](#).

En tout état de cause, l'état de la surface et tout traitement de surface doivent être consignés dans la documentation d'essai.

La stabilité de l'état de surface peut être évaluée en mesurant la résistance de transition conformément à l'ISO 18594.

6 Distance au bord, états du bord, forme du composant et écartement entre soudures

Les composants à souder doivent être exempts de toutes bavures ou autres imperfections susceptibles de compromettre de quelque manière que ce soit le contact à l'interface ou nécessitant d'exercer une force excessive pour appliquer les pièces.

La forme du composant doit assurer un contact satisfaisant à l'interface dans la zone où les soudures doivent être réalisées. La distance entre le bord du composant et le centre de la soudure (distance au bord) ne doit pas être inférieure à $1,25 d$ (voir [Figure 2](#)), où d est le diamètre cible de la soudure tel que défini en [8.2](#). L'utilisation de distances au bord inférieures aux valeurs recommandées a un effet néfaste sur la qualité de la soudure. Il convient d'utiliser des distances au bord inférieures aux valeurs recommandées uniquement lorsque cela est formellement spécifié. Dans ce cas, le diamètre nominal de la soudure spécifié peut être inférieur à la valeur indiquée en [8.2](#), nécessitant de ce fait de tenir réellement compte d'une réduction correspondante de la résistance de la soudure (voir [9.4](#)).

7 Électrodes

7.1 Matériaux

Les matériaux de l'électrode doivent être en alliage de cuivre. Il convient qu'ils présentent une haute conductivité thermique et électrique. Les matériaux de l'électrode doivent être conformes à l'ISO 5182. Si d'autres matériaux d'électrode sont utilisés, ceux-ci doivent être consignés dans la documentation d'essai.

7.2 Dimensions

Les électrodes de soudage doivent avoir une section et une résistance suffisantes pour supporter le courant de soudage et la force de soudage sans présenter d'échauffement ni de déformation ou d'erreur de parallélisme excessives. Si possible il convient d'utiliser des électrodes dont le diamètre minimal de la tige, D , est de 20 mm. Si d'autres diamètres d'électrode sont appliqués, ceux-ci doivent être consignés dans la documentation d'essai.

Les dimensions de l'électrode doivent être conformes à l'ISO 5184 (pour les électrodes droites), à l'ISO 5821 (pour les embouts amovibles femelles d'électrodes) ou à l'ISO 5830 (pour les embouts amovibles mâles d'électrodes), selon le cas. Dans les cas pour lesquels ces normes ne s'appliquent pas, les dimensions de l'électrode doivent être précisées de façon à produire des soudures conformes au présent document.

Il est recommandé d'utiliser soit des électrodes arrondies, soit des électrodes dont le diamètre de la pointe est supérieur au diamètre d de la soudure cible.

Dans le cas du soudage de deux tôles d'épaisseurs différentes, il convient de spécifier les dimensions de l'électrode et le diamètre requis de la soudure par rapport à l'épaisseur de la tôle la plus mince. Dans le cas de trois épaisseurs, il convient d'utiliser comme référence la tôle la plus mince de chaque combinaison.

La forme de la pointe de l'électrode et l'exigence relative au diamètre de la soudure cible doivent être consignées dans la documentation d'essai.

Au cours de la production normale, les électrodes ont tendance à s'émousser, ce qui se traduit par une augmentation du diamètre de la pointe d'électrode et une détérioration de la forme de la pointe. L'état

d'au moins une des électrodes ne doit pas se détériorer au point d'entraîner une réduction du diamètre de la soudure à un niveau inférieur au minimum acceptable, par exemple $4\sqrt{t}$. Lorsque ce diamètre a été atteint (s'il ne l'avait pas été précédemment), l'électrode doit être remplacée ou rétablie à son diamètre et à sa forme d'origine, par exemple par une opération de finition des pointes d'électrodes.

Une méthode courante pour contrôler la détérioration du processus consiste à mesurer l'augmentation de la forme de la pointe de l'électrode (ou zone de contact sur la surface de la tôle), lorsque des pointes d'électrode de différents diamètres sont en contact avec la pièce à souder, l'augmentation autorisée par rapport au diamètre initial s'applique à la plus petite des deux pointes d'électrode.

Une augmentation plus importante du diamètre de la (ou des) électrode(s) est admise uniquement si les essais démontrent que la résistance de la soudure répond aux exigences requises, et uniquement par spécification.

Dans les cas où une commande adaptative ou une augmentation automatique du courant de soudage (c'est-à-dire des commandes pas à pas), ou d'autres formes de contrôle de processus sont utilisées, une plus grande détérioration de l'état de la pointe de l'électrode peut être tolérée. L'augmentation admissible du diamètre de la pointe peut être déterminée de manière empirique à condition que le diamètre de la soudure ne soit pas inférieur au diamètre de la soudure cible, sauf indication contraire.

7.3 Refroidissement des électrodes

Il est recommandé que le débit de l'eau soit d'au minimum 6 l/min par électrode pour le soudage de deux épaisseurs jusqu'à et y compris 3 mm. Des débits plus élevés peuvent être bénéfiques pour prolonger la durée de vie des électrodes. Il convient de disposer le tuyau d'alimentation interne en eau de refroidissement de sorte que l'eau vienne en contact avec l'arrière de la surface de travail de l'électrode. Il convient que la distance entre l'arrière et la surface de travail de l'électrode ne dépasse pas les valeurs indiquées dans la Norme internationale applicable. Pour garantir une durée de vie satisfaisante de l'électrode, il convient que les températures de l'eau en entrée du liquide de refroidissement n'excède pas 30 °C (303 K).

8 Qualification des soudures

ISO 18595:2021

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/iso/24c8c1d6-5a5b-4b59-894b-ce218b920e72/iso-18595-2021>

8.1 Généralités

Un mode opératoire doit être établi pour le matériel de soudage, l'épaisseur de tôle, le matériau ou une combinaison de ces éléments utilisés dans le composant à souder. Il convient que l'enregistrement des modes opératoires repose sur des éléments appropriés répertoriés dans la liste présentée dans l'[Annexe C](#).

8.2 Essais de soudabilité

L'essai de soudabilité doit être conforme à l'ISO 18278-2. La limite supérieure de courant I_{\max} peut être définie au choix par le début des projections de soudure ou par une valeur (ou un pourcentage) spécifique de l'indentation de l'électrode. La méthode choisie doit être consignée dans la documentation d'essai.

Des lignes directrices relatives aux conditions de soudage sont données dans l'[Annexe A](#) et l'[Annexe B](#).

8.3 Essais de pré-production

Les essais de pré-production doivent être réalisés conformément à l'ISO 15614-12.

8.4 Essais périodiques

8.4.1 Type d'essai

Les essais suivants doivent être réalisés pour vérifier l'uniformité de la qualité de la soudure par points dans des conditions de production:

- a) examen visuel;
- b) essai de pelage ou essai de déboutonnage au burin (manuel ou mécanisé), conformément à l'ISO 10447.

En outre, d'autres essais, tels que les essais de traction-cisaillement, peuvent être réalisés.

8.4.2 Fréquence des essais

Dans toute la mesure du possible, des composants réels doivent être utilisés pour les essais. Dans le cas contraire, des assemblages de qualification de même matériau avec des largeurs de tôle appropriées doivent être utilisés.

Dans toute la mesure du possible, il convient de réaliser les essais dans chacun des cas suivants:

- a) au début de chaque poste ou période de travail quotidien;
- b) immédiatement après la mise en place d'électrodes neuves ou reconditionnées dans la machine;
- c) à chaque modification de l'appareil ou de ses paramètres;
- d) immédiatement après la modification d'un composant de la source d'approvisionnement ou du traitement de surface de l'appareil ou du matériau.

La fabrication ne doit commencer qu'après obtention d'un résultat d'essai satisfaisant sur soudure au début de chaque période spécifiée ci-dessus. Lorsque l'assemblage de qualification ne satisfait pas à l'essai à la fin du poste ou de la période de travail, 2 % des pièces peuvent être prélevées de la production, au cours de la période suivant l'essai précédent, sur la machine considérée, et soumises à essai conformément à l'[Article 9](#). Lorsque les composants sélectionnés ne satisfont pas à l'essai, toute la production au cours de la période concernée doit être considérée comme n'ayant pas satisfait aux exigences du présent document.

Pour ce qui concerne l'examen visuel, aucune opération de finition, de peinture ou autre opération ayant une incidence sur l'examen de la zone de soudure ne doit être réalisée sur les assemblages avant la fin du contrôle du soudage. La surface des pièces à souder doit être au moins de la même qualité que les assemblages de qualification conformes à [9.5](#).

Le nombre et le type d'essais doivent être suffisants pour établir la signification statistique des données dans chaque cas et doivent être spécifiés.

9 Exigences relatives à la qualité de la soudure

9.1 Diamètre de la soudure

Le diamètre d de la soudure cible, en millimètres, doit être spécifié entre les parties contractantes, en principe il conviendrait qu'il soit égal à $5\sqrt{t}$. Le diamètre de soudure et le diamètre du bouton doivent être déterminés conformément à la définition contenue dans l'ISO 17677-1.

ATTENTION — L'utilisation d'un diamètre de soudure plus petit entraînera une résistance de soudure plus faible. Cela doit être pris en compte dans tous les calculs de conception (voir [Tableau 1](#)).

Lorsqu'une plus petite largeur de tôle spécifiée ne satisfait pas au rapport requis entre le diamètre de la soudure et la distance au bord (c'est-à-dire $1,25 d$), il convient de spécifier un diamètre cible plus faible de la soudure et de faire référence à la norme d'application appropriée. Dans ce cas, les calculs de conception doivent dûment tenir compte de la réduction de la résistance obtenue avec des soudures plus petites (voir 9.3).

NOTE Les tolérances admissibles dans les conditions de soudage et de fonctionnement d'une machine sont invariablement inférieures pour les diamètres inférieurs de la soudure considérés.

9.2 Dimensions de la soudure

Dans le cas du soudage par points de deux tôles d'épaisseur égale ou différente, il convient que l'empreinte de l'électrode dans chaque tôle soit inférieure à 20 % d'une épaisseur de tôle unique. Une empreinte plus grande est admise sur accord entre les parties contractantes, ou, sur le revers d'une soudure sans marquage. Dans ces cas, la pénétration du noyau de la soudure est asymétrique et dépend du rapport des épaisseurs des tôles à souder. Selon les exigences du produit, des valeurs d'empreinte plus faibles peuvent être spécifiées. Dans ce cas, l'utilisation d'électrodes à rayon d'extrémité sphérique plus important peut s'avérer nécessaire. Il convient que l'écartement des tôles ne dépasse pas 15 % d'une épaisseur de tôle unique, sauf indication contraire.

9.3 Mode de rupture de la soudure

Toutes les soudures réalisées sur des éprouvettes, des éprouvettes d'essai et des composants ayant une épaisseur de tôle unitaire jusqu'à 1 mm doivent se rompre par rupture de bouchon lorsqu'elles sont soumises à un essai de pelage ou de déboutonnage.

Des ruptures interfaciales ou partiellement interfaciales (déboutonnages partiels) peuvent être admis par spécification. De telles ruptures doivent être considérées comme étant propres aux petits diamètres de soudure et peuvent être influencées par la qualité de l'aluminium et l'écrouissage, ou par l'état du traitement thermique.

9.4 Résistance de la soudure

La résistance de la soudure dépend du diamètre de la soudure, de l'épaisseur de tôle et de la résistance de l'alliage d'aluminium à l'état recuit. Le [Tableau 1](#) donne des valeurs minimales types des échantillons de soudure par points simple, composés de divers alliages d'aluminium soumis à essai de traction-cisaillement. Ces valeurs sont données pour des diamètres de soudure égales à un diamètre de $5\sqrt{t}$ et $4\sqrt{t}$ produites dans des éprouvettes pour essais de traction-cisaillement présentant les dimensions spécifiées dans la Norme internationale appropriée. Dans les assemblages de tôles de différentes épaisseurs, il convient de déterminer l'exigence de résistance minimale de la soudure soumise à la traction-cisaillement par rapport à l'épaisseur de la tôle la plus mince. Cette valeur est souvent dépassée lorsque des éprouvettes d'épaisseurs différentes sont soumises à essai.

Les éprouvettes en alliage durci par vieillissement permettent d'obtenir des valeurs de résistance plus élevées et présentent différents modes de rupture lorsqu'elles sont soumises à essai suite à de plus longues périodes de stockage ou après avoir fait l'objet d'un traitement thermique. Le délai ou l'application du traitement thermique entre le soudage et l'essai doit être adapté à la nuance d'alliage et à l'application finale. Le délai ou l'application du traitement thermique doivent être consignés dans la documentation d'essai.

La résistance doit être mesurée conformément à l'ISO 14273.