

---

---

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

Partie 11:

**Soudage par faisceau d'électrons et par  
faisceau laser**

iTeh STANDARD PREVIEW  
(standards.iteh.ai)

*Specification and qualification of welding procedures for metallic  
materials — Welding procedure test —*

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/7c4820e5-a9bc-41f4-9a7e-c20224608720-iso-15614-11-2002>

*Part 11: Electron and laser beam welding*



**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 15614-11:2002](https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/7c4820e5-a9bc-41f4-9a7e-c2fb92466867/iso-15614-11-2002)

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/7c4820e5-a9bc-41f4-9a7e-c2fb92466867/iso-15614-11-2002>

© ISO 2002

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.ch](mailto:copyright@iso.ch)  
Web [www.iso.ch](http://www.iso.ch)

Imprimé en Suisse

## 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 3.

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 de la présente partie de l'ISO 15614 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 15614-11 a été élaborée par le Comité européen de normalisation (CEN) en collaboration avec le comité technique ISO/TC 44, *Soudage et techniques connexes*, sous-comité SC 10, *Unification des prescriptions dans la technique du soudage des métaux*, conformément à l'Accord de coopération technique entre l'ISO et le CEN (Accord de Vienne).

Tout au long du texte du présent document, lire «... la présente Norme européenne ...» avec le sens de «... la présente Norme internationale ...».

L'ISO 15614 comprend les parties suivantes, présentées sous le titre général *Descriptif et qualification d'un mode opératoire de soudage pour les matériaux métalliques — Épreuve de qualification d'un mode opératoire*:

- *Partie 1: Soudage à l'arc et aux gaz des aciers et soudage à l'arc des nickels et alliages de nickel*
- *Partie 2: Soudage à l'arc de l'aluminium et de ses alliages*
- *Partie 3: Soudage à l'arc des fontes moulées*
- *Partie 4: Soudage à l'arc des pièces moulées en aluminium*
- *Partie 5: Soudage à l'arc sur titane, zirconium et leurs alliages*
- *Partie 6: Soudage à l'arc du cuivre et des alliages de cuivre*
- *Partie 7: Soudage par rechargement*
- *Partie 8: Soudage de tubes sur plaques tubulaires*
- *Partie 9: Soudage hyperbare en pleine eau*
- *Partie 10: Soudage hyperbare en caisson*
- *Partie 11: Soudage par faisceau d'électrons et par faisceau laser*
- *Partie 12: Soudage par points, à la molette et par bossages*
- *Partie 13: Soudage bout à bout par étincelage*

L'annexe ZA constitue un élément normatif de la présente partie de l'ISO 15614. L'annexe A est donnée uniquement à titre d'information.

L'annexe ZA fournit une liste des Normes internationales et européennes correspondantes pour lesquelles des équivalents ne sont pas donnés dans le texte.

Pour les besoins de la présente partie de l'ISO 15614, l'annexe CEN concernant le respect des Directives du Conseil européen a été supprimée.

## Sommaire

Avant-propos.....	v
Introduction .....	vi
<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>2</b>
<b>4</b> <b>Descriptif de mode opératoire de soudage (DMOS) .....</b>	<b>2</b>
<b>5</b> <b>Épreuve de qualification de mode opératoire de soudage.....</b>	<b>2</b>
<b>6</b> <b>Assemblage de qualification .....</b>	<b>2</b>
6.1 <b>Généralités.....</b>	<b>2</b>
6.2 <b>Formes et dimensions des assemblages de qualification .....</b>	<b>2</b>
6.3 <b>Soudage de l'assemblage de qualification.....</b>	<b>6</b>
<b>7</b> <b>Contrôles, examens et essais.....</b>	<b>6</b>
7.1 <b>Étendue des contrôles, examens et essais.....</b>	<b>6</b>
7.2 <b>Positionnement et prélèvement des éprouvettes.....</b>	<b>9</b>
7.3 <b>Contrôle non destructif.....</b>	<b>13</b>
7.4 <b>Essais destructifs .....</b>	<b>13</b>
7.5 <b>Contre-essai .....</b>	<b>15</b>
<b>8</b> <b>Domaine de validité .....</b>	<b>15</b>
8.1 <b>Généralités.....</b>	<b>15</b>
8.2 <b>Par rapport au constructeur.....</b>	<b>15</b>
8.3 <b>Par rapport au matériel.....</b>	<b>15</b>
8.4 <b>Par rapport aux montages, gabarits et outillage .....</b>	<b>15</b>
8.5 <b>Par rapport au matériau de base .....</b>	<b>15</b>
8.6 <b>Par rapport aux métaux d'apport .....</b>	<b>16</b>
8.7 <b>Par rapport à la géométrie de l'assemblage.....</b>	<b>16</b>
8.8 <b>Par rapport à la présence d'un cordon support.....</b>	<b>17</b>
8.9 <b>Par rapport au type de soudure.....</b>	<b>17</b>
8.10 <b>Par rapport à la position de soudage .....</b>	<b>17</b>
8.11 <b>Par rapport aux paramètres de soudage.....</b>	<b>17</b>
8.12 <b>Par rapport au préchauffage.....</b>	<b>17</b>
8.13 <b>Par rapport au traitement thermique après soudage .....</b>	<b>18</b>
8.14 <b>Par rapport au nombre de passes.....</b>	<b>18</b>
8.15 <b>Durée de la validité .....</b>	<b>18</b>
<b>9</b> <b>Procès-verbal de qualification de mode opératoire de soudage (PV-QMOS) .....</b>	<b>18</b>
<b>Annexe A (informative) Procès-verbal de qualification de mode opératoire de soudage par épreuve (PV-QMOS).....</b>	<b>19</b>
<b>Annexe ZA (normative) Normes internationales et européennes correspondantes pour lesquelles des équivalents ne sont pas donnés dans le texte .....</b>	<b>23</b>

## Avant-propos

Le présent document (EN ISO 15614-11:2002) a été élaboré par le Comité Technique CEN /TC 121 "Soudage" dont le secrétariat est tenu par le DS, en collaboration avec le Comité Technique ISO/TC 44 "Soudage et techniques connexes".

Cette Norme européenne devra recevoir le statut de norme nationale, soit par publication d'un texte identique, soit par entérinement, au plus tard en septembre 2002, et toutes les normes nationales en contradiction devront être retirées au plus tard en septembre 2002.

Le présent document a été élaboré dans le cadre d'un mandat donné au CEN par la Commission Européenne et l'Association Européenne de Libre-Échange et vient à l'appui des exigences essentielles de la (de) Directives(s) UE.

L'annexe A est informative. L'annexe ZA est normative.

Selon le Règlement Intérieur du CEN/CENELEC, les instituts de normalisation nationaux des pays suivants sont tenus de mettre cette Norme européenne en application: Allemagne, Autriche, Belgique, Danemark, Espagne, Finlande, France, Grèce, Irlande, Islande, Italie, Luxembourg, Malte, Norvège, Pays-Bas, Portugal, République Tchèque, Royaume-Uni, Suède et Suisse.

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

[ISO 15614-11:2002](https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/7c4820e5-a9bc-41f4-9a7e-c2fb92466867/iso-15614-11-2002)

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/7c4820e5-a9bc-41f4-9a7e-c2fb92466867/iso-15614-11-2002>

## Introduction

La qualification de modes opératoires de soudage sert à démontrer que les opérations de production sont entièrement conformes au mode opératoire convenu, qui comprend également les traitements avant et après soudage.

Avant qu'un mode opératoire de soudage particulier soit utilisé pour une opération de production, il convient que le constructeur détermine et établisse, au moyen de documents, l'adéquation du descriptif du mode opératoire de soudage (DMOS) à la production d'une soudure ayant la qualité exigée.

À ce jour l'adéquation de modes opératoires de soudage à des constructions soudées a été établie comme partie intégrante de l'activité de l'assurance qualité. Jusqu'à maintenant, la détermination de l'adéquation de modes opératoires de soudage par épreuve de qualification de mode opératoire de soudage n'était réalisée et établie sur la base de documents que pour les constructions soudées impliquant la sécurité et l'intérêt public. Les normes européennes contribuent actuellement à l'harmonisation à l'échelle européenne des dispositions concernant les épreuves de qualification de mode opératoire de soudage. Ainsi, le client pourra faire plus confiance au constructeur.

Les documents servent également de base pour une reconnaissance mutuelle de performances adoptée par les autorités compétentes. Dans la présente norme, l'expression "mode opératoire de soudage" englobe tous les facteurs qui influent sur le résultat du soudage, tels que la préparation, les paramètres de soudage, le traitement après soudage et les retouches.

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

[ISO 15614-11:2002](https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/7c4820e5-a9bc-41f4-9a7e-c2fb92466867/iso-15614-11-2002)

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/7c4820e5-a9bc-41f4-9a7e-c2fb92466867/iso-15614-11-2002>

## 1 Domaine d'application

La présente Norme européenne spécifie comment un descriptif de mode opératoire de soudage par faisceau d'électrons et par faisceau laser est qualifié par épreuve.

La présente norme fait partie d'une série de normes, les détails sur cette série de normes sont donnés dans l'annexe A du prEN ISO 15607.

Elle définit les conditions d'exécution des épreuves de qualification de mode opératoire de soudage ainsi que les limites de validité d'un mode opératoire de soudage qualifié, pour toutes les opérations pratiques de soudage dans le domaine de validité des variables indiqué à l'article 8.

Les essais doivent être effectués conformément à la présente norme, avec des essais complémentaires si spécifiés.

La présente norme s'applique aux matériaux métalliques, quelle que soit la forme des pièces, leurs épaisseurs, leur méthode de fabrication (laminage, forgeage, moulage, frittage, etc.) et leur traitement thermique. Elle couvre sans restriction la production de pièces neuves et les travaux de réparation.

## 2 Références normatives

Cette Norme européenne comporte par référence datée ou non datée des dispositions d'autres publications. Ces références normatives sont citées aux endroits appropriés dans le texte et les publications sont énumérées ci-après. Pour les références datées, les amendements ou révisions ultérieurs de l'une quelconque de ces publications ne s'appliquent à cette Norme européenne que s'ils y ont été incorporés par amendement ou révision. Pour les références non datées, la dernière édition de la publication à laquelle il est fait référence s'applique (y compris les amendements).

EN 571-1, *Essais non destructifs — Examen par ressuage — Partie 1 : Principes généraux.*

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/7c4820e5-a9bc-41f4-9a7e-07b6a571e216/iso-571-1-2002>

EN 895, *Essais destructifs des soudures sur matériaux métalliques — Essai de traction transversale.*

EN 910, *Essais destructifs des soudures sur matériaux métalliques — Essais de pliage.*

EN 970, *Contrôle non destructif des assemblages soudés par fusion — Contrôle visuel.*

EN 1043-2, *Essais destructifs des soudures sur matériaux métalliques — Essai de dureté — Partie 2 : Essai de micro dureté des assemblages soudés.*

EN 1290, *Contrôle non destructif des assemblages soudés — Contrôle par magnétoscopie des assemblages soudés.*

EN 1321, *Essais destructifs des soudures sur matériaux métalliques — Examen macroscopique et microscopique des assemblages soudés.*

EN 1435, *Contrôle non destructif des assemblages soudés — Contrôle par radiographie des assemblages soudés.*

EN 1714, *Contrôle non destructif des assemblages soudés — Contrôle par ultrasons des assemblages soudés.*

EN ISO 6947, *Soudures — Positions de travail — Définitions des angles d'inclinaison et de rotation. (ISO 6947:1993)*

prEN ISO 15607, *Descriptif et qualification d'un mode opératoire de soudage pour les matériaux métalliques — Règles générales. (ISO/DIS 15607:2000)*

prEN ISO 15609-3:2000, *Descriptif et qualification d'un mode opératoire de soudage pour les matériaux métalliques — Descriptif d'un mode opératoire de soudage — Partie 3 : Soudage par faisceau d'électrons. (ISO/DIS 15609-3:2000)*

## ISO 15614-11:2002(F)

prEN ISO 15609-4:2000, *Descriptif et qualification d'un mode opératoire de soudage pour les matériaux métalliques — Descriptif d'un mode opératoire de soudage — Partie 4 : Soudage par faisceau laser.* (ISO/DIS 15609-4:2000)

EN ISO 13919-1, *Soudage — Assemblages soudés par faisceau d'électrons et par faisceau laser - Guide des niveaux de qualité des défauts — Partie 1 : Acier.* (ISO 13919-1:1996)

prEN ISO 13919-2, *Soudage - Assemblages soudés par faisceau d'électrons et par faisceau laser — Guide des niveaux de qualité par rapport aux défauts — Partie 2 : Aluminium et alliages d'aluminium soudables.* (ISO/FDIS 13919-2:1999)

### 3 Termes et définitions

Pour les besoins de la présente Norme européenne, les termes et définitions donnés dans le prEN ISO 15607, le prEN ISO 15609-3 et le prEN ISO 15609-4 s'appliquent.

### 4 Descriptif de mode opératoire de soudage (DMOS)

Un DMOS-P (descriptif de mode opératoire de soudage préliminaire) doit être préparé conformément au prEN ISO 15609-3 pour le soudage par faisceau d'électrons et au prEN ISO 15609-4 pour le soudage par faisceau laser. Il doit spécifier les tolérances pour tous les paramètres utilisés.

Un DMOS doit être considéré comme DMOS-P jusqu'à ce qu'il soit qualifié conformément à la présente norme.

Le descriptif de mode opératoire de soudage (DMOS) doit fournir des détails sur la manière dont l'opération de soudage doit être exécutée, y compris le pointage et le montage.

### 5 Épreuve de qualification de mode opératoire de soudage

La réalisation et les essais des assemblages de qualification doivent être conformes aux articles 6 et 7 de la présente norme.

Afin de tenir compte des besoins de performance en service des produits, la qualification peut être effectuée selon l'un des niveaux d'acceptation B, C ou D tels que définis dans l'EN ISO 13919-1 pour les aciers et dans le prEN ISO 13919-2 pour l'aluminium et ses alliages.

Il convient que le niveau de qualité nécessaire dans chaque cas soit spécifié par la norme d'application ou par le responsable de la conception.

### 6 Assemblage de qualification

#### 6.1 Généralités

L'assemblage auquel s'applique le mode opératoire de soudage par faisceau d'électrons ou par faisceau laser en production peut être représenté par un ou plusieurs assemblages de qualification normalisés définis au 6.2.

#### 6.2 Formes et dimensions des assemblages de qualification

Les assemblages de qualification doivent être de taille suffisante pour garantir un bon écoulement de la chaleur et permettre de réaliser les essais destructifs et/ou les contrôles non destructifs.

L'assemblage de qualification doit être conçu pour représenter, du mieux possible, la géométrie de la pièce et du joint et doit être spécifié.

Un ou plusieurs assemblages de qualification supplémentaires ou un assemblage ayant une longueur supérieure au minimum indiqué peuvent être utilisés en vue d'essais supplémentaires et/ou de contre-essais éventuels, selon 7.5.

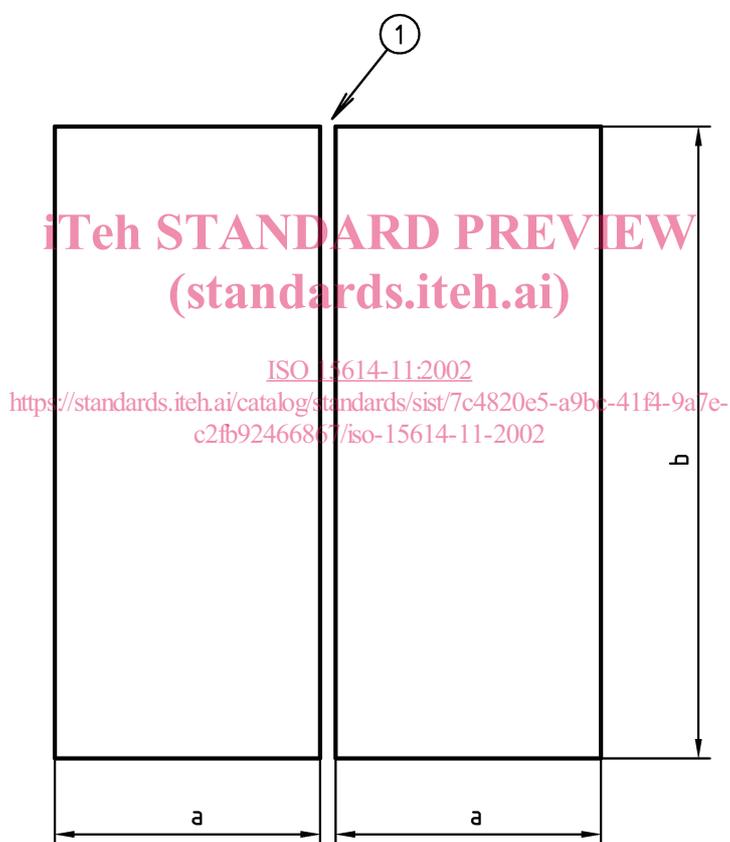
Pour le matériau sous forme de tôle, si la norme d'application ou la spécification le demande, le sens principal de laminage doit être indiqué sur l'assemblage de qualification.

L'épaisseur de l'assemblage de qualification et/ou, pour les tubes, le diamètre extérieur doivent être choisis conformément aux 8.5.2.1 à 8.5.2.2.

Sauf spécification contraire, l'assemblage de qualification doit avoir la forme et les dimensions minimales telles que définies ci-après. Toutefois, la longueur de l'assemblage de qualification doit permettre de préparer le nombre adéquat d'éprouvettes (comme indiqué dans les Tableaux 1 à 3).

### 6.2.1 Soudure bout à bout linéaire

L'assemblage de qualification doit être conforme à la Figure 1.



#### Légende

- 1 Préparation des bords et accostage comme prévu dans le descriptif de mode opératoire de soudage préliminaire (DMOS-P)
- $a$  =  $3 \times t$ ; valeur minimale 150 mm
- $b$  =  $6 \times t$ ; valeur minimale 300 mm
- $t$  = Épaisseur du matériau le plus mince dans un assemblage d'épaisseur différente.

Figure 1 — Assemblage de qualification pour une soudure bout à bout linéaire

**6.2.2 Soudures circulaires bout à bout**

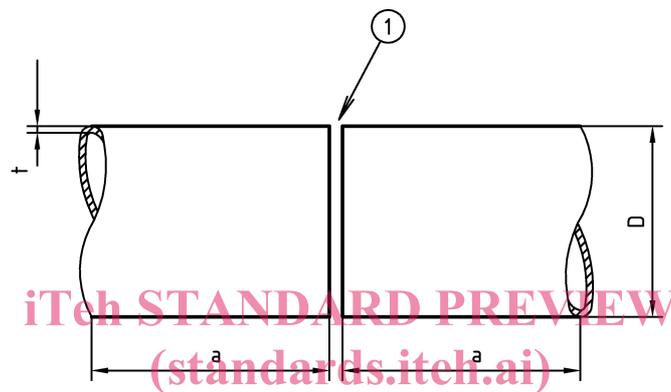
L'assemblage de qualification doit être conforme aux Figures 2a) ou 2b). Pour de petits diamètres de tubes, plusieurs assemblages de qualification peuvent être nécessaires.

Dans les cas où le diamètre  $D$  de la pièce est supérieur à 150 mm et  $D > 20 t$ , la qualification du mode opératoire peut être obtenue en soudant un assemblage de qualification linéaire. L'épreuve doit être conçue de manière à incorporer le recouvrement de la soudure et l'évanouissement.

NOTE Le mot "tube" est un terme générique qui désigne aussi bien un "tube de gros diamètre", un "tube de petit diamètre" qu'un "profil creux".

**6.2.2.1 Soudure circulaire bout à bout sur tube (conformément à la Figure 2a)**

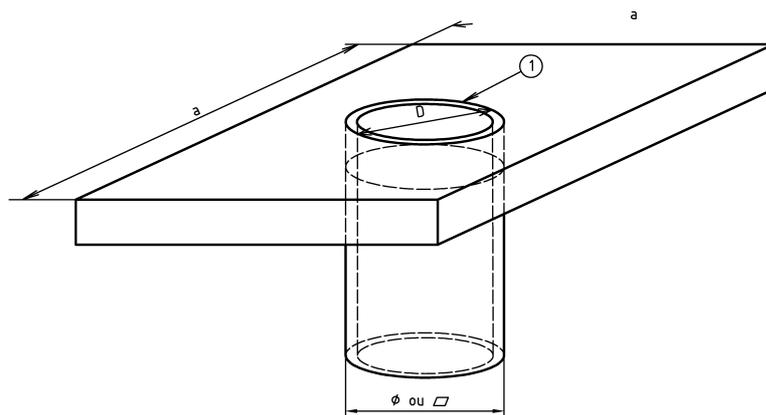
**6.2.2.2 Soudure circulaire de tube sur tube ou de tube sur tôle (conformément à la Figure 2b)**



**Légende**

- 1 Préparation des bords et accostage comme prévu dans le descriptif de mode opératoire de soudage préliminaire (DMOS-P)
- $a = 3 t$ ; valeur minimale 150 mm
- $D$  = Diamètre extérieur du tube
- $t$  = Épaisseur de paroi du tube le plus mince dans un assemblage d'épaisseur différente

**Figure 2a) — Assemblage de qualification pour une soudure circulaire bout à bout sur tube**



**Légende**

- 1 Préparation des bords et accostage comme prévu dans le descriptif de mode opératoire de soudage préliminaire (DMOS-P)
- $a$  Dimension minimale de la tôle ou diamètre minimal du composant
- $D$  = Diamètre extérieur du tube
- $a \geq D + 6 t$ ; valeur minimale  $D + 150$  mm
- $t$  = Épaisseur de la tôle

**Figure 2b) — Assemblage de qualification pour une soudure circulaire de tube sur tube ou de tube sur tôle**

**Figure 2 — Assemblage de qualification pour soudures circulaires bout à bout**

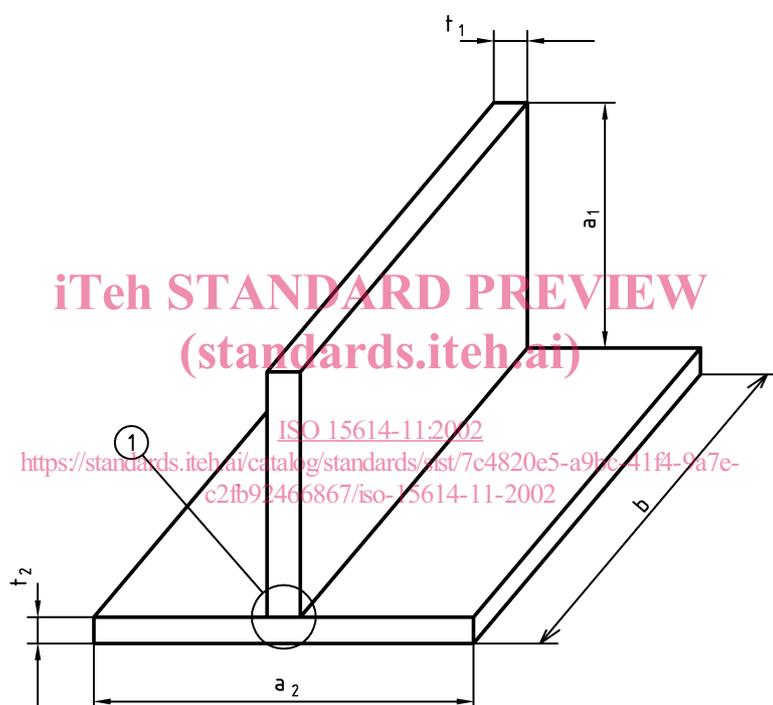
### 6.2.3 Autres types

#### 6.2.3.1 Assemblages en T

L'assemblage de qualification doit être conforme à la Figure 3.

Les types d'assemblage en T suivants peuvent être réalisés :

- assemblages en T soudé d'un seul côté, avec pleine pénétration ;
- assemblages en T soudé des deux côtés, avec pleine pénétration ;
- soudure d'angle (pénétration partielle) d'un ou des deux côté(s) ;
- soudure(s) par transparence.



#### Légende

1 Préparation des bords et accostage comme prévu dans le descriptif de mode opératoire de soudage préliminaire (DMOS-P)

Pour les configurations a), b) et c) :

$a_1 \geq 6 \times t_1$  ; valeur minimale 50 mm

$a_2 \geq 6 \times t_1$  ; valeur minimale 100 mm

$b \geq 300$  mm

$t_1$  et  $t_2$  = Épaisseurs de la tôle

Pour la configuration d) :

$a_1 \geq 6 \times t_2$  ; valeur minimale 50 mm

$a_2 \geq 6 \times t_2$  ; valeur minimale 100 mm

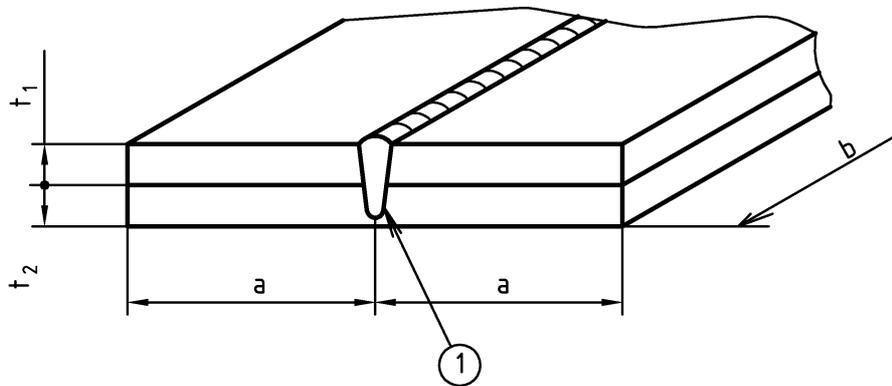
$b \geq 300$  mm

Figure 3 — Assemblage de qualification en T

### 6.2.3.2 Soudure à recouvrement

L'assemblage de qualification pour une soudure à recouvrement de deux couches doit être conforme à l'assemblage indiqué à la Figure 4.

La soudure des tôles peut être à pénétration partielle ou à pleine pénétration.



#### Légende

1 Préparation des bords et accostage comme prévu dans le descriptif de mode opératoire de soudage préliminaire (DMOS-P)

$a \geq 4 \times (t_1 + t_2)$  ; valeur minimale 100 mm

$b \geq 300$  mm

$t_1$  et  $t_2$  = Épaisseurs de la tôle

NOTE L'assemblage peut également être constitué de trois feuilles ou plus se recouvrant.

Figure 4 — Assemblage de qualification pour une soudure à recouvrement

## 6.3 Soudage de l'assemblage de qualification

La préparation et le soudage de l'assemblage de qualification représentatif de l'application doivent être effectués selon le DMOS-P proposé et dans les mêmes conditions que celles utilisées en fabrication.

Si l'assemblage final incorpore les soudures de pointage, celles-ci doivent faire partie intégrante de l'assemblage de qualification.

Le soudage ainsi que les essais de l'assemblage de qualification doivent être supervisés par un examinateur ou un organisme d'examen.

## 7 Contrôles, examens et essais

### 7.1 Étendue des contrôles, examens et essais

Les examens, contrôles et essais comportent des contrôles non destructifs (CND) et des essais destructifs qui doivent être conformes aux exigences des Tableaux 1, 2 ou 3 suivant le cas.