

---

---

**Hygiène et sécurité en soudage et  
techniques connexes — Méthode de  
laboratoire d'échantillonnage des fumées  
et des gaz —**

Partie 3:

**Détermination du débit d'émission  
d'ozone lors du soudage à l'arc**

iTeh STANDARD PREVIEW  
(standards.iteh.ai)

*Health and safety in welding and allied processes — Laboratory method  
for sampling fume and gases —*

*Part 3: Determination of ozone emission rate during arc welding*  
<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/39ce8ad7cae3/iso-15011-3-2009>



**PDF – Exonération de responsabilité**

Le présent fichier PDF peut contenir des polices de caractères intégrées. Conformément aux conditions de licence d'Adobe, ce fichier peut être imprimé ou visualisé, mais ne doit pas être modifié à moins que l'ordinateur employé à cet effet ne bénéficie d'une licence autorisant l'utilisation de ces polices et que celles-ci y soient installées. Lors du téléchargement de ce fichier, les parties concernées acceptent de fait la responsabilité de ne pas enfreindre les conditions de licence d'Adobe. Le Secrétariat central de l'ISO décline toute responsabilité en la matière.

Adobe est une marque déposée d'Adobe Systems Incorporated.

Les détails relatifs aux produits logiciels utilisés pour la création du présent fichier PDF sont disponibles dans la rubrique General Info du fichier; les paramètres de création PDF ont été optimisés pour l'impression. Toutes les mesures ont été prises pour garantir l'exploitation de ce fichier par les comités membres de l'ISO. Dans le cas peu probable où surviendrait un problème d'utilisation, veuillez en informer le Secrétariat central à l'adresse donnée ci-dessous.

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

[ISO 15011-3:2009](https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/dd35d93c-ec4-483b-b3b7-39ce8ad7cae3/iso-15011-3-2009)

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/dd35d93c-ec4-483b-b3b7-39ce8ad7cae3/iso-15011-3-2009>



**DOCUMENT PROTÉGÉ PAR COPYRIGHT**

© ISO 2009

Droits de reproduction réservés. Sauf prescription différente, 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 et les microfilms, sans l'accord écrit de l'ISO à l'adresse ci-après ou du 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
1 <b>Domaine d'application</b> .....	1
2 <b>Références normatives</b> .....	1
3 <b>Termes et définitions</b> .....	1
4 <b>Principe</b> .....	2
5 <b>Équipements et matériaux</b> .....	2
6 <b>Modes opératoires</b> .....	4
6.1 <b>Choix du mode opératoire de soudage</b> .....	4
6.2 <b>Montage du matériel d'essai</b> .....	4
6.3 <b>Essais préliminaires</b> .....	5
6.4 <b>Essais relatifs au débit d'émission</b> .....	5
7 <b>Calcul et expression des résultats</b> .....	6
<b>Annexe A</b> (informative) <b>Informations sur le matériel</b> .....	7
<b>Annexe B</b> (informative) <b>Exemples de paramètres de soudage pour les essais de débit d'émission d'ozone</b> .....	9
<b>Annexe C</b> (normative) <b>Modes opératoires</b> .....	12
<b>Annexe D</b> (normative) <b>Calcul de la concentration moyenne stable en ozone</b> .....	13
<b>Annexe E</b> (normative) <b>Rapport d'essai</b> .....	14
<b>Bibliographie</b> .....	15

## 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 (CEI) en ce qui concerne la normalisation électrotechnique.

Les Normes internationales sont rédigées conformément aux règles données dans les Directives ISO/CEI, Partie 2.

La tâche principale des comités techniques est d'élaborer les Normes internationales. Les projets de Normes internationales adoptés par les comités techniques sont soumis aux comités membres pour vote. Leur publication comme Normes internationales requiert l'approbation de 75 % au moins des comités membres votants.

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.

L'ISO 15011-3 a été élaborée par le comité technique ISO/TC 44, *Soudage et techniques connexes*, sous-comité SC 9, *Santé et sécurité*.

Cette deuxième édition annule et remplace la première édition (15011-3:2002), qui a fait l'objet d'une révision technique.

L'ISO 15011 comprend les parties suivantes, présentées sous le titre général *Hygiène et sécurité en soudage et techniques connexes* — *Méthode de laboratoire d'échantillonnage des fumées et des gaz*:

- *Partie 1: Détermination du débit d'émission de fumée lors du soudage à l'arc et collecte des fumées pour analyse*
- *Partie 2: Détermination des débits d'émission du monoxyde de carbone (CO), du dioxyde de carbone (CO<sub>2</sub>), du monoxyde d'azote (NO) et du dioxyde d'azote (NO<sub>2</sub>) lors du soudage à l'arc, du coupage et du gougeage*
- *Partie 3: Détermination du débit d'émission d'ozone lors du soudage à l'arc*
- *Partie 4: Fiches d'information sur les fumées*
- *Partie 5: Identification des produits de dégradation thermique générés lors du soudage ou du coupage de produits entièrement ou partiellement constitués de matériaux organiques*

La partie suivante est en préparation:

- *Partie 6: Modes opératoires pour la détermination quantitative des fumées et des gaz de soudage par résistance par points* [Spécification technique]

Il convient d'adresser les demandes d'interprétation officielles de l'un quelconque des aspects de la présente partie de l'ISO 15011 au secrétariat de l'ISO/TC 44/SC 9 via votre organisme national de normalisation; la liste exhaustive de ces organismes peut être trouvée à l'adresse [www.iso.org](http://www.iso.org).

## Introduction

Le soudage et les techniques connexes génèrent des fumées et des gaz qui, en cas d'inhalation, peuvent être nocifs pour l'être humain. Le fait de connaître la composition et le débit d'émission des fumées et des gaz permet aux professionnels de la santé au travail d'évaluer l'exposition des travailleurs et de déterminer les mesures nécessaires pour la maîtrise des émissions.

L'exposition absolue dépend de facteurs tels que la position du soudeur par rapport au panache de fumée et aux courants d'air et ne peut pas être prédite à partir des données relatives au débit d'émission. Néanmoins, dans la même situation de travail, il est probable qu'un débit d'émission élevé soit en corrélation avec une exposition élevée et un débit d'émission faible avec une exposition faible. Les données relatives au débit d'émission peuvent donc être utilisées pour prédire les variations relatives de l'exposition susceptibles de se produire sur le lieu de travail dans différentes conditions de soudage et pour identifier les mesures pour réduire une telle exposition, mais elles ne peuvent pas être utilisées pour calculer les exigences relatives à la ventilation.

La présente partie de l'ISO 15011 spécifie une méthode permettant de mesurer le débit d'émission de l'ozone lors du soudage à l'arc, en utilisant la technique de la hotte d'aspiration. Le mode opératoire décrit simplement une méthodologie, en laissant à l'utilisateur le choix des paramètres d'essai, afin de pouvoir évaluer l'effet de différentes variables. Une étude [2] a démontré que les différences des débit d'émission d'ozone, mesurées à l'aide de cette technique, correspondent aux modifications d'exposition au poste de travail.

Il est supposé que l'exécution des dispositions et l'interprétation des résultats obtenus dans la présente partie de l'ISO 15011 sont confiées à des personnes disposant d'une qualification et d'une expérience appropriées.

ISO 15011-3:2009

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/dd35d93c-ec4-483b-b3b7-39ce8ad7cae3/iso-15011-3-2009>

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

ISO 15011-3:2009

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/dd35d93c-ec4-483b-b3b7-39ce8ad7cae3/iso-15011-3-2009>

# Hygiène et sécurité en soudage et techniques connexes — Méthode de laboratoire d'échantillonnage des fumées et des gaz —

## Partie 3:

## Détermination du débit d'émission d'ozone lors du soudage à l'arc

### 1 Domaine d'application

La présente partie de l'ISO 15011 définit une méthode de laboratoire pour mesurer le débit d'émission d'ozone lors du soudage à l'arc, en utilisant la technique de la hotte d'aspiration. La méthode est principalement orientée vers le mesurage du débit d'émission d'ozone pour les procédés de soudage à l'arc sous protection gazeuse, mais elle peut également être employée avec d'autres procédés, par exemple le soudage à l'arc avec fil fourré de flux sans gaz, à condition que le soudage puisse être exécuté automatiquement sous la hotte.

La méthode peut être utilisée pour évaluer les effets des fils de soudage, des paramètres de soudage, des procédés, des gaz de protection, de la composition de la pièce d'essai et de l'état de surface de la pièce d'essai sur le débit d'émission.

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/dd35d93c-ccc4-483b-b3b7-39ce8ad7cae3/iso-15011-3-2009>

### 2 Références normatives

Les documents de référence suivants sont indispensables pour l'application 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/TR 25901, *Soudage et techniques connexes — Vocabulaire*

ISO/CEI Guide 98-3, *Incertitude de mesure — Partie 3: Guide pour l'expression de l'incertitude de mesure (GUM:1995)*

### 3 Termes et définitions

Pour les besoins du présent document, les termes et définitions donnés dans l'ISO/TR 25901 ainsi que les suivants s'appliquent.

#### 3.1

##### débitmètre à bulle

dispositif primaire de mesure du débit de gaz, qui mesure le temps mis par une bulle de gaz, définie par un film de savon, pour passer à travers un volume calibré dans un tube vertical

#### 3.2

##### chambre d'essai

enceinte semi-fermée, avec système d'extraction en continu, utilisée pour les essais relatifs au débit d'émission lors des opérations de soudage à l'arc, de coupage et de gougeage

NOTE Les chambres d'essai relèvent généralement de trois types principaux:

- une chambre d'essai sans fond, communément appelée «hotte»;
- une chambre d'essai avec fond, communément appelée «chambre de prélèvement»;
- une «chambre de prélèvement», dans laquelle le fond de la chambre d'essai est aisément enlevé et remplacé, facilitant sa transformation en «hotte» et vice versa.

## 4 Principe

Le soudage à l'arc est réalisé automatiquement sur une pièce d'essai, à l'intérieur d'une chambre d'essai de type «hotte» équipée d'un système d'extraction en continu. Les concentrations en ozone (en millilitres par mètre cube) en un emplacement d'échantillonnage fixe à l'intérieur de la hotte et le débit d'air traversant la hotte (en mètres cubes par minute) sont mesurés. Le débit d'émission d'ozone (en millilitres par minute) est calculé en multipliant la concentration en ozone au point de mesurage fixe par le débit d'air.

## 5 Équipements et matériaux

**5.1 Hotte**, semi-fermée, avec système d'extraction en continu de type «hotte», dans laquelle sont réalisés les essais relatifs au débit d'émission de l'ozone lors du soudage à l'arc. La hotte doit être conçue conformément aux dimensions indiquées à la Figure 1. L'emplacement d'échantillonnage doit se trouver à 1 000 mm à la verticale de la base de la hotte. L'intérieur de la chambre de prélèvement doit être non réfléchissant.

NOTE Voir A.1 pour des lignes directrices sur la construction de la hotte.

**5.2 Unité d'extraction**, à même de maintenir un débit d'émission d'air de 2 m<sup>3</sup>/min dans la hotte (5.1), de sorte que l'ozone générée soit contenue, sans que le débit soit trop élevé afin de ne pas compromettre l'intégrité du procédé (voir A.2). Les caractéristiques précises de l'unité d'extraction ne sont pas considérées comme déterminantes.

**5.3 Mesureur d'ozone et système d'enregistrement**, consistant en un mesureur d'ozone étalonné utilisant le principe de mesure de la chimiluminescence. Le mesureur doit pouvoir mesurer des concentrations en ozone jusqu'à 10 ml/m<sup>3</sup>. Le mesureur d'ozone doit être raccordé à un système d'enregistrement numérique ayant une fréquence d'enregistrement de 1 s ou moins (voir A.3). Des mesureurs d'ozone fournissant une performance équivalente à celle obtenue par les mesureurs à chimiluminescence peuvent aussi être utilisés.

L'étalonnage du mesureur doit être raccordé à des étalons nationaux.

**5.4 Système d'échantillonnage**, constitué d'une ligne d'échantillonnage entre le point d'échantillonnage et le mesureur d'ozone, réalisé en polytétrafluoréthylène (PTFE), en acier inoxydable ou en une combinaison des deux. La ligne d'échantillonnage doit avoir un diamètre intérieur de 10 mm ou moins et doit être aussi courte que possible. On doit empêcher que les fumées ne pénètrent dans la ligne d'échantillonnage par l'utilisation d'un filtre en PTFE. Le filtre doit être placé aussi près que possible du point d'échantillonnage (voir A.4).

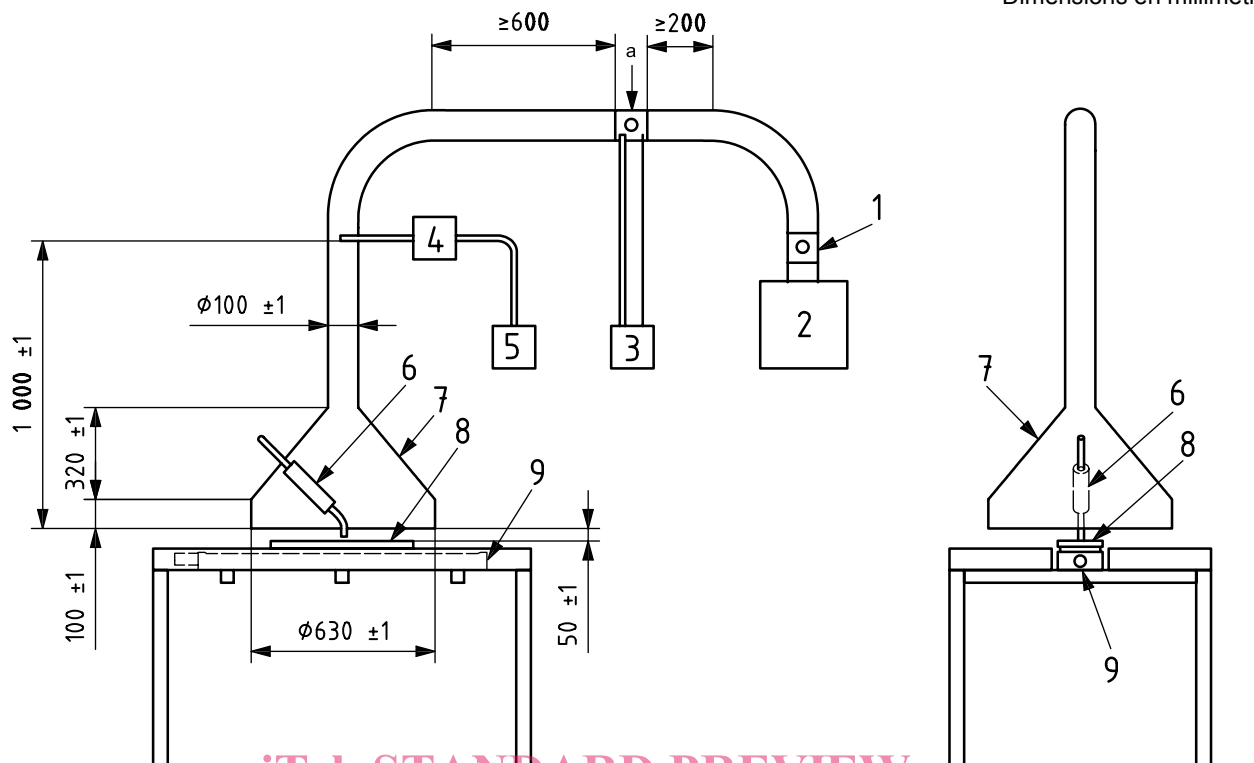
**5.5 Générateur d'ozone**, utilisé pour préconditionner la ligne d'échantillonnage et pour étalonner le mesureur d'ozone.

NOTE Parfois, le mesureur et le générateur d'ozone sont intégrés dans le même équipement.

Si un générateur d'ozone est utilisé pour étalonner le mesureur d'ozone (5.3), l'étalonnage doit être raccordé à des étalons nationaux.



Dimensions en millimètres



## Légende

- 1 registre de tirage (le cas échéant)
- 2 unité d'extraction
- 3 manomètre (le cas échéant)
- 4 filtre en polytetrafluoroéthylène (PTFE)
- 5 mesureur d'ozone raccordé au point d'échantillonnage
- 6 torche de soudage
- 7 hotte
- 8 pièce d'essai
- 9 traverse
- a Point de mesure du débitmètre d'air.

Figure 1 — Conception de la hotte pour les essais de débit d'émission d'ozone

**5.6 Matériel de mesure du débit d'air**, à même de mesurer un débit d'air dans la plage de 2 m<sup>3</sup>/min avec une précision de ± 5 % ou mieux.

Les combinaisons de matériels énumérées ci-dessous sont appropriées (voir A.5).

- Un anémomètre étalonné, associé à une règle graduée, pour mesurer le diamètre (en mètres) de la gaine d'extraction entre la hotte et l'unité d'extraction. L'étalonnage de l'anémomètre et la graduation de la règle doivent être raccordés à des étalons nationaux. L'anémomètre doit lui-même avoir une capacité d'enregistrement ou être connecté à un système d'enregistrement ayant une fréquence d'enregistrement de 1 s ou moins.
- Un débitmètre ayant une relation étalonnée entre la différence de pression et le débit d'air, par exemple un diaphragme, associé à un manomètre numérique ayant une précision de lecture d'au moins 0,1 Pa pour mesurer la différence de pression le traversant. L'étalonnage du débitmètre et du manomètre numérique doit être raccordé à des étalons nationaux. Le manomètre numérique doit lui-même avoir une capacité d'enregistrement ou être connecté à un système d'enregistrement ayant une fréquence d'enregistrement de 1 s ou moins.

— Un dispositif de mesure du débit d'air avec une performance équivalente.

L'étalonnage du matériel doit être raccordé à des étalons nationaux.

**5.7 Matériel de mesure du courant de soudage, de la tension d'arc et de la vitesse de dévidage du fil**, à même de mesurer la moyenne arithmétique du courant, de la tension et de la vitesse de dévidage du fil avec une précision de  $\pm 5\%$  ou mieux. Il est recommandé d'employer un équipement d'intégration électronique présentant de courts intervalles d'échantillonnage et une capacité d'enregistrement. En l'absence d'un tel équipement, le courant peut être mesuré à l'aide d'un capteur à effet Hall connecté à un appareil de mesure à cadre mobile ou à un shunt (circuit en dérivation). La tension peut être mesurée à l'aide d'un appareil de mesure à cadre mobile. La vitesse de dévidage peut être déterminée en mesurant la longueur de fil sortant de la torche de soudage en un temps mesuré.

L'étalonnage du matériel doit être raccordé à des étalons nationaux.

**5.8 Matériel de mesure du débit du gaz de protection**, étalonné pour le gaz de protection utilisé et pouvant mesurer le débit avec une précision de  $\pm 5\%$  ou mieux (voir A.6).

L'étalonnage du matériel doit être raccordé à des étalons nationaux.

**5.9 Dispositif de réglage de la distance entre le tube-contact et la pièce d'essai (CTWD)**, consistant en une jauge fabriquée en usinant un bloc de métal à une épaisseur équivalente à la distance requise entre le tube-contact (CTWD) avec une précision de  $\pm 5\%$  ou mieux, ou en un coin métallique portant des repères de distance en des points appropriés.

**5.10 Dispositif de réglage de la distance entre la pointe de l'électrode et la pièce d'essai (ETWD) pour un soudage à l'arc sous protection de gaz inerte avec électrode de tungstène (TIG)**, consistant en une jauge fabriquée en usinant un bloc de métal à une épaisseur équivalente à la distance requise entre la pointe de l'électrode et la pièce d'essai avec une précision de  $\pm 5\%$  ou mieux, ou en un coin métallique portant des repères de distance en des points appropriés.

**5.11 Matériel de soudage automatique**, permettant d'effectuer l'essai relatif au débit d'émission dans des conditions automatisées, pouvant faire avancer la pièce d'essai sous une torche de soudage à l'arc fixe à une vitesse appropriée (vitesse de soudage), tout en étant placée au-dessus d'une surface plane (par exemple une table), qui s'étend au moins jusqu'aux extrémités de la hotte. Il doit être possible de fixer la pièce d'essai au matériel de manière à empêcher tout gauchissement ou flexion pendant le soudage.

**5.12 Pièces d'essai**, en un matériau adapté au procédé de soudage et au produit consommable étudiés, dont les dimensions permettent de réaliser les essais sur une période d'au moins 60 s (voir A.8).

## 6 Modes opératoires

### 6.1 Choix du mode opératoire de soudage

Effectuer les essais en utilisant un soudage automatique.

### 6.2 Montage du matériel d'essai

Vérifier que tous les matériels de mesure et d'enregistrement ont un étalonnage en cours de validité et qu'ils fonctionnent correctement avant de réaliser les essais.

Disposer le matériel d'essai adapté comme indiqué à la Figure 1, dans un environnement exempt d'interférences (voir A.9).

Régler le débit d'air dans la hotte à  $2\text{ m}^3/\text{min}$  (voir A.2) à l'aide de la commande variable sur l'unité d'extraction ou d'un registre dans la gaine d'extraction. Faire les mesures du débit d'air, en utilisant soit un anémomètre, soit un débitmètre à pression différentielle.

Lorsqu'un anémomètre doit être utilisé pour mesurer la vitesse de l'air extrait en vue d'utiliser cette valeur pour le calcul du débit d'air, mesurer la vitesse moyenne de l'air extrait à travers la gaine d'extraction à l'aide de l'anémomètre, mesurer le diamètre de la gaine d'extraction à l'aide de la règle graduée, calculer la section (en mètres carrés) de la gaine d'extraction, et multiplier la valeur calculée par la vitesse moyenne de l'air extrait (en mètres par minute) pour obtenir le débit moyen d'air (en mètres cubes par minute).

Lorsqu'un débitmètre à pression différentielle est utilisé pour mesurer le débit d'air, mesurer la chute de pression moyenne dans le dispositif et calculer le débit moyen d'air en utilisant l'équation d'étalonnage fournie pour le dispositif.

### 6.3 Essais préliminaires

Régler aux conditions d'essai désirées (voir Annexe B), en effectuant un essai préliminaire à l'extérieur de la hotte, afin de régler le courant et la tension d'essai comme suit, en utilisant le même matériel de surveillance et des matériaux identiques à ceux à utiliser ultérieurement pour effectuer l'essai relatif au débit d'émission.

Connecter le matériel de mesure du courant et de la tension d'arc et la vitesse de dévidage du fil (5.7). Voir C.1 pour de plus amples explications sur le raccordement des conducteurs pour le mesurage de la tension et de l'intensité du courant.

Régler le débit de gaz de protection à la valeur souhaitée, le cas échéant (voir B.6).

Fixer une pièce d'essai (5.12) au centre à l'intérieur de la hotte de manière à empêcher tout déplacement, gauchissement ou flexion pendant le soudage afin de maintenir une distance constante entre le tube-contact et la pièce pendant tout l'essai lors soudage MIG/MAG, et afin de maintenir une distance constante entre la pointe de l'électrode et la pièce d'essai pendant le soudage TIG autogène.

Positionner la torche de soudage selon l'inclinaison souhaitée (voir B.2) et l'immobiliser.

Régler la distance souhaitée entre le tube-contact et la pièce pour les procédés de soudage en continu avec fil (voir B.5.1), en suivant la procédure décrite en C.2 ou pour un soudage TIG autogène, régler la distance souhaitée entre la pointe de l'électrode et la pièce d'essai (voir B.5.2), en suivant la procédure décrite en C.3.

Régler la vitesse de soudage prescrite (voir B.3).

Commencer le soudage et régler la source d'énergie de manière à obtenir le courant et la tension d'essai souhaités.

Arrêter le soudage et remplacer ou repositionner la pièce d'essai de sorte que la soudure suivante soit déposée sur une surface froide de métal non soudé; si nécessaire, fixer la pièce d'essai de manière à empêcher tout déplacement, gauchissement ou flexion pendant le soudage. Vérifier que la distance entre le tube-contact et la pièce, ou entre la pointe de l'électrode et la pièce, a été conservée; régler à nouveau le cas échéant. Recommencer le soudage et le poursuivre pendant une période appropriée, par exemple 60 s; enregistrer le courant moyen et la tension moyenne pendant la période d'essai.

Vérifier que les valeurs de courant et de tension souhaitées ont été atteintes; sinon, remplacer ou repositionner la pièce d'essai, régler à nouveau la source d'alimentation et recommencer l'essai.

Lorsque les conditions d'essai désirées ont été atteintes, procéder aux essais (voir 6.4).

### 6.4 Essais relatifs au débit d'émission

Remplacer ou repositionner la pièce d'essai de sorte que la soudure suivante soit déposée sur une surface froide de métal non soudé; si nécessaire, la fixer de manière à empêcher tout déplacement, gauchissement ou flexion pendant le soudage. Vérifier que la distance entre le tube-contact et la pièce, ou entre la pointe de l'électrode et la pièce, a été conservée; régler à nouveau le cas échéant. Positionner la pièce d'essai sous la torche prête à souder. Manœuvrer la hotte au-dessus de la torche afin que cette dernière soit positionnée au centre et que le bord inférieur de la hotte se situe à environ 5 cm au-dessus de la face supérieure de la pièce d'essai (voir A.7).