

---

---

**Soudage par résistance —  
Soudabilité —**

Partie 2:  
**Méthodes d'évaluation de la  
soudabilité par points**

**iTeh STANDARD PREVIEW**  
*Resistance welding — Weldability —*  
*(standards.iteh.ai)*

*Part 2: Evaluation procedures for weldability in spot welding*

ISO 18278-2:2016

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/30ea81de-2c24-4a9f-803d-c8b712263043/iso-18278-2-2016>



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

ISO 18278-2:2016

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/30ea81de-2c24-4a9f-803d-c8b712263043/iso-18278-2-2016>



**DOCUMENT PROTÉGÉ PAR COPYRIGHT**

© ISO 2016, Publié en Suisse

Droits de reproduction réservés. Sauf indication contraire, 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, l'affichage sur l'internet ou sur un Intranet, sans autorisation écrite préalable. Les demandes d'autorisation peuvent être adressées à l'ISO à l'adresse ci-après ou au comité membre de l'ISO dans le pays du demandeur.

ISO copyright office  
Ch. de Blandonnet 8 • CP 401  
CH-1214 Vernier, Geneva, Switzerland  
Tel. +41 22 749 01 11  
Fax +41 22 749 09 47  
copyright@iso.org  
www.iso.org

## 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>2</b>
<b>4 Matériel de soudage</b> .....	<b>2</b>
4.1 Généralités.....	2
4.2 Électrodes.....	2
4.3 Courant de soudage.....	2
4.4 Réglages mécaniques.....	2
4.5 Mesurage des paramètres.....	2
4.5.1 Courant de soudage et effort de soudage.....	2
4.5.2 Débit de l'eau de refroidissement des électrodes.....	2
4.6 Mesurage des résultats.....	3
4.6.1 Diamètre de soudure.....	3
4.6.2 Détection d'expulsions.....	3
<b>5 Réglages préliminaires</b> .....	<b>3</b>
5.1 Alignement des électrodes.....	3
5.2 Conditionnement des électrodes.....	3
<b>6 Détermination du domaine de soudabilité</b> .....	<b>3</b>
6.1 Éprouvettes.....	3
6.2 Paramètres de soudage.....	4
6.3 Procédure d'essai.....	4
6.4 Critères pour le domaine de soudabilité.....	4
6.5 Trois tôles et empilement multiple.....	4
<b>7 Estimation de la durée de vie des électrodes</b> .....	<b>5</b>
7.1 Éprouvettes d'essai.....	5
7.2 Paramètres de soudage.....	5
7.3 Procédure.....	5
7.4 Critère d'essai, interprétation des résultats.....	6
<b>8 Rapport d'essai</b> .....	<b>6</b>
8.1 Généralités.....	6
8.2 Domaine de soudabilité.....	6
8.3 Durée de vie des électrodes.....	7
<b>Annexe A (informative) Alignement des électrodes</b> .....	<b>8</b>
<b>Annexe B (informative) Conditions spécifiques pour la qualification client des tôles d'acier</b> .....	<b>10</b>
<b>Annexe C (informative) Éprouvette pour la caractérisation mécanique</b> .....	<b>13</b>
<b>Annexe D (informative) Exemple de rapport d'essai de soudabilité</b> .....	<b>15</b>
<b>Annexe E (informative) Exemple de rapport d'essai pour l'essai de durée de vie des électrodes</b> .....	<b>16</b>
<b>Bibliographie</b> .....	<b>17</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 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. 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 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'OMC concernant les obstacles techniques au commerce (OTC), voir le lien suivant: [Avant-propos — Informations supplémentaires](http://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/30ca81de-2c24-4a9f-805d-c8b712263043/iso-18278-2-2016).

Le comité chargé de l'élaboration du présent document est l'ISO/TC 44, *Soudage et techniques connexes*, sous-comité 6, *Soudage par résistance et assemblage mécanique allié*.

Cette deuxième édition annule et remplace la première édition (ISO 18278-2:2004), qui a fait l'objet d'une révision technique.

L'ISO 18278 comprend les parties suivantes, présentées sous le titre général *Soudage par résistance — Soudabilité*:

- *Partie 1: Exigences générales pour l'évaluation de la soudabilité pour le soudage par résistance par points, à la molette et par bossages des matériaux métalliques*
- *Partie 2: Méthodes d'évaluation de la soudabilité par points*

## Introduction

Le présent document décrit des méthodes pour l'évaluation de la soudabilité pour le soudage par résistance par points en déterminant le domaine de soudabilité et la durée de vie des électrodes.

Ces procédures peuvent être utilisées pour procéder aux évaluations suivantes:

- a) effet du matériau de l'électrode, de la forme, des dimensions et du refroidissement de l'électrode;
- b) effet du type de matériau soudé et de son épaisseur et des revêtements soudés;
- c) effet des conditions de soudage;
- d) effet du matériel de soudage.

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

[ISO 18278-2:2016](https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/30ea81de-2c24-4a9f-803d-c8b712263043/iso-18278-2-2016)

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/30ea81de-2c24-4a9f-803d-c8b712263043/iso-18278-2-2016>

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

ISO 18278-2:2016

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/30ea81de-2c24-4a9f-803d-c8b712263043/iso-18278-2-2016>

# Soudage par résistance — Soudabilité —

## Partie 2: Méthodes d'évaluation de la soudabilité par points

### 1 Domaine d'application

La présente partie de l'ISO 18278 spécifie une méthode d'essai spécifique permettant la détermination du domaine de soudabilité acceptable et de la durée de vie des électrodes.

Le présent document est applicable à l'évaluation de la soudabilité d'assemblages de tôles revêtues et non, d'épaisseurs individuelles comprises entre 0,4 mm et 6,0 mm.

### 2 Références normatives

Les documents de référence suivants, en tout ou partie, sont référencés de manière normative dans le présent document et sont indispensables à son application. 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 669, *Soudage par résistance — Matériel de soudage par résistance — Exigences mécaniques et électriques*

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

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

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, *Dimensions des éprouvettes et mode opératoire pour l'essai par déboutonnage mécanisé des soudures par résistance par points, à la molette et par bossages*

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

ISO 14273, *Dimensions des éprouvettes et mode opératoire pour l'essai de cisaillement des soudures par résistance par points, à la molette et par bossages*

ISO 14373, *Soudage par résistance — Mode opératoire pour le soudage par points des aciers à bas carbone revêtus et non revêtus*

ISO 15609-5, *Descriptif et qualification d'un mode opératoire de soudage pour les matériaux métalliques — Descriptif d'un mode opératoire de soudage — Partie 5: Soudage par résistance*

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

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

ISO 18278-1, *Soudage par résistance — Soudabilité — Partie 1: Exigences générales pour l'évaluation de la soudabilité pour le soudage par résistance par points, à la molette et par bossages des matériaux métalliques*

### 3 Termes et définitions

Pour les besoins du présent document, les termes et définitions donnés dans l'ISO 669, l'ISO 14373, l'ISO 17677-1 et l'ISO 18278-1 s'appliquent.

### 4 Matériel de soudage

#### 4.1 Généralités

Les méthodes pour caractériser le matériel de soudage par résistance peuvent être trouvées dans l'ISO 669.

La masse et la friction de l'assemblage de l'électrode mobile peuvent être déterminées conformément à l'ISO 18278-1.

#### 4.2 Électrodes

Les électrodes doivent être en matériau de type A 2/2 tel que défini dans l'ISO 5182. Leur géométrie doit être définie selon l'ISO 5821.

#### 4.3 Courant de soudage

Le type de courant de soudage utilisé (Courant alternatif, CA ou courant continu, CC) doit être spécifié avant les essais. Une régulation de courant doit être utilisée.

Lors de l'utilisation de matériel de soudage à courant alternatif, celui-ci doit être réglé de telle manière que le courant de soudage ne soit pas inférieur à 30 % de la valeur efficace maximale correspondant à l'angle de conduction maximal.

#### 4.4 Réglages mécaniques

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/30ea81de-2c24-4a9f-803d-c8b712263043/iso-18278-2-2016>

Les réglages mécaniques doivent être choisis de telle sorte que l'impact de l'électrode sur la tôle soit limité.

NOTE Pour limiter l'impact de l'électrode, une vitesse d'approche de 0,15 m/s est recommandée et/ou il convient que l'effort maximal soit inférieur à 150 % de l'effort nominal de soudage.

Il convient que le temps d'accostage de la machine soit d'une durée suffisante pour surmonter les effets de rebond et l'inertie de la machine de façon à permettre à l'effort de soudage d'atteindre la valeur requise avant que le courant de soudage soit déclenché.

#### 4.5 Mesurage des paramètres

##### 4.5.1 Courant de soudage et effort de soudage

Le mesurage du courant de soudage et les exigences relatives à l'effort de soudage doivent être conformes à l'ISO 18278-1.

##### 4.5.2 Débit de l'eau de refroidissement des électrodes

Étant donné que la température de l'eau influe notablement sur la durée de vie de l'électrode, il convient que la température de l'eau soit maintenue à 20 °C et ne dépasse pas 30 °C à l'entrée. Il convient d'utiliser une alimentation en eau distincte pour chaque électrode, et le débit de l'eau pour chaque électrode doit atteindre au moins 4 l/min. Il convient que le tube de circulation d'eau de refroidissement soit disposé de telle sorte que l'eau refroidisse directement l'électrode.

Les dimensions des trous et tubes de circulation d'eau doivent satisfaire aux exigences de la norme ISO applicable aux divers types d'électrode. Il convient que la distance entre l'envers et l'endroit de la

surface active de l'électrode ne dépasse pas les valeurs indiquées dans la norme ISO 5821, qui spécifie les dimensions des électrodes.

Tout écart doit être consigné.

Tous les détails relatifs à la machine et au refroidissement par eau doivent être consignés dans le formulaire présenté à l'[Article 8](#).

## 4.6 Mesurage des résultats

### 4.6.1 Diamètre de soudure

Après les essais destructifs, le diamètre de soudure doit être mesuré, voir ISO 17677-1.

### 4.6.2 Détection d'expulsions

L'apparition d'expulsions doit être déterminée visuellement, à partir de la courbe de déplacement de l'électrode, du signal de la tension du soudage ou du signal de l'effort de soudage. Pour les tôles en acier, une expulsion est caractérisée par une déviation très nette du tracé du déplacement de l'électrode ou du signal de la tension de soudage.

## 5 Réglages préliminaires

### 5.1 Alignement des électrodes

L'alignement des électrodes doit être vérifié. Cela est réalisé par l'une des méthodes suggérées dans l'[Annexe A](#)

Il convient que l'excentricité (voir ISO 669) soit inférieure à 0,5 mm. Cela peut être vérifié au moyen de la méthode de l'empreinte de carbone dans laquelle un sandwich, constitué d'une feuille de papier glissée entre deux feuilles de papier carbone, est placé entre les deux embouts, après quoi l'effort de soudage est appliqué. Des exemples d'empreintes de carbone obtenues sur des feuilles de papier après application de pression sont indiqués dans la [Figure A.1](#).

Il convient que l'erreur de parallélisme (voir ISO 669) ne dépasse pas 5°. Une méthode utilisant un tube est décrite dans la [Figure A.2](#).

### 5.2 Conditionnement des électrodes

Les électrodes ne doivent pas être conditionnées.

## 6 Détermination du domaine de soudabilité

### 6.1 Éprouvettes

Les éprouvettes doivent être des éprouvettes mono-point, et leur géométrie doit être définie pour un essai de soudabilité donné. Les géométries recommandées sont celles définies dans les normes ISO, en particulier les éprouvettes pour l'essai de traction en croix (ISO 14272), les éprouvettes pour l'essai de traction-cisaillement (ISO 14273), les éprouvettes pour l'essai de torsion (ISO 17653), les éprouvettes pour l'essai par déboutonnage mécanisé (ISO 14270).

Dans le cas des essais de pelage ou de déboutonnage au burin (ISO 10447), les dimensions des éprouvettes doivent au minimum être de 40 mm × 40 mm avec un recouvrement de 35 mm.

NOTE Il est plus facile d'obtenir un mesurage précis du diamètre de soudure après des essais de traction sur éprouvettes en croix et des essais de pelage ou de déboutonnage au burin.

## 6.2 Paramètres de soudage

Les paramètres de soudage appropriés doivent être spécifiés dans les instructions ou dans la spécification d'essai. Des propositions de jeux de paramètres de soudage pour des assemblages en acier sont données en [Annexe B](#).

## 6.3 Procédure d'essai

En partant avec un niveau suffisamment bas pour être en dessous de toute condition de soudage, voire de collage, le courant de soudage est augmenté progressivement par paliers de 200 A, et jamais diminué. Trois éprouvettes doivent être préparées pour chacun des réglages du courant, deux seront utilisées pour les essais destructifs et la troisième sera conservée par exemple pour des analyses métallographiques.

Lorsque des expulsions sont obtenues, l'essai doit être poursuivi jusqu'à ce que le courant de soudage atteigne une valeur 10 % supérieure à celle à laquelle les premières expulsions ont été obtenues.

Les essais destructifs et le mesurage du diamètre de soudure doivent être réalisés conformément à [4.6.1](#) et aux informations données en [6.1](#).

Dans le cas d'essais mécaniques instrumentés des soudures, ces derniers doivent être effectués au moins 10 heures après le soudage.

## 6.4 Critères pour le domaine de soudabilité

Le diamètre minimal de soudure doit être spécifié dans les instructions.

NOTE Ce diamètre minimal de soudure peut être égal à  $3,5\sqrt{t}$ ,  $t$  étant l'épaisseur de la tôle la plus fine de l'assemblage.

La limite supérieure du domaine de soudabilité,  $I_{\max}$  est définie, comme étant l'intensité de courant maximale pour laquelle au moins deux des trois points de soudure ne présentent pas d'expulsion, et tel que toutes les intensités de courant inférieures satisfont les mêmes conditions.

La limite inférieure du domaine de soudabilité,  $I_{\min}$  est définie, comme étant l'intensité de courant minimale pour laquelle les deux éprouvettes soudées par points ayant fait l'objet d'essais destructifs ont un diamètre supérieur ou égal au minimum défini et tel que tous toutes les intensités de courant supérieures jusqu'à  $I_{\max}$  satisfont les mêmes conditions.

## 6.5 Trois tôles et empilement multiple

Dans de tels cas, chaque interface doit être considérée individuellement. En conséquence, la forme et le nombre d'éprouvettes d'essai doivent être adaptés pour soumettre aux essais chaque interface séparément (c'est-à-dire dans le cas d'essais instrumentés, deux éprouvettes par interface et une de réserve pour les analyses métallographiques).

Le diamètre minimal de soudure doit être défini pour chaque interface de l'empilement, et la limite inférieure du domaine de soudabilité est définie quand chaque interface atteint son propre diamètre minimal de soudure.

La limite supérieure du domaine de soudabilité est définie, lorsque chaque interface satisfait les conditions de non expulsion.

## 7 Estimation de la durée de vie des électrodes

### 7.1 Eprouvettes d'essai

Deux types d'éprouvettes doivent être soudés pendant cet essai:

- Tôles d'usure (par exemple de dimensions 300 mm × 400 mm) pour user les électrodes en soudage continu de points,
- Bandes de contrôle pour les soudures à contrôler. La taille de ces bandes d'essai peut être choisie en fonction des moyens utilisés pour les essais destructifs, toutefois le recouvrement doit être d'au moins 40 mm × 300 mm. L'Annexe C donne des exemples d'une bande de soudage et d'un dispositif pour séparer simultanément 10 soudures par points.

NOTE Des éprouvettes mono-points ou doubles-points pour les soudures à contrôler peuvent être spécifiées par accord entre les parties au lieu des bandes d'essai mais les résultats peuvent changer.

### 7.2 Paramètres de soudage

Le courant de soudage doit être réglé à  $I_{max}$  comme déterminé lors d'un essai de domaine de soudabilité sur le même empilement, les autres paramètres de soudage étant spécifiés dans les instructions ou dans la spécification d'essai. De nouvelles électrodes doivent être mises en place avant l'essai.

NOTE Un jeu de paramètres de soudage proposé pour les empilements d'acier est donné dans l'Annexe B.

### 7.3 Procédure

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

La séquence d'essai est la suivante:

- a) Première bande d'essai: 10 soudures ISO 18278-2:2016  
https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/30ea81de-2c24-4a9f-803d-889122594339-18278-2-2016  
Si des expulsions se produisent sur trois soudures consécutives, le courant de soudage doit être réduit de 100 A. Si des expulsions persistent sur les trois soudures suivantes, alors l'essai doit être recommencé à  $I_{max}$  moins 200 A.
- b) 40 soudures en continu sur tôles d'usure;
- c) 10 soudures sur les bandes d'essai suivantes;
- d) 40 soudures en continu sur tôles d'usure;
- e) Répéter c) et d) jusqu'à réaliser 400 soudures;
- f) 10 soudures sur une bande d'essai;
- g) 90 soudures en continu sur tôles d'usure;
- h) Répéter f) et g) jusqu'à ce que les conditions finales soient atteintes.

La procédure d'essai doit être réalisée en mode continu, de préférence sur une même journée.

Pour b), d) et g) une cadence de soudage de 30 points par minute est recommandée pour les tôles fines, voir le [Tableau B.1](#) pour les détails dans le cas de tôles d'acier.

Les réglages d'essai sont donnés dans le [Tableau 1](#).