

NORME  
INTERNATIONALE

**ISO**  
**9956-4**

Première édition  
1995-09-01

---

---

**Descriptif et qualification d'un mode  
opérateur de soudage pour les matériaux  
métalliques —**

**Partie 4:**

Épreuve de qualification d'un mode opératoire  
de soudage à l'arc sur l'aluminium et ses  
alliages

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/c2d4b244-d77b-478c-aabf-65a295a3d65a/iso-9956-4-1995>

*Specification and approval of welding procedures for metallic  
materials —*

*Part 4: Welding procedure tests for the arc welding of aluminium and its  
alloys*



Numéro de référence  
ISO 9956-4:1995(F)

## Sommaire

	Page
<b>1</b> Domaine d'application .....	<b>1</b>
<b>2</b> Références normatives .....	<b>1</b>
<b>3</b> Définitions .....	<b>2</b>
<b>4</b> Descriptif d'un mode opératoire de soudage préliminaire (DMOS-p) .....	<b>2</b>
<b>5</b> Épreuve de qualification d'un mode opératoire de soudage (QMOS) .....	<b>2</b>
<b>6</b> Assemblage de qualification .....	<b>2</b>
<b>6.1</b> Généralités .....	<b>2</b>
<b>6.2</b> Forme et dimensions de l'assemblage de qualification .....	<b>2</b>
<b>6.3</b> Soudage de l'assemblage de qualification .....	<b>6</b>
<b>7</b> Contrôle, examen et essai .....	<b>6</b>
<b>7.1</b> Étendue du contrôle, de l'examen et de l'essai .....	<b>6</b>
<b>7.2</b> Positionnement et prélèvement des éprouvettes .....	<b>6</b>
<b>7.3</b> Contrôle non destructif .....	<b>8</b>
<b>7.4</b> Essais destructifs .....	<b>9</b>
<b>7.5</b> Contre-essai .....	<b>10</b>
<b>8</b> Domaine de validité .....	<b>10</b>
<b>8.1</b> Généralités .....	<b>10</b>
<b>8.2</b> Par rapport au constructeur ou fabricant .....	<b>11</b>
<b>8.3</b> Par rapport au matériau .....	<b>11</b>
<b>8.4</b> Commun à toutes les procédures .....	<b>13</b>
<b>8.5</b> Pour un groupe particulier de procédés .....	<b>15</b>
<b>9</b> Procès-verbal de qualification d'un mode opératoire de soudage (PV-QMOS) .....	<b>15</b>

© ISO 1995

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'éditeur.

Organisation internationale de normalisation  
Case Postale 56 • CH-1211 Genève 20 • Suisse

Imprimé en Suisse

**Annexes**

- A** Procès-verbal de qualification d'un mode opératoire de soudage par  
épreuve (PV-DMOS) ..... **16**
- B** Nuances d'aluminium et de ses alliages conformément au système  
de regroupement du tableau 4 ..... **19**

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

[ISO 9956-4:1995](https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/c2d4b244-d77b-478c-aabf-65a295a3d65a/iso-9956-4-1995)

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/c2d4b244-d77b-478c-aabf-65a295a3d65a/iso-9956-4-1995>

## 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 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.

La Norme internationale ISO 9956-4 a été élaborée par le comité technique ISO/TC 44, *Soudage et techniques connexes*, sous-comité SC 10, *Unification des prescriptions dans la technique du soudage des métaux*.

La présente partie de l'ISO 9956 est équivalente à la norme européenne EN 288-4.

L'ISO 9956 comprend les parties suivantes, présentées sous le titre général *Descriptif et qualification d'un mode opératoire de soudage pour les matériaux métalliques*:

- *Partie 1: Règles générales pour le soudage par fusion*
- *Partie 2: Descriptif d'un mode opératoire de soudage pour le soudage à l'arc*
- *Partie 3: Épreuve de qualification d'un mode opératoire de soudage à l'arc sur acier*
- *Partie 4: Épreuve de qualification d'un mode opératoire de soudage à l'arc sur aluminium et ses alliages*
- *Partie 5: Qualification par utilisation de produits consommables de soudage agréés pour le soudage à l'arc*
- *Partie 6: Qualification par référence à l'expérience acquise*
- *Partie 7: Qualification par référence à un mode opératoire de soudage standard pour le soudage à l'arc*
- *Partie 8: Épreuve de qualification par exécution d'un assemblage soudé particulier préalable à la production*

- *Partie 10: Descriptif d'un mode opératoire de soudage par faisceau d'électrons*
- *Partie 11: Descriptif d'un mode opératoire de soudage par faisceau laser*
- *Partie 12: Épreuve de qualification d'un mode opératoire de soudage à l'arc des aciers moulés*

Les annexes A et B de la présente partie de l'ISO 9956 sont données uniquement à titre d'information.

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

[ISO 9956-4:1995](https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/c2d4b244-d77b-478c-aabf-65a295a3d65a/iso-9956-4-1995)

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/c2d4b244-d77b-478c-aabf-65a295a3d65a/iso-9956-4-1995>

## Introduction

La présente partie de l'ISO 9956 n'invalide pas les qualifications de modes opératoires de soudage existantes préalablement exécutées à partir de spécifications ou normes nationales, tant que l'intention générale des prescriptions techniques est respectée, et que les qualifications existantes correspondent à l'application et au travail de fabrication auxquels elles doivent être appliquées.

Si des essais complémentaires sont nécessaires pour obtenir une qualification techniquement équivalente, ceux-ci sont tirés d'un assemblage de qualification exécuté conformément à la présente partie de l'ISO 9956.

L'accord pour la prise en compte de qualifications existantes en conformité avec des spécifications ou des normes nationales existantes doit être conclu entre les parties contractantes au moment des consultations ou au stade du contrat.

ITeH STANDARD PREVIEW  
(standards.iteh.ai)

[ISO 9956-4:1995](https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/c2d4b244-d77b-478c-aabf-65a295a3d65a/iso-9956-4-1995)

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/c2d4b244-d77b-478c-aabf-65a295a3d65a/iso-9956-4-1995>

# Descriptif et qualification d'un mode opératoire de soudage pour les matériaux métalliques —

## Partie 4:

### Épreuve de qualification d'un mode opératoire de soudage à l'arc sur l'aluminium et ses alliages

#### 1 Domaine d'application

La présente partie de l'ISO 9956 prescrit comment un descriptif d'un mode opératoire de soudage est qualifié par épreuve.

Elle définit les conditions d'exécution des épreuves de qualification et les limites de validité d'un mode opératoire qualifié, pour toutes les opérations pratiques de soudage englobant la liste des variables mentionnées à l'article 8.

Les épreuves de qualification sont réalisées conformément à la présente partie de l'ISO 9956, sauf si une norme d'application ou un contrat prescrit des essais plus sévères au regard de leur domaine d'application.

La présente partie de l'ISO 9956 ne s'applique qu'au soudage à l'arc de l'aluminium corroyé et de ses alliages conformément à l'ISO 2092 et à l'ISO 2107. Dans la présente partie de l'ISO 9956, le mot «aluminium» est un terme générique utilisé pour l'aluminium et ses alliages. Les principes de la présente partie de l'ISO 9956 peuvent s'appliquer à d'autres procédés de soudage par fusion, sous réserve d'un accord préalable entre les parties contractantes.

NOTE 1 Une utilisation, un matériel ou une construction spécifique peut entraîner un programme d'essais plus étendu que celui imposé par la présente partie de l'ISO 9956 et ceci pour obtenir plus d'informations ou pour éviter d'avoir à refaire l'épreuve à une date ultérieure dans le seul but d'acquiescer des informations complémentaires.

De tels essais additionnels peuvent comprendre

- un essai de traction longitudinale dans le métal déposé;
- un pliage de toute la soudure ou un pliage spécial en vue de mesurer l'allongement;
- un essai de résilience Charpy V;
- la détermination de la limite d'élasticité à 0,2 %;
- la détermination de l'allongement;
- une analyse chimique.

Le soudage à l'arc comprend les procédés indiqués ci-dessous définis dans l'ISO 4063:

- 131 — soudage à l'arc sous protection de gaz inerte avec électrode fusible, soudage MIG;
- 141 — soudage à l'arc en atmosphère inerte avec électrode de tungstène, soudage TIG;
- 15 — soudage au plasma.

D'autres procédés peuvent être utilisés après accord entre les parties.

#### 2 Références normatives

Les normes suivantes contiennent des dispositions qui, par suite de la référence qui en est faite, constituent des dispositions valables pour la présente partie de l'ISO 9956. Au moment de la publication, les éditions indiquées étaient en vigueur. Toute norme est

subjecte à révision et les parties prenantes des accords fondés sur la présente partie de l'ISO 9956 sont invitées à rechercher la possibilité d'appliquer les éditions les plus récentes des normes indiquées ci-après. Les membres de la CEI et de l'ISO possèdent le registre des Normes internationales en vigueur à un moment donné.

ISO 2092:1981, *Métaux légers et leurs alliages — Code de désignation basé sur les symboles chimiques.*

ISO 2107:1983, *Aluminium, magnésium et leurs alliages — Désignation des états.*

ISO 2437:1972, *Pratiques recommandées pour l'examen aux rayons X des joints bout à bout soudés par fusion sur aluminium et ses alliages et magnésium et ses alliages d'épaisseur comprise entre 5 et 50 mm.*

ISO 3452:1984, *Essais non destructifs — Contrôle par ressuage — Principes généraux.*

ISO 4063:1990, *Soudage, brasage fort, brasage tendre et soudobrasage des métaux — Liste des procédés et des numérotations pour la représentation symbolique sur les dessins.*

ISO 4136:—<sup>1)</sup>, *Soudage — Assemblages soudés bout à bout sur matériaux métalliques — Essais de traction transversale.*

ISO 5173:—<sup>2)</sup>, *Soudage — Assemblages soudés bout à bout sur matériaux métalliques — Essais de pliage.*

ISO 6520:1982, *Classification des défauts dans les soudures par fusion des métaux, avec commentaires explicatifs.*

ISO 6947:1990, *Soudures — Positions de travail — Définitions des angles d'inclinaison et de rotation.*

ISO 9606-2:1994, *Qualification des soudeurs — Soudage par fusion — Partie 2: Aluminium et ses alliages.*

ISO 9956-1:1995, *Descriptif et qualification d'un mode opératoire de soudage pour les matériaux métalliques — Partie 1: Règles générales pour le soudage par fusion.*

ISO 9956-2:1995, *Descriptif et qualification d'un mode opératoire de soudage pour les matériaux mé-*

*talliques — Partie 2: Descriptif d'un mode opératoire de soudage pour le soudage à l'arc.*

ISO 10042:1992, *Assemblages en aluminium et alliages d'aluminium soudables soudés à l'arc — Guide des niveaux d'acceptation des défauts.*

### 3 Définitions

Pour les besoins de la présente partie de l'ISO 9956, les définitions données dans l'ISO 9956-1 s'appliquent.

### 4 Descriptif d'un mode opératoire de soudage préliminaire (DMOS-p)

Le descriptif d'un mode opératoire de soudage préliminaire doit être préparé conformément à l'ISO 9956-2. Chaque paramètre mentionné doit être tolérancé.

### 5 Épreuve de qualification d'un mode opératoire de soudage (QMOS)

L'épreuve de qualification représentative des conditions de soudage utilisées en fabrication doit être exécutée, contrôlée, examinée et essayée suivant les indications des articles 6 et 7.

Le soudeur qui a soudé l'assemblage conduisant à la qualification du mode opératoire de soudage conformément à la présente partie de l'ISO 9956, est également qualifié suivant la partie idoine de l'ISO 9606 dans le domaine de validité approprié.

## 6 Assemblage de qualification

### 6.1 Généralités

L'assemblage auquel s'applique le mode opératoire de soudage en fabrication est représenté par un ou plusieurs assemblages de qualification normalisés correspondant aux spécifications de 6.2.

### 6.2 Forme et dimensions de l'assemblage de qualification

L'assemblage de qualification est de taille suffisante pour garantir un bon écoulement de la chaleur.

Un ou des assemblages supplémentaires ou un assemblage de longueur supérieure au minimum indi-

1) À publier. (Révision de l'ISO 4136:1989)

2) À publier. (Révision de l'ISO 5173:1981)



qué peuvent être préparés en vue d'essais additionnels et/ou de contre-essais éventuels (voir 7.5).

Si la norme d'application le prescrit, le sens de travail (exemple: extrusion) est indiqué sur l'assemblage de qualification.

L'épaisseur de l'assemblage de qualification et, pour les tubes, le diamètre extérieur sont choisis en fonction des indications de 8.3.2.1 à 8.3.2.4.

Sauf spécification contraire, l'assemblage de qualification doit avoir la forme et les dimensions minimales suivantes.

NOTE 2 Dans les figures 1 à 4,  $t$  est l'épaisseur du composant le plus épais.

### 6.2.1 Assemblage bout à bout de tôles

L'assemblage de qualification est conforme au modèle de la figure 1. La longueur de l'assemblage de qualification permet le prélèvement du nombre approprié d'éprouvettes indiqué au tableau 1.

### 6.2.2 Assemblage bout à bout de tubes

L'assemblage de qualification est conforme au modèle de la figure 2. Pour des tubes de petit diamètre, il peut être nécessaire d'exécuter plusieurs assemblages de qualification.

NOTE 3 Le mot «tube» est un terme générique pour désigner aussi bien un «tuyau», un «tube» ou une «section creuse».

### 6.2.3 Assemblage de piquage

L'assemblage de qualification est conforme au modèle de la figure 3. L'angle  $\alpha$  retenu est l'angle minimal réalisé en fabrication.

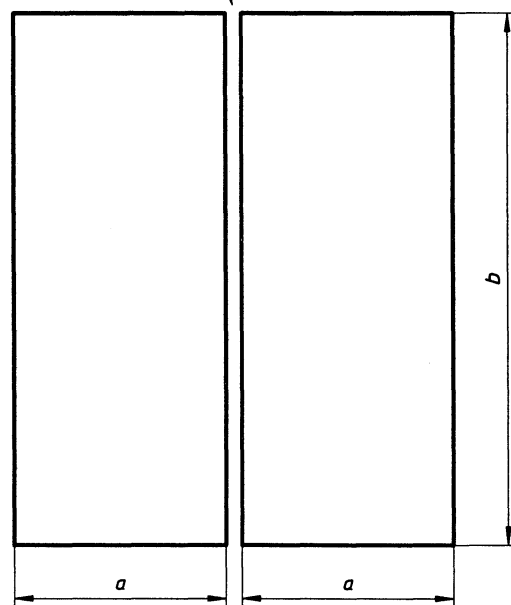
Un assemblage de piquage est considéré comme un joint à pleine pénétration (assemblage posé, pénétrant ou traversant).

### 6.2.4 Assemblage d'angle

L'assemblage de qualification est conforme aux modèles des figures 3 et 4 qui peuvent être aussi utilisés avec une préparation assurant une pénétration partielle.

Préparation et accostage des bords suivant  
le descriptif du mode opératoire de  
soudage préliminaire (DMOS-p)

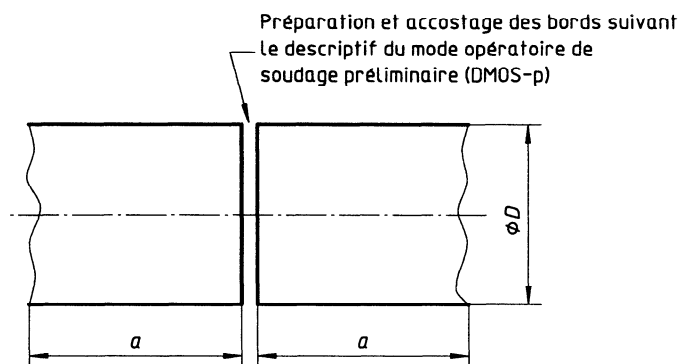
<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/65a295a1d65a/iso-9956-4-1995>



$$a = 3t \text{ (150 mm min.)}$$

$$b = 6t \text{ (350 mm min.)}$$

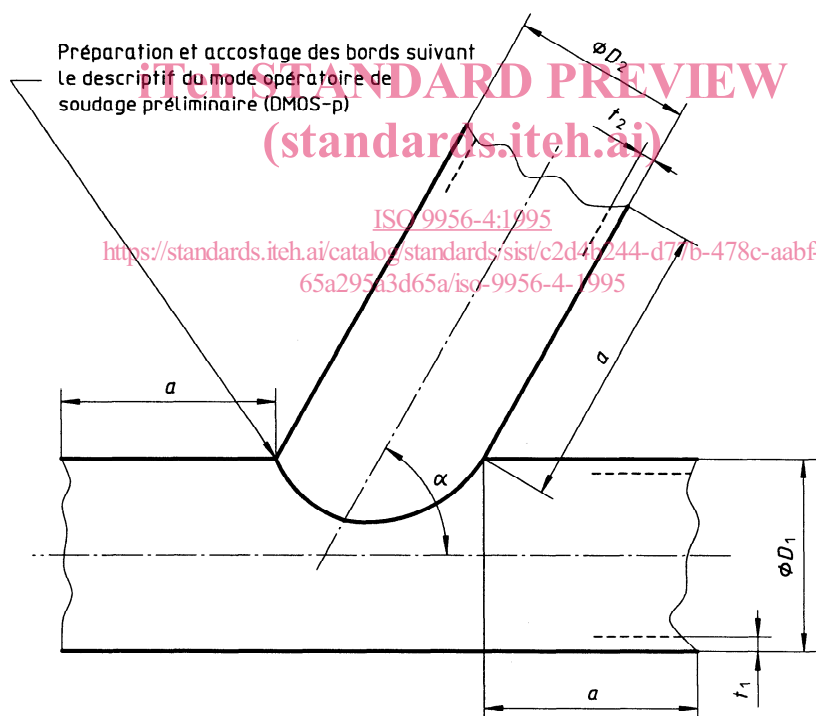
Figure 1 — Assemblage de qualification bout à bout de tôles



$a = 150$  mm min.

$D$  = diamètre extérieur

**Figure 2 — Assemblage de qualification bout à bout de tubes**



$a = 150$  mm min.

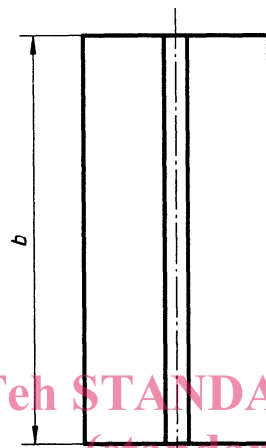
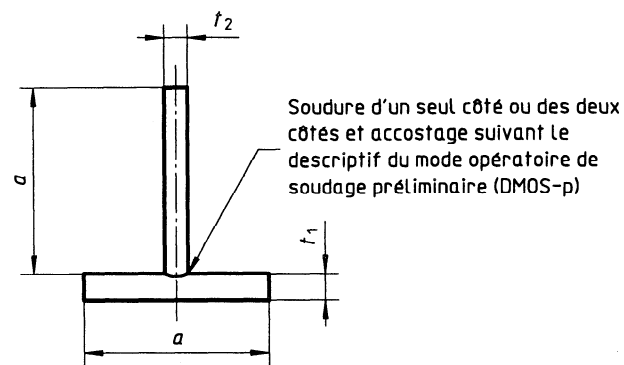
$D_1$  = diamètre extérieur du tube support

$t_1$  = épaisseur de paroi du tube support

$D_2$  = diamètre extérieur du tube piquage

$t_2$  = épaisseur de paroi du tube piquage

**Figure 3 — Assemblage de qualification de piquage ou d'angle sur tubes**



iTeh STANDARD PREVIEW  
(standards.iteh.ai)

$a = 3t$  (150 mm min.)

$b = 6t$  (350 mm min.)

$t_1$  et  $t_2$  = épaisseurs des tôles

[ISO 9956-4:1995](https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/c2d4b244-d77b-478c-aabf-65a295a3d65a/iso-9956-4-1995)

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/c2d4b244-d77b-478c-aabf-65a295a3d65a/iso-9956-4-1995>

**Figure 4 — Assemblage de qualification de soudure d'angle de tôles**

**Tableau 1 — Contrôle, examen et essai à effectuer sur l'assemblage de qualification**

Assemblage de qualification	Type du contrôle, de l'examen ou de l'essai	Étendue du contrôle, de l'examen ou de l'essai
Assemblage bout à bout (voir figures 1 et 2)	Visuel Radiographique ou ultrasonore Contrôle par ressuage <sup>1)</sup> Essai de traction transversale Essai de pliage transversal <sup>2)</sup>  Macrographique Micrographique <sup>3)</sup>	100 % 100 % 100 % Deux éprouvettes Deux éprouvettes de pliage endroit et deux éprouvettes de pliage envers Une section Une section
Assemblage de piquage <sup>4)</sup> (voir figure 3)	Visuel Contrôle par ressuage <sup>1)</sup> Radiographique ou ultrasonore <sup>5)</sup> Macrographique Micrographique <sup>3)</sup>	100 % 100 % 100 % Deux sections Une section
Assemblage d'angle de tôles <sup>4)</sup> (voir figure 4) Assemblage d'angle de tubes <sup>4)</sup> (voir figure 3)	Visuel Contrôle par ressuage <sup>1)</sup> Macrographique Micrographique <sup>3)</sup>	100 % 100 % Deux sections Une section

1) Conformément à l'ISO 3452.  
2) Les deux éprouvettes de pliage endroit et les deux éprouvettes de pliage envers sont de préférence remplacées par quatre éprouvettes de pliage côté pour  $t \geq 12$  mm.  
3) Applicable uniquement aux groupes de matériaux 22 et 23.  
4) Lorsque le DMOS-p ou DMOS n'a pas été qualifié par ailleurs, il y a lieu d'envisager des essais supplémentaires permettant de vérifier les propriétés mécaniques de l'assemblage.  
5) Pour un diamètre extérieur au plus égal à 50 mm, aucun contrôle radiographique ou ultrasonore n'est exigé.

### 6.3 Soudage de l'assemblage de qualification

La préparation et le soudage de l'assemblage de qualification représentatif de la fabrication sont exécutés selon le DMOS-p proposé et dans les mêmes conditions utilisées pendant celle-ci. Les positions de soudage et les limites d'angles d'inclinaison et de rotation doivent être conformes aux prescriptions de l'ISO 6947.

Si l'assemblage final comporte un pointage, celui-ci fait partie intégrante de l'assemblage de qualification.

Le soudage ainsi que l'examen, le contrôle ou l'essai de l'assemblage de qualification sont supervisés par un examinateur ou un organisme d'inspection.

## 7 Contrôle, examen et essai

### 7.1 Étendue du contrôle, de l'examen et de l'essai

Le contrôle, l'examen et l'essai comportent à la fois des contrôles non destructifs (CND) et des examens et essais destructifs conformément au tableau 1.

### 7.2 Positionnement et prélèvement des éprouvettes

Le positionnement des éprouvettes doit être effectué conformément aux figures 5, 6, 7 et 8.

Le prélèvement des éprouvettes ne s'effectue que si les résultats des divers contrôles non destructifs (CND) sont satisfaisants. Il est admis d'effectuer les prélèvements en dehors des zones présentant des imperfections dans les tolérances.