

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية

الشعبية

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE

وزارة التعليم العالي والبحث العلمي

Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique

جامعة أبي بكر بلقايد - تلمسان

Université Aboubakr Belkaïd – Tlemcen –

Faculté de TECHNOLOGIE



MEMOIRE

Présenté pour l'obtention du **diplôme de MASTER**

En : Génie Mécanique

Spécialité : Assemblages Soudés et Matériaux

Par : KAKI Abderrahmane

Sujet

Une approche améliorée dans les domaines de validité en soudage.

Soutenu publiquement, le / / , devant le jury composé de :

Mr GUENIFED Abdelhalim

M.A.A

Université de Tlemcen

Président

Mme CHEIKH Nassima

M.A.A

Université de Tlemcen

Examineur

Mr ACHOUI Mohammed

M.A.A

Université de Tlemcen

Encadrant

Année universitaire : 2021 / 2022

DEDICACES

Je dédie ce modeste travail

A la lumière de ma vie, à mes parents. J'espère
Qu'ils trouveront ici le fruit de leurs sacrifices pour

Moi.

A mes amies

À mes camarades de l'université

REMERCIEMENTS

Tout d'abord nous remercions Dieu de nous avoir donné la foi et la volonté de réaliser ce travail.

J'adresse mes remerciements à mes chers parents.

J'adresse mes sincères remerciements à monsieur Mr.**Achoui Mohammed** pour m'avoir conseillé et dirigé.

Mes remerciements s'adressent aux membres du jury Mr.**GUENIFED Abdelhalim** et Mme.**CHEIKH Nassima** pour avoir accepté d'examiner ce travail.

MERCI à tous.

Table des matières

Résumé :	9
Abstract:	9
:ملخص.....	9
Introduction Générale	10
Chapitre I : Le soudage	11
Introduction :	12
I.1 Les différents procédés de soudage :	12
I.1.1 Définitions des procédés de soudage :	12
I.1.2 soudure à l'arc avec électrode enrobée :	14
I.1.3 Soudage à l'arc avec fil fourré sans gaz de protection :	15
I.1.4 Soudage MAG avec fil fourré :	16
I.1.5 Soudage à l'arc submergé sous flux en poudre avec fil électrode :	18
I.1.6 Soudage semi-automatique : MIG, MAG	19
I.1.7 Soudage à l'arc en atmosphère inerte avec électrode de tungstène TIG :	21
I.1.8 Soudage à l'arc plasma :	22
I.1.9 Soudage oxygaz :	24
I.2 Les métaux d'apport :	25
I.2.1 Electrodes Enrobées :	25
I.2.2 Fils Pour Soudage MIG / MAG :	26
I.2.3 Fils Fourrés :	27
I.2.4 Fils pour soudage TIG :	28
I.3 les différentes positions de soudage :	29
I.3.1 Positions des pièces :	29
I.3.2 Sens de soudage et le positionnement d'électrode ou la torche :	33
Chapitre II : DMOS, QMOS.....	35
Introduction :	36
II.1 Le DMOS :	36
II.1.1 Définition d'un descriptif de mode opératoire de soudage (D.M.O.S.) :	36
II.1.2 La rédaction d'un descriptif de mode opératoire de soudage (D.M.O.S.) :	36
II.1.3 Les paramètres et indications du DMOS selon le procédé de soudage :	37
II.1.4 Quelques paramètres selon le procédé de soudage choisi:.....	39
II.1.5 Exemple de D.M.O.S :	40
II.2 le QMOS :	45
Introduction :	45

II.2.1 Définition :.....	45
II.2.2 Contrôles, Examens et Essais :	45
II.2.3 Exemple de Q.M.O.S, PV et Certificat :	47
Chapitre III : qualification du soudeur.....	57
III.1 qualification du soudeur :.....	58
III.1.1 Définition :.....	58
III.1.2 Certificat de qualification du soudeur (QS) :	59
III.1.3 Domaine de validité d'un certificat de qualification :.....	61
Conclusion générale :.....	67

Liste des figures :

Figure 1: Organigramme des procédés de soudage les plus répandus.	13
Figure 2: Principe de soudure à l'arc avec électrode enrobée.....	14
Figure 3: Principe de soudure à l'arc avec fil électrode fourré sans gaz	16
Figure 4: Principe de Soudage à l'arc en atmosphère active avec fil électrode fourré.....	17
Figure 5: Principe de Soudage à l'arc submergé sous flux en poudre avec fil électrode.....	19
Figure 6: Principe de Soudage MIG/MAG	21
Figure 7: Principe de Soudage TIG	22
Figure 8: Principe de Soudage à l'arc plasma	23
Figure 9: Principe de Soudage oxygaz et le croquis didactique du procédé de soudage a la flamme oxyacétylénique	25
Figure 10: Electrodes Enrobées	25
Figure 11: Le Fil de soudage pour le procédé MIG MAG	26
Figure 12: Le Fil fourré	27
Figure 13: Le Fil pour le soudage TIG	28
Figure 14: Les positions de soudage	29
Figure 15: Les mouvements alternatifs de soudage	33
Figure 16: Inclinaisons de l'électrode dans soudage à plat	33
Figure 17: Inclinaisons de l'électrode dans soudage en angle plat	34
Figure 18: Inclinaisons de l'électrode dans soudage vertical descendant.....	34
Figure 19: Inclinaisons de l'électrode dans soudage au plafond.....	34
Figure 20: schéma de nombre de passes	39
Figure 21: Schéma de préparation de soudure.....	39

Liste des tableaux :

Tableau 1: Numérotation de quelques procédés de soudage par fusion	13
Tableau 2: Tableau récapitulatif des paramètres à vérifier sur le DMOS	37
Tableau 3: Domaine de validité pour le matériau de base.....	62
Tableau 4: Domaine de validité pour les électrodes enrobées	62
Tableau 5: Domaine de validité pour les fils-électrodes	63
Tableau 6 : Domaine de validité pour l'épaisseur de matériau et pour l'épaisseur déposée de métal fondu et des assemblages de qualification pour les soudures bout à bout à pleine pénétration.....	63
Tableau 7: Domaine de validité pour le diamètre extérieur du tube	64
Tableau 8: Domaine de validité pour l'épaisseur du matériau de l'assemblage de qualification pour les soudures d'angle	64
Tableau 9: Domaine de validité pour les positions de soudage	65
Tableau 10: Domaine de validité pour les détails concernant le soudage des soudures bout à bout à pleine pénétration.....	66
Tableau 11: Domaine de validité concernant le nombre de couches pour les soudures d'angle	66

Symboles et abréviations :

BW	soudure bout à bout à pleine pénétration
FW	soudure d'angle
P	tôle
T	tube
bs	soudage des deux côtés
lw	soudage à gauche
mb	soudage avec support envers
ml	soudage multicouche
nb	soudage sans support envers
rw	soudage à droite
sl	soudage monocouche
ss	soudage d'un seul côté
ISO	International Organization for Standardization (Organisation internationale de normalisation)
EN	Norme européenne
nm	sans métal d'apport
A	enrobage acide
B	enrobage ou fourrage basique
C	enrobage cellulosique
M	fourrage à poudre métallique
P	fourrage au rutile, laitier à solidification rapide
R	enrobage au rutile ou fourrage au rutile, laitier à solidification lente
RA	enrobage rutilo-acide
RB	enrobage rutilo-basique
RC	enrobage rutilo-cellulosique
RR	enrobage au rutile épais
S	fil/baguettes plein(e)
V	fourrage au rutile ou basique/fluoré

W	fourrage basique/fluoré, laitier à solidification lente
Y	fourrage basique/fluoré, laitier à solidification rapide
Z	autres types de fourrage
DMOS	Descriptif de mode opératoire de soudage
DMOS-P	Descriptif de mode opératoire de soudage préliminaire
QMOS	Qualification de mode opératoire de soudage
QS	Qualification du soudeur

Résumé :

Les activités de fabrication en soudage sont soumises à des exigences de qualité strictes afin que les produits ne posent pas de problèmes majeurs en fabrication et en service. La qualification de soudeur est un document qui a pour objectif de valider la dextérité et l'habilité d'une personne dans l'exécution d'un travail précis de soudage. Le soudeur est qualifié non seulement pour l'essai, mais aussi pour tous les joints considérés comme plus faciles à souder selon les domaines de validation des opérations de soudage.

Abstract:

Welding manufacturing activities are subject to strict quality requirements so that the products do not pose major problems in manufacturing and in service. The welder qualification is a document that aims to validate the dexterity and ability of a person in the execution of a specific welding job. The welder is qualified not only for the test, but also for all the joints considered easier to weld according to the validation domains.

ملخص:

تخضع أنشطة تصنيع اللحام لمتطلبات الجودة الصارمة بحيث لا تشكل المنتجات مشاكل كبيرة في التصنيع و الخدمة. مؤهل اللحام هو مستند يهدف إلى التحقق من براعة وقدرة الشخص في تنفيذ مهمة لحام محددة. عامل اللحام مؤهل ليس فقط للاختبار واحد، ولكن أيضاً لجميع اللحامات التي تعتبر أسهل من الاختبار الذي اجري

Introduction Générale

Les activités de fabrication en soudage sont soumises à des exigences de qualité strictes afin que les produits ne posent pas de problèmes majeurs en fabrication et en service. Il est nécessaire de prévoir des contrôles, depuis la phase de conception, en passant par le choix des matériaux, puis lors de la fabrication et de l'inspection ultérieure.

Afin de permettre une fabrication saine et efficace, le fabricant et l'exploitant doivent être capables de comprendre et d'évaluer les sources potentielles de difficultés et de mettre en place des procédures appropriées pour leur maîtrise.

Dans ce sens, le fabricant (fournisseur) et l'exploitant (client/donneur d'ordre) doivent fournir la preuve de la maîtrise de leur activité. Pour cela, ils s'appuient à la fois sur la qualification de leur personnel et de leur savoir-faire, et à la fois sur la traçabilité de leurs activités et le respect des règles qui leur sont imposées. [1]

Le soudage est un procédé spécial. Des normes distinctes traitent des exigences nécessaires que doit fournir une entreprise pour assurer un travail de soudage de qualité. Ces normes sont générique (ISO 3834) ou spécifique à chaque domaine industriel. [2]

- EN 1090 pour la construction métallique
- EN 15085 pour le ferroviaire
- EN 13445 pour les engins sous pression (selon DEP)
- EN 13480 pour la tuyauterie industrielle sous pression (selon DEP)
- ASME pour l'application pétrolière et nucléaire

Et Pour atteindre un bon objectif et une bonne qualité, nous devons suivre les Points clés de la qualité soudage qui sont :

- La qualification des soudeurs
- Qualification du Personnel chargé des contrôles et des essais.

La Qualité c'est l'aptitude du produit à satisfaire les besoins du client. La qualité est indispensable dans une fabrication, elle est l'affaire de tous.

Chapitre I : Le soudage

Introduction :

Le soudage (ou la soudure) est une opération consistant à assembler deux (ou plus) éléments de manière permanente, tout en assurant la continuité entre ces éléments. L'assemblage se fait soit par chauffage, soit par pression, soit par les 2 combinés, et avec ou sans produit d'apport. [3]

À la base, trois éléments sont nécessaires pour réaliser une soudure :

- Une source de chaleur telle qu'un arc, une flamme, une pression ou une friction. Le plus souvent, cette chaleur provient d'un arc électrique. L'arc correspond à l'espace physique entre l'extrémité de l'électrode et le métal de base. Cet espace engendre de la chaleur en raison de la résistance liée au passage du courant et aux rayons de l'arc. L'arc fait fondre les métaux et permet leur fusion.
- Une protection, par l'utilisation d'un gaz ou d'une autre substance pour protéger la soudure de l'air au moment de sa réalisation. L'oxygène présent dans l'air rend les soudures fragiles et poreuses.
- Un matériau d'apport, qui correspond au matériau utilisé pour assembler les deux pièces. [4]

Il existe plus de 70 procédés de soudage différents, et chacun correspond à une utilisation précise. Voici une liste des plus courants :

- Soudage à l'arc avec électrode enrobée (procédé SMAW), aussi appelé soudage manuel avec électrode enrobée (MMAW)
- Soudage à l'arc sous gaz avec électrode de tungstène (procédé GTAW), ou soudage TIG
- Soudage à l'arc avec fil-électrode fourré (procédé FCAW)
- Soudage à l'arc sous gaz avec fil-électrode plein (procédés GMAW, MIG et MAG)
- Soudage plasma (procédé PAW), coupage plasma (procédé PAC)
- Soudage à l'arc sous flux en poudre (procédé SAW)
- Soudage par points par résistance ou soudage par points
- Soudage, coupage (OFC) et chauffage au gaz (les mélanges de combustibles composés d'oxygène-acétylène [oxyacétylène] ou d'oxygène-propane [oxy-propane] sont les plus couramment utilisés). [4]

I.1 Les différents procédés de soudage :

I.1.1 Définitions des procédés de soudage :

La norme ISO 857 définit les procédés de soudage. La norme ISO 4063 définit la nomenclature et la numérotation des procédés. Le tableau 1 donne des exemples de numérotation des procédés de soudage. Les désignations numériques figurent sur les dessins (norme ISO 2553) ou les qualifications des modes opératoires de soudage (QMOS) (norme EN ISO 15614-1). [5]

Tableau 1: Numérotation de quelques procédés de soudage par fusion

(Norme ISO 4063). [5]

Procédé n°	Procédé
12	Soudage à l'arc sous flux
111	Soudage à l'arc avec électrode enrobée
131	Soudage MIG
135	Soudage MAG
114	Soudage à l'arc avec fil fourré
136	Soudage à l'arc sous protection de gaz actif avec fil fourré
137	Soudage à l'arc sous protection de gaz inerte avec fil fourré
138	Soudage à l'arc sous protection de gaz actif avec fil fourré de métal
139	Soudage à l'arc sous protection de gaz inerte avec fil fourré de métal
141	Soudage TIG
15	Soudage plasma

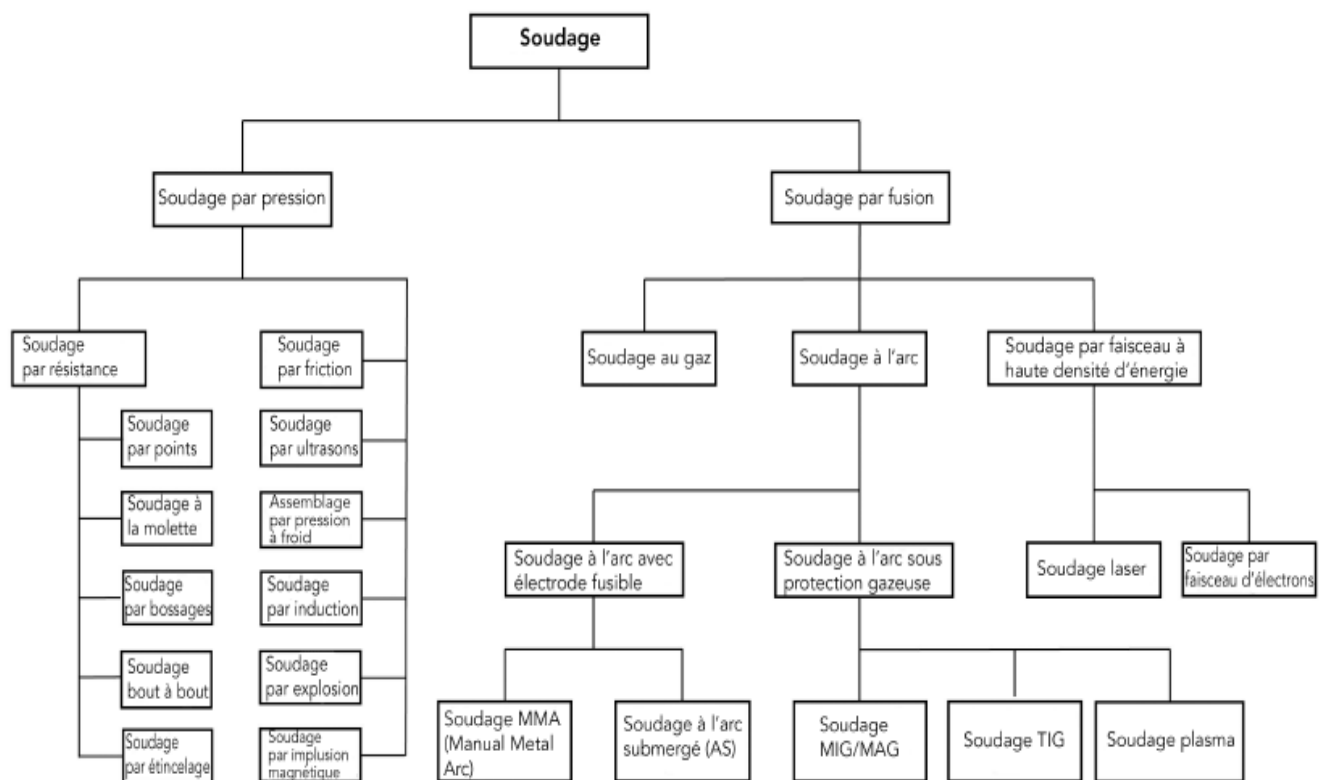


Figure 1: Organigramme des procédés de soudage les plus répandus. [5]

I.1.2 soudure à l'arc avec électrode enrobée :

Définition :

Le soudage à l'arc à l'électrode enrobée (SAEE), soudage manuel ou soudage à la baguette est le plus connu des procédés de soudure. Lorsque l'on approche l'électrode enrobée des pièces à assembler, il se crée un arc électrique qui dégage un fort pouvoir calorifique qui provoque la fusion de l'électrode. [6]
Désignation française : SAEE (Soudage à l'Arc avec Electrode Enrobée)

Désignation anglaise : SMAW (Shielded Metal Arc Welding) / MMA (Metal Manual Arc)

Désignation numérique : 111

Principe du procédé :

La chaleur générée par l'arc électrique provoque la fonte simultanée du métal de base (pièce à souder), de l'âme métallique et de l'enrobage de l'électrode, créant ainsi le bain de fusion recueillant des gouttes du métal d'apport et de laitier fondus et transférées dans le plasma de l'arc.

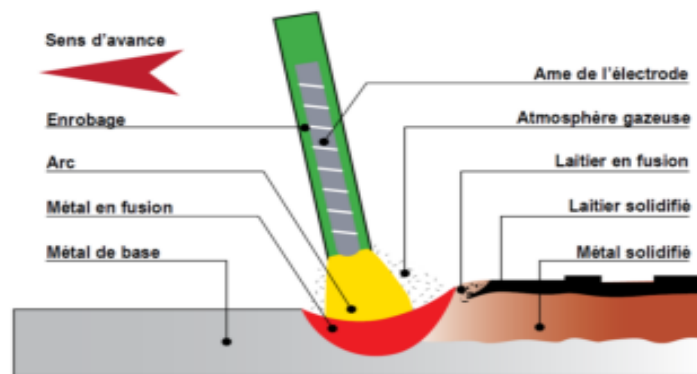


Figure 2: Principe de soudure à l'arc avec électrode enrobée. [7]

Paramètres de soudage :

Lorsque l'intensité est trop faible, il y a collage de l'électrode enrobée sur la pièce à souder, la fusion est molle et la pénétration est faible, l'amorçage est difficile, une instabilité de l'arc et une mauvaise compacité du métal déposé (présence de défaut type soufflure et inclusion de laitier). Lorsque l'intensité est trop forte, vous constatez des projections importantes à l'abord du joint, des écoulements de métal lors du soudage en position. [7]

Donc les paramètres de soudage seront réglés par rapport au diamètre de l'électrode enrobée. Le réglage de l'intensité appliquée à l'électrode dépend :

- Du diamètre de l'électrode
- De la nature de l'âme de l'électrode
- De la nuance des pièces à assembler
- De la position de soudage
- Du type d'assemblage rencontré
- De l'épaisseur des pièces à souder

Avantage et Inconvénient :

Le principal **avantage** du **soudage à l'électrode enrobée** est qu'il n'utilise pas de gaz, ce qui convient parfaitement aux travaux en extérieur et pour toutes conditions climatiques.

Et l'inconvénient est que les électrodes sont de forme de bâton coupé, alors il est Impossible de continuer à souder a une certaine longueur en raison du remplacement de l'électrode.

I.1.3 Soudage à l'arc avec fil fourré sans gaz de protection :

Définition :

Le soudage à l'arc avec fil fourré électrode fusible sans protection de gaz (appelé aussi Inner shield ou FCAW-S) est réalisé à partir d'un arc électrique créé et entretenu entre le fil fourré d'apport avec enrobage externe (de Ø 0,8 mm à Ø 3,2 mm) à dévidage continu et à vitesse constante (de 1 à 15 mètres/minutes environ) et la pièce à souder. [8]

Désignation française : Soudage à l'arc avec fil électrode fourré sans gaz

Designation anglaise: Flux Cored Arc Welding without gas

Désignation numérique : 114

Principe du procédé :

La bobine de fil fourré électrode est placée dans un dévidoir motorisé automatique et le fil est déroulé du dévidoir à la sortie de la buse de la torche, dans la gaine guide-fil de la torche de soudage jusqu'au tube contact. La torche de soudage est reliée sur une des bornes électriques de sortie du générateur de soudage à courant continu. La masse est reliée au générateur et est placée sur la pièce à souder. L'arc jaillit lorsque le soudeur actionne la gâchette électrique de la torche et que la pointe du fil électrode touche la pièce à souder. [8]

La vitesse de dévidage du fil détermine l'intensité de soudage. L'énergie calorifique de l'arc fait fondre localement la pièce à assembler et le fil fourré pour constituer le bain de fusion et après refroidissement le cordon de soudure avec un laitier protecteur, peu abondant en surface (suivant le type de fil fourré utilisé).Ce laitier protège le bain de fusion de l'oxydation et d'un refroidissement trop rapide. Une protection gazeuse se forme par la fusion des flux et métaux en poudre constitutifs du fourrage. Un générateur électrique fournit le courant exclusivement continu avec une intensité variant de 40 à 700 ampères en fonction de différents paramètres comme le diamètre du fil électrode, la position de soudage, le type d'assemblage, la dimension et la nuance des pièces à assembler. La polarité à l'électrode est fonction du type de fourrage du fil fourré utilisé. Ce procédé de soudage exige une formation spécifique et un entraînement rigoureux du personnel soudeur. [8]

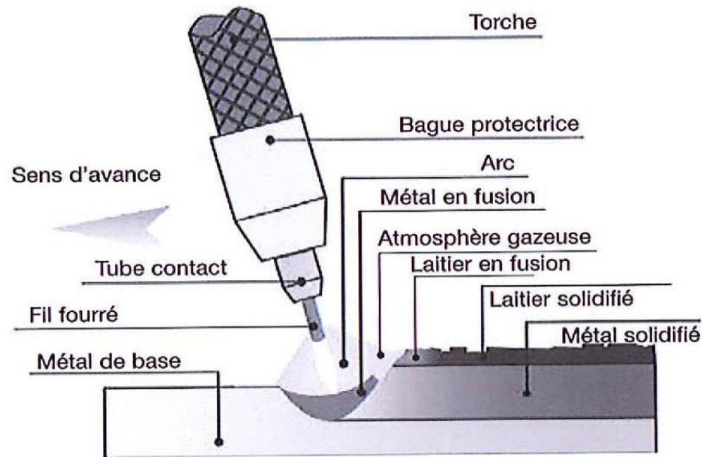


Figure 3: Principe de soudure à l'arc avec fil électrode fourré sans gaz [8]

Avantage :

- Travaux effectués en extérieur (courant d'air et vent)
- Forte productivité par rapport à l'Arc E.E. et le TIG
- Grande vitesse de soudage
- Taux de dépôt de métal élevé
- Limitation des déformations
- Nombre de reprises de soudure limité
- Large gamme d'épaisseur
- Bonnes qualités de joint et bonnes caractéristiques mécaniques
- Résiliences à très basses températures pour certains fils fourrés
- Soudage dans toutes les positions

Inconvénient :

- Beaucoup de fumées lors du soudage
- Beaucoup de projections métalliques lors du soudage
- Niveau d'hydrogène diffusible du fil minimum H8

I.1.4 Soudage MAG avec fil fourré :

Définition :

Le soudage à l'arc sous protection de gaz actif de fil fourré (136/FCAW-GS) (utilisé comme électrode fusible) est réalisé à partir d'un arc électrique créé et entretenu entre le fil fourré (de Ø 0,8 mm à Ø 2,4 mm) à dévidage continu et à vitesse constante (de 4 à 20 mètres/minutes environ) et la pièce à souder. [9]

Désignation française : Soudage à l'arc en atmosphère active avec fil électrode fourré (FIL FOURRE AVEC GAZ)

Designation anglaise: Metal Active gas or Flux Cored Arc Welding with gas (FCAW)

Désignation numérique : 136

Principe du procédé :

La bobine de fil fourré est placée dans un dévidoir motorisé automatique et le fil est déroulé du dévidoir à la sortie de la buse de la torche, dans la gaine guide-fil de la torche de soudage jusqu'au tube contact. La torche de soudage est reliée sur la borne électrique de sortie positive du générateur de soudage à courant continu. La masse est reliée au générateur et est placée sur la pièce à souder. Une alimentation en gaz de soudage est branchée sur le poste par l'intermédiaire d'une bouteille et d'un détendeur / débitmètre. L'arc jaillit lorsque le soudeur actionne la gâchette électrique de la torche et que la pointe du fil électrode touche la pièce à souder.

La vitesse de dévidage du fil détermine l'intensité de soudage. L'énergie calorifique de l'arc fait fondre localement la pièce à assembler et le fil fourré pour constituer le bain de fusion et après refroidissement le cordon de soudure avec un laitier protecteur, peu abondant en surface (suivant le type de fil fourré). Ce laitier protège le bain de fusion de l'oxydation et d'un refroidissement trop rapide. Le bain de fusion est protégé de l'atmosphère externe par un cône invisible de gaz (de 10 à 30 litres/minute de gaz) de protection actif (Argon + CO₂). Un générateur électrique fournit le courant exclusivement continu avec une intensité variant de 40 à 700 ampères en fonction de différents paramètres comme le diamètre du fil électrode, la position de soudage, le type d'assemblage, la dimension et la nuance des pièces à assembler. Le courant de soudage est toujours continu, toutefois la polarité à l'électrode est fonction du type de fourrage du fil fourré utilisé. [9]

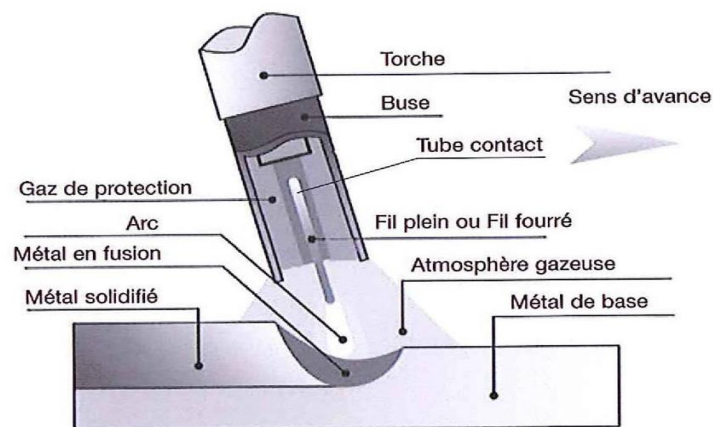


Figure 4: Principe de Soudage à l'arc en atmosphère active avec fil électrode fourré [9]

I.1.5 Soudage à l'arc submergé sous flux en poudre avec fil électrode :

Définition :

L'arc créé entre le fil d'apport et la pièce à souder est protégé par une couche de flux. Cette couche de flux protège le bain de fusion de la contamination de l'air ambiant (oxydation du bain) et concentre l'apport d'énergie dans le joint. Le flux en poudre fond, se mêle intimement au bain de fusion, avec une action désoxydante, purifiante et enrichissante sur le métal en fusion, puis remonte à la surface du bain de métal pour former le laitier après solidification. [10]

Désignation française : Soudage à l'arc submergé sous flux en poudre avec fil électrode (A.S.F)

Designation anglaise: Submerged Arc Welding (SAW)

Désignation numérique : 121

Principe du procédé :

Le procédé de soudage est essentiellement utilisé en installation automatique sur banc, chariot automoteur ou potence de soudage. Il est principalement utilisé pour le soudage en position à plat sur des tôles bout à bout en d'angle. La bobine de fil électrode est placée dans un dévidoir motorisé automatique et le fil est déroulé du dévidoir à la sortie de la buse de la tête de soudage. La tête de soudage est reliée sur la borne électrique de sortie généralement positive du générateur de soudage à courant continu (intensités inférieures à 1000 ampères). Le courant peut être alternatif dans certains cas (intensités supérieures à 1000 ampères). La masse est reliée au générateur et est placée sur la pièce à souder. Une trémie assure l'alimentation gravitaire en poudre qui est branchée par une dérivation sur la tête de soudage. L'arc jaillit lorsque l'opérateur actionne le bouton électrique du coffret de commande et que la pointe du fil électrode touche la pièce à souder. Le flux en poudre non fondu est récupéré à l'aide d'un aspirateur et le flux est recyclé après tamisage.

Le soudage électrique à l'arc sous flux solide électro-conducteur (SAW: Submerged automatic welding) est réalisé à partir d'un arc électrique créé et entretenu entre le fil électrode d'apport de métal (de Ø 1,6 à 06 mm) dévide à une vitesse constante et la pièce à souder. Un dépôt continu de flux en poudre (parfaitement étuvé et de granulométrie homogène) recouvre l'extrémité du fil électrode et la pièce à souder. La fusion est accompagnée d'un dégagement gazeux. L'arc de soudage et le bain de fusion sont non visibles pendant le soudage. L'énergie calorifique de l'arc fait fondre localement la pièce à assembler, le fil électrode et une partie du flux en poudre pour constituer le bain de fusion et après refroidissement le cordon de soudure recouvert d'un laitier solidifié protecteur. [11]

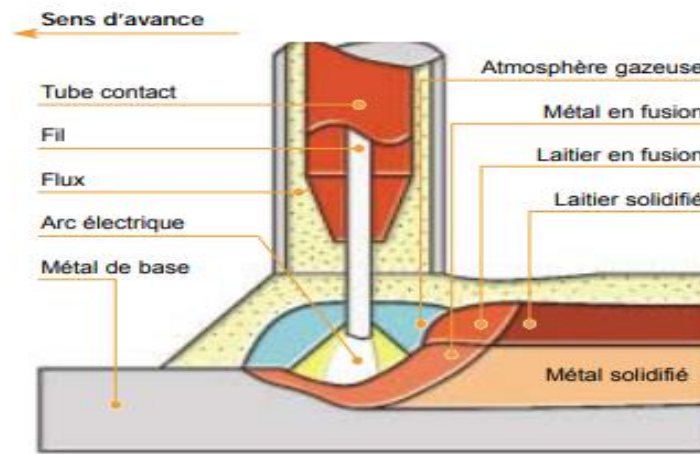


Figure 5: Principe de Soudage à l'arc submergé sous flux en poudre avec fil électrode [10]

Avantage :

- Grande vitesse de soudage
- Pénétration très importante
- Taux de dépôt de 3 à 10 kilogrammes par heure
- Pas de préparation de chanfrein dans certains cas
- Très bel aspect du cordon lorsque les paramètres sont correctement réglés
- Limitation des déformations
- Arc non visible Confort de l'opérateur (pas d'émission de rayons U.V.)
- Pratiquement aucune émission de fumées
- Large gamme d'épaisseur et d'application
- Bonnes qualités de joint et bonnes caractéristiques mécaniques
- Bonne répétitivité des paramètres de soudage

I.1.6 Soudage semi-automatique : MIG, MAG

Définition :

Le soudage MIG-MAG (respectivement 131, et 135 suivant la norme NF EN ISO 4063-2011), ou encore *GMAW* (Gas Metal Arc Welding) selon le code américain ASME (American Society of Mechanical Engineers)

Les acronymes MIG et MAG signifient respectivement *Metal inert gaz* et *Metal active gas*. La différence entre les deux procédés tient à la composition du gaz. Le procédé MIG utilise un gaz neutre qui ne réagit pas avec le métal fondu (argon ou argon + hélium), contrairement au procédé MAG (mélange d'argon et de dioxyde de carbone ou dioxygène en proportions variables selon les métaux à souder). Le gaz est injecté en continu sur l'arc afin d'isoler complètement le métal en fusion de l'air ambiant. [12]

Désignation française du MAG : Soudage à l'arc en atmosphère active avec fil électrode fusible

Chapitre I : Le soudage

Désignation anglaise du MAG : Metal Active gas or Gas Metal Arc Welding

Désignation numérique du MAG : 135

Désignation française du MIG : Soudage à l'arc en atmosphère inerte avec fil électrode fusible

Désignation anglaise du MIG : Metal Inert gas or Gas Metal Arc Welding

Désignation numérique du MIG : 131

Principe du procédé :

L'énergie calorifique de l'arc fait fondre localement la pièce à assembler et le fil métallique pour constituer le bain de fusion et après refroidissement le cordon de soudure. Le bain de fusion est protégé de l'atmosphère externe par un cône invisible de gaz (de 10 à 30 litres/minute de gaz) de protection actif (CO₂ ou Argon + CO₂ ou Argon+O₂)

Un générateur électrique fournit le courant exclusivement continu avec une intensité variant de 30 à 700 ampères en fonction de différents paramètres comme le diamètre du fil électrode, la position de soudage, le type d'assemblage, La polarité du fil électrode est toujours positive. Ce procédé est dénommé semi-automatique et parfois "pétard" par les soudeurs. [13]

Le MIG (Métal Inerte Gaz) est un soudage à l'arc sous protection de gaz inerte avec fil électrode fusible (GMAW) est réalisé à partir d'un arc électrique créé et entretenu entre le fil d'apport (de Ø 0,6 mm à Ø 2,4 mm) à dévidage continu et à vitesse constante (de 2 à 20 mètres/minutes environ) et la pièce à souder. La vitesse de dévidage du fil détermine l'intensité de soudage. L'énergie calorifique de l'arc fait fondre localement la pièce à assembler et le fil métallique pour constituer le bain de fusion et après refroidissement le cordon de soudure. Le bain de fusion est protégé de l'atmosphère externe par un cône invisible de gaz (de 10 à 30 litres/minute de gaz) de protection inerte (Argon pur, Argon + Hélium, Argon + CO₂ (< 3%), Argon + CO₂ + H₂). Un générateur électrique fournit le courant exclusivement continu avec une intensité variant de 40 à 700 ampères en fonction de différents paramètres comme le diamètre du fil électrode, la position de soudage, le type d'assemblage, la dimension et la nuance des pièces à assembler. La polarité du fil électrode est toujours positive. Ce procédé est dénommé semi-automatique et parfois "pétard" par les soudeurs.

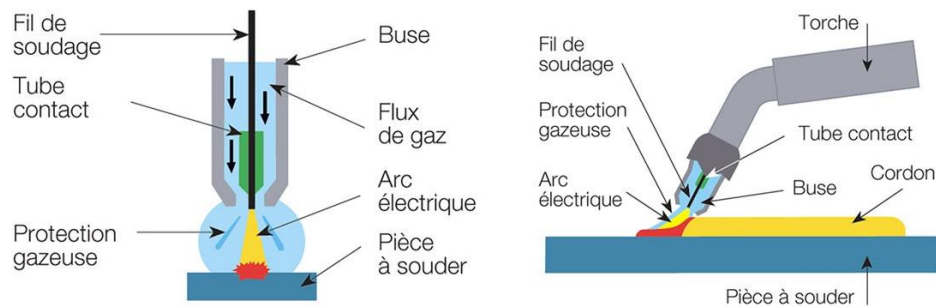


Figure 6: Principe de Soudage MIG/MAG [14]

Avantages et inconvénients :

Le MIG/MAG est utilisé systématiquement lorsqu'on recherche du rendement (soudage en continu) et/ou de fortes épaisseurs de cordons (charpentes métalliques)

Cependant comme l'arc est produit entre la pièce et le fil de soudage, la pénétration dépend du diamètre du fil de soudage. Si le diamètre est trop faible, il est aisé de réaliser une soudure très esthétique mais avec peu de pénétration.

C'est pour cette raison que le secteur de la chimie utilise plutôt l'électrode enrobée (MMA) et le TIG (GTAW) pour réaliser la jonction de tuyauteries.

I.1.7 Soudage à l'arc en atmosphère inerte avec électrode de tungstène TIG :

Définition :

Procédé de soudage à l'arc avec électrode réfractaire en tungstène dans lequel un gaz inerte (Argon ou Hélium) vient protéger l'électrode, le bain de fusion. Il s'utilise avec ou sans métal d'apport.

Désignation française : Soudage à l'arc en atmosphère inerte avec électrode de tungstène

Designation anglaise: Gaz Tungsten Arc Welding (TIG / GTAW)

Désignation numérique : 141

Principe du procédé :

Le soudage électrique est réalisé à partir d'un arc électrique créé et entretenu entre l'électrode infusible de tungstène (de Ø 1,0 mm à Ø 8,0 mm) et la pièce à souder. Le métal d'apport (baguette de fil dressé de Ø 0,8 mm à Ø 4,0 mm) est amené manuellement ou automatiquement avec un dévidoir motorisé (bobine de fil de Ø 0,8 mm à Ø 2,0 mm) dans le bain de fusion. L'énergie calorifique de l'arc fait fondre localement la pièce à assembler et le fil d'apport métallique pour constituer le bain de fusion et après refroidissement le cordon de soudure. Le bain de fusion est protégé de l'atmosphère externe par un cône invisible de gaz (de 5 à 25 litres/minute) de protection (Argon ou Argon + Hélium ou Argon + H₂

Chapitre I : Le soudage

pour les procédés automatiques) .Un générateur électrique fournit le courant continu ou alternatif avec une intensité variant de 5 à 300 ampères en fonction de différents paramètres comme le diamètre du fil, la position de soudage, le type d'assemblage, la dimension et la nuance des pièces à assembler. Les sources de courant utilisées sont à caractéristiques plongeantes ou verticales. La polarité de l'électrode est toujours négative en courant continu.

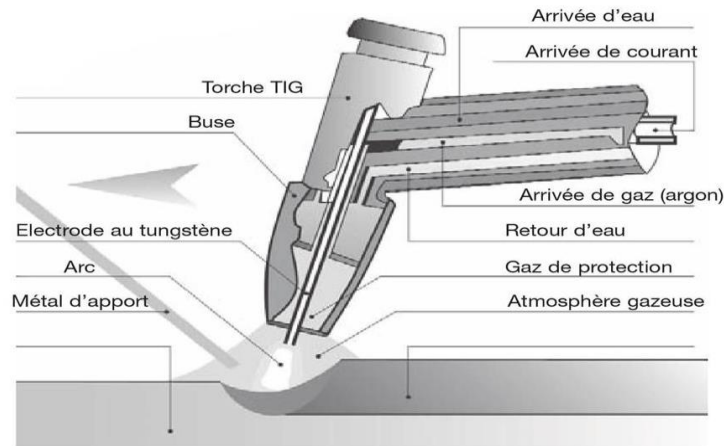


Figure 7: Principe de Soudage TIG [16]

I.1.8 Soudage à l'arc plasma :

Définition :

Le soudage plasma à arc transféré est le plus répandu pour le soudage des métaux. C'est un arc électrique rigide et énergétique obtenu grâce à une tuyère spéciale et à une protection par un gaz auxiliaire. Le jet plasma est constricté mécaniquement et pneumatiquement par la tuyère, ce qui permet d'obtenir une plus grande puissance spécifique de la colonne plasma, et donc des zones fondues très étroites.

Le soudage PLASMA (P.A.W.) est un procédé à l'arc comparable au soudage TIG sous protection de gaz inerte avec une électrode infusible (tungstène). Le soudage est réalisé à l'aide d'une torche spéciale à plasma:

soit à partir d'un arc électrique créé entre l'électrode infusible de tungstène (de \varnothing 1,0 mm à \varnothing 8,0 mm) et l'intérieur de la tuyère (arc non transféré ou soufflé)
soit à partir d'un arc électrique créé entre l'électrode infusible de tungstène (de \varnothing 1,0 mm à \varnothing 8,0 mm) et la pièce à souder (arc transféré). Un arc pilote est utilisé pour l'amorçage d'un arc transféré. [15]

Désignation française : Soudage à l'arc électrique au plasma

Désignation anglaise : Plasma Arc Welding (PLASMA / PAW)

Désignation numérique : 15

Principe du procédé :

La torche de soudage plasma est reliée pour la partie électrode infusible sur la borne électrique de sortie négative et pour la partie tuyère sur la borne positive du générateur de soudage à courant continu (caractéristiques externes statiques verticales). La prise de masse est reliée au générateur sur la borne positive et est placée sur la pièce à souder. Une alimentation en gaz de soudage plasmagène est branchée sur le poste par l'intermédiaire d'une bouteille et d'un détendeur / débitmètre. Une alimentation en gaz de soudage annulaire est branchée sur le poste par l'intermédiaire d'une bouteille et d'un détendeur / débitmètre. Un dispositif d'amorçage à haute fréquence permet l'amorçage de l'arc pilote à l'intérieur de la tuyère (arc non transféré ou soufflé). Lorsque l'opérateur actionne le bouton de soudage, l'arc pilote est transféré de l'électrode vers la pièce à souder permettant l'amorçage de l'arc de soudage entre l'électrode et la pièce.

Un diaphragme dénommé tuyère permet la constriction ou l'étranglement mécanique de l'arc électrique à travers un orifice calibré dans une colonne de gaz central ou plasmagène (Argon ou Argon + H₂) qui génère une énergie calorifique très élevée. L'énergie calorifique de l'arc fait fondre localement la pièce à assembler et le fil d'apport métallique pour constituer le bain de fusion et après refroidissement le cordon de soudure.

Le métal d'apport est amené automatiquement avec un dévidoir motorisé (bobine de fil de Ø 0,8 mm à Ø 2,0 mm) dans le bain de fusion. L'électrode de tungstène est protégé par un courant de gaz appelé gaz plasmagène (débit de 0,5 à 8 litres/minute). Le bain de fusion est protégé de l'atmosphère externe par un cône invisible d'inertie de gaz annulaire (débit de 10 a 25 litres/minute) de protection (Argon. Ou Argon + Hélium ou Argon + H₂ ou Azote + H₂). Un générateur électrique fournit le courant continu avec une intensité variant de 0,1 à 15 ampères pour le micro plasma ou de 10 à 400 ampères pour le plasma en fonction de différents paramètres comme le diamètre du fil, la position de soudage, le type d'assemblage, la dimension et la nuance des pièces à assembler. [15]

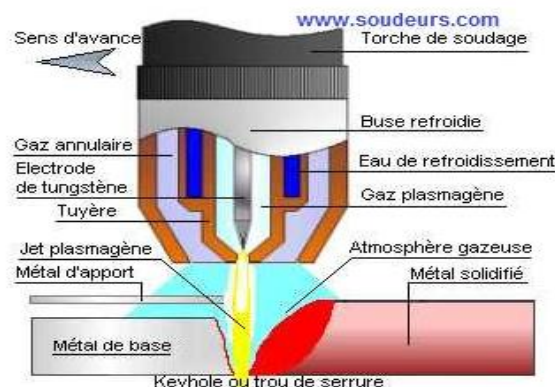


Figure 8: Principe de Soudage à l'arc plasma [15]

Chapitre I : Le soudage

Avantage :

- Soudage de pièce de 3 à 8 mm en une seule passe sans préparation
- Soudage dans trois positions fondamentales possibles (à plat PA, corniche PC et montante PF)
- Travail rapide, fin et précis
- Très bonnes qualités de joint
- Très bonnes caractéristiques mécaniques
- Aspect de cordon très correct
- Largeur de cordon de pénétration faible

I.1.9 Soudage oxygaz :

Définition :

Dans ce procédé, le soudage utilise la chaleur de combustion d'un gaz combustible (principalement acétylène ou propane) mélangé dans certaines proportions à un gaz comburant (O₂). Le poste de soudage à la flamme comporte des bouteilles de gaz, des détendeurs, des tuyaux flexibles, chalumeau et l'électrode d'appoint introduite à la main.

Désignation française : Soudage au chalumeau avec flamme oxyacétylénique

Désignation anglaise: Oxy-Acetylene Welding (OXYA / OAW)

Désignation numérique : 311

Principe du procédé :

Le chalumeau de soudage est relié par des boyaux d'amenée de gaz sur la bouteille de gaz combustible d'acétylène (pression de service 0,25 bar à 0,5 bar) et sur la bouteille de gaz comburant d'oxygène (pression de service 1,5 bar à 2,5 bar) par l'intermédiaire d'un manodétendeur placé sur chaque bouteille avec un dispositif de sécurité d'anti-retour. Le soudeur ouvre les robinets des bouteilles de gaz, puis ouvre en premier le robinet de l'acétylène du chalumeau, enflamme le gaz, ensuite ouvre le robinet d'oxygène et règle le mélange pour obtenir une flamme neutre.

Pour éviter les dépôts de fumée noire des flammèches de l'acétylène dans un appartement, il est préférable d'ouvrir très peu en premier le robinet d'oxygène puis ensuite celui de l'acétylène en grand et d'enflammer le mélange avec une pierre à feu. Le réglage de la flamme et du dard se fera avec le robinet d'oxygène.

La température de la flamme peut atteindre les 3 100° Celsius lorsque le mélange C₂H₂ et O₂ est correctement équilibré dans le chalumeau. Le métal d'apport (baguette de fil dressé de Ø 0,8 mm à Ø 4,0 mm) est amené manuellement dans le bain de fusion. L'énergie calorifique de la flamme fait fondre localement la pièce à assembler et le fil d'apport pour constituer le bain de fusion et après refroidissement le cordon de soudure. [17]

Chapitre I : Le soudage

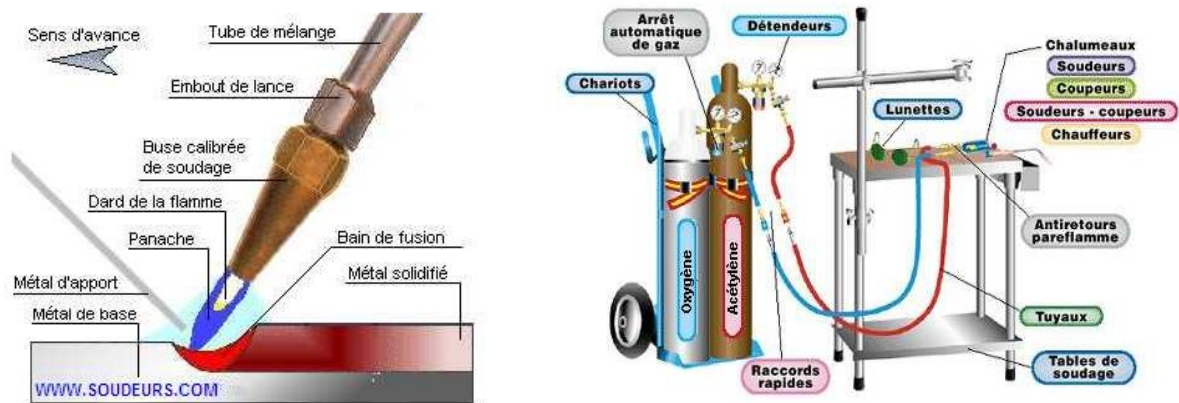


Figure 9: Principe de Soudage oxygaz et le croquis didactique du procédé de soudage a la flamme oxyacétylénique [17]

I.2 Les métaux d'apport : [18]

I.2.1 Electrodes Enrobées :

Le soudage à l'arc, à l'électrode enrobée ou soudage à la baguette est encore aujourd'hui le procédé le plus utilisés. Lorsque l'on approche l'électrode enrobée avec les pièces à souder, il se crée un arc électrique qui dégage un fort pouvoir calorifique qui provoque la fusion de l'électrode.

L'électrode enrobée est constituée par une baguette métallique appelée "âme", entourée d'un revêtement adhérent communément appelé enrobage.



Figure 10: Electrodes Enrobées

Il existe plusieurs électrodes enrobées, pour toutes les nuances de métal : rutilés, cellulosiques, basiques, basiques faiblement alliées, aciers inoxydables, alliages nickel, soudage fonte, alliages non ferreux et rechargement.

Et les électrodes les plus utilisés sont : rutilés, cellulosiques, basiques.

RUTILE : (à base d'oxyde de titane)

Les électrodes enrobées rutilés sont d'usage général et accessibles aux soudeurs moins expérimentés.

Particulièrement adaptées au soudage à plat, les électrodes enrobées rutilés fonctionnent en courant alternatif même avec de faibles tensions à vide. Elles ont une vitesse de fusion élevée et peuvent s'employer avec de fortes intensités. Elles conviennent particulièrement au soudage à plat, mais elles peuvent être utilisées dans toutes les positions. Dépôts de bel aspect et laitier très facile à enlever (auto-détachable).

Chapitre I : Le soudage

Convient pour tout type de travaux de chaudronnerie, serrurerie, ...

CELLULOSIQUES : (à base de cellulose)

Les électrodes enrobées cellulosiques donnent peu de laitier mais un souffle à forte teneur en CO₂. Celui-ci favorise le soudage rapide en position descendante et améliore la pénétration. Comme pour les électrodes basiques, les cellulosiques fonctionnent en courant continu en polarité inverse. La tension à vide doit être au moins égale à 60 Volts.

L'enrobage Cellulosique est conçu pour le soudage en toutes positions de tubes, notamment sur les pipes lines.

BASIQUES : (à base de carbonate de calcium et de fluor de calcium)

Les électrodes enrobées basiques sont d'usage général pour assemblage de très haute sécurité, à très basse teneur en hydrogène diffusible, pour laquelle une maniabilité maximum a été recherchée. Elles s'utilisent exclusivement en courant continu, pôle + à l'électrode. Un arc régulier et doux, un bain facile à contrôler, peu de projections et un laitier qui s'enlève sans difficulté, expliquent son succès auprès des soudeurs. Elles allient de bonnes caractéristiques mécaniques (y compris à basse température), nécessaires en chaudronnerie, avec un arc très stable, apprécié en tuyauterie où le transfert par fines gouttes permet un contrôle très précis du bain et donne un cordon de première passe lisse et très régulier.

I.2.2 Fils Pour Soudage MIG / MAG :

Le soudage MIG - MAG, ou encore GMAW selon les normes américaines, est un procédé de soudage semi-automatique. Le cordon de soudure est réalisé avec un métal d'apporte sous forme de fil et sous protection gazeuse : active pour le procédé de soudure MAG et inerte pour le procédé de soudure MIG.

Et habituellement la nuance du fil massif choisi correspond à la même gamme que les pièces métallique à souder.



Figure 11: Le Fil de soudage pour le procédé MIG MAG

Chapitre I : Le soudage

Les Fils Pour Soudage MIG / MAG sont :

Fils pour soudage MIG / MAG - aciers non alliés : fils cuivrés ou non cuivrés pour le soudage des aciers carbone - manganèse sous protection gazeuse.

Fils pour soudage MIG / MAG - aciers faiblement alliés : fils cuivrés pour le soudage des aciers carbone - manganèse faiblement alliés sous protection gazeuse.

Fils pour soudage MIG / MAG - aciers inoxydables : fils pleins destinés au soudage sous gaz des aciers inoxydables et au rechargement de certains aciers carbone.

Fils pour soudage MIG / MAG - alliages nickel : fils pleins destinés au soudage sous gaz des alliages nickel.

Fils pour soudage MIG / MAG - alliages aluminium : fils pleins destinés au soudage sous gaz des alliages aluminium.

Fils pour soudage MIG / MAG - alliages cuivreux : fils pleins destinés au soudage sous gaz des alliages cuivreux.

Fils pour soudage MIG / MAG - rechargement : fils pleins destinés au rechargement et à la réparation.

Fils pour soudage MIG / MAG - alliages titane : fils pleins destinés au soudage sous gaz du titane et de ses alliages.

I.2.3 Fils Fourrés :

Le fil fourré peut être quelques fois utilisés: il se compose d'un feuillard métallique qui emprisonne une poudre fortement compactée composée de flux (fil fourré basique ou rutile) ou de métal (fil fourré métallique).

Il existe le fil fourré pour soudage avec ou sans protection gazez, Et nous le choisissons à la même gamme que les pièces métallique à souder.

METHODE DE FABRICATION D'UN FIL FOURRE

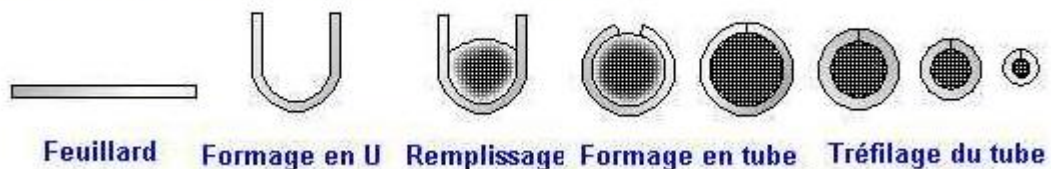


Figure 12: Le Fil fourré

Chapitre I : Le soudage

Les FILS FOURRÉS sont :

Fils fourrés pour soudage - aciers non alliés : fils fourrés destinés au soudage des aciers non alliés.

Fils fourrés pour soudage - aciers faiblement alliés : fils fourrés destinés au soudage des aciers faiblement alliés.

Fils fourrés pour soudage - aciers sans gaz : fils fourrés destinés au soudage des aciers sans gaz.

Fils fourrés pour soudage - aciers inoxydables : fils fourrés destinés au soudage des aciers inoxydables.

Fils fourrés pour soudage - alliages nickel : fils fourrés destinés au soudage des alliages nickel.

Fils fourrés pour soudage - alliages aluminium : fils fourrés destinés au soudage des alliages aluminium.

Fils fourrés pour soudage - rechargement : fils fourrés destinés au soudage de rechargement.

I.2.4 Fils pour soudage TIG :

La soudure TIG peut être effectuée par fusion du métal de base ou par adjonction de métal d'apport de même nature que la pièce à souder. La baguette de métal d'apport est fondue par l'arc électrique qui est obtenu suite à un amorçage au "touché " ou en utilisant la " haute fréquence ".

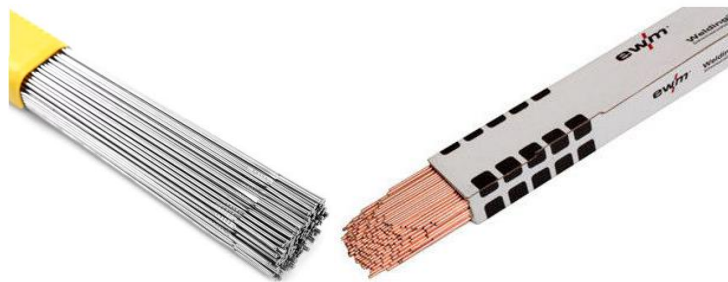


Figure 13: Le Fil pour le soudage TIG

Les Fils Pour Soudage TIG sont :

- Fils pour soudage TIG - aciers non alliés
- Fils pour soudage TIG - aciers faiblement alliés
- Fils pour soudage TIG - aciers inoxydables
- Fils pour soudage TIG - alliages nickel
- Fils pour soudage TIG - alliages d'aluminium
- Fils pour soudage TIG - alliages cuivreux
- Fils pour soudage TIG - alliages titane
- Fils pour soudage TIG – rechargement

I.3 les différentes positions de soudage :

I.3.1 Positions des pièces :

La prise en compte de la position de soudage est essentielle, le bain de soudure étant toujours attiré vers le bas pour des raisons de la loi de gravité. Donc toutes les positions sont à considérer. [20]

Les positions de soudage sont exprimées à l'aide d'abréviations standard. Ce qui suit montre quels types de positions de soudage sont indiqués par quelle abréviation :

- Position **PA** : position *à plat*
- Position **PB** : position *en angle à plat*
- Position **PC** : position *en corniche*
- Position **PD** : position *en angle au plafond*
- Position **PE** : position *au plafond*
- Position **PF** : position *verticale montante*
- Position **PG** : position *verticale descendante* [19]

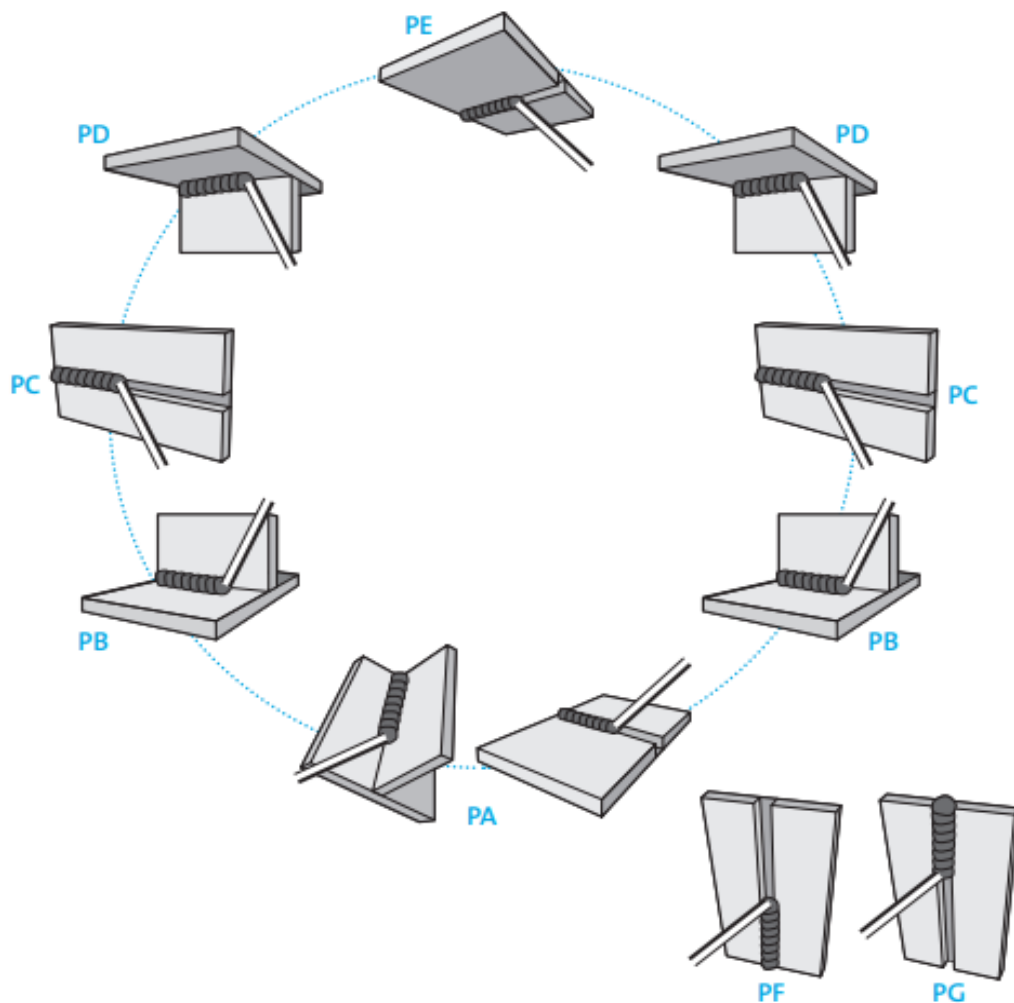
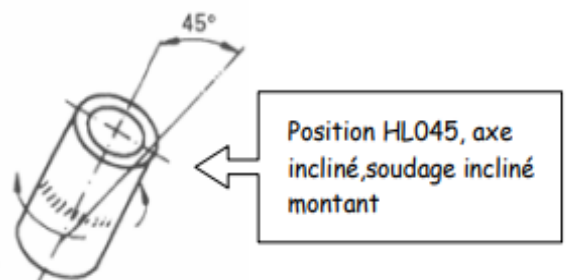
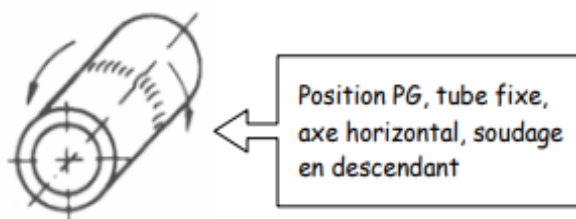
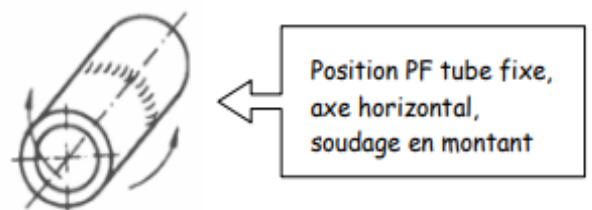
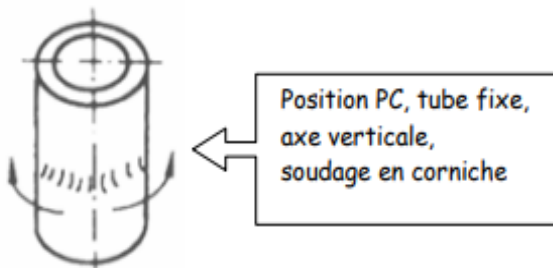
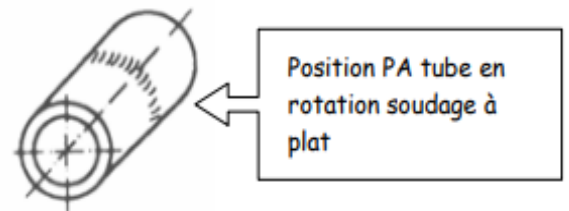
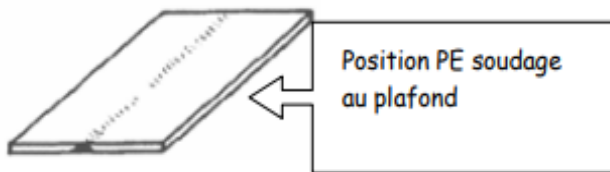
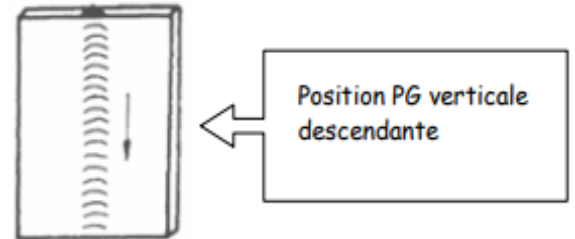
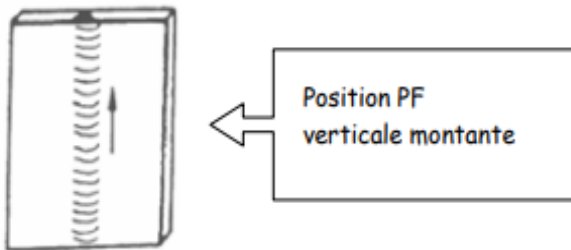
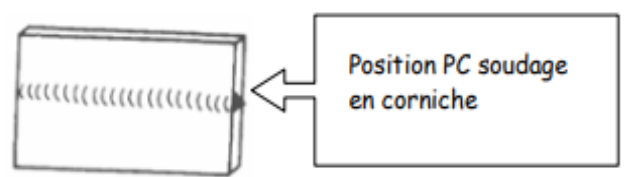
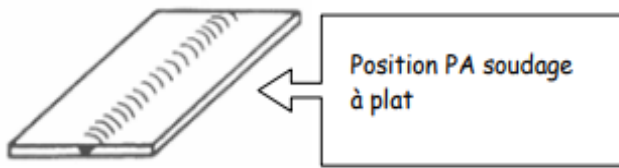
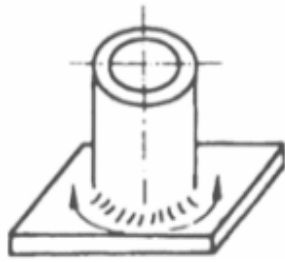


Figure 14: Les positions de soudage

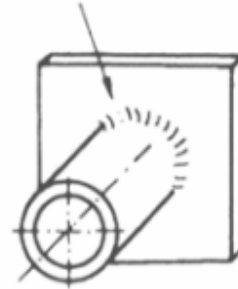
LES POSITIONS des SOUDURES Extrait de la norme NF EN 287-1 :
[21]



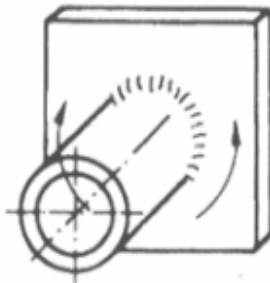
Chapitre I : Le soudage



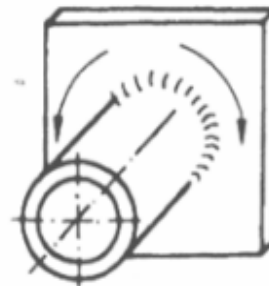
Position PB, tube fixe, axe vertical, angle à plat



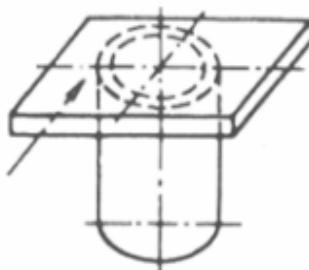
Position PB, tube en rotation, axe horizontal, soudage à plat



Position PF, tube fixe, axe horizontal, verticale montante

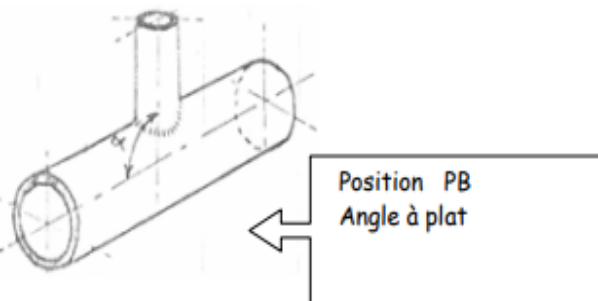
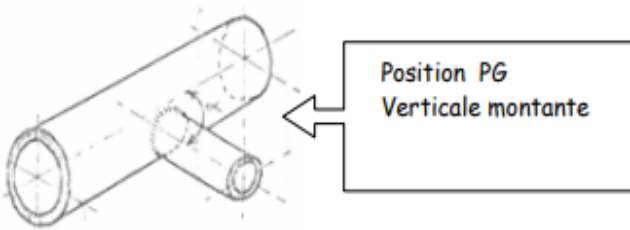
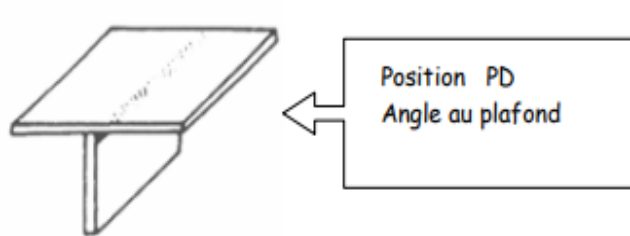
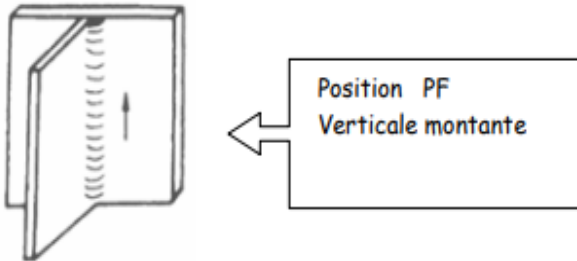
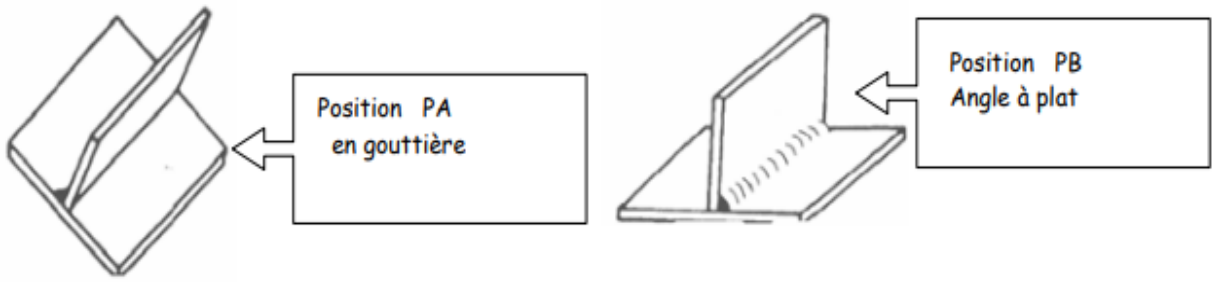


Position PG, tube fixe, axe horizontal, verticale descendante



Position PD, tube fixe, axe verticale, angle au plafond

Chapitre I : Le soudage



I.3.2 Sens de soudage et le positionnement d'électrode ou la torche :

Parmi les nombreux mouvements alternatifs, celui illustré à la (Fig.15) a est le plus courant. Le mouvement, quel qu'il soit, doit toujours être régulier. Dans le cas contraire, où s'il y a un trop grand écart entre deux oscillations, on obtient une fusion insuffisante et du laitier est emprisonné entre les passes. [22]

Une fois que le bain de fusion s'est formé à cet endroit, on inverse le sens de déplacement de l'électrode afin de reprendre le sens normal de déplacement de l'électrode de gauche à droite.

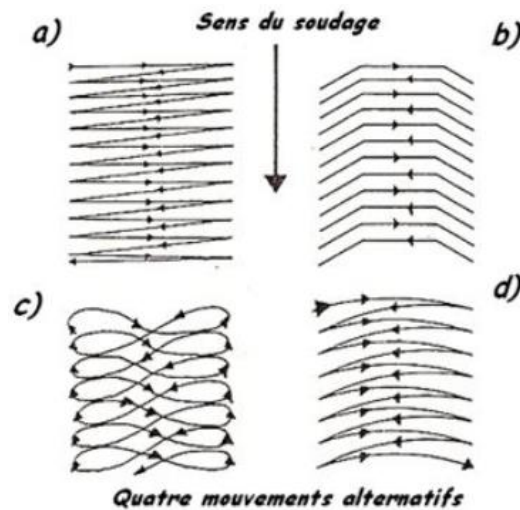


Figure 15: Les mouvements alternatifs de soudage [22]

Soudage à plat : L'électrode est en général légèrement inclinée dans le sens d'avancement du soudage (Fig. 16) afin que le souffle de l'arc repousse le métal et le laitier vers le cordon. Si le laitier a tendance à rester en avant ou à trop couvrir le bain, on allonge l'arc et on augmente l'inclinaison de l'électrode à laquelle on peut imprimer un balancement. On raccourcit au contraire l'arc et on diminue l'inclinaison de l'électrode à laquelle on peut imprimer un balancement, si le laitier est classé trop loin sur le cordon de soudure. Pour que le laitier suive régulièrement l'électrode en couvrant à moitié le bain, on peut être amené à tenir l'électrode verticalement et à incliner légèrement la pièce vers l'avant. [22]

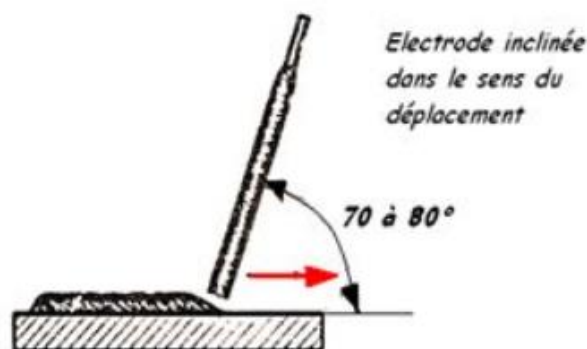


Figure 16: Inclinaisons de l'électrode dans soudage à plat [22]

Chapitre I : Le soudage

Soudage en angle plat : Tenir l'électrode inclinée à 80° dans le sens de l'avancement et inclinée de 35 à 45° sur l'horizontale. En cas de morsure de la tôle verticale, incliner un peu (Fig.17). [22]

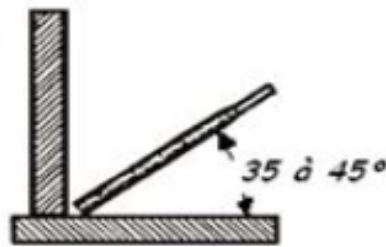


Figure 17: Inclinaisons de l'électrode dans soudage en angle plat [22]

Soudage vertical descendant : On tient généralement l'électrode perpendiculaire ou légèrement inclinée dans le sens du mouvement (Fig. 1-18). Le laitier doit être maintenu au-dessus du bain. Pour cette application, l'inclinaison doit être adaptée soit dans le sens de l'avancement, soit dans le sens opposé à l'avancement (Fig. 2-18). Si le laitier a tendance à descendre sous le bain, on réduira l'inclinaison (Fig. 1-18). [22]

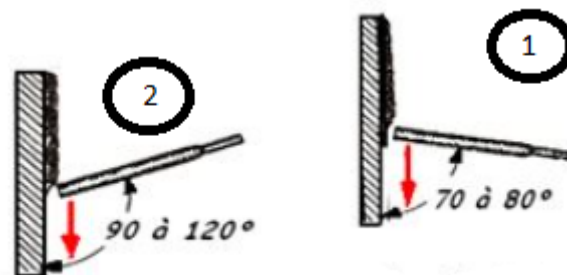


Figure 18: Inclinaisons de l'électrode dans soudage vertical descendant [22]

Soudage au plafond : L'électrode est inclinée dans le sens d'avancement, comme pour le soudage horizontal. On obtient parfois un cordon plus régulier et une morsure moindre en donnant à l'électrode un petit mouvement alternatif dans le sens de la soudure (Fig. 19). [22]

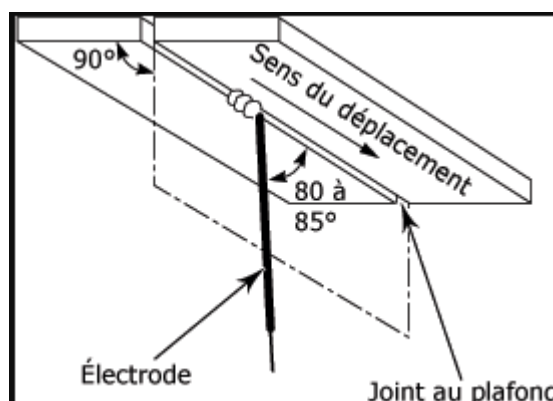


Figure 19: Inclinaisons de l'électrode dans soudage au plafond [30]

Chapitre II : DMOS, QMOS

Introduction :

Le D.M.O.S c'est un document et une procédure qui permet, à une entreprise, de pouvoir répéter une série de soudures. Sur le D.M.O.S, on retrouve les informations nécessaires pour la préparation avant soudage, les réglages du poste à souder et les informations sur les matériaux mis en œuvre (métal d'apport et matériaux soudés). Le D.M.O.S est obligatoire à une entreprise qui souhaite valider une procédure de soudage (Q.M.O.S) et aussi qualifier le soudeur. Le soudeur doit pouvoir interpréter un D.M.O.S, mais aussi respecter les consignes pour réaliser la ou les soudures, conformément à ce document. Les personnes concernées par le D.M.O.S sont : Le responsable du soudage, le soudeur qualifié, le contrôleur et l'inspecteur.

II.1 Le DMOS :

II.1.1 Définition d'un descriptif de mode opératoire de soudage (D.M.O.S.) :

Le Descriptif de Mode Opératoire de Soudage est un formulaire sur lequel sont consignés toutes les opérations, les instructions et les informations techniques nécessaires pour assurer la répétitivité des paramètres, obtenir un assemblage soudé de qualité et réussir dans les meilleures conditions l'exécution d'un travail précis de soudage.

Le D.M.O.S. est le document de référence du coordonnateur en soudage, du soudeur, de l'inspecteur et du contrôleur lors de l'exécution, du suivi et du contrôle d'un joint soudé.

Le D.M.O.S. est obligatoire et doit être présenté lors d'une qualification de mode opératoire de soudage et d'une qualification de personnel soudeur.

Remarque : Dans le cadre de la qualification d'un soudeur, on peut réaliser un D.M.O.S – P suivant la norme EN 288-3 qui est assez similaire au D.M.O.S définitif et qui d'ailleurs peut être établi à partir de ce dernier mais en indiquant D.M.O.S – P. [23]

II.1.2 La rédaction d'un descriptif de mode opératoire de soudage (D.M.O.S.) :

La rédaction du D.M.O.S. est réalisée, soit après exécution d'un essai préliminaire représentatif dans les conditions de la fabrication, soit à partir d'une qualification de mode opératoire de soudage déjà obtenue.

Pour la rédaction d'un DMOS il a des paramètres nécessaires à vérifier (Tableau 2).

Chapitre II : DMOS, QMOS

Tableau 2:Tableau récapitulatif des paramètres à vérifier sur le DMOS [23]

	Intensité Ampères	Tension Volts	Avance cm/min	Produit d'apport nuance et Ø	Nature courant et polarité	Vitesse dévidage fil cm/min	Nature et débit gaz	Électrode tungstène	Flux solide en poudre
111	X	X	X	X	X	NON	NON	NON	NON
114	X	X	X	X	X	X	NON	NON	NON
141 M	X	X	X	X	X	NON	X	X	NON
141 A	X	X	X	X	X	X	X	X	NON
142	X	X	X	X	X	NON	X	X	NON
143	X	X	X	X	X	NON	X	X	NON
145	X	X	X	X	X	NON	X	X	NON
15	X	X	X	X	X	X	X	X	NON
131	X	X	X	X	X	X	X	NON	NON
135	X	X	X	X	X	X	X	NON	NON
136	X	X	X	X	X	X	X	NON	NON
137	X	X	X	X	X	X	X	NON	NON
138	X	X	X	X	X	X	X	NON	NON
121	X	X	X	X	X	X	NON	NON	X

II.1.3 Les paramètres et indications du DMOS selon le procédé de soudage :

La rédaction du DMOS est guidée par la norme NF EN ISO 15609. Les paramètres et indications du DMOS : [24]

- **Lieu** : Il s'agit du centre où est réalisée la qualification du mode opératoire de soudage.
- **Référence** : C'est un numéro de référence fourni par l'entreprise.
- **Numéro de QMOS**
- **Constructeur/Fabricant** : Entreprise cliente de la QMOS
- **Nom du soudeur.**
- **Examineur ou organisme d'inspection** : Personne qui validera la QMOS
- **Mode de préparation du joint soudé et de nettoyage du joint soudé** : Pour la préparation, on utilisera le meulage, le chanfreinage (avec chanfreineuse portative par exemple), le cisailage, l'usinage, le fraisage les procédés de découpe thermique (plasma, oxycoupage, laser) ou non-thermique (jet d'eau, poinçonnage grignotage)
- **Mode de nettoyage du joint soudé** : On peut utiliser le meulage, le brossage, le ponçage, le sablage, le grenillage, le dégraissage ou le décapage chimique.

Chapitre II : DMOS, QMOS

- **Spécifications du matériau de base** (exemples courants) : Aciers non alliés à basse teneur en carbone, aciers faiblement alliés et aciers à grains fins de limite à l'élasticité Re inférieure ou égale à 355 N/mm^2
- **Epaisseur du matériau de base** : épaisseur en mm du matériau à souder.
- **Diamètre du matériau de base** : pour une pièce circulaire, rond ou tube, on indique le diamètre en mm à souder.
- **Position de soudage de l'assemblage** : (Fig.15)
- **Type du joint soudé** : – Il s'agit d'une suite de symbolisations qui déterminent avec précision, le type de joint réalisé. Les variables suivantes seront utilisées:

Codifications pour le type d'assemblage de soudage :

- ❖ **P** : Essai de soudage sur tôle(Plate)
- ❖ **T** : Essai de soudage sur tube(Pipe)
- ❖ **BW** : Essai de soudage bout à bout (Butt Weld)
- ❖ **FW** : Essai de soudage en angle (Fillet Weld)
- ❖ **P-BW** : Essai de soudage sur tôle en bout à bout
- ❖ **T-BW** : Essai de soudage sur tube en bout à bout
- ❖ **P-FW** : Essai de soudage sur tôle en angle
- ❖ **T-FW** : Essai de soudage sur tube en angle

Codifications pour le mode d'assemblage:

- ❖ **ss** : Essai de soudage d'un seul côté (single side welding)
- ❖ **bs** : Essai de soudage de deux cotés (both sides)
- ❖ **ng** : Sans gougeage par meulage (no back gouging/ no back grinding)
- ❖ **gg** : Avec gougeage par meulage (back gouging/ back grinding)
- ❖ **nb** : Essai de soudage sans support envers (welding with no backing)
- ❖ **mb** : Essai de soudage avec support envers (welding with material backing)
- **Informations relatives au gaz, métal d'apport et électrodes:**
 - ❖ **Métal d'apport** : Suivant codification, indiquer le métal d'apport utilisé
 - ❖ **Marque et type du métal d'apport**
 - ❖ **Reprise spéciale ou séchage** : selon besoin, à indiquer
 - ❖ **Gaz de protection ou flux**
 - ❖ **Débit de gaz de protection:** Indiquer en litres/min les débits pour la soudure envers et/ou endroit
 - ❖ **Dimension et type d'électrode non fusible (TIG) – Angle de la torche**
- **Informations relatives au préchauffage, traitement thermique:**
 - ❖ **Température de préchauffage** : A indiquer si nécessaire
 - ❖ **Traitement thermique après soudage** : A indiquer si nécessaire
 - ❖ **Vitesse de montée en température et de refroidissement** : selon besoin
 - ❖ **Température entre passes** : selon besoin
- **Informations particulières au TIG et PLASMA:**
 - ❖ **Fréquence, temporisation**
 - ❖ **Détail du soudage pulsé**

- ❖ **Distance de maintien** : hauteur de l'arc
- ❖ **Détails du plasma** : réglages supplémentaires dans le cas du soudage plasma
- **Dispositions des passes** : Ce schéma représentera facilement le nombre de passes, le numéro de la passe, l'empilement, éventuellement la dimension de la pièce soudée et la gorge de la soudure :

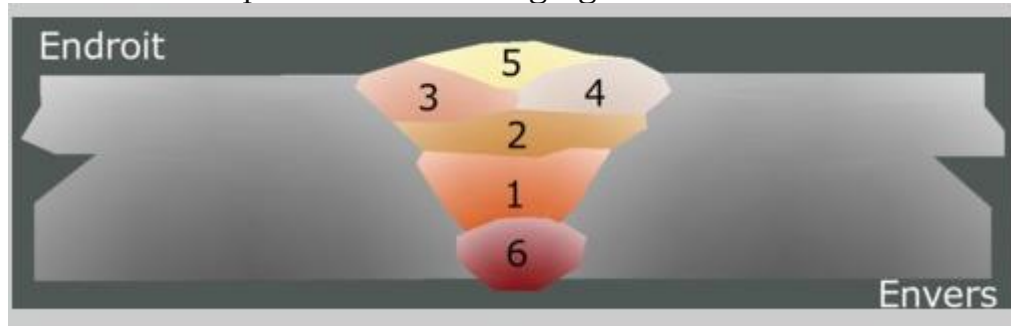


Figure 20: schéma de nombre de passes [24]

- **Schéma de la préparation avant soudage** : Ce schéma représentera la préparation avant soudure. On notera les dimensions importantes tolérances. Il peut s'agir des épaisseurs des éléments à souder, jeu de soudage, talon, angle du chanfrein.

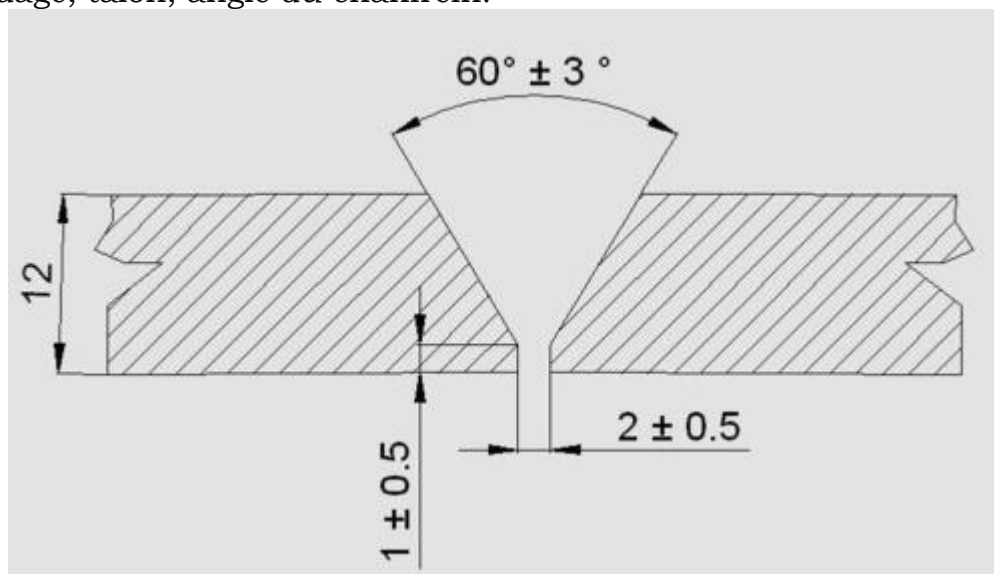


Figure 21: Schéma de préparation de soudure [24]

II.1.4 Quelques paramètres selon le procédé de soudage choisi:

Procédé de soudage à l'électrode enrobée (EE) (111) Dans ce procédé de soudage, on vérifiera: – Intensité de soudage (en ampères),- la tension de soudage (en Volts),- la vitesse d'avance du soudeur (en cm/min),- la nuance du métal d'apport et son diamètre,- la nature du courant (continu ou alternatif)- et sa polarité. [24]

Procédé de soudage semi-automatique ou automatique et fil fourré (MIG MAG)(131, 135 et 136) Dans ce procédé de soudage, on vérifiera: – Intensité de soudage (en ampères), – la tension de soudage (en Volts), – la vitesse d'avance du soudeur (en cm/min), – la nuance du métal d'apport et son diamètre, – la

Chapitre II : DMOS, QMOS

nature du courant (continu ou alternatif) – sa polarité, – la vitesse de dévidage du fil, – la nature et le débit du gaz. [24]

Procédé de soudage TIG manuel ou automatique (141) Dans ce procédé de soudage, on vérifiera: – Intensité de soudage (en ampères), – la tension de soudage (en Volts), – la vitesse d’avance du soudeur (en cm/min), – la nuance du métal d’apport et son diamètre, – la nature du courant (continu ou alternatif) – sa polarité – la vitesse de dévidage du fil, – la nature et le débit du gaz,- le type d’électrode non fusible. [24]

II.1.5 Exemple de D.M.O.S :

D.M.O.S préliminaire :

Technologie du soudage		D.M.O.S-P Descriptif de Mode Opérateur de Soudage Préliminaire			CM -----/----- Page: 1	
SPECIFICATION: EN 288-3		Specifications NUMBER: EN 10025-2		ENOS-P: N° 1		
Base metal MATERIAL DE BASE: S355K2G3		WELD CHARACTERISTICS CARACTERISTIQUES PRINCIPALES: Groupe W01				
Filler metal PROCÉDÉ D'APPORT: T465MM1H5	Specifications NUMBER: EN 758	Trade mark MARQUE: SAFDUAL	Type TYPE: 200	No of sparge n° DE LOT: 10241501	Ø: 1.2	Weld layers n° DES PASSES: 1 à 6
Weld seam details: beveling-flame-beating-grinding PRÉPARATION DES BORDS: chanfreinage-alésage-alésage-à l'état-à l'état				Joints of welding: APPARENCE DES COUCHES:		
METHODE DE PREPARATION ET NETTOYAGE				OXYCUPAGE / MEULAGE		
ETUVAJE: Heating of filler metal: OUI 200 °C PENDANT 2 HEURES During REPAISE ENVERS: Reverse retaked: NON VISA: /				PRÉCHAUFFAGE: Preheat: / °C TEMP. ENTRE PASSES: Inter pass temp: 250 °C TEMP. DE MAINTIEN: Hold temp: / °C POST. CHAUFFAGE: Postheat: / °C h		
IDENTIFICATION DES PASSES-Nb of layers:		1	2	3 à 6		
PROCÉDÉ DE SOUDAGE-Welding process:		136	136	136		
POSITION DE SOUDAGE-welding position:		PA	PA	PA		
POLARITE DE L'ELECTRODE.Polarity:		+	+	+		
NATURE DU COURANT-Sort of current AC-DC:		CC	CC	CC		
DIAMETRE-Diameter. Ø:		1.2	1.2	1.2		
INTENSITE (A)-Amp range (+/- 15%):		140	270	290		
TENSION (V)-Volt range. (+/- 2):		19	28	29		
VITESSE DE Sda-Welding speed. cm/min:		15	42	39		
VITESSE FIL-Electrode wire speed(cm/min)						
GAS DE PROTECTION ENDROIT Shielding gas:		NATURE-sort: ARCAL 21	ARCAL 21	ARCAL 21		
		DEBIT L/min: 18 +/-2	18 +/-2	18 +/-2		
GAS DE PROTECTION ENVERS Gas backing:		NATURE-sort: /	/	/		
		DEBIT L/min: /	/	/		
EQUIPEMENT DE SOUDAGE-Welding machine:				FastMIG KM400		
NOM de l'opérateur's name: /				N° d'identification: 3		
CONTROLE-Inspection						
RADIO-Radiography <input checked="" type="checkbox"/>			MICROGRAPHIE <input type="checkbox"/>			
CONTROLE VISUEL-Visual inspect <input checked="" type="checkbox"/>			DURETE-Hardness <input type="checkbox"/>			
ESSAIS MECA-Meca trials <input checked="" type="checkbox"/>			ANALYSES CHIMIQUES <input type="checkbox"/>			
MACROGRAPHIE <input checked="" type="checkbox"/>			AUTRE-Other RESSUAGE <input checked="" type="checkbox"/>			
CONSTRUCTEUR-Manufacturer: /				ORGANISME D'INSPECTION-Inspecting organisation: /		
NOM: /	DATE: / /	VISA: /	NOM: /	DATE: / /	VISA: /	

DESCRIPTION DE LA METHODE DE SOUDAGE (DMS) :

Régie
du bâtiment



DESCRIPTION DE LA METHODE DE SOUDAGE (DMS)
Welding Procedure Specification (WPS)

Notes: Les titres désignent également les hommes et les femmes.

1 Entreprise/Company		2 Enregistrement provincial Provincial Registration		MS <input type="text"/>		WP <input type="text"/>	
Nom/Name <input type="text"/>		3 Désignation de la méthode/Procédure identification		DMS N° <input type="text"/>		Révision N° <input type="text"/>	
Adresse/Address <input type="text"/>				WPS No. <input type="text"/>		Revision No. <input type="text"/>	
<input type="text"/>				RMS N° <input type="text"/>		PQR No. <input type="text"/>	
<input type="text"/>		Code postal <input type="text"/>		Section du code <input type="text"/>		Code section <input type="text"/>	
4 Procédé(s) de soudage Welding Process(es)		1 <input type="text"/>		Manuel/Manual <input type="checkbox"/>	Semi-auto. <input type="checkbox"/>	Machine <input type="checkbox"/>	Auto. <input type="checkbox"/>
		2 <input type="text"/>		Manuel/Manual <input type="checkbox"/>	Semi-auto. <input type="checkbox"/>	Machine <input type="checkbox"/>	Auto. <input type="checkbox"/>
		3 <input type="text"/>		Manuel/Manual <input type="checkbox"/>	Semi-auto. <input type="checkbox"/>	Machine <input type="checkbox"/>	Auto. <input type="checkbox"/>
5 Joints/Joins (QW-402)							
Genre/Design <input type="text"/>							
Soutien Oui <input type="checkbox"/> Non <input type="checkbox"/> Matériau de soutien Backing Yes <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/> Backing material <input type="text"/>							
Support de retenue <input type="text"/> Retainer							
Autre <input type="text"/> Other							
6 Métaux de base/Base Metals (QW-403)		PN°/No. <input type="text"/>	Gr N°/No. <input type="text"/>	à/to PN°/No. <input type="text"/>	Gr N°/no. <input type="text"/>		
ou Spécifications type et grade <input type="text"/>				à/to <input type="text"/>			
ou Analyse chimique et prop. méc. <input type="text"/>				à/to <input type="text"/>			
Gamme des épaisseurs qualifiées métaux de base <input type="text"/>		Chanfrein <input type="text"/>	Min.: <input type="text"/>	Max.: <input type="text"/>	Angle: <input type="text"/>	Fillet <input type="text"/>	
Épaisseur maximale de la plus épaisse des passes de soudage <input type="text"/>							
Autre <input type="text"/>							
Other <input type="text"/>							
7 Métaux d'apport/Filler Metals (QW-404)							
1 AWS N° No. <input type="text"/>		SFA <input type="text"/>	F-No. <input type="text"/>	A-No. <input type="text"/>	Dia. <input type="text"/>		
2 AWS N° No. <input type="text"/>		SFA <input type="text"/>	F-No. <input type="text"/>	A-No. <input type="text"/>	Dia. <input type="text"/>		
3 AWS N° No. <input type="text"/>		SFA <input type="text"/>	F-No. <input type="text"/>	A-No. <input type="text"/>	Dia. <input type="text"/>		
Gamme des épaisseurs qualifiées pour dépôt de soudage <input type="text"/>		Chanfrein <input type="text"/>	1 max.: <input type="text"/>	2 max.: <input type="text"/>	3 max.: <input type="text"/>	Angle: <input type="text"/>	
Weld Metal Thickness Range Qualified		Groove					Fillet <input type="text"/>
Marque de commerce du flux <input type="text"/>				Classification du flux-électrode <input type="text"/>			
Flux Tradename				Electrode-Flux Classification			
Pièce insérée consommable <input type="text"/>				Autre <input type="text"/>			
Consumable Insert				Other			
Autre <input type="text"/>							
Other <input type="text"/>							
8 Positions/Positions (QW-405)							
Position(s) du chanfrein <input type="text"/>		Position(s) of Groove <input type="text"/>					
Progression du soudage <input type="text"/>		Montant <input type="checkbox"/>		Descendant <input type="checkbox"/>			
Welding Progression		Up		Down			
Position(s) de l'angle <input type="text"/>		Position(s) of Fillet <input type="text"/>					
Autre <input type="text"/>		Other <input type="text"/>					
Other <input type="text"/>							
9 Préchauffage/Preheat (QW-406)							
Température de préchauffage <input type="text"/>		Min. <input type="text"/>					
Preheat Temperature							
Température de l'interpasse <input type="text"/>		Max. <input type="text"/>					
Interpass Temperature							
Maintien du préchauffage <input type="text"/>		Preheat Maintenance <input type="text"/>					
Autre <input type="text"/>		Other <input type="text"/>					
Other <input type="text"/>							
10 Traitement thermique postsoudage/ Postweld Heat Treatment (QW-407)							
Gamme de températures <input type="text"/>		Temperature Range <input type="text"/>					
Autre <input type="text"/>		Other <input type="text"/>					
Other <input type="text"/>							
11 Gaz/Gas (QW-408)							
Composition du gaz de protection <input type="text"/>		Shielding Gas Composition <input type="text"/>					
Débit du gaz <input type="text"/>		Gas Flow Rate <input type="text"/>					
Autre <input type="text"/>		Other <input type="text"/>					
Other <input type="text"/>							
Composition du gaz de soutien <input type="text"/>		Backing Gas Composition <input type="text"/>					
Débit du gaz <input type="text"/>		Gas Flow Rate <input type="text"/>					
Autre <input type="text"/>		Other <input type="text"/>					
Other <input type="text"/>							
Composition du gaz de protection traînant <input type="text"/>		Trailing Shielding Gas Composition <input type="text"/>					

808(2003-01)

Chapitre II : DMOS, QMOS

⑫ <i>Caractéristiques électriques et techniques/Electrical Characteristics and Technique</i> (QW-409) + (QW-410)								
Couche(s) de soudure Weld Layer(s)	Procédé Process	Métal d'apport/Filler Metal		Courant/Current				Gamme de vitesse Travel Speed Range
		Classification Classification	Diamètre Diameter	Type Type	Polarité Polarity	Gamme d'ampérage Amp Range	Game de voltage Volt Range	

Energie de chaleur maximale Maximum Heat Input			
Courant variable Pulsing Current			
Grosueur et type d'électrode de tungstène Tungsten Electrode Size and Type			
Mode de transfert du métal pour GMAW Mode of Metal Transfer for GMAW			
Cordon droit ou oscillant String or Weave Bead			
Procédé de gougeage arrière Method of Back Gouging			
Nettoyage initial et entre les passes (brossage, meulage, etc) Initial and interpass Cleaning (Brushing, Grinding, etc.)			
Diamètre de la tuyère à gaz Orifice or Gas Cup Size			
Oscillation Oscillation	Largeur Width	Fréquence Frequency	
Distance entre tube-contact et pièce Contact Tube to Work Distance			
Passe unique ou multiple (par côté) Multiple or single Pass (per Side)			
Electrode unique ou multiple Multiple or Single Electrode			
Gamme de vitesse d'alimentation de l'électrode Electrode Wire feed speed range			
Martelage Peening			
Autre Other			

⑬ <i>Autres commentaires/Supplementary Comments</i>

⑭ Signature du représentant de l'entreprise Company Representative's Signature	Date Date
_____	_____

⑮ <i>Réservé à la Régie/Board use only</i>
Vérfié par _____ Date _____
Facture N° _____

⑯

Chapitre II : DMOS, QMOS

WELDING PROCEDURE SPECIFICATION (WPS) :

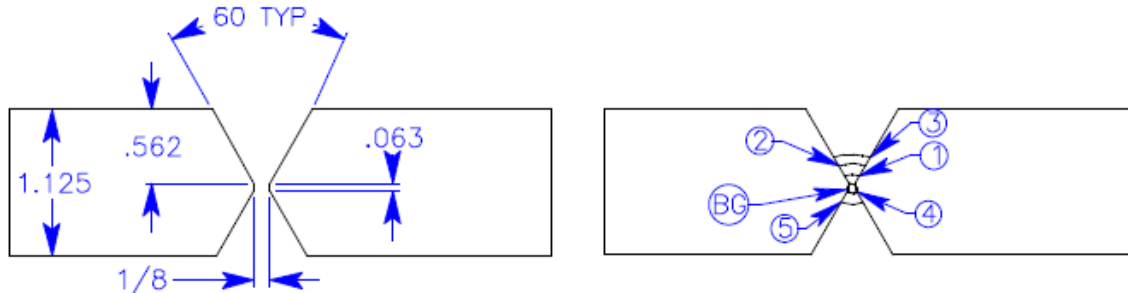
WELDING PROCEDURE SPECIFICATION

Welding Procedure Specification No. FERMI CS-2 Date 1/8/2008
 Revision No. 1*changed joint root gap Date 01/16/08 Supporting PQR No.(s) FERMI CS-2
 Welding Processes 1) SMAW Type 1) Manual
 2) _____ Type 2) _____
 (Manual, Auto, Semi)

JOINTS (QW-402)

Joint Design Double "V" Backing: Yes No _____
 Backing Material (Type) Root: Base Metal Remainder: Filler metal
 Retainer: Yes _____ No _____ Type: Non-Metallic _____ Metallic (non-fusing) _____

DETAILS *



BASE METALS (QW-403)

P No. 1 Group 1 To P No. 1 Group 1
 Specification Type and Grade SA 105 to SA 105
 To Specification Type and Grade _____
 OR
 Chemical Analysis and Mech. Properties _____
 To Chemical Analysis and Mech. Properties _____

Thickness Range:	PROCESS 1	PROCESS 2
Base Metal	Groove <u>3/16-2.25</u> Fillet <u>unl</u>	Groove _____ illet _____
Deposited Weld Metal	Groove <u>3/16-2.25</u> Fillet <u>unl.</u>	Groove _____ Fillet _____
Pipe Diameter Range	Groove <u>2 7/8 min</u> Fillet <u>unl.</u>	Groove _____ Fillet _____

FILLER METALS (QW-404)

	PROCESS 1	PROCESS 2
Specification No. (SFA)	<u>5.1</u>	
AWS No. (Class)	<u>E7018</u>	
F-No.	<u>4</u>	
A-No.	<u>1</u>	
Size of Filler Metals	<u>3/32, 1/8, 5/32, 3/16</u>	
Deposited Weld Metal Thickness Range	Groove <u>3/16-2.25</u> Fillet <u>2.25 max</u>	Groove _____ Fillet _____
Electrode-Flux (Class)	<u>N/A</u>	
Flux Trade Name	<u>N/A</u>	
Consumable Insert	<u>None</u>	

EACH BASE METAL-FILLER METAL COMBINATION SHOULD BE RECORDED INDIVIDUALLY

Chapitre II : DMOS, QMOS

WELDING PROCEDURE SPECIFICATION

FERMI CS-2

<p>POSITIONS (QW-405)</p> <p>Positions of Groove <u>1G</u></p> <p>Welding Progression: Up <u>n/a</u> Down</p> <p>Positions of Fillet <u>N/A</u></p>	<p>POSTWELD HEAT TREATMENT (QW-407)</p> <p>Temperature Range <u>None</u></p> <p>Time Range</p> <p>Other</p>																				
<p>PREHEAT (QW-408)</p> <p>Preheat Temperature Minimum <u>32°F</u></p> <p>Interpass Temperature Maximum <u>Not Measured</u></p> <p>Preheat Maintenance</p> <p>Minimum Temperature for Welding <u>32°F</u></p>	<p>GAS (QW-408)</p> <table style="width:100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td></td> <th colspan="3" style="text-align: center;">Percent Composition</th> </tr> <tr> <td></td> <th style="text-align: center;">Gas(es)</th> <th style="text-align: center;">Mixture</th> <th style="text-align: center;">Flow Rate</th> </tr> <tr> <td>Shielding</td> <td style="text-align: center;"><u>N/A</u></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Trailing</td> <td style="text-align: center;"><u>N/A</u></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Backing</td> <td style="text-align: center;"><u>N/A</u></td> <td></td> <td></td> </tr> </table>		Percent Composition				Gas(es)	Mixture	Flow Rate	Shielding	<u>N/A</u>			Trailing	<u>N/A</u>			Backing	<u>N/A</u>		
	Percent Composition																				
	Gas(es)	Mixture	Flow Rate																		
Shielding	<u>N/A</u>																				
Trailing	<u>N/A</u>																				
Backing	<u>N/A</u>																				
<p>ELECTRICAL CHARACTERISTICS (QW-409)</p> <p>Current AC or DC <u>Direct</u> Polarity <u>Reverse</u> Characteristics:</p> <p>AMPS (Range) <u>See Chart</u> Volts (Range) <u>See Chart</u></p> <p>Tungsten Electrode Size and Type <u>N/A</u></p> <p>Mode of Metal Transfer for GMAW <u>N/A</u></p> <p>Electrode Wire Feed Speed Range <u>N/A</u></p>																					

<p>TECHNIQUE (QW-410)</p> <p>String or Weave Bead <u>String or weave. Weave not to exceed 1/8 wide</u></p> <p>Orifice or Gas Cup Size <u>N/A</u></p> <p>Initial Interpass Cleaning (Brushing, Grinding, etc.) <u>Grind flame cut 1/16 minimum. Wire brush with steel brushes between passes. Grinding is allowed between passes.</u></p> <p>Method of Back Gouging <u>Arc Gouge and grind or grinding alone to clean metal</u></p> <p>Oscillation <u>N/A</u></p> <p>Contact Tube to Work Distance <u>N/A</u></p> <p>Multiple or Single Pass (per side) <u>Multipass</u></p> <p>Multiple or Single Electrodes <u>Single</u></p> <p>Travel Speed (Range) <u>As Required</u></p> <p>Peening <u>None</u></p> <p>Other</p>
--

Weld Layers	Processes	Filler Metal		Current		Volt Range	Travel Speed Range	Other (Power Source)
		Class	Diameter	Type Polarity	Amp. Range			
1-5	SMAW	E7018	3/32	DCRP	70-100	18-20		
Bal.	SMAW	E7018	1/8	DCRP	100-140	19-23		
		E7018	5/32	DCRP	120-200	20-24		

II.2 le QMOS :

Introduction :

Toute opération de soudage par fusion sur un acier utilisé pour la fabrication d'un appareil à pression doit être qualifiée par un mode opératoire de soudage correspondant à la norme EN ISO 15614-1.

On n'impose pas tel ou tel procédé de soudage, mais des résultats compatibles avec un cahier des charges donné. D'où la nécessité, en amont de la fabrication, de vérifier la pertinence des procédés de soudage choisis. C'est la phase de qualification. On définira notamment le choix du ou des procédés de soudage, de la position de soudage de base et métaux d'apport, les gaz de soudage, etc. [25]

II.2.1 Définition :

C'est la qualification d'une technique de soudage, délivrée par un organisme habilité. Les éléments sont soudés devant un inspecteur puis envoyés dans un laboratoire pour être soumis à des tests (mécanique, dimensionnels ...). Si les résultats obtenus sont satisfaisants, par rapport à la norme de référence, le mode opératoire mis en œuvre est alors qualifié pour un domaine de validité. Un mode opératoire de soudage qualifié, donne des garanties de tenues mécaniques, chimiques, dimensionnelles d'un assemblage par soudage.

Documents à joindre: PV de qualification D.M.O.S (organisme d'examen + fabricant); Assemblage de qualification et rapport d'exécution; résultats des contrôles, examens et essais, CCPU ou certificat matière, certificat matière pour métal d'apport, spécifications du gaz de soudage. [25]

II.2.2 Contrôles, Examens et Essais :

LE CONTRÔLE DESTRUCTIF :

Principalement utilisé pour des productions en séries. Il consiste à prélever certaines pièces sur un lot de pièces soudées, sur lesquelles seront prélevées des éprouvettes qui subiront des essais destructifs tels que :

- ❖ L'essai de traction
- ❖ L'essai de dureté
- ❖ L'essai de résilience Charpy
- ❖ L'essai de fatigue
- ❖ L'essai de pliage
- ❖ L'examen micrographique
- ❖ L'examen macrographique
- ❖ Etc....

Chapitre II : DMOS, QMOS

Remarques : Les essais destructifs sont utilisés pour déterminer les caractéristiques d'une soudure et attester du bon choix des paramètres de soudage. Après chaque essai un PV-Q.M.O.S.

Il existe plusieurs codes et spécifications pour identifier la vérification des propriétés d'une soudure que l'on trouvera dans la norme EN 15614-1 qui remplace la EN 288-3. [26]

LE CONTRÔLE NON DESTRUCTIF :

Le contrôle non destructif (CND) est un ensemble de méthodes qui permettent de caractériser l'état d'intégrité de structures ou de matériaux, sans les dégrader, soit au cours de la production, soit en cours d'utilisation, soit dans le cadre de maintenances. On parle aussi d'essais non destructifs (END) ou d'examens non destructifs.

Les principales méthodes couramment utilisées sont :

- ❖ L'examen visuel (VT)
- ❖ Le ressuage (PT)
- ❖ La magnétoscopie (MT)
- ❖ La radiographie (RT)
- ❖ La technique des ultrasons (UT)
- ❖ Les autres techniques récentes (émission acoustique (AT), thermographie (IT), étanchéité (LT)).

Remarques : Généralement on peut dire que Le type d'essais le mieux indiqué pour chaque type de défaut :

Les défauts de surface sont les mieux décelables par l'examen visuel, le ressuage ou l'examen magnétique, à condition toutefois que la surface soit accessible.

Les défauts internes sont les mieux décelables par radiographie ou par ultrasons. Pour les défauts internes à 3 dimensions, la radiographie est la plus indiquée (porosités et inclusions par exemple), tandis que les ultrasons sont plus indiqués pour les défauts à 2 dimensions (manque de fusion par exemple). [26]

II.2.3 Exemple de Q.M.O.S, PV et Certificat :

PV de Q.M.O.S 01:



**PROCES-VERBAL DE QUALIFICATION
DE MODE OPERATOIRE DE SOUDAGE
WELDING PROCEDURE QUALIFICATION RECORD**

N° 3LI06F001

Fabricant : CHAUDRONNERIE SAS LESCAUT
 Manufacturer : 24100 BERGERAC

Lieu du soudage : 24100 BERGERAC
 Place of welding

Date de soudage : 16/11/1999 + assemblage complémentaire A3716053 0601/BR3du 28/02/2006
 Date of welding

DMOS – P : 99 25193-1/B-BR1
 pWPS No

Norme de référence : NF EN ISO 15614-1 – Février 2005
 Reference standard

Complétée par : Transposition du QMOS 3LI99B030 Rév. 1
 Supplemented by

Essai réalisé en présence de : P. MOREL
 Test performed in the presence of

N° de poinçon 665
 Stamp No

ASAP - Organisme notifié n° 0851

Continental Square – BP 16757
 95727 ROISSY CDG Cedex

certifie que les assemblages de qualification ont été préparés, soudés et contrôlés de façon satisfaisante conformément aux exigences des documents référencés ci-dessus.
 certifies that test pieces were prepared, welded and tested satisfactorily in accordance with the requirements of the documents indicated above.

Procès-verbal établi le : 29/03/2006
 Record issued on

ORGANISME D'EXAMEN <i>Examining body</i>	FABRICANT <i>Manufacturer</i>
Représentant autorisé : A. REJOU <i>Authorized representative</i> Signature : <i>Visa</i> Cachet de l'organisme <i>Stamp of the examining body</i>	Représenté par : Céline FOUQUET <i>Represented by</i> Signature : <i>Visa</i> Cachet du fabricant (éventuellement) <i>Stamp of the manufacturer (optional)</i> CHAUDRONNERIE - TUYAUTERIE S.A.S. LESCAUT FABRICANT Bd Charles Garaud 24106 BERGERAC M^{lle} C. FOUQUET

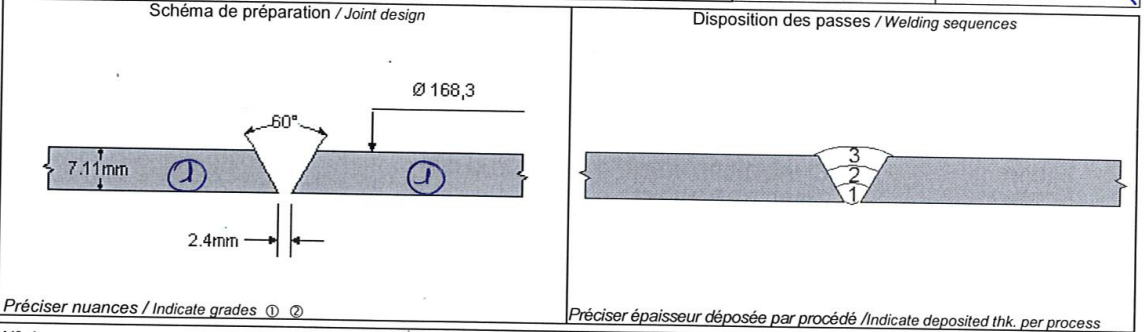
AQUAP – OMDAP – EN 15614 – 2/4 – mar05 /FD SI 731-0

Autre identification (si besoin)
 Other identification (as necessary) : A3716053 0601

Tél. 05 53 74 42 34 Fax 05 53 24 66 02
 Siret 557 020 062 00013 - APE 283 C
 E-mail : sa.lescaut@wanadoo.fr

Chapitre II : DMOS, QMOS
Rapport d'exécution 01:

ASSEMBLAGE DE QUALIFICATION – RAPPORT D'EXECUTION – RECORD OF WELD TEST			
ASSEMBLAGE REPERE Test Piece No : 99 25193-1/BR1 + A3716053 0601/BR3		Matériaux de base Base material	①
Type d'assemblage Joint type		Nuance Grade	②
<input checked="" type="checkbox"/> Bout à bout Butt <input checked="" type="checkbox"/> Tubes <input type="checkbox"/> Tôles Tubes <input type="checkbox"/> Plates <input type="checkbox"/> Té <input type="checkbox"/> Piquage Tee <input type="checkbox"/> Branch <input type="checkbox"/> Pleine pénétration Full penetration <input type="checkbox"/> Angle Fillet		Norme ou spécification Standard or specification	TP 316L
<input type="checkbox"/> Support envers Backing strip Permanent <input type="checkbox"/> oui <input type="checkbox"/> non Permanent Yes No Nature Type :		N° de coulée Heat no	ASME SA312
<input type="checkbox"/> Gougeage ou meulage envers Back gouging or chipping		Groupe/ Sous groupe Group / Subgroup	E739003
		Epaisseur (mm) Thickness	8 / 8.1
		Diamètre ext. (mm) Outside diameter	7,11
			168,3



N° des passes / pass number		1	2 et 3
Position / position		PF	PA
Procédé, degré mécanisation* / process, d° of mechaniz.		141 M	136 M
Mode de transfert / transfer mode		/	CC
Nom du soudeur / welder's name			
BLONDEL			
Matériaux de apport Filler material	Fabricant / manufacturer	SANDVIK	ESAB
	Appellation commerciale / trade mark	19.12.3.L	OK 14.31
	Désignation normalisée / std. designation	Z2CND19.12	T GS Z 19 12 2 L
	Diamètre / diameter (mm)	2,4	1,2
Flux Flux	Fabricant / manufacturer	/	/
	Appellation commerciale / trade mark	/	/
	Désignation normalisée / std. designation	/	/
Gaz de protection Shielding gas	Type ou composition nominale / type	ARGON	MIGAZ 20
	Désignation normalisée / std. designation	I1	M21
	Débit / flow rate (l/min)	14	17
Envers Root	Type ou composition nominale / type	AZOTE	/
	Désignation normalisée / std. designation	F1	/
	Débit / flow rate (l/min)	5	/
Gaz plasma Plasma gas	Type ou composition nominale / type	/	/
	Désignation normalisée / std. designation	/	/
	Débit / flow rate (l/min)	/	/
Nature du courant / type of current (~, =, pulse)		CC	CC
Electrode tungstène / tungsten electrode (type & Ø)		WT20 - Ø 2,4	/
Polarité de l'électrode ou du fil / electrode polarity		-	+
Intensité I / current (A)		83	160
Tension à l'arc U / voltage (V)		14	20
Vitesse d'exéc. v d'une passe / welding speed (mm/s)		1,00	3,33
Apport de chaleur / heat input {k.U.I.10 ⁻³ / v} (kJ/mm)		0,697	0,768
T° maxi. entre passes / interpass temperature (°C)		/	150
Matériel de soudage / welding equipment		FILARC TIG 201	POWER TOPLEX 315
Préchauffage / preheat : <input checked="" type="checkbox"/> Non/No <input type="checkbox"/> Oui/Yes		Température : °C	
Postchauffage / postheat : <input checked="" type="checkbox"/> Non/No <input type="checkbox"/> Oui/Yes		Température : °C	
Traitement thermique après soudage / PWHT : <input checked="" type="checkbox"/> Non / No <input type="checkbox"/> Oui / Yes		Durée du maintien / holding time : °C	
Vit. de montée / heat. rate : °C/h		Durée du maintien / hold time : Vit. de refroidiss./cooling rate : / °C/h de / à / °C	
Autres informations / other informations :			

AQUAP - QMDAP - EN 15614 - 2/4 - mar05/ID SI 731-0

*Degré de mécanisation : M = manuel/manual, A = automatique/auto, TM = totalement mécanisé/fully mechanized, PM = partiellement mécanisé/partly mechanized

Signature du représentant de l'organisme d'examen : PV n° : 3LI06F001 Page n°: 2/4

Visa of examining body's representative Record No Page No

PV de résultats des contrôles, examens et essais 01:

RESULTATS DES CONTROLES, EXAMENS ET ESSAIS – TEST RESULTS

1. Essais non destructifs / Non destructive tests			
	Exécuté par / Carried out by	Résultat / Result	N° de rapport / Report No
Visuel / VT	A. REJOU	CONFORME	/
Ressuage / PT	NORISKO	CONFORME	A3716053 0601/PT1
Magnétoscopie / MT	/	/	/
Radiographie / RT	NORISKO	CONFORME	A3716053 0601/RT
Ultrasons / UT	/	/	/

2. Essais de traction / Tensile tests				N° de rapport / Report No : 99 25193-1/B-Em				
Eprouvette / test specimen		Température d'essai / Test temperature (°C)	Rm (N/mm²)	Re* (N/mm²)	A* (%)	Z* (%)	Localisation de la cassure / Fracture location	Résultats et remarques / Results and remarks
Repère / Mark	Nature et dimensions (mm) / Type and sizes (mm)		Valeurs à obtenir (* pour éprouvette cylindrique) / Required values (* for cylindrical specimen only)					
	Transversale / Transverse	Cylindrique MF / Cylindrical WM	490					
TP1	11,2 x 6,8		556				Métal de base	CONFORME
TP2	11,2 x 6,8		562				Métal de base	CONFORME

3. Essais de pliage / bend tests				N° de rapport / report no : 99 25193-1/B-Em			
Eprouvette / test specimen			Ø du poinçon (mm) / Former diameter	Sens du pliage et dimensions (mm) / Direction of bending and sizes of section			Résultats et remarques / Results and remarks
Repère / Mark	Transversale / Transverse	Longitudinale / Longitudinal		Endroit / Face	Envers / Root	Côté / Side	
PE1	X		28,4	16,0 x 7,1			CONFORME
PE2	X		28,4	16,0 x 7,1			CONFORME
PV1	X		28,4		16,0 x 7,1		CONFORME
PV2	X		28,4		16,0 x 7,1		CONFORME

4. Essais de flexion par choc / Impact tests				N° de rapport / report n° : A3716053 0601/Em			
Repère de l'éprouvette / Specimen mark	Température d'essai / Test temp. (°C)	Position de l'éprouvette / Specim. locat. (P) (M) (R)	Emplacement de l'entaille / Notch location				Résultats et remarques / Results and remarks
			Métal fondu (VWT) / Weld metal		ZAT / Heat Affected Zone (VHT)		
			Individ. / Individual	Moy. / Average	Nuance / Grade ①	Nuance / Grade ②	
VWT1			125				CONFORME
VWT2	-196	P	130	136			CONFORME
VWT3			152				CONFORME
VHT1					157		CONFORME
VHT2	-196	P			127	155	CONFORME
VHT3					180		CONFORME

Valeurs à obtenir KCV (J/cm²) / Requirements	Nuance / Grade ①	Nuance / Grade ②	MF
Individuelle / individual	52,5		52,5
Moyenne / average	75		75

MF : métal fondu / weld metal
 ZAT : zone affectée thermiquement / heat affected zone
 (P) = peau / face (M) = mi-épaisseur / mid thk. (R) = racine / root

Signature du représentant de l'organisme d'examen / Visa of examining body's representative	PV n° : 3LI06F001 / Record No	Page n° : 3/4 / Page No
---	-------------------------------	-------------------------

AQUAP - QMOAP - EN15614 - 3/4 - mar05 / FD SI 731-0

Chapitre II : DMOS, QMOS

RESULTATS DES CONTROLES, EXAMENS ET ESSAIS – TEST RESULTS

5. Duretés / *Hardness* (HV 10)

N° de rapport / *Report No* non exigé

Valeur maximale admissible / <i>Max. allowable value</i> :			
Croquis / <i>Sketch</i>	N° filiation <i>No of surveys</i>	Valeurs obtenues / <i>Results</i>	Résultats et remarques <i>Results and remarks</i>

6. Examen macroscopique / *Macroscopic examination* N° de rapport / *Report No* 99 25193-1/B-Ma

Repère / <i>Mark</i> : BR1 Voir cliché sur QMOS initial n° 3LI99B030, joint. Remarques / <i>Remarks</i> : / / Résultat / <i>Result</i> : CONFORME.....	Repère / <i>Mark</i> / Remarques / <i>Remarks</i> : / Résultat / <i>Result</i> :
--	--

7. Autres examens et essais / *Other examinations and tests* : /

.....

.....

.....

.....

.....

.....

Désignation des annexes / <i>Enclosures references</i>	
QMOS initial n° 3LI99B030 + annexes PV Contrôle radiographique : Annexe 1 PV Examen par ressuage : Annexe 2 PV Essais mécaniques : Annexe 3	

AQUAP - QMOAP EN 15614 - 4/4 - mar05 / FD SI 731-0

Signature du représentant de l'organisme d'examen :
Visa of examining body's representative



PV n° : 3LI06F001
Record No

Page n°: 4/4
Page No



QUALIFICATION D'UN MODE OPERATOIRE DE SOUDAGE

suivant NF EN 288-3/A1 édition AOÛT 1997

PROCES VERBAL N°

3 L I 9 9 B 0 3 0 Rev. 1

Délivré au constructeur : LESCAUT SA

à la suite de l'exécution d'un assemblage d'essai effectué le : 16 NOVEMBRE 1999

à : 24100 BERGERAC

en présence de M. : D. CHASSIN, poinçon ASAP n°: 

L'ASAP certifie que le mode opératoire de soudage, présenté suivant le descriptif de mode opératoire de soudage préliminaire établi par le constructeur et joint en annexe, a donné des résultats conformes aux exigences de la norme citée ci-dessus complétée par :

Procès verbal établi le : 13 DÉCEMBRE 1999

Identification particulière : 99 254 93.1/B - BR1

Nom, poinçon et signature de l'inspecteur habilité

D. CHASSIN



NPVD : 19/13 12 94
15/26-04-03

Chapitre II : DMOS, QMOS
Rapport d'exécution 02:



Procès verbal n°	Page
3 L I 9 9 B 0 3 0	2/4

REV. 1

DESCRIPTIF DU MODE OPERATOIRE DE SOUDAGE RELEVÉ LORS DE L'EPREUVE

Assemblage repère : BR1

Bout à bout Angle ou Té Plan Tubulaire
 Autre :

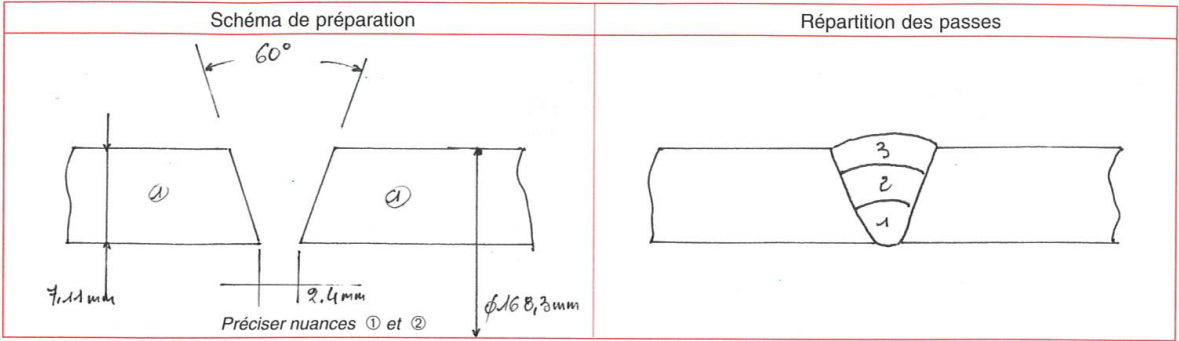
DMOS - P n° 9925193-1/B - BR1

Méthode de préparation et de nettoyage :
CHANFREINS et BRUSSAGE FINAL

Matériaux de base

Nuance
 Norme ou spécification
 N° de coulée
 Groupe de matériaux
 Epaisseur (mm)
 Diamètre (mm)

Nuance ①	Nuance ②
TP316L	/
ASTM A312	
E39003	
3	
7,11	
168,3	



N° des passes	1	2 et 3
Position de soudage	PF	PA
Procédé de soudage	141	135
manuel (M) / automatisé (A)	M	M
Soudage automatisé, nombre de têtes	-	-
- largeur maxi. balayage (mm)	-	-
- fréquence d'oscillations	-	-
- temporisation	-	-
Nom du soudeur	← BLONDEL	RIEYARD →
Produit d'apport : fil (F) / électrode (E)	F	FN
- désignation normalisée	ER316L (AUS)	TC52.19.2L (NFA81358)
- désignation dans la marque	SANDVIK 19.12.31	ESAB OK 1431
- diamètre (mm)	2.0	1.2
- n° de lot	18474	93812013
Flux de protection : gaz (G) / poudre (P)	G	G
- gaz endroit . codification (dés. normalisée)	ARGON	MIG A2 20
. type et débit (l/mn)	14	17
- gaz envers . codification (dés. normalisée)	AZOTE	-
. type et débit (l/mn)	5	-
- gaz plasma . codification (dés. normalisée)	-	-
. type et débit (l/mn)	-	-
- flux en poudre . codification (dés. normalisée)	-	-
. marque et type	-	-
Electrode réfractaire : type et diamètre (mm)	WT 2.4	-
Type de courant / polarité de l'électrode ou du fil	CC -	CC +
Intensité I (ampères)	83	160
Tension U (volts)	14	20
Soudage pulsé (OUI / NON)	NON	NON
Vitesse d'exécution V d'une passe (cm/mn)	6	20
Vitesse de déroulement du fil (cm/mn)	-	650
Energie (joules/cm) : (U x I x 60) / V	11620	3600
T° mini. de préchauffage (°C)	-	-
T° maxi. entre passes (°C)	-	≤ 250
Matériau de soudage	FILARC TIG 201	POWER TOPLEX 315
Support envers (nature)	-	-
Gougeage (nature) ou meulage	-	-

Post chauffage : Non Oui Température : °C Durée du maintien :

Traitement thermique après soudage : Non Oui Vitesse de montée (°C/h) :
 Température maxi. °C Durée du maintien : Vitesse de refroidissement (°C/h) : de à °C

Autres informations (trainard, détail soud. pulsé, angle de torche, étuvage...) :



Procès verbal n°	Page
3 L I 3 9 B 0 3 0	3/4
Rev. 1	

RESULTATS DES CONTRÔLES, EXAMENS ET ESSAIS

1. Contrôles non destructifs suivant : NF EN 288-3 NF EN 288-..... Annexe III de l'arrêté ministériel du 24/03/1978

Nature	Exécutés par	Date	Conforme	Non conforme	N° de rapport
Contrôle visuel	AIF SERVICES	16-11-99	OUI		D. CHASSIN
Ressuage	AIF SERVICES	17-11-99	OUI		9925193.1/B R3
Magnétoscopie	/	/	/		/
Radiographie	AIF SERVICES	17-11-99	OUI		9925193.1/B Ri
Ultrasons	/	/	/		/

2. Essais de traction exécutés par : AIF SERVICES Date : 01.12.99 N° de rapport : 9925193.1/B Em

Repère éprouvette	Dimensions de la section de l'éprouvette (mm)			Rm (N/mm²)	Re* (N/mm²)	A % *	Z % *	Position de la cassure		* pour cylindrique seulement	Observations
	transversale	intéressant	longitudinale					métal de base	métal fondu		
	toute l'épaisseur	fraction de l'épaisseur	Ø	°C							
TP1	11,2 X 6,8			490	556			x			CONFORME
TP2	11,2 X 6,8				562			x			CONFORME

3. Essais de pliage exécutés par : AIF SERVICES Date : 01.12.99 N° de rapport : 9925193.1/B Em

Repère éprouvette	Epreuve		Ø poinçon (mm)	Angle de pliage (degrés)	Sens du pliage et dimensions de la section (mm)			Observations	
	transvers.	longitudinale			endroit	envers	côté intéressant		
							toute "t"	fraction de "t"	
PE1	16 X 7,1		28,4	120°	x				CONFORME
PE2	16 X 7,1		28,4	120°	x				CONFORME
PV1	16 X 7,1		28,4	120°		x			CONFORME
PV2	16 X 7,1		28,4	120°		x			CONFORME

"t" : épaisseur

4. Essais de résilience

Exécutés par : NOW EXIGÉ

Date :

N° de rapport :

Dimensions des éprouvettes :

Résultats donnés à titre indicatif :

- Nuance ① OUI NON
- Nuance ② OUI NON
- MF OUI NON

Valeurs à obtenir KCV (J/cm²)	Nuance ①	Nuance ②	MF
minimale			
moyenne			

MF : métal fondu
 ZAT : zone affectée thermiquement
 (P) : peau (E) : mi. épaisseur (R) : racine

Repère éprouvette	θ°C	Position de l'éprouvette (P) (E) (R)	KCV (J/cm²)		position du fond de l'entaille ZAT (VHT)				Observations
			MF (VWT)		Nuance ①		Nuance ②		
			ind.	moy.	ind.	moy.	ind.	moy.	

Chapitre II : DMOS, QMOS



Procès verbal n°	Page
3 L I 9 9 B 0 3 0	4/4

Rev. 1

5. Duretés HV10 HV

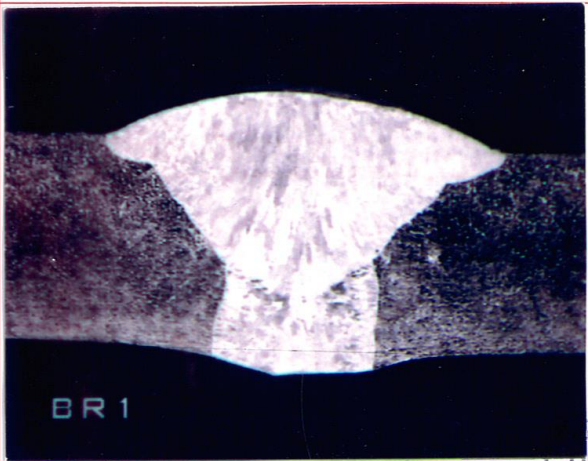
Essais exécutés par : NON EXIGÉ Date : _____ N° de rapport : _____

Valeurs maximales admissibles	Individuelle	Moyenne	Ecart
Première passe			
Assemblage terminé			

Croquis	N° filiation	Résultats

6. Examen macrographique exécuté par : HIF SERVICES Date : 01.12.99 N° de rapport : 9925193.1/B.Ma

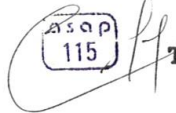
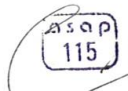
Réactif d'attaque : EAU REGALE Grandissement : 1,5

Repère macro : <u>BR1</u>	Résultats : <u>CONFORME</u>	Repère macro : _____	Résultats : _____
			

7. Examen micrographique exécuté par : NON EXIGÉ Date : _____ N° de rapport : _____

Les observations faites sur chaque micrographie sont rappelées ci-après :

8. Autres examens et essais :

Désignation des annexes <u>CCPV METAL DE BASE</u> <u>CERTIFICATS METAUX D'APPORTS.</u> <u>PV RESSUAGE</u> <u>PV RADIOGRAPHIQUE.</u> <u>PV ESSAIS MECANIQUES</u> <u>PV MACROGRAPHIQUE.</u>	Nom, poinçon et signature de l'inspecteur présent lors du soudage <u>D. CHASSIN</u>  	CHAUDRONNERIE TUYAUTERIE LESCOUT S.A. CONSTRUCTEUR Bd Charles - Garraud 24106 BERGERAC Tél. 05 53 74 42 22 - Fax 05 53 24 66 02 SIRET 357 020 300 0013 - APE 2408
---	--	---

Chapitre II : DMOS, QMOS
CCPU ou certificat matière :

11917.

3 Li 98 B 030



SITAI INOX S.r.l.
 STABILIMENTI PRODUTTIVI:
 28077 PRATO SEDIA (NO)
 TEL. (0574) 450001
 TELEFAX (0574) 850281

GRUPPO SITINDUSTRIE

OF DI VON
 SHEET PAG. 1
 FOLIO SEITE 1

INSPECTION CERTIFICATE EN10204 /3.1.B
 CERTIFICATE DI COLLAUDO
 CERTIFICATE DE RECEPTION
 ABNAHMEPRÜFZEUGNIS B - N.

21042 CARONNO PERTUSELLA (VA)
 TEL. (0435) 450001
 TELEFAX (0435) 850282

CONFIRMATION NR.: 5101001413
 CONFIRMATION NR. CLIENTE
 CONFIRMATION NR. KUNDE

21042 CARONNO PERTUSELLA (VA)
 TEL. (0574) 450001
 TELEFAX (0574) 850281

DER TÜV SÜDWEST HAT MIT SCHREIBEN VOM 01.12.1994 AUF DIE GEGENZÜCHUNG VERZICHTET

CUSTOMER ORDER N./ORDINE CLIENTE N./KOMMUNDE OUL CLIENT N./AUFTRAGS NR.
 554188 I com 0010

PRODUCT / PRODOTTO / PRODUKT / PRÜFGEGENSTAND
 LONGITUDINALLY WELDED STAINLESS STEEL TUBES
 TUBI SALDATI LONGITUDINALMENTE IN ACCIAIO INOX
 TUBES SOUDÉS LONGITUDINALEMENT EN ACIER INOX
 LANGSRIKTSCHWEISSSTE EDELSTAHLROHRE

CHARACTERISTIC GUARANTIES
 AM 01.23/07/83 et AM 01.24/03/78
 C < 0,25% - S < 0,05% - P < 0,05%
 Mn < 0,04% - Ni < 0,01% - As max 0,005% - Sb < 0,01%
 Pb < 0,01% - Cu max 0,005%

STEE TYPE
 TI 316 / 316L

DIMENSIONS
 DIMENSIONI
 DIMENSIONEN

PRECES N.
 N. PEZZI
 N. STÜCKE

METRES
 METRI
 METER

HEAT N.
 COLATA N.
 SCHMELZE NR.

TEST N.
 PROVA N.
 PROBE N.

SPECIFICATION
 SPECIFICAZIONE
 ANFORDERUNGEN

ASTM A 312 - 92a
 ASME SA 312-89B 96

P2278
 P3143

E139003
 E817063

29,23
 120,75
 149,98

5
 20
 25

70ct.

TEST RESULTS / RISULTATI DELLE PROVE / RESULTATS DES ESSAIS / ERGEBNIS DER PRÜFUNGEN (10 BAR = 1 MPa)

TEST N. PROVA N. ESSAI N.	TENSILE / TRAZIONE / TRACTION / ZUGVERSUCH		HARDNESS DUREZZA HÄRTE	TEMPERATURE TEMPERATURA TEMPERATURE	IMPACT TEST / RESILIENZA / RESILIENZ / KERBSCHLAGZÄHKHEIT	LAYER EXPANSION ESPANSION LATERALE SEITENAUSDEHNUNG	RING EXPANSION DILATATION ANNÉAUX RINGAUFDÜNNUNG	FLANGING FRANCO RIFLEGGIMENTO	REVERSE BEND TEST PROVA DI FLESSIONE RÜCKENVERSUCH	FACE BEND TEST PROVA DI FLESSIONE PLATE ENDGUT
	Rp 0.2% N/mm ²	Rp 1% N/mm ²								
E2278/01	602	64					90			
F3143/01	590	62								

MARKING
 MARCATURA
 KENNZEICHNUNG

REMARKS
 NOTE
 ANMERKUNG

HEAT TREATMENT
 TRATTAMENTO TERMICO
 THERMISCHES BEHANDLUNG

THE MATERIAL HAS BEEN PASSED WITH SATISFACTORY RESULT THE
 IL MATERIALE È STATO SUPERATO CON UN RISULTATO SODDISFACENTE IL CONTROLLO
 DES MATERIALS HAT

THE MATERIAL IS RESISTANT TO INTERCRYSTALLINE CORROSION IN ACCORDANCE WITH
 LE MATERIEL EST RESISTANT A LA CORROSION INTERGRANULAIRE SELON
 DAS ÜBERGENANNTHE MATERIAL IST BESTÄNDIG GEGEN INTERKRISTALLINE KORROSION GEMÄSS
 BESTANDEN

TEST ACCORDING TO
 SUAVIADO
 PRÜFUNG NACH

MARKING
 MARCATURA
 KENNZEICHNUNG

REMARKS
 NOTE
 ANMERKUNG

HEAT TREATMENT
 TRATTAMENTO TERMICO
 THERMISCHES BEHANDLUNG

THE MATERIAL HAS BEEN PASSED WITH SATISFACTORY RESULT THE
 IL MATERIALE È STATO SUPERATO CON UN RISULTATO SODDISFACENTE IL CONTROLLO
 DES MATERIALS HAT

HEAT ANALYSIS / ANALISI DI COLATA / ANALYSE DE COULÉE / SCHMELZANALYSE

TEST N. PROVA N. ESSAI N.	HEAT N. COLATA N. SCHMELZE NR.	% C	% Mn	% Si	% P	% S	% Cr	% Ni	% Mo	% N	% Ti	%	%
E2278/01	E735003	0.024	1.33	0.41	0.034	0.009	16.91	11.02	2.07				
F3143/01	E817063	0.025	1.31	0.40	0.030	0.012	16.98	11.04	2.05				

PRODUCT ANALYSIS / ANALISI SUL PRODOTTO / ANALYSE SUR PRODUIT / STÜCKANALYSE

TEST N. PROVA N. ESSAI N.	HEAT N. COLATA N. SCHMELZE NR.	% C	% Mn	% Si	% P	% S	% Cr	% Ni	% Mo	% N	% Ti	% Cu	%

MARKING
 MARCATURA
 KENNZEICHNUNG

REMARKS
 NOTE
 ANMERKUNG

HEAT TREATMENT
 TRATTAMENTO TERMICO
 THERMISCHES BEHANDLUNG

THE MATERIAL HAS BEEN PASSED WITH SATISFACTORY RESULT THE
 IL MATERIALE È STATO SUPERATO CON UN RISULTATO SODDISFACENTE IL CONTROLLO
 DES MATERIALS HAT

MARKING
 MARCATURA
 KENNZEICHNUNG

REMARKS
 NOTE
 ANMERKUNG

HEAT TREATMENT
 TRATTAMENTO TERMICO
 THERMISCHES BEHANDLUNG

THE MATERIAL HAS BEEN PASSED WITH SATISFACTORY RESULT THE
 IL MATERIALE È STATO SUPERATO CON UN RISULTATO SODDISFACENTE IL CONTROLLO
 DES MATERIALS HAT

MARKING
 MARCATURA
 KENNZEICHNUNG

REMARKS
 NOTE
 ANMERKUNG

HEAT TREATMENT
 TRATTAMENTO TERMICO
 THERMISCHES BEHANDLUNG

THE MATERIAL HAS BEEN PASSED WITH SATISFACTORY RESULT THE
 IL MATERIALE È STATO SUPERATO CON UN RISULTATO SODDISFACENTE IL CONTROLLO
 DES MATERIALS HAT

Certificat matière pour métal d'apport :



CERTIFICAT

34 93 B030
 No. Q/99-605548 Rev 00
 Date 1999-10-22 Page 1/1

CERTIFICAT DE RECEPTION selon
 EN 10 204 3.1.B

SANDVIK SA
 4, AVENUE BUFFON
 LA SOURCE
 ORLEANS
 FRANCE

MARQUE D'INSPECTION
 SCQ

Réf cde client 200-02490 SANDVIK ACIERS	Ordre de l'acheteur 1999-10-19	Références Sandvik	
		No Engt Engt ABSS 415-94421	No Cde 83891 Code Ca 70

Désignation du produit FIL POUR INOXYDABLE FIL POUR SOUDURE Procédé d'élaboration Four électrique	Nuance:	
	Sandvik 19.12.3.L AWS ER316L W.nr 1.4430 BS 316S92	SS 3505 AFNOR Z2CND19 12 DIN X 2 CRNIMO 19 12

Spécification(s) technique(s)/Exigence(s)

DESCRIPTIF DE LA LIVRAISON

Rep	Dimension	Coulée	Lot	Nombre	Kg
04	R19.12.3.L-2.40-1000	447284	18474	100	500.0
				Total	100 500.0

RESULTATS DES ESSAIS

Composition chimique (masse%)

Coulée	C	Si	Mn	P	S	Cr	Ni	Mo
447284	0.013	0.38	1.73	0.020	0.010	18.55	12.14	2.55
	Co	Cu	N					
447284	0.051	0.15	0.024					

Les résultats des contrôles et essais ci-dessous sont satisfaisants:
 - Contrôle dimensionnel et examen d'aspect.

Les produits fournis répondent aux exigences de la commande.

Le matériel est fabriqué selon un système qualité approuvé et certifié ISO 9001.

Ce certificat, établi par informatique, est valable sans signature.

Assurance Qualité - Håkan Sundström/QA-manager Wire
 Anita Runsten / Certificates

Chapitre III : qualification du soudeur

III.1 qualification du soudeur :

III.1.1 Définition :

La qualification de soudeur est un document qui a pour objectif de valider la dextérité et l'habileté d'une personne dans l'exécution d'un travail précis de soudage. Cette vérification a aussi pour but de reconnaître l'aptitude du soudeur à mettre en œuvre les consignes précises, rédigées sur un D.M.O.S-P (Descriptif de Mode Opérateur de Soudage Préliminaire), comme la préparation des joints, le choix des métaux d'apport, les techniques de soudage à mettre en œuvre, les précautions à prendre, ...

Elle est réalisée strictement et objectivement suivant les directives d'une norme européenne: par exemple EN 287-1 du 09/2011 qui sera remplacée par la norme EN ISO 9606-1 de sorte qu'à l'avenir une même norme puisse être utilisée tant au niveau européen qu'international pour le soudage par fusion des aciers et EN ISO 9602-2 à 5 pour les autres matériaux (Al, Cu, Ni, Ti) . Mais encore les normes EN 288 / EN ISO 16514 et EN 1418. Ces normes traitent respectivement de la qualification des soudeurs, des modes opératoires de soudage et des opérateurs soudeurs.

Il existe d'autres codes tels que :

- ❖ L'ASME IX traitant de la qualification des soudeurs, des opérateurs et des procédures de soudage ou de brasage en conformité avec l'ASME Boiler and Pressure Vessel Code et l'ASME/ANSI B31 Code for Pressure Piping etc....
- ❖ Le code API 1104 de l'American Petroleum Institute qui régit la qualification des soudeurs et des procédures de soudage pour les pipelines.

La durée de validité d'un certificat de qualification est de deux ans. Tous les six mois, le certificat doit être reconduit par procès-verbal par un organisme agréé. Le soudeur ne doit pas avoir d'interruption d'activité dans les travaux de soudage de plus de 6 mois, sinon il devra réaliser une nouvelle pièce d'examen. Tous les deux ans, la qualification de soudeur (QS) doit être reconduite selon certaines modalités, par un organisme officiel de certification. [27]

Déroulement de l'épreuve :

Avant de commencer une formation pour une épreuve de qualification, la mission future doit être correctement définie. Celle-ci est principalement déterminée par les exigences du client et doit correspondre aux opérations de soudage effectués par l'entreprise. L'épreuve de qualification se basera sur différents facteurs d'influence qui se reflèteront dans ce domaine d'application et ce dans un mode opératoire de soudage (D.M.O.S-P) suivant lequel le candidat soude sa pièce d'examen et qui est surveillé par un examinateur de l'organisme accrédité. [27]

III.1.2 Certificat de qualification du soudeur (QS) :

Lorsque vous lisez les informations imprimées sur le certificat de qualification de soudeur délivré par un organisme indépendant, vous trouvez les indications suivantes nécessaires au coordonnateur soudage pour connaître le domaine d'équivalence de qualification d'un soudeur désigné. [28]

- ❖ Symbolisation normalisée de l'essai de qualification
- ❖ Nom et prénom et lieu de naissance du soudeur
- ❖ Nom de l'employeur
- ❖ Procédé(s) de soudage codifié(s)
- ❖ Type de pièce, type d'assemblage et mode d'assemblage codifiés
- ❖ Diamètre et épaisseur de l'essai de qualification en mm
- ❖ Position fondamentale de soudage codifiée
- ❖ Type d'enrobage de l'électrode et type de gaz de protection
- ❖ Désignation des métaux d'apport
- ❖ Désignation du D.M.O.S-P
- ❖ Domaines d'équivalences de qualification
- ❖ Date du soudage, date d'obtention et date d'établissement du certificat QS
- ❖ Nom de l'organisme officiel et nom de l'inspecteur habilité
- ❖ Signature et tampon de l'inspecteur habilité

Exemplaire de QS :



1	Certificat n° 236178-1010-129545
2	Identification particulière F11162531401

FD SI 7301/VL14

CERTIFICAT DE QUALIFICATION/APPROBATION DE SOUDEUR

3	Désignation(s)		EN 287-1 141 T BW+FW 1.1 S t 4 D48.3 H-L045 ss nb						
5	Code/Norme de qualification :	NF EN 287-1:2011		complément éventuel :					
6	N° de référence DMOS :	30 ET 30'							
7	Nom et prénom du soudeur :	LABAT MICKAEL-WILLIAM							
8	Repère du soudeur :	LM							
9	Identification :	1 81 09 13 005 030 56							
10	Méthode d'identification :	N° de Sécurité Sociale							
11	Date et lieu de naissance :	06/09/1981 AUBAGNE							
12	Employeur :	SFH 42000 SAINT ETIENNE							
13	Repère(s) assemblage(s) :	LM/141/30 ET 30'							
14	Assemblage de qualification supplémentaire sur soudure d'angle : Oui								
14	Connaissances professionnelles :	Non vérifiées	Temps de soudage :	Normal					
15	Variables	Détails de l'épreuve pratique		Domaine de validité de la qualification					
		Assemblage 1	Assemblage 2						
16	Procédé(s) de soudage (§ 4.2 & 5.2)	A	141	141 142 143 145					
		B		/					
17	Tôle (P), ou Tube (T), (§ 5.3)	T		T-P					
18	Type de soudure BW, FW, Piquage (angle) (§ 5.4)	BW		BW, FW et piquage >= 60°					
19	Détails soudage BW, piquage (§ 5.9)	A	ss nb	ss nb ; ss mb ; bs					
		B		/					
20	Détails soudage FW (§ 5.9)	mono multicouche		ml, sl					
21	Groupe matériaux de base (§ 5.5)	N° 1	corroyé 1.1	corroyés, moulés					
	Elab./ groupe (FD CR ISO/TR 15608)	N° 2	corroyé 1.1	Grp 1.1 - 1.2 - 1.4					
22	Type(s) de produits consommables de soudage (§ 5.6)	A	S	(1) S,M,nm					
		B		(1) /					
23	Gaz de protection	A	I1	/					
		B		/					
24	Produits consommables auxiliaires								
	/								
25	Epaisseur(s) de l'assemblage mm	t	4	BW: 3 à 8 mm, FW: 3 à 8 mm					
	soudée A	s1	4	BW: 3 à 8 mm, FW: 3 à 8 mm					
	soudée B	s2		/					
26	Diamètre extérieur (mm) (§ 5.7)	D	48.3	25 mm et plus					
27	Position de soudage (§ 5.8) NF EN ISO 6947	H-L045		P.BW : PA PC PE PF P.FW : PA PB PD PF T.BW.Piquage : PA PC PH H-L045 T.FW : PA PB PD PH H-L045					
28	Les renseignements complémentaires sont indiqués dans le DMOS référencé ci-dessus								
29	Nota(1) : Aucune équivalence de type de produit consommable pour la passe de fond sans support envers (ss nb). Nota(2) : sous réserve que le certificat soit signé tous les 6 mois par l'employeur ou le superviseur (page 2/2) conformément aux dispositions de la norme. Nota(3) : Cette qualification de soudeur répond aux exigences essentielles de sécurité du point 3.1.2 de l'annexe 1 de la directive 97/23/CE. Ce document vaut certificat d'approbation du soudeur.								
30	Contrôles, examens et essais	Effectués et acceptés			Non vérifiés			Approuvé par l'ASAP Inspecteur habilité : Lionel SERRE N° d'identifiant : 209 Lieu de soudage : 42000 SAINT ETIENNE Date de soudage (départ validité) : 07/03/2014 Certificat valable jusqu'au (2) : 06/03/2016 Date d'émission du certificat : 21/03/2014 Signature de l'intervenant Signature du manager opérationnel	Coordonnées de l'agence Agence ASAP 37, rue des Frères Lumière 69680 CHASSIEU Tél.: 04-78-90-29-15 Fax: 04-78-40-11-57
31		Ass. 1	Ass. 2	FW	Ass. 1	Ass. 2	FW		
32	Visuel	OUI	/	OUI	/	/	X		
33	Radio	OUI	/	/	/	/	X		
34	Ressuage	/	/	/	X	/	X		
35	Texture	/	/	/	X	/	X		
36	Macroscopie	/	/	OUI	X	/	/		
37	Pliage	/	/	/	X	/	X		
38	Traction avec entaille	/	/	/	X	/	X		
	Autre	/	/	/	X	/	X		
	(1) Contrôle, examen, ou essai complémentaire) Annexer les fiches de résultats, si exigées								
	ASAP Organisme notifié N° 0851 Continental Square - BP 16757 95727 ROISSY CDG CEDEX								

14-42-209-236-78_2014_3_21S155514.pdf

III.1.3 Domaine de validité d'un certificat de qualification :

Le soudeur est qualifié non seulement pour l'essai, mais aussi pour tous les joints considérés comme plus faciles à souder. Tout changement de procédé implique un nouvel examen, toutefois avec :

- ❖ Un seul essai, un soudeur peut être qualifié pour plusieurs procédés
- ❖ Avec deux essais séparés, un soudeur peut souder un joint multi-procédé

Le domaine de validité d'un certificat dépend du type de joints, du matériau, du métal d'apport, des dimensions et de la position de soudage. [28]

Domaine de validité pour procédés de soudage :

Chaque épreuve de qualification ne qualifie normalement qu'un seul procédé de soudage. Un changement de procédé exige une nouvelle épreuve de qualification. Les exceptions sont les suivantes :

Le passage du procédé de soudage 135 avec fil-électrode fusible au procédé de soudage 138 avec fil fourré de poudre métallique 138, ou l'inverse n'exige pas une nouvelle épreuve de qualification.

Les procédés de soudage TIG 141, 143 ou 145 qualifient les procédés 141, 142, 143 et 145 mais le procédé 142 ne qualifie que le procédé 142.

Cependant, Il est permis à un soudeur d'être qualifié pour deux procédés de soudage ou plus, en soudant un seul assemblage de qualification (assemblage multi procédé), ou deux assemblages de qualification séparés ou plus. Les domaines de validité relatifs à l'épaisseur déposée de métal fondu pour chaque procédé de soudage utilisé. [29]

Domaine de validité pour le matériau de base :

Le soudage de n'importe quel métal d'un groupe de matériaux couvre la qualification du soudeur pour le soudage de tous les autres métaux du même groupe de matériaux, ainsi que pour d'autres groupes de matériaux selon le Tableau 3.

Pour souder des matériaux de base ne faisant pas partie du système de groupement, une épreuve de qualification particulière est exigée.

Qualification pour des assemblages hétérogènes : lorsque des métaux d'apport du groupe de matériaux 8 ou 10 sont utilisés (voir Tableau 3), toutes les combinaisons du groupe de matériaux 8 ou 10 avec d'autres groupes de matériaux sont couvertes.

Une épreuve de qualification effectuée sur des groupes de matériaux corroyés accorde la qualification pour les matériaux moulés et une combinaison de matériaux moulés et corroyés dans le même groupe de matériaux. [29]

Tableau 3: Domaine de validité pour le matériau de base

Groupe de matériaux ^a de l'assemblage de qualification	Domaine de validité												
	1.1 1.2 1.4	1.3	2	3	4	5	6	7	8	9.1	9.2 + 9.3	10	11
1.1, 1.2, 1.4	x	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1.3	x	x	x	x	-	-	-	-	-	x	-	-	x
2	x	x	x	x	-	-	-	-	-	x	-	-	x
3	x	x	x	x	-	-	-	-	-	x	-	-	x
4	x	x	x	x	x	x	x	x	-	x	-	-	x
5	x	x	x	x	x	x	x	x	-	x	-	-	x
6	x	x	x	x	x	x	x	x	-	x	-	-	x
7	x	x	x	x	x	x	x	x	-	x	-	-	x
8	-	-	-	-	-	-	-	-	x	-	x	x	-
9	9.1	x	x	x	x	-	-	-	-	x	-	-	x
	9.2 + 9.3	x	-	-	-	-	-	-	-	-	x	-	-
10	-	-	-	-	-	-	-	-	x	-	x	x	-
11	x	x	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	x

^a Groupe de matériaux selon le CEN ISO/TR 15608.

Légende

x indique les groupes de matériaux pour lesquels le soudeur est qualifié.

- indique les groupes de matériaux pour lesquels le soudeur n'est pas qualifié.

Domaine de validité pour matériau d'apport :

La qualification avec matériau d'apport qualifie le soudage sans matériau d'apport mais pas l'inverse.

Les domaines de validité pour les matériaux d'apport sont donnés dans les Tableau 4 et 5. [29]

Tableau 4: Domaine de validité pour les électrodes enrobées

Electrode utilisée dans l'épreuve de qualification	Domaine de validité		
	A, RA, RB, RC, RR, R	B	C
A, RA, RB, RC, RR, R	x	-	-
B	x	x	-
C	-	-	x

^a Abréviations voir 4.3.2.

^b Le type de fil fourré utilisé pour l'épreuve de qualification du soudeur pour le soudage de la passe de fond sans support envers (ss nb) est le type de fil fourré qualifié pour le soudage de la passe de fond en fabrication.

Légende

x indique les produits consommables de soudage pour lesquels le soudeur est qualifié.

- indique les produits consommables de soudage pour lesquels le soudeur n'est pas qualifié.

Tableau 5: Domaine de validité pour les fils-électrodes

Fils-électrodes utilisés dans l'assemblage de qualification	Domaine de validité			
	Plein (S)	Fourré de métal (M)	Fourré de flux (B)	Fourré de flux (R, P, V, W, Y, Z)
Plein (S)	x	x	–	–
Fourré de métal (M)	x	x	–	–
Fourré de flux (B)	–	–	x	x
Fourré de flux (R, P, V, W, Y, Z)	–	–	–	x

a Abréviations voir 4.3.2.

b Le type de fil fourré utilisé pour l'épreuve de qualification du soudeur pour le soudage de la passe de fond sans support envers (ss nb) est le type de fil fourré qualifié pour le soudage de la passe de fond en fabrication.

Légende

x indique les produits consommables de soudage pour lesquels le soudeur est qualifié.

– indique les produits consommables de soudage pour lesquels le soudeur n'est pas qualifié.

Domaine de validité pour les dimensions :

L'épreuve de qualification du soudeur pour les soudures bout à bout à pleine pénétration est basée sur l'épaisseur de matériau et sur les diamètres extérieurs du tube. Les domaines de validité sont spécifiés dans les Tableaux 6 et 7.

Pour les soudures d'angle, le domaine de validité pour l'épaisseur de matériau est spécifié dans le Tableau 8.

Pour les assemblages de qualification ayant différents diamètres extérieurs de tube et différentes épaisseurs déposées de métal fondu, le soudeur est qualifié pour :

Les épaisseurs qualifiées de métal fondu et/ou de métal de base allant de la plus faible à la plus forte (selon le Tableau 6), et les diamètres qualifiés allant du plus petit au plus grand (selon le Tableau 7). [29]

Tableau 6 : Domaine de validité pour l'épaisseur de matériau et pour l'épaisseur déposée de métal fondu et des assemblages de qualification pour les soudures bout à bout à pleine pénétration

Épaisseur ^a <i>t</i>	Domaine de validité
$t < 3$	t à $2 \times t^b$
$3 \leq t \leq 12$	3 à $2 \times t^c$
$t > 12$	≥ 5

a Pour le soudage multiprocédé, s_1 et s_2 du Tableau 1 s'appliquent.

b Pour le soudage oxyacétylénique (311) : t à $1,5 \times t$.

c Pour le soudage oxyacétylénique (311) : 3 mm à $1,5 \times t$.

Tableau 7: Domaine de validité pour le diamètre extérieur du tube

Diamètre extérieur de l'assemblage de qualification <i>D</i>	Domaine de validité
$D \leq 25$	D à $2 \times D$
$D > 25$	$\geq 0,5 \times D$ (25 mm min.)
^a Pour des profils creux pour construction métallique, <i>D</i> est la dimension du plus petit côté.	

Tableau 8: Domaine de validité pour l'épaisseur du matériau de l'assemblage de qualification pour les soudures d'angle

Épaisseur de matériau de l'assemblage de qualification <i>t</i>	Domaine de validité
$t < 3$	t à 3
$t \geq 3$	≥ 3
^a Voir également le Tableau 10.	

Domaine de validité pour les positions de soudage :

Le domaine de validité pour chaque position de soudage est donné dans le Tableau 9. Les positions de soudage et les symboles font référence à l'EN ISO 6947.

Le fait de souder deux tubes de même diamètre extérieur, l'un en position de soudage PH et l'autre en position de soudage PC, couvre également le domaine de validité d'un tube soudé en position de soudage H-L045.

Le fait de souder deux tubes de même diamètre extérieur, l'un en position de soudage PJ et l'autre en position de soudage PC, couvre également le domaine de validité d'un tube soudé en position de soudage J-L045.

Les diamètres extérieurs du tube $D \geq 150$ mm peuvent être soudés dans deux positions de soudage (PH ou PJ sur 2/3 de la circonférence, PC sur 1/3 de la circonférence) en utilisant un seul assemblage de qualification. [29]

Tableau 9: Domaine de validité pour les positions de soudage

Position pour les essais	Domaine de validité ^a										
	PA	PB ^b	PC	PD ^b	PE	PF (Tôle)	PH (Tube)	PG (Tôle)	PJ (Tube)	H-L045	J-L045
PA	x	x	-	-	-	-	-	-	-	-	-
PB ^b	x	x	-	-	-	-	-	-	-	-	-
PC	x	x	x	-	-	-	-	-	-	-	-
PD ^b	x	x	x	x	x	x	-	-	-	-	-
PE	x	x	x	x	x	x	-	-	-	-	-
PF (Tôle)	x	x	-	-	-	x	-	-	-	-	-
PH ^c (Tube)	x	x	-	x	x	x	x	-	-	-	-
PG (Tôle)	-	-	-	-	-	-	-	x	-	-	-
PJ ^c (Tube)	x	x	-	x	x	-	-	x	x	-	-
H-L045	x	x	x	x	x	x	x	-	-	x	-
J-L045	x	x	x	x	x	-	-	x	x	-	x

^a De plus les exigences de 5.3 et 5.4 doivent être respectées.

^b Les positions de soudage PB et PD ne sont utilisées que pour les soudures d'angle [voir 5.4 b)] et ne peuvent qualifier que les soudures d'angle dans d'autres positions de soudage.

^c La position pour les essais PH sur tube comprend les positions de soudage PE, PF et PA. La position pour les essais PJ sur tube comprend les positions de soudage PA, PG et PE.

Légende

x indique les positions de soudage pour lesquelles le soudeur est qualifié.

- indique les positions de soudage pour lesquelles le soudeur n'est pas qualifié.

Domaine de validité pour les détails concernant le soudage :

Selon les détails concernant le soudage, les domaines de validité sont indiqués dans les Tableaux 10 et 11.

Pour le soudage avec le procédé 311 un changement de sens du soudage de la droite vers la gauche et vice versa exige une nouvelle épreuve de qualification. [29]

Tableau 10: Domaine de validité pour les détails concernant le soudage des soudures bout à bout à pleine pénétration

Détails concernant le soudage de l'assemblage de qualification	Domaine de validité		
	soudage d'un seul côté/soudage sans support envers (ss nb)	soudage d'un seul côté/soudage avec support envers (ss mb)	Soudage des deux côtés (bs)
soudage d'un seul côté/soudage sans support envers (ss nb)	x	x	x
soudage d'un seul côté/soudage avec support envers (ss mb)	—	x	x
soudage des deux côtés (bs)	—	x	x

Légende

x indique les soudures pour lesquelles le soudeur est qualifié.
 — indique les soudures pour lesquelles le soudeur n'est pas qualifié.

Tableau 11: Domaine de validité concernant le nombre de couches pour les soudures d'angle

Assemblage de qualification	Domaine de validité	
	monocouche (sl)	multicouche (ml)
monocouche (sl)	x	—
multicouche (ml)	x	x

Légende

x indique la technique (mono- ou multicouche) pour laquelle le soudeur est qualifié.
 — indique la technique (mono- ou multicouche) pour laquelle le soudeur n'est pas qualifié.

Conclusion générale :

Les activités de fabrication de soudage sont soumises à des exigences de qualité strictes. Une norme distincte traite des exigences nécessaires que l'entreprise doit fournir pour assurer la qualité des travaux de soudage. La qualité est la capacité d'un produit à répondre aux besoins des clients. La qualité est indispensable dans la fabrication.

Les normes de base pour obtenir une qualité de soudage sont : la norme de qualité en soudage par fusion de matériaux métalliques, la norme de qualité pour les constructions ou éléments de construction en aluminium et/ou en acier, la norme des modalités d'une qualification d'un mode opératoire de soudage pour les matériaux métalliques, la norme des exigences pour la mise en place d'un système de management de la qualité, la norme de l'épreuve de qualification pour le soudage par fusion des aciers et la norme des exigences relatives à l'épreuve de qualification des soudeurs pour le soudage par fusion des aciers.

Le QMOS est une procédure servant à valider la réalisation d'une soudure selon un DMOS-P sous la surveillance d'un inspecteur qualifié. Le QMOS est une reconnaissance de la fiabilité d'une soudure exécutée selon le DMOS sujet de la qualification des soudeurs et soudure et donne des résultats satisfaisants au service destiné.

La qualification de soudeur est un document qui a pour objectif de valider la dextérité et l'habileté d'une personne dans l'exécution d'un travail précis de soudage. Le soudeur est qualifié non seulement pour l'essai, mais aussi pour tous les joints considérés comme plus faciles à souder selon les domaines de validation des opérations de soudage.

Références bibliographiques

- [1] : <https://www.soudeurs.com/site/introduction-la-qualite-du-soudage-247/>
- [2] : <https://www.svs.ch/fr/services/inspections-techniques/qualite-en-soudage#:~:text=La%20qualit%C3%A9%20en%20soudage&text=Le%20soudage%20est%20un%20proc%C3%A9d%C3%A9,sp%C3%A9cifique%20%C3%A0%20chaque%20domaine%20industriel.>
- [3] : <https://www.metal-interface.com/soudage-les-differentes-technologies-et-definition>
- [4] : https://www.cchst.ca/oshanswers/safety_haz/welding/overview.html
- [5] : https://www.dunod.com/sites/default/files/atoms/files/Feuilletage_861.pdf
- [6] : <https://www.soudage-equipement.com/blog/content/uploads/2017/02/Cours-MMA-.pdf>
- [7] : <https://www.soudeurs.com/site/le-procede-de-soudage-l-arc-e-e-mma-smaw-111-263/>
- [8] : <https://www.soudeurs.com/site/le-procede-de-soudage-mag-fil-fourre-sans-gaz-innershield-114-272/>
- [9] : <https://www.soudeurs.com/site/le-procede-de-soudage-mag-sous-gaz-actif-avec-fil-fourre-fcaw-136-329/>
- [10] : <https://www.lincolnelectric.com/assets/global/Products/K356-2/SUBARC-WELDING-fr.pdf>
- [11] : <https://www.soudeurs.com/site/le-procede-de-soudage-sous-flux-en-poudre-avec-fil-electrode-asf-121-328/>
- [12] : https://fr.wikipedia.org/wiki/Soudage_MIG-MAG
- [13] : <https://www.soudeurs.com/site/le-procede-de-soudage-mag-fil-massif-gmaw-135-271/>
- [14] : <https://encrypted-tbn0.gstatic.com/images?q=tbn:ANd9GcSDHaSfsmgrMLuHqRGP5VwbiHYcsyq7ZAJLDA&usqp=CAU>
- [15] : <https://www.soudeurs.com/site/qu-est-ce-que-le-procede-de-soudage-arc-plasma-paw-procede-15-350/>
- [16] : <https://www.weldx.com/uploads/ckfinder/images/soudage%20TIG.jpg>
- [17] : <https://www.soudeurs.com/site/qu-est-ce-que-le-brasage-et-le-soudage-la-flamme-oxyacetylenique-341/>
- [18] : <https://weldx.com/produits-weldx-metaux-apport-soudage.html>

- [19] : <https://www.vector-welding.fr/position-de-soudage-explication/>
- [20] : <https://www.axxair.com/fr/blog/differentes-positions-de-soudage-orbital>
- [21] : <http://alexandrewack.fr/wp-content/uploads/2014/09/doc-positions-des-soudures.pdf>
- [22] : <https://www.rocdacier.com/souder-arc-electrode-enrobee/>
- [23] : <https://www.soudeurs.com/site/comment-rediger-une-fiche-de-descriptif-de-mode-operatoire-de-soudage-dmos-202/>
- [24] : <https://www.rocdacier.com/rediger-un-dmos/>
- [25] : <https://www.rocdacier.com/dmos-et-qmos/>
- [26] : [https://www.rocdacier.com/controles-destructifs-semi-destructifs-non-destructifs-cnd/](https://www.rocdacier.com/contrroles-destructifs-semi-destructifs-non-destructifs-cnd/)
- [27] : <https://www.rocdacier.com/qualifications-soudeurs/>
- [28] : <https://www.rocdacier.com/qualification-des-soudeurs/>
- [29] : <https://fdocuments.fr/document/en-287-12011.html?page=12>
- [30] : <https://e.educlever.com/img/1/3/5/0/135081.gif>