

---

---

**Soudage et techniques connexes —  
Lignes directrices pour le mesurage  
des énergies de soudage**

*Welding and allied processes — Guidelines for measurement of  
welding energies*

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

[ISO/TR 18491:2015](https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/4aa11716-7418-4ae4-bf55-faef9aa21bfb/iso-tr-18491-2015)

[https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/4aa11716-7418-4ae4-bf55-  
faef9aa21bfb/iso-tr-18491-2015](https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/4aa11716-7418-4ae4-bf55-faef9aa21bfb/iso-tr-18491-2015)



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

ISO/TR 18491:2015

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/4aa11716-7418-4ae4-bf55-faef9aa21bfb/iso-tr-18491-2015>



**DOCUMENT PROTÉGÉ PAR COPYRIGHT**

© ISO 2015

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  
Case postale 56 • CH-1211 Geneva 20  
Tel. + 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

Avant-propos.....	iv
Introduction.....	v
<b>1</b> <b>Domaine d'application</b> .....	<b>1</b>
<b>2</b> <b>Références normatives</b> .....	<b>1</b>
<b>3</b> <b>Termes et définitions</b> .....	<b>1</b>
<b>4</b> <b>Généralités</b> .....	<b>2</b>
<b>5</b> <b>Appareils de mesure</b> .....	<b>2</b>
<b>6</b> <b>Détermination de l'énergie électrique de l'arc</b> .....	<b>3</b>
<b>7</b> <b>Paramètres de mesurage</b> .....	<b>3</b>
7.1    Généralités.....	3
7.2    Tension à l'arc.....	4
7.3    Courant de soudage.....	4
7.4    Énergie instantanée ou puissance instantanée.....	4
7.5    Vitesse d'avance et longueur.....	5
<b>8</b> <b>Étalonnage et validation des instruments de mesure</b> .....	<b>5</b>
<b>Annexe A (informative) Domaine de validité et méthode de mesure</b> .....	<b>6</b>
<b>Bibliographie</b> .....	<b>9</b>

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

[ISO/TR 18491:2015](https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/4aa11716-7418-4ae4-bf55-faef9aa21bfb/iso-tr-18491-2015)

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/4aa11716-7418-4ae4-bf55-faef9aa21bfb/iso-tr-18491-2015>

## 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 suivies pour élaborer le présent document et celles visant à assurer son maintien sont décrites dans les Directives ISO/IEC, Partie 1. Les différents critères d'approbation nécessaires aux différents types de documents ISO doivent particulièrement être notés. Le présent document a été élaboré conformément aux règles éditoriales des 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. Des détails portant sur tout droit de propriété intellectuelle identifiés durant l'élaboration du présent document figureront à l'Introduction et/ou à la liste de déclarations de détention de brevet soumises à l'ISO (voir [www.iso.org/patents](http://www.iso.org/patents)).

Pour des raisons de commodités, toute référence à un nom commercial dans le présent document est faite à titre informatif pour les utilisateurs et ne saurait constituer une promotion de celui-ci.

Pour obtenir une explication sur la signification des termes spécifiques de l'ISO et les expressions relatives à l'évaluation de la conformité, ainsi que des informations sur l'adhérence de l'ISO aux principes de l'OMC dans les Obstacles techniques au commerce (OTC), aller à l'adresse URL suivante: Foreword - Supplementary information.

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/4aa11716-7418-4aa4-b755-6c9aa21bfb/iso-tr-18491-2015>

Le comité technique responsable de l'élaboration du présent document est l'ISO/TC 44, *Soudage et techniques connexes*, Sous-comité SC 10, *Unification des prescriptions dans la technique du soudage*.

## Introduction

En soudage, “l'énergie de l'arc” ou “l'apport de chaleur” sont des paramètres essentiels utilisés pour contrôler la cohérence des propriétés du métal fondu et de la zone affectée thermiquement. L'ISO 15614 exige un relevé des énergies de soudage mises en œuvre lors de la réalisation d'une qualification de mode opératoire de soudage (QMOS), mais ne précise pas le détail des méthodes à utiliser. De la même manière que pendant la réalisation d'une construction soudée, il convient que les inspecteurs s'assurent que les énergies de soudage sont conformes au descriptif de mode opératoire de soudage (DMOS). Mais, une fois de plus, le détail des méthodes à utiliser n'est pas spécifié. Par conséquent, il peut y avoir un manque de cohérence entre les méthodes utilisées lors de la mesure des énergies de soudage pendant le soudage de l'assemblage de qualification, et celles utilisées pendant le processus de fabrication. Ceci est potentiellement source d'erreur qui pourrait avoir des conséquences sur la sécurité ou la qualité d'un composant ou d'une structure soudé.

Par ailleurs, les dernières évolutions technologiques dans le domaine des microprocesseurs et les systèmes de gestion de l'énergie électrique ont permis de développer des sources de courant de soudage et des systèmes de commande capables de générer des formes d'onde complexes. Cependant, ces systèmes de commande et ces formes d'onde augmentent les difficultés liées aux mesures de tension et d'intensité de courant, étant donné que leurs valeurs sont manipulées à des fréquences pouvant atteindre des centaines d'Hertz. Les instruments de mesure généralement utilisés par les inspecteurs, tels que les pinces ampèremétriques TRMS, ne peuvent plus être tenus pour fiables pour mesurer correctement l'énergie de soudage puisque des écarts de plus de 30 % par rapport à l'énergie réelle peuvent parfois être constatés.

Le présent rapport technique fournit des indications sur la manière de mesurer l'énergie de soudage et de calculer l'apport de chaleur avec exactitude, aussi bien pour les systèmes de soudage traditionnels que pour ceux utilisant des formes d'onde complexes.

[ISO/TR 18491:2015](https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/4aa11716-7418-4ae4-bf55-fae9aa21bfb/iso-tr-18491-2015)

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/4aa11716-7418-4ae4-bf55-fae9aa21bfb/iso-tr-18491-2015>

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

ISO/TR 18491:2015

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/4aa11716-7418-4ae4-bf55-fae9aa21bfb/iso-tr-18491-2015>

# Soudage et techniques connexes — Lignes directrices pour le mesurage des énergies de soudage

## 1 Domaine d'application

Le présent Rapport Technique donne des indications pour la mesure des paramètres nécessaires au calcul des énergies de soudage pour les procédés de soudage à l'arc.

## 2 Références normatives

Les documents suivants, en totalité ou en partie, sont référencés de manière normative dans le présent document et sont indispensables pour 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 15607, *Descriptif et qualification d'un mode opératoire de soudage pour les matériaux métalliques — Règles générales*

ISO 17662, *Soudage — Étalonnage, vérification et validation du matériel utilisé pour le soudage, y compris pour les procédés connexes*

ISO/TR 17671 (toutes les parties), *Soudage — Recommandations pour le soudage des matériaux métalliques*

## 3 Termes et définitions

ISO/TR 18491:2015

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/4aa11716-7418-4ae4-bf55->

Pour les besoins du présent document, les termes et définitions donnés dans l'ISO 15607 et l'ISO/TR 17671 (toutes les parties) ainsi que les suivants s'appliquent.

### 3.1

#### énergie de l'arc

$E$

produit de la tension et de l'intensité du courant de soudage divisé par la vitesse d'avance de soudage

Note 1 à l'article: Le terme "apport de chaleur", souvent utilisé, désigne plus précisément l'énergie de l'arc modifiée par un facteur de rendement du procédé.

### 3.2

#### soudage avec forme d'onde contrôlée

soudage au moyen d'un générateur permettant de modifier la tension et/ou la forme d'onde du courant électrique employé afin de contrôler des caractéristiques telles que la forme des gouttes de produit d'apport, la pénétration, le mouillage, la forme du cordon de soudure, ou le (les) mode(s) de transfert

### 3.3

#### énergie instantanée

$IE$

énergie de soudage, déterminée en mesurant à intervalles très courts la tension et l'intensité employées et en additionnant le produit de ces valeurs, tenant ainsi compte des brefs changements de la forme d'onde du courant de soudage

**3.4**  
**puissance instantanée**  
*IP*

puissance de soudage, déterminée mesurant à intervalles très courts la tension et l'intensité employées et en faisant la moyenne du produit de ces valeurs sur une période donnée, tenant ainsi compte des brefs changements de la forme d'onde du courant de soudage

**3.5**  
**longueur effective de cordon**  
longueur du cordon obtenu après avoir fondu une électrode enrobée

[SOURCE: ISO/TR 17671-2:2002, 3.2]

**4 Généralités**

Le terme "apport de chaleur" est souvent utilisé pour décrire deux notions différentes. Dans le présent rapport technique, ces notions sont identifiées comme étant l'apport de chaleur et l'énergie de l'arc. La détermination de l'apport de chaleur est en partie basée sur un coefficient de rendement thermique, exprimé sans unité, ce qui n'est pas le cas de l'énergie électrique de l'arc. A l'exception de cette différence, les méthodes de mesure sont identiques. L'énergie de l'arc est déterminée comme indiqué dans les Formules (1), (2) et (3). Les symboles indiqués dans le [Tableau 1](#) sont utilisés pour toutes les formules.

**Tableau 1 — Symboles des termes utilisés**

Abréviations et symboles	Terme	Unité
<i>I</i>	Intensité de l'arc	A
<i>L</i>	Longueur du cordon	mm
<i>U</i>	Tension à l'arc	V
<i>v</i>	Vitesse d'avance	mm/s
<i>E</i>	Énergie de l'arc	kJ/mm
<i>IE</i>	Énergie instantanée	J
<i>IP</i>	Puissance instantanée	J/s

La Formule (1) permet de déterminer l'énergie de l'arc sur la base de la mesure de l'intensité et de la tension de l'arc.

$$E = \frac{U \times I}{v} \times 10^{-3} \tag{1}$$

La Formule (2) permet de déterminer l'énergie de l'arc sur la base de la mesure de l'énergie instantanée.

$$E = \frac{IE}{L} \times 10^{-3} \tag{2}$$

La Formule (3) permet de déterminer l'énergie de l'arc sur la base de la mesure de la puissance instantanée.

$$E = \frac{IP}{v} \times 10^{-3} \tag{3}$$

**5 Appareils de mesure**

Le matériel habituel est utilisé, et en particulier les appareils suivants.

**5.1 Pince ampérométrique ou tout dispositif équivalent de mesure du courant, de l'énergie instantanée ou de puissance instantanée.**

**5.2 Voltmètre.**

**5.3 Dispositif de mesure du temps**, tel qu'un chronomètre.

**5.4 Dispositif de mesure de la distance**, tel qu'un réglet en acier ou un mètre ruban.

## 6 Détermination de l'énergie électrique de l'arc

Trois méthodes peuvent être utilisées pour déterminer l'énergie de l'arc:

- Méthode A: calcul basé sur l'intensité et la tension de l'arc ainsi que sur la vitesse de soudage [Formule (1)];
- Méthode B: calcul basé sur les mesures de l'énergie instantanée et la longueur du cordon [Formule (2)];
- Méthode C: calcul basé sur les mesures de la puissance instantanée et la vitesse de soudage [Formule (3)].

Pour le soudage avec forme d'onde non contrôlée, les méthodes A, B ou C peuvent être utilisées indifféremment.

Pour le soudage avec forme d'onde contrôlée, il convient d'utiliser les méthodes B ou C, la méthode A pouvant introduire des erreurs allant jusqu'à 70 %.

Tous les procédés de soudage pulsé (par exemple le soudage à l'arc pulsé avec électrode fusible sous protection gazeuse) sont des procédés de soudage avec forme d'ondes contrôlées. Les sources de courant de soudage vendues comme étant synergiques programmables ou contrôlées par un microprocesseur permettent généralement le soudage avec forme d'onde contrôlée. Si un doute existe sur le fait que le générateur de soudage employé génère ou non une forme d'onde contrôlée, il convient de consulter le fabricant du matériel de soudage.

Pour les opérations de soudage recourant à des arcs électriques multiples, l'énergie de soudage est mesurée pour chaque arc.

Le [Tableau A.1](#) et la [Figure A.1](#) indiquent, en fonction du type de générateur et de la méthode de mesure utilisés lors de la réalisation de l'assemblage de qualification, les types de générateurs couverts et les méthodes de mesure à utiliser lors du soudage de production.

## 7 Paramètres de mesurage

### 7.1 Généralités

Lorsque la méthode A est utilisée, mesurer la tension à l'arc ([7.2](#)), l'intensité de soudage ([7.3](#)), et la vitesse d'avance ([7.5](#)).

Lorsque la méthode B est utilisée, mesurer l'énergie instantanée ([7.4](#)) et la longueur du cordon ([7.5](#)).

Lorsque la méthode C est utilisée, mesurer la puissance instantanée ([7.4](#)) et la vitesse d'avance (voir [7.5](#)).