

norme européenne

norme française

NF EN ISO 15614-1
Février 2005

Indice de classement : A 89-057-1

ICS : 25.160.10

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

Épreuve de qualification d'un mode opératoire de soudage

Partie 1 : Soudage à l'arc et aux gaz des aciers et soudage à l'arc des nickels et alliages de nickel

E : Specification and qualification of welding procedures for metallic materials —
Welding procedure test — Part 1: Arc and gas welding of steels
and arc welding of nickel and nickel alloys
D : Anforderung und Qualifizierung von Schweißverfahren für metallische
Werkstoffe — Schweißverfahrensprüfung — Teil 1: Lichtbogen-
und Gasschweißen von Stählen und Lichtbogenschweißen von Nickel
und Nickellegierungen

Norme française homologuée

par décision du Directeur Général d'AFNOR le 5 janvier 2005 pour prendre effet
le 5 février 2005.

Remplace la norme homologuée NF EN 288-3, de juin 1992 et son amendement 1
d'août 1997.



Correspondance

La Norme européenne EN ISO 15614-1:2004 a le statut d'une norme française. Elle
reproduit intégralement la norme internationale ISO 15614-1:2004.

Analyse

Le présent document spécifie comment un descriptif de mode opératoire de soudage
préliminaire est qualifié par une épreuve. Il définit les conditions d'exécution des
épreuves de qualification de mode opératoire de soudage et le domaine de validité
du mode opératoire de soudage.

Descripteurs

Thésaurus International Technique : soudage, soudage à l'arc, soudage aux gaz,
métal, acier, nickel, alliage de nickel, mode opératoire, qualification, assemblage
soudé, contrôle, essai, essai non destructif, essai destructif, essai mécanique,
acceptabilité, procès-verbal d'essai.

Modifications

Par rapport aux documents remplacés, ajout du soudage à l'arc des nickels et
alliages de nickel.

Corrections

Éditée et diffusée par l'Association Française de Normalisation (AFNOR) — 11, avenue Francis de Pressensé — 93571 Saint-Denis La Plaine Cedex
Tél. : + 33 (0)1 41 62 80 00 — Fax : + 33 (0)1 49 17 90 00 — www.afnor.fr

Diffusée par le Comité de Normalisation de la Soudure (CNS), Z.I. Paris Nord II, 90, rue des Vanesses, 93420 Villepinte —
Tél. : 01 49 90 36 00 — Tél. international : + 33 1 49 90 36 00 — bp 50362 — 95942 Roissy CdG Cedex

Qualification des modes opératoires de soudage

CNS 1

Membres de la commission de normalisation

Président : M TAFFARD

Secrétariat : M BRAMAT — CNS

M	ADAM	AQUAP
M	ALSPEKTOR	SAIPEM SA
M	ANASTASSIADES	EDF
M	ARON	SOTRALENTZ METAL INDUSTRIES
M	BONNEFOY	SNCT
M	BOURGEOIS	INSTITUT DE SOUDURE
M	CANDAU	AGRETEST
M	CHAPELAIN	AFNOR
M	CHEHAIBOU	INSTITUT DE SOUDURE
M	CHIARAZZO	INPP/BNAAH
M	CHIVE	DGA
M	CHRISTIN	TECHMETA
M	DAROU	ALSTOM
M	DESVIGNES	SNCF
M	DIAS	GAZ DU SUD-OUEST
M	DUMAS	EDF
M	FRONTIERE	FRAMATOME
M	GAILLET	AGRETEST
M	GERARD	PECHINEY
M	GONTHIER-MAURIN	CNIM
M	GOUBIN	ALSTOM DDF
M	GOURMELON	LCPC
M	GRENOT	BNAE
M	GUIGON	EIFFEL
M	KERVAN	PONTICELLI
M	LAUMOND	BNAE
M	LAURENCON	ALSTOM
M	LE PELLEC	DCN INGÉNIERIE CONSTRUCTIONS NEUVES
M	LE ROUX	UNM
M	LEMOINE	FRAMATOME
M	LETOURNEUR	ALSTOM
M	MACQUET	CETIM
M	MANGEOT	MINISTERE DE L'ECONOMIE DES FINANCES ET DE L'INDUSTRIE
M	MASSON	BNIF
M	MAYEUR	ALSTOM POWER BOILERS
M	MENIGAULT	BN ACIER
M	MERLE	FRAMATOME
M	OSINSKI	BNPE
M	PENISSON	SNCF
M	PERINET	GIAT INDUSTRIES
M	POUET	SNCF
M	RIECAU	ENDEL
M	ROUSSEAU	ALSTOM POWER BOILERS
M	ROUSSEAU	INSTITUT DE SOUDURE
M	TAFFARD	ENDEL
MME	VACHON	ALSTOM
M	VILLEDIEU DE TORCY	GAZ DE FRANCE

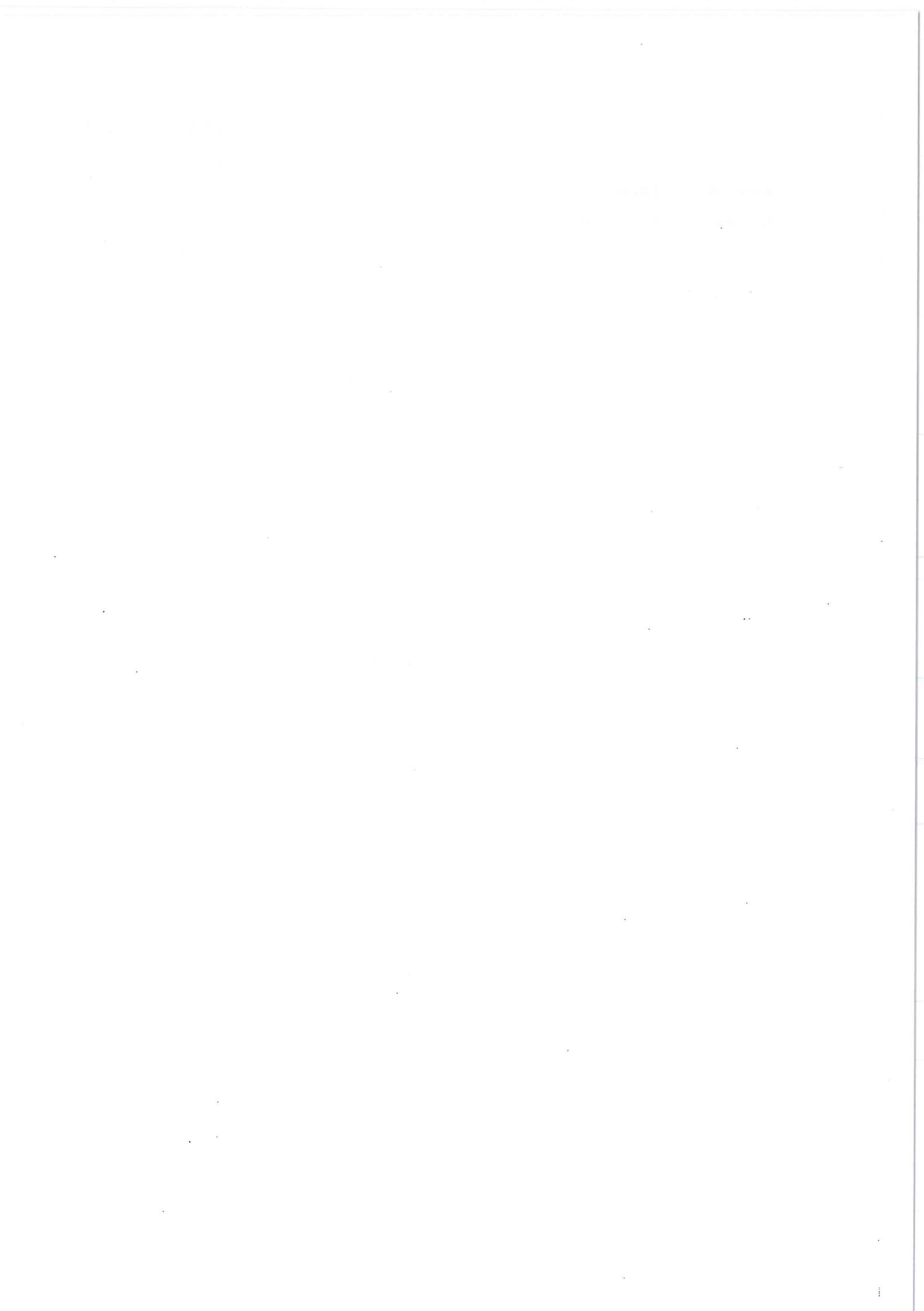
Avant-propos national

Références aux normes françaises

La correspondance entre les normes mentionnées à l'article «Références normatives» et les normes françaises identiques est la suivante :

<i>EN 439</i>	<i>: NF EN 439 (indice de classement : A 81-010)</i>
<i>EN 571-1</i>	<i>: NF EN 571-1 (indice de classement : A 09-120-1)</i>
<i>EN 875</i>	<i>: NF EN 875 (indice de classement : A 89-202)</i>
<i>EN 895</i>	<i>: NF EN 895 (indice de classement : A 89-200)</i>
<i>EN 910</i>	<i>: NF EN 910 (indice de classement : A 89-203)</i>
<i>EN 970</i>	<i>: NF EN 970 (indice de classement : A 89-540)</i>
<i>EN 1011-1</i>	<i>: NF EN 1011-1 (indice de classement : A 89-101-1)</i>
<i>EN 1043-1</i>	<i>: NF EN 1043-1 (indice de classement : A 89-204-1)</i>
<i>EN 1290</i>	<i>: NF EN 1290 (indice de classement : A 89-550)</i>
<i>EN 1321</i>	<i>: NF EN 1321 (indice de classement : A 89-211)</i>
<i>EN 1418</i>	<i>: NF EN 1418 (indice de classement : A 88-112)</i>
<i>EN 1435</i>	<i>: NF EN 1435 (indice de classement : A 89-510)</i>
<i>EN 1714</i>	<i>: NF EN 1714 (indice de classement : A 89-520)</i>
<i>EN ISO 4063</i>	<i>: NF EN ISO 4063 (indice de classement : A 80-021)</i>
<i>EN ISO 6947</i>	<i>: NF EN ISO 6947 (indice de classement : A 80-010)</i>
<i>EN ISO 9606-1</i>	<i>: NF EN ISO 9606-1 (indice de classement : A 88-110-1)</i>
<i>EN ISO 9606-4</i>	<i>: NF EN ISO 9606-4 (indice de classement : A 88-110-4)</i>
<i>EN 12062</i>	<i>: NF EN 12062 (indice de classement : A 89-500)</i>
<i>EN ISO 15607</i>	<i>: NF EN ISO 15607 (indice de classement : A 89-050)</i>
<i>CR ISO/TR 15608</i>	<i>: FD CR ISO/TR 15608 (indice de classement : A 89-051)</i>
<i>EN ISO 15609-1</i>	<i>: NF EN ISO 15609-1 (indice de classement : A 89-052-1) ¹⁾</i>
<i>EN ISO 15609-2</i>	<i>: NF EN ISO 15609-2 (indice de classement : A 89-052-2)</i>
<i>EN ISO 15613</i>	<i>: NF EN ISO 15613 (indice de classement : A 89-056)</i>
<i>EN 25817</i>	<i>: NF EN 25817 (indice de classement : A 89-231)</i>

¹⁾ *En cours de publication.*



**NORME EUROPÉENNE
EUROPÄISCHE NORM
EUROPEAN STANDARD**

EN ISO 15614-1

Juin 2004

ICS : 25.160.10

Version française

**Descriptif et qualification d'un mode opératoire de soudage
pour les matériaux métalliques — Épreuve de qualification
d'un mode opératoire de soudage —
Partie 1 : Soudage à l'arc et aux gaz des aciers
et soudage à l'arc des nickelés et alliages de nickel
(ISO 15614-1:2004)**

Anforderung und Qualifizierung
von Schweißverfahren für metallische Werkstoffe —
Schweißverfahrensprüfung — Teil 1: Lichtbogen-
und Gasschweißen von Stählen
und Lichtbogenschweißen von Nickel
und Nickellegierungen
(ISO 15614-1:2004)

Specification and qualification of welding procedures
for metallic materials — Welding procedure test —
Part 1: Arc and gas welding of steels
and arc welding of nickel and nickel alloys
(ISO 15614-1:2004)

La présente Norme européenne a été adoptée par le CEN le 7 mai 2003.

Les membres du CEN sont tenus de se soumettre au Règlement Intérieur du CEN/CENELEC, qui définit les conditions dans lesquelles doit être attribué, sans modification, le statut de norme nationale à la Norme européenne.

Les listes mises à jour et les références bibliographiques relatives à ces normes nationales peuvent être obtenues auprès du Centre de Gestion ou auprès des membres du CEN.

La présente Norme européenne existe en trois versions officielles (allemand, anglais, français). Une version dans une autre langue faite par traduction sous la responsabilité d'un membre du CEN dans sa langue nationale et notifiée au Centre de Gestion, a le même statut que les versions officielles.

Les membres du CEN sont les organismes nationaux de normalisation des pays suivants : Allemagne, Autriche, Belgique, Chypre, Danemark, Espagne, Estonie, Finlande, France, Grèce, Hongrie, Irlande, Islande, Italie, Lettonie, Lituanie, Luxembourg, Malte, Norvège, Pays-Bas, Pologne, Portugal, République Tchèque, Royaume-Uni, Slovaquie, Slovénie, Suède et Suisse.

CEN

COMITÉ EUROPÉEN DE NORMALISATION

**Europäisches Komitee für Normung
European Committee for Standardization**

Centre de Gestion : rue de Stassart 36, B-1050 Bruxelles

Sommaire

	Page
Avant-propos	3
Introduction	4
1 Domaine d'application	4
2 Références normatives	4
3 Termes et définitions	6
4 Descriptif de mode opératoire de soudage préliminaire (DMOS-P)	6
5 Épreuve de qualification du mode opératoire de soudage	6
6 Assemblage de qualification	6
6.1 Généralités	6
6.2 Forme et dimensions des assemblages de qualification	6
6.3 Soudage des assemblages de qualification	7
7 Contrôles, examens et essais	9
7.1 Étendue des contrôles, examens et essais	9
7.2 Positionnement et prélèvement des éprouvettes	11
7.3 Essais non destructifs	14
7.4 Essais destructifs	14
7.5 Niveaux d'acceptation	16
7.6 Contre-essais	16
8 Domaine de validité	17
8.1 Généralités	17
8.2 Par rapport au fabricant	17
8.3 Par rapport au matériau de base	17
8.4 Commun à tous les modes opératoires de soudage	21
8.5 Spécifique aux procédés	24
9 Procès-Verbal de Qualification du Mode Opératoire de Soudage (PV-QMOS)	24
Annexe A (informative) Procès-verbal de qualification de mode opératoire de soudage par épreuve (PV-QMOS)	25
Annexe ZA (normative) Normes internationales et européennes correspondantes pour lesquelles les équivalents ne sont pas donnés dans le texte	28
Annexe ZB (informative) Relation entre la présente Norme européenne et les exigences essentielles de la Directive UE	29
Annexe ZC (informative) Articles de la présente Norme européenne concernant les exigences essentielles ou d'autres dispositions des Directives UE	30

Avant-propos

Le présent document (EN ISO 15614-1:2004) a été élaboré par le Comité Technique CEN/TC 121 «Soudage», dont le secrétariat est tenu par 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 décembre 2004, et toutes les normes nationales en contradiction devront être retirées au plus tard en décembre 2004.

Le présent document remplace l'EN 288-3:1992.

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) Directive(s) UE.

Pour la relation avec la (les) Directive(s) UE, voir les Annexes ZB et ZC informatives, qui font partie intégrante du présent document.

L'Annexe A est informative.

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, Chypre, Danemark, Espagne, Estonie, Finlande, France, Grèce, Hongrie, Irlande, Islande, Italie, Lettonie, Lituanie, Luxembourg, Malte, Norvège, Pays-Bas, Pologne, Portugal, République Tchèque, Royaume-Uni, Slovaquie, Slovénie, Suède et Suisse.

Introduction

Toutes nouvelles qualifications de modes opératoires de soudage sont à effectuer conformément à la présente norme dès parution.

Toutefois, la présente Norme européenne n'invalidise pas les qualifications de modes opératoires de soudage existantes préalablement exécutées à partir de spécifications ou normes nationales ou des éditions précédentes de la présente norme.

Si des contrôles, examens, essais complémentaires sont à effectuer pour obtenir une qualification techniquement équivalente, il est seulement nécessaire d'effectuer ces contrôles, examens et essais complémentaires sur un assemblage de qualification qu'il convient d'exécuter conformément à la présente norme.

1 Domaine d'application

La présente norme fait partie d'une série de normes, des détails sur cette série de normes sont donnés dans l'Annexe A de l'EN ISO 15607:2003.

La présente norme spécifie comment un descriptif de mode opératoire de soudage préliminaire est qualifié par une épreuve.

La présente norme définit les conditions d'exécution des épreuves de qualification de mode opératoire de soudage et le domaine de validité du mode opératoire de soudage, pour toutes les opérations pratiques de soudage englobant la liste des variables mentionnées à l'Article 8.

Les contrôles, examens et essais doivent être réalisés conformément à la présente norme. Des contrôles, examens et essais complémentaires peuvent être exigés par des normes d'application.

La présente norme s'applique au soudage à l'arc et aux gaz des aciers sous toutes formes et au soudage à l'arc du nickel et des alliages de nickel sous toutes formes.

Les soudages à l'arc et aux gaz sont couverts par les procédés suivants, conformément à l'EN ISO 4063 :

- 111 soudage manuel à l'arc avec électrode enrobée ;
- 114 soudage à l'arc avec fil fourré auto protecteur ;
- 12 soudage à l'arc sous flux (en poudre) ;
- 131 soudage MIG (soudage à l'arc sous protection de gaz inerte avec fil-électrode fusible) ;
- 135 soudage MAG (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) ;
- 137 soudage MIG avec fil fourré (soudage à l'arc sous protection de gaz inerte avec fil-électrode fourré) ;
- 141 soudage TIG (soudage à l'arc sous protection de gaz inerte avec électrode de tungstène) ;
- 15 soudage plasma ;
- 311 soudage oxyacétylénique.

Les principes de la présente Norme européenne peuvent s'appliquer à d'autres procédés de soudage par fusion.

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 439, *Produits consommables pour le soudage — Gaz de protection pour le soudage et le coupage à l'arc.*

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

EN 875, *Essais destructifs des soudures sur matériaux métalliques — Essai de flexion par choc — Position de l'éprouvette, orientation de l'entaille et examen.*

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 1011-1, *Soudage — Recommandations pour le soudage des matériaux métalliques — Partie 1 : Lignes directrices générales pour le soudage à l'arc.*

EN 1043-1:1995, *Essais destructifs des soudures sur matériaux métalliques — Essai de dureté — Partie 1 : Essai de dureté des assemblages soudés à l'arc.*

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

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

EN 1418, *Personnel en soudage — Épreuve de qualification des opérateurs soudeurs pour le soudage par fusion et des régulateurs en soudage par résistance pour le soudage totalement mécanisé et automatique des matériaux métalliques.*

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 4063, *Soudage et techniques connexes — Nomenclature et numérotation des procédés (ISO 4063:1998).*

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

prEN ISO 9606-1, *Épreuve de qualification des soudeurs — Soudage par fusion — Partie 1 : Aciers (ISO/DIS 9606-1:2000).*

EN ISO 9606-4, *Épreuve de qualification des soudeurs — Soudage par fusion — Partie 4 : Nickel et ses alliages (ISO 9606-4:1999).*

EN 12062, *Contrôle non destructif des assemblages soudés — Règles générales pour les matériaux métalliques.*

EN ISO 15607:2003, *Descriptif et qualification d'un mode opératoire de soudage pour les matériaux métalliques — Règles générales (ISO 15607:2003).*

CR ISO/TR 15608:2000, *Soudage — Lignes directrices pour un système de groupement des matériaux métalliques (ISO/TR 15608:2000).*

prEN ISO 15609-1, *Descriptif et qualification d'un mode opératoire de soudage pour les matériaux métalliques — Descriptif d'un mode opératoire de soudage — Partie 1 : Soudage à l'arc (ISO/DIS 15609-1:2000).*

EN ISO 15609-2, *Descriptif et qualification d'un mode opératoire de soudage pour les matériaux métalliques — Descriptif d'un mode opératoire de soudage — Partie 2 : Soudage aux gaz (ISO 15609-2:2001).*

EN ISO 15613, *Descriptif et qualification d'un mode opératoire de soudage pour les matériaux métalliques — Qualification sur la base d'un assemblage soudé de préproduction (ISO 15613:2003).*

EN 25817, *Assemblages en acier soudés à l'arc — Guide des niveaux d'acceptation des défauts (ISO 5817:1992).*

3 Termes et définitions

Pour les besoins du présent document, les termes et définitions donnés dans l'EN ISO 15607:2003 s'appliquent.

4 Descriptif de mode opératoire de soudage préliminaire (DMOS-P)

Le descriptif de mode opératoire de soudage préliminaire doit être préparé conformément au prEN ISO 15609-1 ou à l'EN ISO 15609-2.

5 Épreuve de qualification du mode opératoire de soudage

La réalisation et les essais des assemblages de qualification doivent être en conformité avec les Articles 6 et 7.

Le soudeur ou l'opérateur soudeur qui a réalisé l'assemblage conduisant à la qualification du mode opératoire de soudage en conformité avec la présente norme est qualifié pour le domaine de validité approprié selon le prEN ISO 9606-1 ou l'EN ISO 9606-4 ou l'EN 1418, dans la mesure où les exigences d'essais correspondantes sont satisfaites.

6 Assemblage de qualification

6.1 Généralités

L'assemblage soudé auquel s'applique le mode opératoire de soudage en fabrication doit être représenté par un ou plusieurs assemblage(s) de qualification normalisé(s) tel(s) que spécifié(s) en 6.2. Lorsque les assemblages normalisés tels qu'indiqués dans la présente norme ne sont pas représentatifs des exigences relatives à la fabrication/la géométrie de l'assemblage, l'utilisation de l'EN ISO 15613 doit être exigée.

6.2 Forme et dimensions des assemblages de qualification

La longueur ou le nombre d'assemblages de qualification doit être suffisant pour permettre de réaliser tous les essais exigés.

Des assemblages de qualification supplémentaires ou des assemblages de qualification de taille supérieure au minimum indiqué peuvent être préparés en vue d'essais additionnels et/ou de contre-essais éventuels (voir 7.6).

Pour tous les assemblages de qualification à l'exception des piquages (Figure 4) et des soudures d'angle (Figure 3), l'épaisseur de matériau, t , doit être la même à la fois pour les tôles/tubes à souder.

Si exigé par la norme d'application, le sens de laminage de la tôle doit être indiqué sur l'assemblage de qualification lorsqu'un essai de flexion par choc est exigé dans la Zone Affectée Thermiquement (ZAT).

L'épaisseur et/ou le diamètre extérieur du tube des assemblages de qualification doivent être choisis conformément aux indications de 8.3.2.1 à 8.3.2.3.

L'assemblage de qualification doit avoir la forme et les dimensions minimales suivantes :

6.2.1 Assemblage bout à bout de tôles à pleine pénétration

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

6.2.2 Assemblage bout à bout de tubes à pleine pénétration

L'assemblage de qualification doit être préparé conformément à la Figure 2.

NOTE Le mot «tube» seul ou associé, est utilisé pour «tube», «tuyauterie» ou «profil creux».

6.2.3 Assemblage en T

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

Il peut être utilisé pour les soudures bout à bout à pleine pénétration ou pour les soudures d'angle.

6.2.4 Piquage

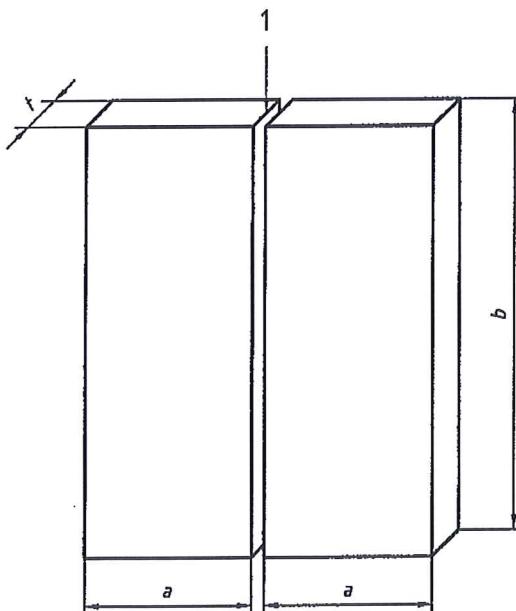
L'assemblage de qualification doit être préparé conformément à la Figure 4. L'angle α est le minimum à utiliser en fabrication.

Il peut être utilisé pour les assemblages à pleine pénétration (assemblage posé, pénétrant ou traversant) et pour les soudures d'angle.

6.3 Soudage des assemblages de qualification

La préparation et le soudage des assemblages de qualification doivent être réalisés conformément au DMOS-P, et dans les conditions générales de soudage en fabrication qu'ils doivent représenter. Les positions de soudage et les limites d'angles d'inclinaison et de rotation de l'assemblage de qualification doivent être en conformité avec l'EN ISO 6947. Si des soudures de pointage doivent être fondues dans l'assemblage final, elles doivent être présentes dans l'assemblage de qualification.

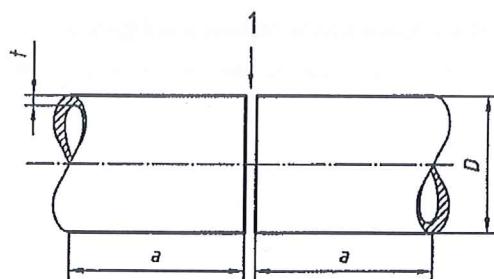
Le soudage et les contrôles, examens et essais des assemblages de qualification doivent être effectués en présence d'un examinateur ou d'un organisme d'examen.



Légende

- 1 Préparation et accostage des bords suivant le Descriptif du Mode Opératoire de Soudage Préliminaire (DMOS-P)
- a Valeur minimale 150 mm
- b Valeur minimale 350 mm
- t Épaisseur du matériau

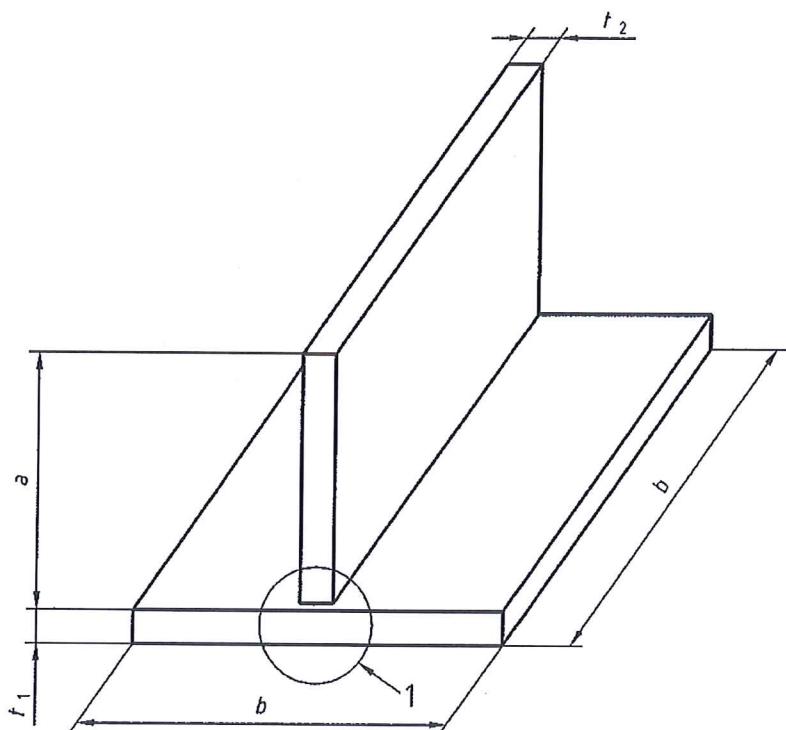
Figure 1 — Assemblage de qualification pour un assemblage bout à bout de tôles à pleine pénétration



Légende

- 1 Préparation et accostage des bords suivant le Descriptif du Mode Opératoire de Soudage Préliminaire (DMOS-P)
- a Valeur minimale 150 mm
- D Diamètre extérieur du tube
- t Épaisseur du matériau

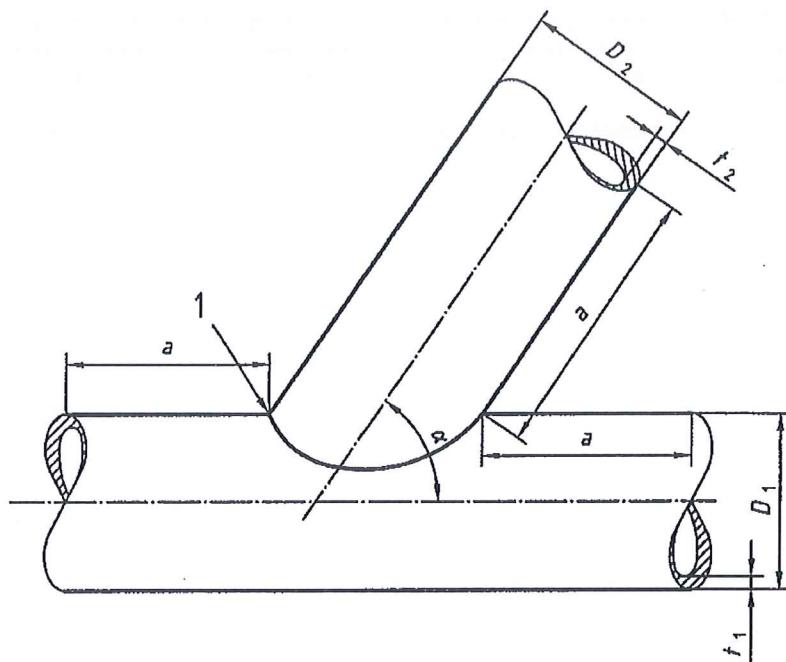
Figure 2 — Assemblage de qualification pour un assemblage bout à bout de tubes à pleine pénétration



Légende

- 1 Préparation et accostage des bords suivant le Descriptif du Mode Opératoire de Soudage Préliminaire (DMOS-P)
- a Valeur minimale 150 mm
- b Valeur minimale 350 mm
- t Épaisseur du matériau

Figure 3 — Assemblage de qualification pour un assemblage en T



Légende

- 1 Préparation et accostage des bords suivant le Descriptif du Mode Opératoire de Soudage Préliminaire (DMOS-P)
- α Angle de piquage
- a Valeur minimale 150 mm
- D_1 Diamètre extérieur du tube principal
- t_1 Épaisseur de paroi du tube principal
- D_2 Diamètre extérieur du piquage
- t_2 Épaisseur de paroi du piquage

Figure 4 — Assemblage de qualification pour un piquage

7 Contrôles, examens et essais

7.1 Étendue des contrôles, examens et essais

Les essais comportent à la fois des essais non destructifs (END) et des essais destructifs qui doivent être en conformité avec les exigences du Tableau 1.

Une norme d'application peut spécifier des essais complémentaires, par exemple :

- un essai de traction longitudinale prélevé dans le métal déposé ;
- un essai de pliage dans le métal fondu hors dilution ;
- des essais de corrosion ;
- une analyse chimique ;
- un examen micrographique ;
- une détermination de la teneur en ferrite delta ;
- un essai en croix.

NOTE Des conditions de service spécifiques, de matériaux ou de fabrication peuvent exiger des essais plus complets que ceux spécifiés par la présente norme, de manière à obtenir plus d'informations et pour éviter de refaire une épreuve de qualification de mode opératoire de soudage à une date ultérieure uniquement pour obtenir des résultats d'essais complémentaires.

Tableau 1 — Contrôles, examens et essais à réaliser sur les assemblages de qualification

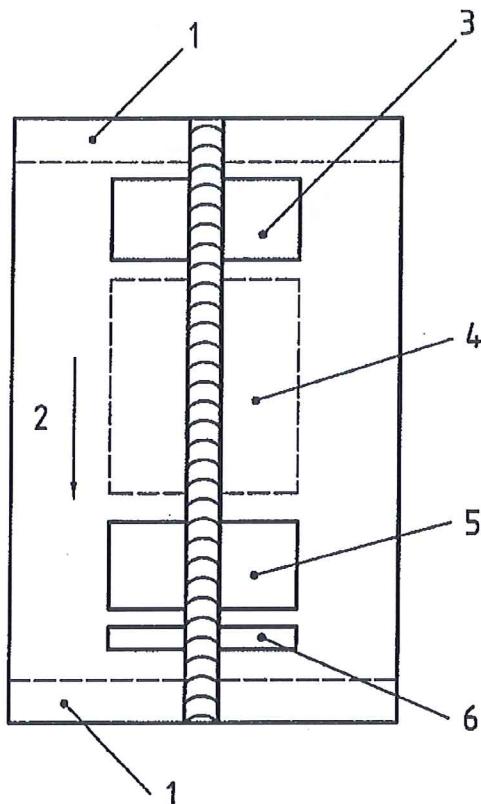
Assemblage de qualification	Type d'essais	Étendue des essais	Note
Assemblage bout à bout à pleine pénétration — Figure 1 et Figure 2	Contrôle visuel	100 %	—
	Contrôle par radiographie ou ultrasons	100 %	a)
	Contrôle de surface	100 %	b)
	Essai de traction transversale	2 éprouvettes	—
	Essai de pliage transversal	4 éprouvettes	c)
	Essai de flexion par choc	2 jeux d'éprouvettes	d)
	Essai de dureté	exigé	e)
Assemblage en T à pleine pénétration — Figure 3 Piquage à pleine pénétration — Figure 4	Examen macroscopique	1 coupe	—
	Contrôle visuel	100 %	f)
	Contrôle de surface	100 %	b) et f)
	Contrôle par ultrasons ou radiographie	100 %	a), f) et g)
	Essai de dureté	exigé	e) et f)
Soudures d'angle — Figure 3 et Figure 4	Examen macroscopique	2 coupes	f)
	Contrôle visuel	100 %	f)
	Contrôle de surface	100 %	b) et f)
	Essai de dureté	exigé	e) et f)
	Examen macroscopique	2 coupes	f)
	a) Le contrôle par ultrasons ne doit pas être utilisé pour $t < 8 \text{ mm}$ et pour les groupes de matériaux 8, 10, 41 à 48.		
	b) Contrôle par ressuage ou par magnétoscopie. Contrôle par ressuage pour les matériaux non magnétiques.		
	c) Pour les essais de pliage, voir 7.4.3.		
	d) Un jeu dans le métal fondu et un jeu dans la ZAT pour les matériaux d'épaisseur $\geq 12 \text{ mm}$ et dont la résistance à la flexion par choc est spécifiée. Les normes d'application peuvent exiger un essai de flexion par choc pour une épaisseur inférieure à 12 mm. La température d'essai doit être choisie par le fabricant, en fonction de l'application ou de la norme d'application mais ne doit pas être inférieure à celle spécifiée pour le métal de base. Pour les essais complémentaires, voir 7.4.5.		
	e) Non exigé pour les métaux de base : — sous groupe 1.1 et groupes 8, 41 à 48.		
	f) Les essais ainsi détaillés ne fournissent pas d'informations sur les propriétés mécaniques de l'assemblage. Lorsque ces propriétés correspondent à l'application une qualification supplémentaire doit être aussi réalisée, par exemple une qualification sur une soudure bout à bout.		
	g) Pour un diamètre extérieur $\leq 50 \text{ mm}$, aucun contrôle par ultrasons n'est exigé.		
Pour un diamètre extérieur $> 50 \text{ mm}$ et lorsque le contrôle par ultrasons n'est pas techniquement possible, le contrôle par radiographie doit être réalisé à condition que la configuration de l'assemblage permette d'obtenir des résultats significatifs.			

7.2 Positionnement et prélèvement des éprouvettes

Les éprouvettes doivent être prélevées conformément aux Figures 5, 6, 7, et 8.

Les éprouvettes doivent être prélevées après que tous les essais non destructifs (END) aient été effectués et qu'ils aient donné des résultats satisfaisant aux critères du contrôle correspondant à la (aux) méthode(s) d'END utilisée(s).

Il est admis d'effectuer les prélèvements hors des zones présentant des défauts compris dans les limites d'acceptation de la (des) méthode(s) END utilisée(s).

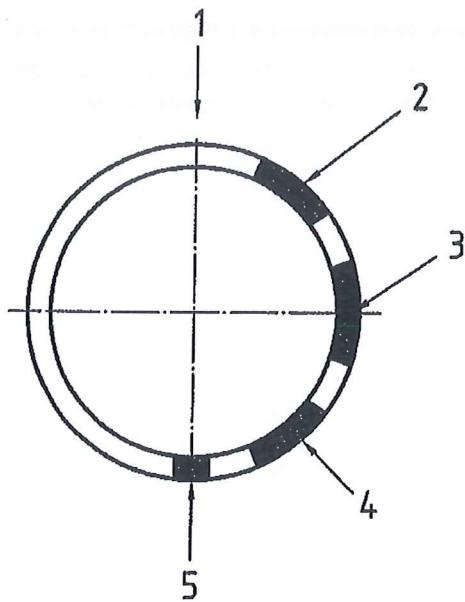


Légende

- 1 Extrémité à chuter 25 mm
- 2 Sens de soudage
- 3 Aire pour :
 - 1 éprouvette de traction ;
 - éprouvettes de pliage.
- 4 Aire pour :
 - éprouvettes de flexion par choc et éprouvettes complémentaires si exigées.
- 5 Aire pour :
 - 1 éprouvette de traction ;
 - éprouvettes de pliage.
- 6 Aire pour :
 - 1 coupe macro ;
 - 1 éprouvette pour essai de dureté.

NOTE Pas à l'échelle.

Figure 5 — Positionnement des éprouvettes dans un assemblage bout à bout de tôles à pleine pénétration

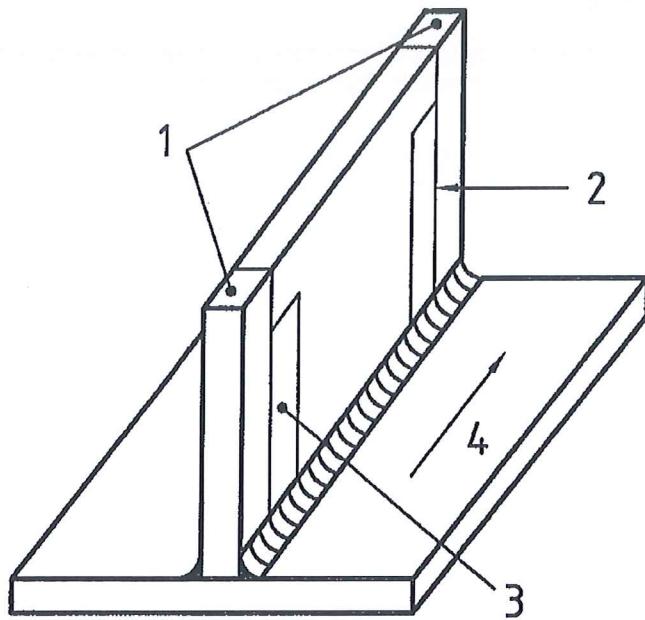


Légende

- 1 Partie supérieure pour un tube en position fixe
- 2 Aire pour :
 - 1 éprouvette de traction ;
 - éprouvettes de pliage.
- 3 Aire pour :
 - éprouvettes de flexion par choc et éprouvettes complémentaires si exigé.
- 4 Aire pour :
 - 1 éprouvette de traction ;
 - éprouvettes de pliage.
- 5 Aire pour :
 - 1 coupe macro ;
 - 1 éprouvette pour essai de dureté.

NOTE Pas à l'échelle.

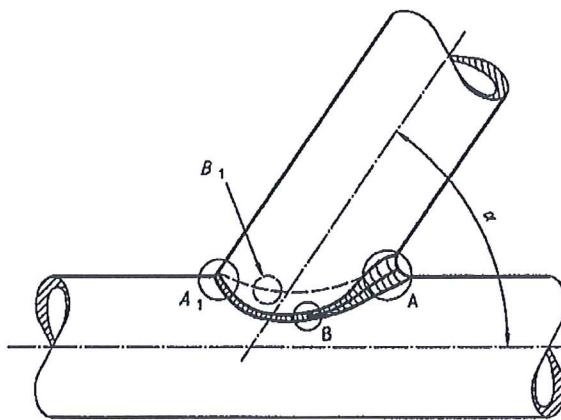
Figure 6 — Positionnement des éprouvettes dans un assemblage bout à bout de tubes à pleine pénétration



Légende

- 1 Extrémité à chuter 25 mm
- 2 Coupe macro
- 3 Coupe macro et éprouvette pour essai de dureté
- 4 Sens de soudage

Figure 7 — Positionnement des éprouvettes dans un assemblage en T



Légende

- 1 Coupe macro et éprouvette pour essai de dureté à prélever (en position A)
- 2 Coupe macro en position B
- α Angle de piquage

Figure 8 — Positionnement des éprouvettes dans un piquage ou une soudure d'angle sur tubes

7.3 Essais non destructifs

Tous les essais non destructifs en conformité avec 7.1 et le Tableau 1 doivent être effectués sur des assemblages de qualification avant prélèvement des éprouvettes. Tout traitement thermique après soudage spécifié doit être exécuté avant les essais non destructifs.

Pour les matériaux sensibles à la fissuration par l'hydrogène et pour lesquels aucun post-chauffage ou aucun traitement thermique après soudage n'est spécifié, il convient de retarder les essais non destructifs.

En fonction de la géométrie de l'assemblage, des matériaux et des exigences de travail, les END doivent être réalisés selon les exigences du Tableau 1, conformément à l'EN 970 (contrôle visuel), l'EN 1435 (contrôle par radiographie), l'EN 1714 (contrôle par ultrasons), l'EN 571-1 (contrôle par ressage) et l'EN 1290 (contrôle par magnétoscopie).

7.4 Essais destructifs

7.4.1 Généralités

L'étendue des essais doit répondre aux exigences du Tableau 1.

7.4.2 Essai de traction transversale

Les éprouvettes et la conduite de l'essai de traction transversale d'un assemblage soudé bout à bout doivent être réalisées conformément à l'EN 895.

Pour les tubes de diamètre extérieur > 50 mm, la surépaisseur du métal fondu doit être éliminée sur les deux faces pour obtenir une épaisseur d'éprouvette égale à celle de la paroi du tube.

Pour les tubes de diamètre extérieur ≤ 50 mm et lorsque la totalité de la section des tubes de petit diamètre est utilisée, la surépaisseur du métal fondu sur la surface interne du tube peut être laissée en l'état.

La résistance à la traction de l'éprouvette ne doit pas être inférieure à la valeur minimale spécifiée du métal de base correspondante sauf spécification contraire avant les essais.

Pour les assemblages métalliques mixtes, la résistance à la traction ne doit pas être inférieure à la valeur minimale spécifiée pour le matériau de base de plus faible résistance à la traction.

7.4.3 Essai de pliage

Les éprouvettes et la conduite de l'essai de pliage d'un assemblage soudé bout à bout doivent être réalisées conformément à l'EN 910.

Pour les épaisseurs < 12 mm, deux éprouvettes de pliage endroit et deux éprouvettes de pliage envers doivent être utilisées. Pour les épaisseurs ≥ 12 mm, quatre éprouvettes de pliage côté sont recommandées à la place des éprouvettes de pliage endroit et envers.

Pour un assemblage métallique mixte ou hétérogène bout à bout de tôles, une éprouvette de pliage longitudinal endroit et une éprouvette de pliage longitudinal envers peuvent être utilisées à la place de quatre éprouvettes de pliage transversal.

Le diamètre du mandrin ou du rouleau intérieur doit être égal à $4t_s$ et l'angle de pliage doit être de 180° pour un métal de base ayant un allongement $A \geq 20\%$. Pour un métal de base ayant un allongement $A < 20\%$ la formule suivante doit être appliquée :

$$d = \frac{(100 \times t_s)}{A} - t_s$$

où :

d est le diamètre du mandrin ou du rouleau intérieur ;

t_s est l'épaisseur de l'éprouvette de pliage ;

A est l'allongement à la traction minimal exigé par la spécification du matériau.

Pendant l'essai, les éprouvettes ne doivent pas révéler un seul défaut > 3 mm, et ceci dans toutes directions. Les défauts apparaissant aux angles des éprouvettes lors de l'essai doivent être ignorés lors de l'évaluation.

7.4.4 Examen macroscopique

Les éprouvettes doivent être préparées et attaquées sur une face, conformément à l'EN 1321, pour révéler clairement la zone de liaison, la ZAT et la distribution des passes.

L'examen macro doit comporter une partie de métal de base non affecté thermiquement et doit être consigné par au moins une image par épreuve.

Les niveaux d'acceptation doivent être en conformité avec 7.5.

7.4.5 Essai de flexion par choc

Les éprouvettes et la conduite de l'essai de flexion par choc doivent être réalisées conformément à la présente norme pour la position des éprouvettes et la température d'essai, et conformément à l'EN 875 pour leurs dimensions et la méthode d'essai.

Les types d'éprouvettes à utiliser doivent être respectivement VWT (V : entaille Charpy en V — W : entaille dans le métal fondu — T : entaille à travers l'épaisseur) pour le métal fondu et VHT (V : entaille Charpy en V — H : entaille dans la zone affectée thermiquement — T : entaille à travers l'épaisseur) pour la ZAT. Pour chaque emplacement spécifié, chaque jeu doit comporter trois éprouvettes.

Les éprouvettes de type Charpy à entaille en V doivent être utilisées. Elles doivent être prélevées à une distance maximale de 2 mm sous la surface du métal de base et transversalement à la soudure.

Dans la ZAT, l'entaille doit être placée de 1 mm à 2 mm de la zone de liaison et dans l'axe de la soudure pour les éprouvettes prélevées dans le métal fondu.

Pour les épaisseurs > 50 mm, deux jeux d'éprouvettes supplémentaires doivent être prélevés, un dans le métal fondu et un dans la ZAT à mi-épaisseur ou dans la zone de la racine de la soudure.

L'énergie absorbée doit être en conformité avec la norme du matériau de base correspondante, sauf si elle est modifiée par la norme d'application. La valeur moyenne des trois éprouvettes doit satisfaire aux exigences spécifiées. Pour chaque emplacement d'entaille une valeur individuelle peut être inférieure à la valeur moyenne minimale spécifiée, dans la mesure où elle n'est pas inférieure à 70 % de cette valeur.

Pour les assemblages métalliques mixtes, l'essai de flexion par choc doit être réalisé sur des éprouvettes dans chacune des ZAT de chaque métal de base.

Lorsque des procédés de soudage multiples sont qualifiés à l'aide d'un seul assemblage de qualification, les éprouvettes de flexion par choc doivent être prélevées dans le métal fondu et dans la ZAT pour chaque procédé.

7.4.6 Essai de dureté

L'essai de dureté Vickers sous charge HV10 doit être réalisé conformément à l'EN 1043-1. Les mesures de dureté doivent être effectuées dans la soudure, les zones affectées thermiquement et le métal de base afin d'évaluer la plage de valeurs de dureté dans tout l'assemblage soudé. Pour les matériaux d'épaisseur inférieure ou égale à 5 mm, une seule ligne de filiation doit être réalisée à une profondeur de 2 mm maximum sous la surface supérieure de l'assemblage soudé. Pour les matériaux d'épaisseur supérieure à 5 mm, deux lignes de filiation doivent être réalisées à une profondeur de 2 mm maximum sous les surfaces supérieure et inférieure de l'assemblage soudé. Pour les soudures avec reprise envers, les soudures d'angle et les assemblages en T, une ligne de filiation supplémentaire doit être réalisée en racine. Des exemples types de répartition d'empreintes sont montrés dans les Figures 1 a), b), e) et f) de l'EN 1043-1:1995 et dans les Figures 3 et 4.

Pour chaque ligne de filiation, au moins trois empreintes doivent être réalisées dans chacune des zones suivantes :

- la soudure ;
- les deux zones affectées thermiquement ;
- les deux métaux de base.

Pour la ZAT, la première empreinte doit être placée aussi près que possible de la zone de liaison.

Les résultats de l'essai de dureté doivent satisfaire aux exigences du Tableau 2. Cependant les exigences pour les groupes 6 (non traités thermiquement), 7, 10 et 11 et tout assemblage métallique mixte doit être spécifié avant essai.

Tableau 2 — Valeurs maximales de dureté admissibles (HV10)

Groupes d'acières CR ISO/TR 15608	Non-traité thermiquement	Traité thermiquement
1 a), 2	380	320
3 b)	450	380
4, 5	380	320
6	—	350
9.1	350	300
9.2	450	350
9.3	450	350

a) Si l'essai de dureté est exigé.
b) Pour les aciers à limite d'élasticité minimale $R_{eH} > 890 \text{ N/mm}^2$ des valeurs spéciales doivent être spécifiées.

7.5 Niveaux d'acceptation

Un mode opératoire de soudage est qualifié si les défauts dans l'assemblage de qualification sont dans les limites du niveau de qualité B spécifiées dans l'EN 25817 sauf pour les types de défauts suivants : les surépaisseurs excessives, les convexités excessives, les gorges excessives et les excès de pénétration pour lesquels le niveau C doit s'appliquer.

NOTE La corrélation entre les niveaux de qualité de l'EN 25817 et les niveaux d'acceptations des différentes méthodes END est donnée dans l'EN 12062.

7.6 Contre-essais

Si l'assemblage de qualification ne satisfait pas à l'une des exigences du contrôle visuel ou des END spécifiés en 7.5, un autre assemblage de qualification doit être soudé et soumis au même contrôle. Si cet assemblage de qualification supplémentaire ne satisfait pas aux exigences, l'épreuve de qualification a échoué.

Si une éprouvette ne satisfait pas aux exigences des essais destructifs conformément à 7.4 mais uniquement du fait de défauts dans la soudure, deux autres éprouvettes doivent être soumises à essai par éprouvette défectueuse. Ces éprouvettes supplémentaires peuvent être prélevées dans le même assemblage de qualification s'il y a suffisamment de matière, ou dans un autre assemblage de qualification. Chaque éprouvette supplémentaire doit être soumise aux mêmes essais que l'éprouvette défectueuse. Si aucune de ces éprouvettes supplémentaires ne satisfait aux exigences, l'épreuve de qualification a échoué.

Si une éprouvette de traction ne satisfait pas aux exigences de 7.4.2, deux autres éprouvettes doivent être essayées par éprouvette défectueuse. Ces deux éprouvettes doivent satisfaire aux exigences de 7.4.2.

Si des valeurs de dureté individuelles dans différentes zones soumises à l'essai sont situées au-dessus des valeurs indiquées dans le Tableau 2, des essais de dureté supplémentaires peuvent être effectués (sur l'envers de l'éprouvette ou après un meulage suffisant des surfaces soumises à l'essai). Aucune des valeurs de dureté supplémentaires ne doit excéder les valeurs de dureté maximales données dans le Tableau 2.

Pour des essais de flexion par choc Charpy, dont les résultats sur un jeu de trois éprouvettes ne satisfont pas aux exigences, mais où une seule valeur se situe en dessous de 70 %, trois éprouvettes supplémentaires doivent être prélevées. La valeur moyenne des trois éprouvettes ainsi que les résultats d'origine ne doivent pas être inférieurs à la moyenne exigée.

8 Domaine de validité

8.1 Généralités

Chacune des conditions énoncées à l'Article 7 doit être satisfaite afin d'être conforme à la présente norme.

Toute modification se situant en dehors du domaine spécifié nécessite une nouvelle épreuve de qualification du mode opératoire de soudage.

8.2 Par rapport au fabricant

Une qualification d'un DMOS-P obtenue par un fabricant au moyen d'une épreuve de qualification du mode opératoire de soudage selon la présente norme est valable pour le soudage dans les ateliers ou sur les chantiers placés sous la même direction technique et le même contrôle qualité du fabricant.

Le soudage est considéré comme étant sous la même direction technique et le même contrôle qualité lorsque le fabricant qui a effectué l'épreuve de qualification du mode opératoire de soudage conserve une responsabilité totale pour toutes les opérations de soudage réalisées selon celui-ci.

8.3 Par rapport au matériau de base

8.3.1 Groupement des matériaux de base

En vue de diminuer le nombre d'épreuves de qualification du mode opératoire de soudage, les aciers, le nickel et les alliages de nickel sont regroupés selon le CR ISO/TR 15608.

Des qualifications de mode opératoire de soudage séparées sont exigées pour chaque matériau de base ou combinaison de matériaux de base n'appartenant pas au système de groupement.

Si un matériau de base appartient à deux groupes ou sous-groupes, il doit toujours être classé dans le groupe ou le sous-groupe inférieur.

NOTE Des différences mineures de composition entre des nuances semblables provenant de l'utilisation de normes nationales, ne nécessitent pas une nouvelle qualification.

8.3.1.1 *Aciers*

Les domaines de validité sont donnés dans le Tableau 3.

8.3.1.2 *Alliages de nickel*

Les domaines de validité sont donnés dans le Tableau 4.

8.3.1.3 Assemblages mixtes en acier et alliages de nickel

Les domaines de validité sont donnés dans le Tableau 4.

Tableau 3 — Domaine de validité pour les groupes et sous-groupes d'acier

(Sous-)groupe du matériau de l'assemblage de qualification	Domaine de validité
1 — 1	1 a) — 1
2 — 2	2 a) — 2, 1 — 1, 2 a) — 1
3 — 3	3 a) — 3, 1 — 1, 2 — 1, 2 — 2, 3 a) — 1, 3 a) — 2
4 — 4	4 b) — 4, 4 b) — 1, 4 b) — 2
5 — 5	5 b) — 5, 5 b) — 1, 5 b) — 2
6 — 6	6 b) — 6, 6 b) — 1, 6 b) — 2
7 — 7	7 c) — 7
7 — 3	7 c) — 3, 7 c) — 1, 7 c) — 2
7 — 2	7 c) — 2 a), 7 c) — 1
8 — 8	8 c) — 8
8 — 6	8 c) — 6 b), 8 c) — 1, 8 c) — 2, 8 c) — 4
8 — 5	8 c) — 5 b), 8 c) — 1, 8 c) — 2, 8 c) — 4, 8 c) — 6.1, 8 c) — 6.2
8 — 3	8 c) — 3 a), 8 c) — 1, 8 c) — 2
8 — 2	8 c) — 2 a), 8 c) — 1
9 — 9	9 b) — 9
10 — 10	10 b) — 10
10 — 8	10 b) — 8 c)
10 — 6	10 b) — 6 b), 10 b) — 1, 10 b) — 2, 10 b) — 4
10 — 5	10 b) — 5 b), 10 b) — 1, 10 b) — 2, 10 b) — 4, 10 b) — 6.1, 10 b) — 6.2
10 — 3	10 b) — 3 a), 10 b) — 1, 10 b) — 2
10 — 2	10 b) — 2 a), 10 b) — 1
11 — 11	11 b) — 11, 11 b) — 1

a) Couvre les aciers à limite d'élasticité spécifiée égale ou inférieure du même groupe.

b) Couvre les aciers du même sous-groupe et tout sous-groupe inférieur du même groupe.

c) Couvre les aciers du même sous-groupe

Tableau 4 — Domaine de validité pour les groupes des alliages de nickel et des alliages de nickel/aciers

Groupe du matériau de l'assemblage de qualification	Domaine de validité
41 — 41	41 ^{c)} — 41
42 — 42	42 ^{c)} — 42
43 — 43	43 ^{c)} — 43, 45 ^{c)} — 45, 47 ^{c)} — 47
44 — 44	44 ^{c)} — 44
45 — 45	45 ^{c)} — 45, 43 ^{c)} — 43 ^{c)}
46 — 46	46 ^{c)} — 46
47 — 47	47 ^{c)} — 47, 43 ^{c)} — 43 ^{c), 45^{c)} — 45^{c)}}
48 — 48	48 ^{c)} — 48
41 à 48 — 2	41 à 48 ^{c)} — 2 ^{a)} , 41 à 48 ^{c)} — 1
41 à 48 — 3	41 à 48 ^{c)} — 3 ^{a)} , 41 à 48 ^{c)} — 2 ou 1
41 à 48 — 5	41 à 48 ^{c)} — 5 ^{b)} , 41 à 48 ^{c)} — 6.2 ou 6.1 ou 4 ou 2 ou 1
41 à 48 — 6	41 à 48 ^{b)} — 6 ^{b)} , 41 à 48 ^{c)} — 4 ou 2 ou 1
NOTE Pour les groupes 41 à 48, une épreuve de qualification réalisée sur un alliage à durcissement structural d'un groupe couvre tous les alliages à durcissement structural de ce groupe soudés à tous les alliages à solution solide du même groupe.	
a) Couvre les aciers à limite d'élasticité spécifiée égale ou inférieure du même groupe.	
b) Couvre les aciers du même sous-groupe et tout sous-groupe inférieur du même groupe.	
c) Pour les groupes 41 à 48, une épreuve de qualification réalisée sur un alliage à solution solide ou à durcissement structural d'un groupe couvre tous les alliages respectivement à solution solide ou à durcissement structural du même groupe.	

8.3.2 Épaisseur du matériau de base et diamètre du tube

8.3.2.1 Généralités

— Pour la qualification mono-procédé, l'épaisseur, t , doit avoir les significations suivantes :

a) Pour un assemblage bout à bout à pleine pénétration :

- l'épaisseur du matériau de base.

b) Pour une soudure d'angle :

- les épaisseurs du matériau de base. Pour chaque domaine d'épaisseur qualifiée comme indiqué dans le Tableau 6, il y a également un domaine de validité associé correspondant aux épaisseurs de gorge, a , des soudures d'angle monopasse, tel que donné en 8.3.2.2.

c) Pour un piquage posé :

- les épaisseurs du matériau de base.

d) Pour un piquage emboîté ou un piquage traversant :

- les épaisseurs du matériau de base.

- e) Pour un assemblage en T sur des tôles à pleine pénétration :
 - les épaisseurs du matériau de base.
- Pour une qualification multi-procédé, l'épaisseur consignée propre à chacun des procédés doit servir de base au domaine de validité pour les procédés de soudage individuels.

8.3.2.2 Domaine de validité pour les assemblages bout à bout à pleine pénétration, les assemblages en T, les piquages et les soudures d'angle

La qualification d'un mode opératoire de soudage obtenue sur une épaisseur t , doit inclure la qualification des épaisseurs dans les domaines de validité donnés dans le Tableau 5 et le Tableau 6.

Pour les piquages et les soudures d'angle, le domaine de validité doit être appliqué indépendamment aux deux matériaux de base. Lorsqu'une soudure d'angle est qualifiée par une soudure bout à bout à pleine pénétration le Tableau 6 s'applique.

Tableau 5 — Domaine de validité pour l'épaisseur de matériau et l'épaisseur de métal déposé pour les soudures bout à bout à pleine pénétration

Dimensions en millimètres

Épaisseur de l'assemblage de qualification t	Domaine de validité	
	Monopasse	Multipasse
$t \leq 3$	0,7 t à 1,3 t	0,7 t à 2 t
$3 < t \leq 12$	0,5 t (3 min.) à 1,3 t ^{a)}	3 à 2 t ^{a)}
$12 < t \leq 100$	0,5 t à 1,1 t	0,5 t à 2 t
$t > 100$	Non applicable	50 à 2 t

a) Si des exigences sur la résistance à la flexion par choc sont spécifiées, la limite supérieure de qualification est de 12 mm sauf si des essais de flexion par choc ont été réalisés.

Tableau 6 — Domaine de validité pour l'épaisseur du matériau et l'épaisseur de gorge pour les soudures d'angle

Dimensions en millimètres

Épaisseur de l'assemblage de qualification t	Domaine de validité		
	Épaisseur du matériau	Épaisseur de gorge	
		Monopasse	Multipasse
$t \leq 3$	0,7 t à 2 t	0,75 a à 1,5 a	Aucune restriction
$3 < t < 30$	0,5 t (3 min.) à 1,2 t	0,75 a à 1,5 a	Aucune restriction
$t \geq 30$	≥ 5	a)	Aucune restriction

NOTE 1 a est la gorge telle qu'utilisée pour l'assemblage de qualification.

NOTE 2 Si une soudure d'angle est qualifiée au moyen d'une soudure bout à bout à pleine pénétration, le domaine de validité de l'épaisseur de gorge qualifié doit être basé sur l'épaisseur du métal déposé.

a) Pour application spéciale uniquement. Chaque épaisseur de gorge est à vérifier séparément au moyen d'une épreuve de qualification de mode opératoire de soudage.

8.3.2.3 Domaine de validité relatif au diamètre des tubes et des piquages

La qualification d'un mode opératoire de soudage par épreuve obtenue sur un diamètre D doit inclure la qualification des diamètres dans les domaines suivants donnés dans le Tableau 7.

La qualification obtenue sur tôles étend également la qualification aux tubes de diamètre extérieur > 500 mm ou de diamètre > 150 mm soudés en rotation en position PA ou PC.

Tableau 7 — Domaine de validité relatif au diamètre des tubes et des piquages
Dimensions en millimètres

Diamètre de l'assemblage de qualification D ^{a)} mm	Domaine de validité
$D \leq 25$	0,5D à 2D
$D > 25$	$\geq 0,5D$ (25 mm min.)
NOTE Dans le cas de profils creux pour la construction métallique, D est la dimension du plus petit côté.	
a) D est le diamètre extérieur du tube ou le diamètre extérieur du piquage.	

8.3.3 Angle d'inclinaison de piquage

Une épreuve de qualification de mode opératoire de soudage obtenue sur un piquage incliné d'un angle α qualifie tous les angles d'inclinaison α_1 , situés dans le domaine $\alpha \leq \alpha_1 \leq 90^\circ$.

8.4 Commun à tous les modes opératoires de soudage

8.4.1 Procédés de soudage

Chaque degré de mécanisation doit être qualifié indépendamment (manuel, partiellement mécanisé, totalement mécanisé et automatique).

De même, il n'est pas autorisé de changer le mode de mise en œuvre (manuel, mécanisé ou automatique).

La qualification est uniquement valable pour le(s) procédé(s) de soudage utilisé(s) lors de l'épreuve de qualification du mode opératoire de soudage.

Dans le cas d'un mode opératoire multi-procédures, la qualification du mode opératoire de soudage peut être réalisée par des épreuves de qualification séparées pour chaque procédé de soudage. Il est également possible de réaliser l'épreuve de qualification du mode opératoire de soudage comme une épreuve de qualification multi-procédures. La qualification d'une telle épreuve est uniquement valable pour la séquence de soudage réalisée lors de l'épreuve de qualification du mode opératoire multi-procédures.

NOTE Il n'est pas autorisé d'utiliser une épreuve de qualification du mode opératoire multi-procédures pour qualifier tout procédé unique sauf si les essais réalisés sur ce procédé sont conformes à la présente norme.

8.4.2 Positions de soudage

Le soudage lors d'une épreuve dans une seule position (tube ou tôle) qualifie le soudage dans toutes les positions (tube ou tôle) à l'exception de PG et J-L045 pour lesquelles une épreuve de qualification de mode opératoire de soudage séparée est exigée.

Lorsque des exigences sur la résistance à la flexion par choc et/ou de dureté sont spécifiées, les essais de flexion par choc doivent être réalisés dans la soudure obtenue avec la position correspondant à l'apport de chaleur le plus élevé, et les essais de dureté doivent être réalisés dans la soudure obtenue avec la position correspondant à l'apport de chaleur le plus faible, ceci afin d'obtenir une qualification pour toutes les positions.

Par exemple, pour des soudures bout à bout de tôle, à pleine pénétration, la position correspondant à l'apport de chaleur le plus élevé est normalement PF et celle à l'apport de chaleur le plus faible PC. Pour les soudures de tubes fixes les essais de dureté doivent être réalisés à partir de la position plafond.

Si aucune exigence à la résistance de flexion par choc ou de dureté n'est spécifiée, le soudage dans n'importe quelle position (tube ou tôle) qualifie le soudage en toutes positions (tube ou tôle).

Afin de satisfaire à la fois aux exigences de dureté et de résistance à la flexion par choc, deux assemblages de qualification dans des positions de soudage différentes sont exigées, sauf si la qualification est exigée pour une seule position de soudage. Lorsque la qualification est exigée pour toutes les positions, ces deux assemblages de qualification doivent être soumis à un contrôle visuel à 100 % et à des essais non destructifs.

Pour les matériaux du groupe 10, les positions correspondant à l'apport de chaleur le plus faible et le plus élevé doivent être soumises à la fois aux essais de flexion par choc et de dureté.

NOTE D'autres essais destructifs peuvent être réalisés sur l'un ou l'autre des assemblages de qualification. L'un des assemblages de qualification peut être de longueur réduite.

8.4.3 Type d'assemblage/de soudure

Le domaine de validité pour le type d'assemblage soudé est tel que celui utilisé dans l'épreuve de qualification et soumis aux limitations données dans les autres articles (par exemple diamètre, épaisseur) et en plus :

- a) les soudures bout à bout à pleine pénétration qualifient les soudures bout à bout à pleine pénétration ou à pénétration partielle et les soudures d'angle. Des épreuves sur soudures d'angle sont exigées lorsque celles-ci correspondent au type d'assemblage prédominant en fabrication ;
- b) les assemblages bout à bout sur tube qualifient les piquages ayant un angle $\geq 60^\circ$;
- c) les assemblages bout à bout en T ne qualifient que les assemblages bout à bout en T et les soudures d'angle [voir a)] ;
- d) les soudures réalisées d'un seul côté sans support envers qualifient les soudures réalisées des deux côtés ainsi que les soudures avec support envers ;
- e) les soudures réalisées avec support envers qualifient les soudures réalisées des deux côtés ;
- f) les soudures réalisées des deux côtés sans gougeage qualifient les soudures réalisées des deux côtés avec gougeage ;
- g) le soudage avec cordon d'angle ne qualifie que le soudage avec cordon d'angle ;
- h) pour un procédé donné, il n'est pas permis de passer d'un dépôt multipasse à un dépôt monopasse (ou mono-passe de chaque côté) ou vice-versa.

8.4.4 Métal d'apport, désignation

Des matériaux d'apport étendent la qualification à d'autres matériaux d'apport à condition qu'ils aient des propriétés mécaniques équivalentes, le même type d'enrobage ou de flux, la même composition nominale et une teneur en hydrogène inférieure ou égale selon la désignation de la Norme européenne correspondant au produit d'apport concerné.

8.4.5 Métaux d'apport, marque (fabricant et appellation commerciale)

Lorsque l'essai de flexion par choc est exigé, pour les procédés 111, 114, 12, 136 et 137 le domaine de validité est limité à la marque spécifique utilisée dans l'épreuve de qualification. Il est autorisé de changer la marque spécifique du matériau d'apport pour une autre marque ayant la même partie de désignation obligatoire lorsqu'un assemblage de qualification supplémentaire est soudé. Cet assemblage de qualification doit être soudé en utilisant les paramètres de soudage identiques à ceux de l'épreuve d'origine et uniquement les éprouvettes de flexion par choc sur le métal fondu doivent être soumises à l'essai.

NOTE Cette condition ne s'applique pas au fil électrode plein et aux baguettes de même désignation et de même composition chimique nominale.

8.4.6 Dimensions du matériau d'apport

Il est permis de modifier les dimensions du matériau d'apport à condition de satisfaire aux exigences de 8.4.8.

8.4.7 Type de courant

La qualification obtenue est limitée au type de courant [courant alternatif (CA), courant continu (CC) ou pulsé], et à la polarité utilisés pendant l'épreuve de qualification du mode opératoire de soudage. Pour le procédé 111, le courant alternatif qualifie également le courant continu (les deux polarités) lorsque l'essai de flexion par choc n'est pas exigé.

8.4.8 Apport de chaleur

Lorsque des exigences sur la résistance à la flexion par choc s'appliquent, la limite supérieure de l'apport de chaleur qualifié est de 25 % supérieure à celui utilisé pour le soudage de l'assemblage de qualification.

Lorsque des exigences concernant la dureté s'appliquent, la limite inférieure de l'apport de chaleur qualifié est de 25 % inférieure à celui utilisé pour le soudage de l'assemblage de qualification.

L'apport de chaleur est calculé conformément à l'EN 1011-1.

Si les épreuves de qualification de mode opératoire de soudage ont été réalisées à la fois à des niveaux d'apport de chaleur élevé et faible, tous les niveaux d'apport de chaleur intermédiaires sont alors également qualifiés.

8.4.9 Température de préchauffage

Lorsqu'un préchauffage est exigé, la limite inférieure de qualification est la température nominale de préchauffage appliquée au début de l'épreuve de qualification du mode opératoire de soudage.

8.4.10 Température entre passes

La limite supérieure de qualification est la température entre passes la plus élevée atteinte pendant l'épreuve de qualification du mode opératoire de soudage.

8.4.11 Post chauffage pour dégazage de l'hydrogène

La température et le temps de maintien d'un post chauffage ne doivent pas être diminués. Le post chauffage ne doit pas être omis, mais il peut être ajouté.

8.4.12 Traitement thermique après soudage

L'ajout ou la suppression d'un traitement thermique après soudage n'est pas autorisé(e).

La plage de températures qualifiée correspond à la température de maintien utilisée pendant l'épreuve de qualification du mode opératoire de soudage $\pm 20^{\circ}\text{C}$, sauf spécification contraire. Lorsqu'ils sont exigés, les vitesses de montée, de refroidissement et le temps de maintien doivent être en rapport avec le produit.

8.4.13 Traitement thermique initial

Un changement de condition de traitement thermique initial avant le soudage de matériaux à durcissement structural n'est pas autorisé.

8.5 Spécifique aux procédés

8.5.1 Procédé 12

8.5.1.1 Chaque variante du procédé 12 (121 à 125) doit être qualifiée indépendamment.

8.5.1.2 La qualification obtenue pour un flux est limitée à la marque et la désignation utilisées pendant l'épreuve de qualification du mode opératoire de soudage.

8.5.2 Procédés 131, 135, 136 et 137

8.5.2.1 La qualification obtenue pour un gaz de protection est limitée au symbole du gaz selon l'EN 439. Cependant la teneur en CO₂ ne doit pas dépasser de 10 % celle utilisée pour qualifier l'épreuve de qualification du mode opératoire de soudage. Les gaz de protection non couverts par l'EN 439 sont limités à la composition nominale utilisée pendant l'épreuve.

8.5.2.2 La qualification obtenue est limitée au système de fil utilisé pendant l'épreuve de qualification du mode opératoire de soudage (exemple : système à fil unique ou fils multiples).

8.5.2.3 Pour les fils pleins et les fils fourrés de métal, la qualification utilisant un transfert par court-circuit ne qualifie que le transfert par court-circuit. La qualification utilisant un transfert par pulvérisation ou un transfert globulaire qualifie à la fois le transfert par pulvérisation et le transfert globulaire.

8.5.3 Procédé 141

8.5.3.1 La qualification obtenue pour un gaz de protection et un gaz de protection envers est limitée au symbole du gaz selon l'EN 439. Les gaz de protection non couverts par l'EN 439 sont limités à la composition nominale utilisée pendant l'épreuve.

8.5.3.2 Une épreuve réalisée sans gaz de protection envers qualifie le soudage avec gaz de protection envers.

8.5.3.3 Le soudage avec matériau d'apport ne qualifie pas le soudage sans matériau d'apport ou vice-versa.

8.5.4 Groupe 15

8.5.4.1 La qualification du mode opératoire de soudage est limitée à la composition du gaz plasmagène utilisé pendant l'épreuve.

8.5.4.2 La qualification obtenue pour un gaz de protection et un gaz de protection envers est limitée au symbole du gaz selon l'EN 439. Les gaz de protection non couverts par l'EN 439 sont limités à la composition nominale qualifiée.

8.5.4.3 Le soudage avec matériau d'apport ne qualifie pas le soudage sans matériau d'apport ou vice-versa.

8.5.5 Groupe 311

Le soudage avec matériau d'apport ne qualifie pas le soudage sans matériau d'apport ou vice-versa.

9 Procès-Verbal de Qualification du Mode Opératoire de Soudage (PV-QMOS)

Le Procès-Verbal de Qualification du Mode Opératoire de Soudage (PV-QMOS) est un état des résultats de l'évaluation de chaque assemblage de qualification, y compris les contre-essais. Les points qui apparaissent dans la partie correspondante du prEN ISO 15609 pour le DMOS doivent être inclus, avec les détails de toutes caractéristiques qui seraient rejetées par les exigences de l'Article 7. Si aucune caractéristique rejetable ou aucun résultat d'essai inacceptable n'est trouvé, un PV-QMOS détaillant les résultats obtenus sur l'assemblage de qualification est qualifié et doit être signé et daté par l'examinateur ou l'organisme d'examen.

Un modèle de PV-QMOS doit être utilisé pour enregistrer les détails du mode opératoire de soudage et les résultats de l'épreuve afin d'uniformiser la présentation et de faciliter l'évaluation des données.

Un exemple de modèle de PV-QMOS est donné en Annexe A.

Annexe A

(informative)

Procès-verbal de qualification de mode opératoire de soudage par épreuve (PV-QMOS)

Certificat de qualification du mode opératoire de soudage

N° du PV-QMOS du fabricant : Examinateur ou organisme d'examen
Fabricant : Référence N° :
Adresse :
Code / Norme d'épreuve :
Date de soudage :

Domaine de validité de la qualification

Procédé(s) de soudage :
Type d'assemblage et de soudure :
Groupe(s) et sous-groupe(s) du matériau de base :
Épaisseur du matériau de base (mm) :
Épaisseur du métal fondu (mm) :
Épaisseur de gorge (mm) :
Monopasse/multipasse :
Diamètre extérieur du tube (mm) :
Désignation du matériau d'apport :
Marque du matériau d'apport :
Dimensions du matériau d'apport :
Désignation du flux/gaz de protection :
Désignation du gaz de protection envers :
Type de courant de soudage et polarité :
Mode de transfert de métal :
Apport de chaleur :
Positions de soudage :
Température de préchauffage :
Température entre passes :
Post-chauffage :
Traitement thermique après soudage :
Autres informations (voir également 8.5) :

Certifie que les soudures de qualification ont été préparées, soudées et contrôlées de façon satisfaisante conformément aux exigences du code / de la norme d'épreuve indiqué(e) ci-dessus.

.....

.....

.....

Lieu

Date d'émission

Examinateur ou organisme d'examen

Nom, date et signature

Soudure de qualification — rapport d'exécution

Lieu : Examinateur ou organisme d'examen :
N° du DMOS-P du fabricant : Méthode de préparation et de nettoyage :
N° du PV-QMOS du fabricant : Spécification du matériau de base :
Fabricant : Épaisseur du matériau (mm) :
Nom du soudeur : Diamètre extérieur du tube (mm) :
Mode de transfert de métal : Position de soudage :
Type d'assemblage et de soudure :

Détails de préparation de la soudure (Schéma)* :

Schéma de préparation		Disposition des passes	

Détails relatifs au soudage

Passe	Procédé de soudage	Dimensions du matériau d'apport	Intensité A	Tension V	Type de courant / polarité	Vitesse de dévidage du fil	Vitesse d'avance*	Apport de chaleur*	Transfert de métal

Désignation et marque du matériau d'apport :

Autres informations* par exemple :

Etuvage ou séchage spécifique :

Baylage (largeur maximale de la passe) :

Gaz de protection /flux : endroit :

Oscillation : amplitude, fréquence, temps d'arrêt

envers :

Soudage pulsé, détails :

Débit du gaz de protection : endroit :

Distance tube-contact/pièce :

envers :

Détail du soudage plasma :

Type d'électrode de tungstène/Dimension :

Inclinaison de la torche :

Détails de gougeage ou du support envers :

Température de préchauffage :

Température entre passes :

Post-chauffage :

Traitement thermique après soudage :

(Temps, Température, Méthode,

Vitesses* de montée en température et de refroidissement):

.....

Fabricant

.....

Examinateur ou organisme d'examen

Nom, date et signature

.....

Nom, date et signature

* Si exigé.

Résultats des contrôles, examens et essais

N° du PV-QMOS du fabricant : Examinateur ou organisme d'examen

Contrôle visuel : Référence N° :

Contrôle par ressouge/magnétoscopie* Contrôle par radiographie* :

Essais de traction Contrôle par ultrasons* :

Température :

Type/N°.	R_e N/mm ²	R_m N/mm ²	A % sur	Z %	Localisation de la cassure	Remarques
Exigences						

Essai de pliage

Diamètre du poinçon :

Type/N°.	Angle de pliage	Allongement*	Résultats

Examen macro :

Essai de flexion par choc*

Type :

Dimensions :

Exigences :

Emplacement/direction de l'entaille	Temp. °C	Valeurs			Moyenne	Remarques
		1	2	3		

Essai de dureté* (Type/Charge)

Emplacement des mesures (Schémas*)

Métal de base :

ZAT :

Métal fondu :

Autres essais :

Remarques :

Essais exécutés conformément aux exigences de :

Rapport de laboratoire — référence N° :

Les résultats sont conformes/non conformes

(Rayer selon le cas)

Essais exécutés en présence de :

Examinateur ou organisme d'examen

Nom, Date et Signature

* Si exigé.

Annexe ZA
(normative)

**Normes internationales et européennes correspondantes
pour lesquelles les équivalents ne sont pas donnés dans le texte**

Au moment de la publication de la présente partie de l'EN ISO 15614, les documents ISO suivants étaient équivalents aux normes européennes référencées de manière normative dans le texte. Les membres de l'ISO et de la CEI possèdent le registre des Normes internationales en vigueur.

EN 439	ISO 14175	Produits consommables pour le soudage — Gaz de protection pour le soudage et le coupage à l'arc
EN 571-1	ISO 3452-1	Essais non destructifs — Examen par ressuage — Partie 1 : Principes généraux
EN 875	ISO 9016	Essais destructifs des soudures sur matériaux métalliques — Essai de flexion par choc — Position de l'éprouvette, orientation de l'entaille et examen
EN 895	ISO 4136	Essais destructifs des soudures sur matériaux métalliques — Essai de traction transversale
EN 910	ISO 5173	Essais destructifs des soudures sur matériaux métalliques — Essais de pliage
EN 970	ISO 17637	Contrôle non destructif des assemblages soudés par fusion — Contrôle visuel
EN 1043-1	ISO 9015-1	Essais destructifs des soudures sur matériaux métalliques — Essais de dureté — Partie 1 : Essai de dureté des assemblages soudés à l'arc
EN 1290	ISO 17638	Contrôle non destructif des assemblages soudés — Contrôle par magnétoscopie
EN 1321	ISO 17639	Essais destructifs des soudures sur matériaux métalliques — Examens macroscopique et microscopique des assemblages soudés
EN 1418	ISO 14732	Personnel en soudage — Épreuve de qualification des opérateurs soudeurs pour le soudage par fusion et des régulateurs en soudage par résistance pour le soudage totalement mécanisé et automatique des matériaux métalliques
EN 1435	ISO 17636	Contrôle non destructif des assemblages soudés — Contrôle par radiographie des assemblages soudés par fusion
EN 1714	ISO 17640	Contrôle non destructif des assemblages soudés — Contrôle par ultrasons des assemblages soudés
EN 12062	ISO 17635	Contrôle non destructif des assemblages soudés — Règles générales pour les soudures par fusion des matériaux métalliques
EN 25817	ISO 5817	Assemblages en acier soudés à l'arc — Guide des niveaux d'acceptation des défauts

Annexe ZB

(informative)

Relation entre la présente Norme européenne et les exigences essentielles de la Directive UE

La présente Norme européenne a été élaborée dans le cadre d'un Mandat donné au CEN par la Commission Européenne et l'Association Européenne de Libre Échange afin d'offrir un moyen de se conformer aux exigences essentielles de la Directive Nouvelle approche 97/23/CE.

Une fois la présente norme citée au Journal officiel des Communautés européennes (JOCE) au titre de ladite Directive et dès sa reprise en norme nationale dans au moins un Etat membre, la conformité aux articles de cette norme indiqués dans le Tableau ZB confère, dans les limites du domaine d'application de la norme, présomption de conformité aux exigences essentielles correspondantes de ladite Directive et de la réglementation AELE associée.

Tableau ZB — Correspondance entre la présente Norme européenne et la Directive 97/23/CE

Articles/Paragraphes de la présente EN	Exigences essentielles de la Directive 97/23/CE	Remarques/Notes
Tous les articles	Annexe I, 3.1.2	Assemblages permanents

AVERTISSEMENT D'autres exigences et d'autres Directives UE peuvent être applicables au(x) produit(s) relevant du domaine d'application de la présente norme.

Annexe ZC

(informative)

Articles de la présente Norme européenne concernant les exigences essentielles ou d'autres dispositions des Directives UE

La présente Norme européenne a été élaborée 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 Directive UE 87/404/CEE.

La conformité avec les articles de la présente norme est un des moyens de satisfaire aux exigences essentielles spécifiques de la Directive concernée et des règlements correspondants de l'AELE.

Tableau ZC — Relation entre la présente Norme européenne et la Directive 87/404/CEE

Articles/Paragraphes de la présente Norme européenne	Exigences essentielles de la Directive 87/404/CEE	Commentaires/Notes
Article 9, Annexe A	Annexe II, 3.c.iii	Procès-verbal de qualification de mode opératoire de soudage

AVERTISSEMENT D'autres exigences et d'autres Directives UE peuvent être applicables au(x) produit(s) relevant du domaine d'application de la présente norme.