
**Soudage pour applications
aérospatiales — Épreuve de
qualification pour soudeurs et
opérateurs — Soudage par fusion des
composants métalliques**

*Welding for aerospace applications — Qualification test for welders
and welding operators — Fusion welding of metallic components*

ITeH STANDARD REVIEW
(standards.iteh.ai)
Full standard:
<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sis/42c9fe-24394-4bab-bc90-d608e0e86533/iso-24394>



iTeh STANDARD PREVIEW
(standards.iteh.ai)
Full standard:
<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/2482cfe-2eb6-4bab-bc90-d608e0e86533/iso-24394-2018>



DOCUMENT PROTÉGÉ PAR COPYRIGHT

© ISO 2018

Tous droits réservés. Sauf prescription différente ou nécessité dans le contexte de sa mise en œuvre, 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, ou la diffusion sur l'internet ou sur un intranet, sans autorisation écrite préalable. Une autorisation peut être demandée 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 401 • Ch. de Blandonnet 8
CH-1214 Vernier, Genève
Tél.: +41 22 749 01 11
Fax: +41 22 749 09 47
E-mail: copyright@iso.org
Web: www.iso.org

Publié en Suisse

Sommaire

Page

Avant-propos.....	v
Introduction.....	vii
1 Domaine d'application	1
2 Références normatives	1
3 Termes et définitions	1
4 Exigences relatives aux épreuves de qualification	3
4.1 Généralités.....	3
4.1.1 Spécifiques à l'épreuve de qualification des soudeurs.....	3
4.1.2 Spécifiques à l'épreuve de qualification des opérateurs soudeurs.....	3
4.2 Procédés de soudage.....	4
4.3 Positions de soudage.....	5
4.4 Types de produits/produits semi-finis, applicables aux épreuves de qualification des soudeurs.....	5
4.5 Groupes de matériaux.....	15
4.6 Épaisseur de matériau.....	16
4.6.1 Épaisseur de matériau sur soudures bout à bout.....	16
4.6.2 Épaisseur de matériau sur soudures d'angle.....	16
4.6.3 Épaisseur de matériau pour la réparation de pièces moulées.....	16
4.7 Épreuves spéciales de qualification.....	16
4.7.1 Exigences générales.....	16
4.7.2 Épreuves spéciales de qualification pour les soudeurs.....	17
4.7.3 Épreuves spéciales de qualification pour les opérateurs soudeurs.....	17
4.8 Désignation de l'épreuve de qualification.....	17
4.8.1 Épreuve de qualification des soudeurs.....	17
4.8.2 Épreuve de qualification des opérateurs soudeurs.....	18
5 Conditions requises pour le passage d'épreuves de qualification des soudeurs et des opérateurs soudeurs	18
5.1 Exigences physiques relatives au soudeur et à l'opérateur soudeur.....	18
5.2 Personne responsable des épreuves de qualification des soudeurs et des opérateurs soudeurs.....	19
6 Déroulement de l'épreuve de qualification des soudeurs et des opérateurs soudeurs	19
6.1 Épreuve pratique de qualification.....	19
6.1.1 Exigences générales.....	19
6.1.2 Exigences spécifiques à l'épreuve de qualification des soudeurs.....	20
6.2 Examen théorique.....	20
7 Assemblages de qualification	20
8 Contrôles, examens et essais	24
8.1 Généralités.....	24
8.2 Contrôles visuel et dimensionnel.....	25
8.3 Détection des défauts de surface.....	25
8.4 Contrôle par radiographie.....	26
8.5 Examens métallographiques.....	26
8.6 Essai de pliage.....	26
8.7 Examen de la surface de rupture.....	26
9 Critères d'acceptation	26
10 Certificat et documentation de qualification	27
11 Durée de validité de la qualification	27
12 Épreuve de requalification	28
Annexe A (normative) Critères d'acceptation des assemblages de qualification	29

Annexe B (normative) Modèle de rapport d'épreuve de qualification de soudeur/ d'opérateur soudeur conformément à l'ISO 24394	35
Annexe C (informative) Certificat de qualification de soudeur	36
Annexe D (informative) Certificat de qualification d'opérateur soudeur	37
Annexe E (informative) Lignes directrices relatives à l'examen théorique	39
Bibliographie	43

iTeh STANDARD PREVIEW
(standards.iteh.ai)
Full standard:
<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/2482cfe-2eb6-4bab-bc90-d608e0e86533/iso-24394-2018>

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).

L'attention est attirée 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).

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 nature volontaire des normes, 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'Organisation mondiale du commerce (OMC) concernant les obstacles techniques au commerce (OTC), voir www.iso.org/avant-propos.

Le présent document a été élaboré par le comité technique ISO/TC 44, *Soudage et techniques connexes*, sous-comité SC 14, *Soudage et brasage dans l'aéronautique et l'espace*.

Il convient d'adresser tous commentaires, questions ou demandes d'interprétations officielles liées à l'un des quelconques aspects du présent document au Secrétariat de l'ISO/TC 44/SC 14 via votre organisme national de normalisation. Une liste exhaustive desdits organismes se trouve à l'adresse www.iso.org/fr/members.html. Les interprétations officielles, lorsqu'elles existent sont disponibles depuis la page: <https://committee.iso.org/sites/tc44/home/interpretation.html>.

Cette deuxième édition annule et remplace la première édition (ISO 24394:2008). Elle incorpore également l'Amendement ISO 24394:2008/Amd 1:2012. Les principales modifications par rapport à l'édition précédente, sont les suivantes:

- les termes «opérateur sur machine de soudage» et «soudage automatique» ont été ajoutés en tant que [3.4](#) et [3.12](#);
- l'ancien paragraphe 4.1.3 a été déplacé dans [4.1](#);
- les exigences dans [4.4](#) ont été précisées;
- les [Tableaux 1 à 4](#) ont été créés de manière à présenter les domaines de validité pour les positions de soudage en fonction de chaque assemblage de qualification;
- en [4.5](#), le groupe de matériau F a été ajouté;
- le titre de [4.6](#) a été modifié et un nouveau [paragraphe 4.6.3](#) a été créé;
- en [4.6.1](#) et [4.6.2](#), la qualification des plages d'épaisseurs a été clarifiée;

ISO 24394:2018(F)

- les exigences de [5.1](#) ont été modifiées;
- une liste à puces a été ajoutée à [6.1.1](#);
- en [6.2](#), une nouvelle exigence a été ajoutée, indiquant que l'examen théorique doit être documenté;
- les références à la série EN 462 pour les images radiographiques ont été supprimées;
- [l'Article 9](#) a été reformulé afin d'énoncer clairement que seules les caractéristiques créées par le soudage doivent être évaluées pour TP6;
- [l'Article 10](#) a été modifié de sorte que si un soudeur/opérateur soudeur nécessite une correction visuelle, cela soit notifié sur le certificat de qualification;
- dans les [Tableaux A.1](#) à [A.4](#), le nouveau groupe de matériaux F a été intégré;
- le document a fait l'objet de modifications rédactionnelles.

iTeh STANDARD PREVIEW
(standards.iteh.ai)

Full standard:
<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/2482cfe-2eb6-4bab-bc90-d608e0e86533/iso-24394-2018>

Introduction

La réussite d'un soudeur ou d'un opérateur soudeur à l'épreuve de qualification, conformément au présent document, est la garantie que le soudeur ou l'opérateur soudeur concerné a démontré qu'il possédait le niveau minimal de compétences et de connaissances requis pour le soudage par fusion de matériel pour l'industrie aérospatiale.

iTeh STANDARD PREVIEW
(standards.iteh.ai)
Full standard:
<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/2482cefe-2eb6-4bab-bc90-d608e0e86533/iso-24394-2018>

iTeh STANDARD PREVIEW
(standards.iteh.ai)

Full standard:
<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/2482cfe2-2eb6-4bab-bc90-d608e0e86533/iso-24394-2018>

Soudage pour applications aérospatiales — Épreuve de qualification pour soudeurs et opérateurs — Soudage par fusion des composants métalliques

1 Domaine d'application

Le présent document spécifie les exigences relatives à la qualification des soudeurs et des opérateurs soudeurs pour le soudage par fusion de composants métalliques destinés à des applications aérospatiales.

NOTE La réussite à l'épreuve est une condition préalable indispensable à la qualification des soudeurs (3.2) et des opérateurs soudeurs (3.3) intervenant dans la production et la réparation dans l'industrie aérospatiale. En revanche, les opérateurs sur machine de soudage (3.4) n'ont pas besoin d'être qualifiés conformément au présent document.

2 Références normatives

Les documents suivants sont cités dans le texte de sorte qu'ils constituent, pour tout ou partie de leur contenu, des exigences 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 4063, *Soudage et techniques connexes — Nomenclature et numérotation des procédés*

ISO 6520-1:2007, *Soudage et techniques connexes — Classification des défauts géométriques dans les soudures des matériaux métalliques — Partie 1: Soudage par fusion*

ISO 6947, *Soudage et techniques connexes — Positions de soudage*

ISO 9606-2, *Épreuve de qualification des soudeurs — Soudage par fusion — Partie 2: Aluminium et alliages d'aluminium*

ISO 14731, *Coordination en soudage — Tâches et responsabilités*

ISO 18490, *Essais non destructifs — Évaluation de l'acuité visuelle du personnel END*

EN 4179, *Série aérospatiale — Qualification et agrément du personnel pour les essais non destructifs*

SAE AMS 2694C, *In-Process Welding of Castings*

3 Termes et définitions

Pour les besoins du présent document, les termes et définitions de l'ISO 6520-1, l'ISO 9606-2 et l'ISO 14731, ainsi que les suivants, s'appliquent.

L'ISO et l'IEC tiennent à jour des bases de données terminologiques destinées à être utilisées en normalisation, consultables aux adresses suivantes:

- ISO Online browsing platform: disponible à l'adresse <https://www.iso.org/obp>
- IEC Electropedia: disponible à l'adresse <http://www.electropedia.org/>

3.1

forme de matériau de base

type de produit semi-fini

Note 1 à l'article: Les produits semi-finis sont les plaques/tôles, les tubes et les pièces moulées.

3.2

soudeur

personne qui tient et qui guide manuellement un porte-électrode, une torche de soudage ou un chalumeau

Note 1 à l'article: Dans le présent document, un chalumeau est considéré comme étant un bec à l'acétylène.

[SOURCE: ISO/TR 25901-1:2016, 2.5.24, modifié — Dans la définition, les mots «de soudage» ont été ajoutés à la suite de «torche», et «manipule [...] durant le soudage» a été remplacé par «guide manuellement». De plus, la Note 1 à l'article a été ajoutée.]

3.3

opérateur soudeur

<soudage dans les applications de l'industrie aérospatiale> personne qui prépare les bords à souder et configure le matériel de soudage mécanisé ou automatique, et a de ce fait une influence directe sur la qualité du joint soudé

3.4

opérateur sur machine de soudage

<soudage dans les applications de l'industrie aérospatiale> personne qui manipule uniquement le matériel de soudage automatique et qui n'a donc pas d'influence directe sur la qualité du joint soudé

3.5

examineur

personne qui a été désignée pour vérifier la conformité à la norme applicable

Note 1 à l'article: Dans certains cas, un examineur externe indépendant peut être exigé.

[SOURCE: ISO/TR 25901-1:2016, 2.5.29]

3.6

organisme d'examen

organisme qui a été désigné pour vérifier la conformité à la norme applicable

Note 1 à l'article: Dans certains cas, un organisme d'examen externe indépendant peut être exigé.

[SOURCE: ISO/TR 25901-1:2016, 2.5.30]

3.7

reprise

toute action corrective effectuée sur un assemblage soudé à l'état brut de soudage

3.8

responsable de la conception/des études techniques

organisme qui a la responsabilité de l'intégrité structurale ou du maintien de la navigabilité du matériel et de la conformité à tous les documents applicables

3.9

support

matériau situé à l'envers de la préparation des bords à souder afin de supporter le bain de métal en fusion

3.10 descriptif de mode opératoire de soudage DMOS

document ayant été qualifié et fournissant les variables exigées d'un mode opératoire de soudage afin d'en assurer la répétabilité au cours du soudage en fabrication

[SOURCE: ISO/TR 25901-1:2016, 2.5.4]

3.11 descriptif de mode opératoire de soudage préliminaire DMOS-P

document comportant les variables exigées d'un mode opératoire de soudage qui doit être qualifié

[SOURCE: ISO/TR 25901-1:2016, 2.5.6, modifié — Dans la définition, «et qui est à qualifier» a été remplacé par «qui doit être qualifié».]

3.12 soudage automatique

soudage dans lequel toutes les opérations sont effectuées sans intervention de l'opérateur soudeur pendant le processus de soudage

Note 1 à l'article: Le réglage manuel des paramètres de soudage par l'opérateur soudeur n'est pas possible pendant le soudage.

[SOURCE: ISO 14732:2013, 3.1]

4 Exigences relatives aux épreuves de qualification

4.1 Généralités

4.1.1 Spécifiques à l'épreuve de qualification des soudeurs

Les épreuves de qualification des soudeurs sont classées en fonction:

- a) de la forme du matériau de base;
- b) des types de soudures (soudure bout à bout/soudure d'angle);
- c) des procédés de soudage;
- d) des groupes de matériaux;
- e) des plages d'épaisseur;
- f) des positions de soudage.

Le coordinateur en soudage du site ou du fabricant doit sélectionner dans le [Tableau 6](#) l'assemblage de qualification requis pour les travaux de fabrication qui seront confiés au soudeur. Deux assemblages de qualification spécifiques supplémentaires (TP5 et TP6) peuvent également être choisis tels que définis en [4.4](#) et en [4.7.1](#).

4.1.2 Spécifiques à l'épreuve de qualification des opérateurs soudeurs

Les épreuves de qualification des opérateurs soudeurs sont classées en fonction du procédé de soudage et du type de machine de soudage.

NOTE Les types de machines couverts par le domaine d'application du présent document sont les suivants: machines de soudage longitudinal, orbital, circonférentiel et robotique.

Pour les machines à types de soudage multiples, une qualification supplémentaire doit être laissée à l'appréciation du coordinateur en soudage responsable.

L'opérateur soudeur doit faire preuve de connaissances théoriques du procédé de soudage.

Au cours de la partie pratique de l'épreuve de qualification, l'opérateur soudeur doit démontrer des compétences dans l'utilisation de la machine de soudage conformément à un DMOS établi.

Une soudure d'essai de n'importe quel type selon un procédé sur un type de machine de soudage donné doit être qualifiante pour tous les types de produits/produits semi-finis et tous les types de soudures réalisées selon ce procédé et ce type de machine.

La soudure d'essai peut être réalisée sur des assemblages de qualification dédiés ou des pièces de fabrication.

Lorsque des assemblages de qualification sont remplacés par des pièces de fabrication réelle, les essais doivent être réalisés conformément au [Tableau 7](#).

4.2 Procédés de soudage

Le présent document couvre les épreuves de qualification relatives aux procédés de soudage suivants, associés à leur numéro de référence conformément à l'ISO 4063:1998:

- 111 Soudage manuel à l'arc avec électrode enrobée¹⁾
- 12 Soudage à l'arc sous flux (en poudre); soudage à l'arc submergé, BE¹⁾
- 13 Soudage à l'arc avec électrode fusible sous protection gazeuse
- 141 Soudage TIG (soudage à l'arc sous protection de gaz inerte avec électrode de tungstène)
- 15 Soudage plasma
- 31 Soudage oxygaz
- 51 Soudage par faisceau d'électrons
- 52 Soudage laser

NOTE 1 D'autres procédés de soudage par fusion qui ne sont pas encore spécifiés dans l'ISO 4063 peuvent être couverts.

NOTE 2 L'attention est appelée sur le fait que l'ISO 4063:1998 et l'ISO 4063:2009 comportent parfois des procédés différents pour le même numéro de procédé. Les principales différences sont les suivantes (voir [Tableau 1](#)):

- a) la désignation des procédés 121, 131, 135, 136 et 141 a été modifiée;
- b) le procédé 137 a été divisé en deux procédés: 132 et 133;
- c) le procédé 136 a été divisé en deux procédés: 136 et 138.

1) Ce procédé peut nécessiter des épreuves spéciales de qualification telles que définies en 4.7.

Tableau 1 — Équivalences des numéros et désignations de procédés entre l'ISO 4063:1998 et l'ISO 4063:2009

Numéro de procédé	Désignation du procédé dans l'ISO 4063:1998	Désignation du procédé dans l'ISO 4063:2009
121	Soudage à l'arc sous flux (en poudre) avec un seul fil; soudage à l'arc submergé avec un seul fil-électrode, BE	Soudage à l'arc sous flux (en poudre) avec un seul fil; soudage à l'arc submergé avec un seul fil-électrode
131	Soudage MIG (soudage à l'arc sous protection de gaz inerte avec fil-électrode fusible)	Soudage MIG avec fil-électrode fusible (soudage à l'arc sous protection de gaz inerte avec fil-électrode fusible)
132	—	Soudage MIG avec fil fourré de flux (soudage à l'arc sous protection de gaz inerte avec fil-électrode fourré)
133	—	Soudage MIG avec fil fourré de poudre métallique (soudage à l'arc sous protection de gaz inerte avec fil fourré de poudre métallique)
135	Soudage MAG (soudage à l'arc sous protection de gaz actif avec fil-électrode fusible)	Soudage MAG avec fil-électrode fusible (soudage à l'arc sous protection de gaz actif avec fil-électrode fusible)
136	Soudage MAG avec fil fourré (soudage à l'arc sous protection de gaz actif avec fil-électrode fourré)	Soudage MAG avec fil fourré de flux (soudage à l'arc sous protection de gaz actif avec fil fourré de flux)
137	Soudage MIG avec fil fourré (soudage à l'arc sous protection de gaz inerte avec fil-électrode fourré)	—
138	—	Soudage MAG avec fil fourré de poudre métallique (soudage à l'arc sous protection de gaz actif avec fil-électrode fourré de poudre métallique)
141	Soudage TIG (soudage à l'arc sous protection de gaz inerte avec électrode de tungstène)	Soudage TIG avec fil d'apport (soudage à l'arc sous protection de gaz inerte avec électrode de tungstène et fil d'apport)

4.3 Positions de soudage

Selon les positions de soudage en fabrication réelle, la position de soudage de l'assemblage de qualification doit être choisie conformément aux [Tableau 1](#), [Tableau 2](#), [Tableau 3](#), [Tableau 4](#) et/ou [Tableau 5](#).

Un assemblage de qualification soudé en position fixe qualifie également pour le soudage de pièces en position mobile, par exemple en présence d'un plateau rotatif pour les tubes.

Le TP6 doit être soudé en PA ou PB, ce qui qualifie pour toutes les positions de soudage en fabrication de pièces moulées dans les fonderies.

4.4 Types de produits/produits semi-finis, applicables aux épreuves de qualification des soudeurs

Selon les types de produits réellement fabriqués, une distinction est faite entre les épreuves de qualification des soudeurs sur plaque/tôle (S), sur tube (T) et sur pièces moulées (C).

Les assemblages de qualification sur tubes (TP3, TP4 et TP5) ne qualifient pas pour les plaques/tôles.

NOTE 1 Les zones de reprise et d'arrêt se superposent pour le soudage sur tube. Ce n'est pas le cas pour le soudage sur plaque ou tôle. Par conséquent, les assemblages de qualification sur tubes (TP3, TP4 et TP5) ne qualifient pas pour les plaques/tôles.

Le domaine de validité pour chaque position de soudage est donné dans les [Tableau 1](#), [Tableau 2](#), [Tableau 3](#), [Tableau 4](#) et [Tableau 5](#). Les positions de soudage sont spécifiées dans l'ISO 6947. Les