



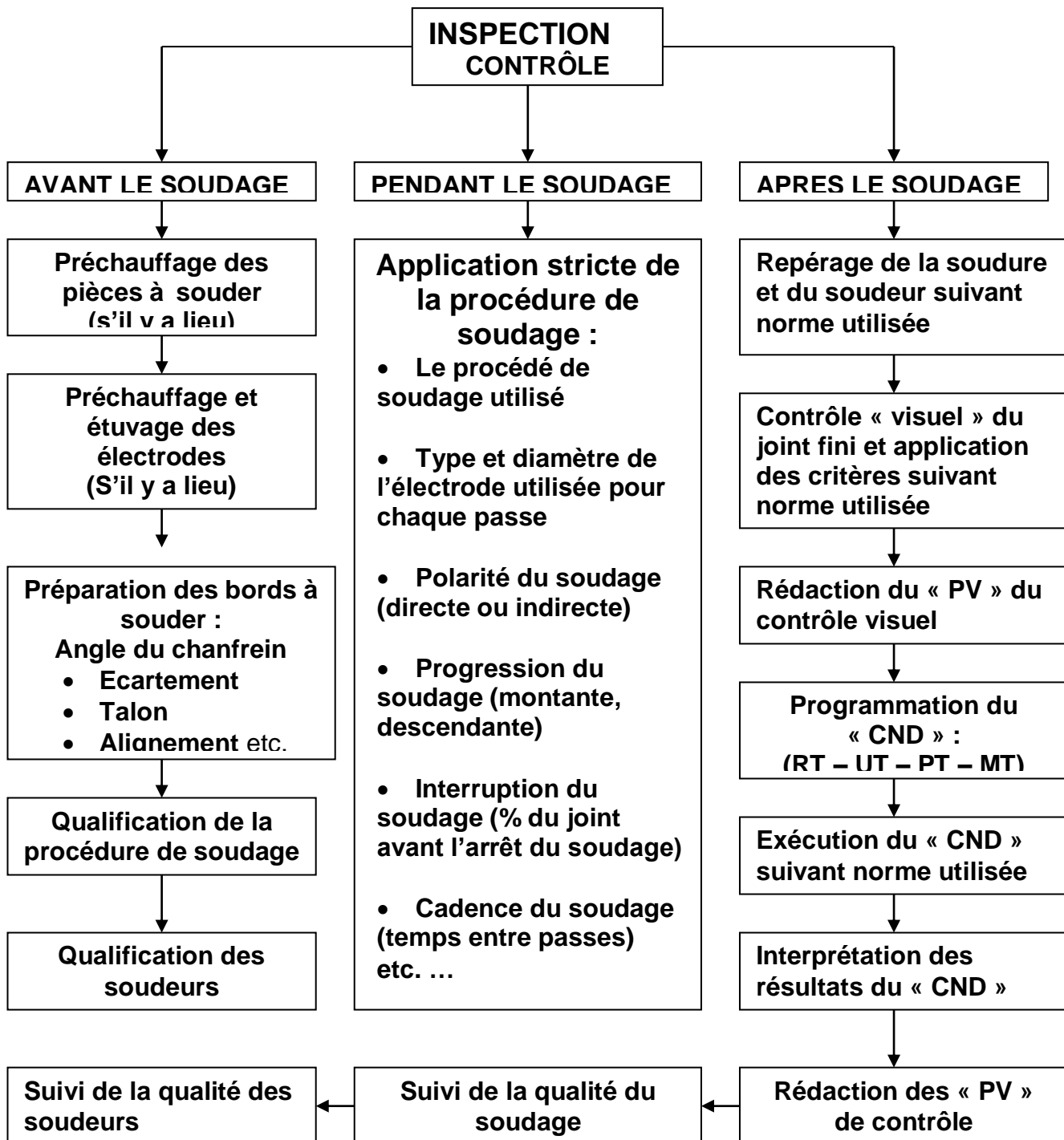
Contrôle Soudage

1

Document stagiaire :

« Inspecteur en Soudage »

INSPECTEURS/CONTRÔLEURS



CONTROLE AVANT SOUDAGE

Le préchauffage :

Souvent les pièces à soudées nécessitent un « préchauffage » ou un « post-chauffage » juste avant, durant, ou juste après l'opération de soudage.

Le préchauffage et le post-chauffage sont des remèdes destinés à limiter la formation et l'accumulation de tensions internes dans la pièce à souder (principalement sur les aciers). Ces méthodes permettent aussi de limiter les zones dures et fragiles de trempe en augmentant le temps de refroidissement de la soudure lors de l'opération de soudage.

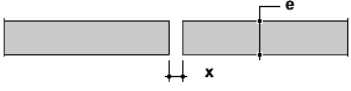
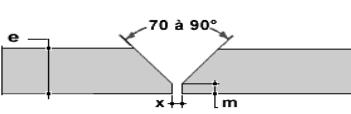
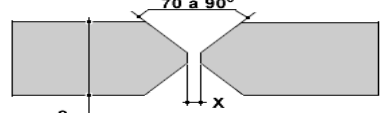
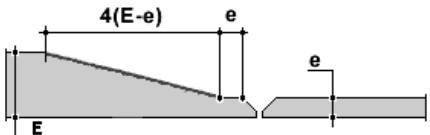
Le contrôle du préchauffage est fait par le contrôleur (inspecteur), ou le chef d'équipe soudeur, à l'aide de crayons thermochromes ou d'un instrument approprié.

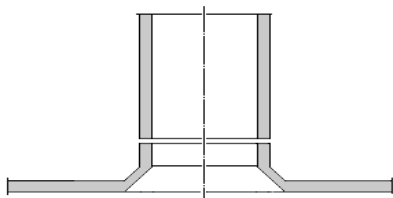
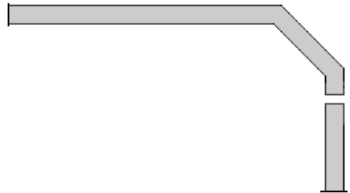
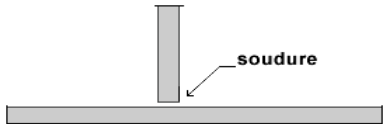
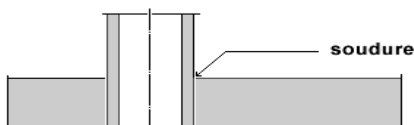
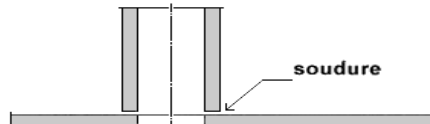
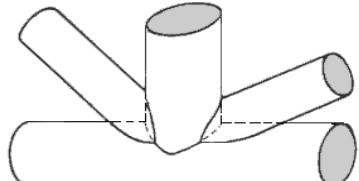

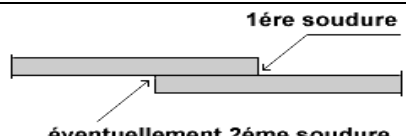
L'étuvage des électrodes : certaines électrodes enrobées (en général à enrobage **basique**) nécessitent un étuvage avant de commencer l'opération de soudage (étuvage effectué dans un four au minimum à 350°C pendant 2 H, sauf prescription contraire du fournisseur), et un étuvage maintenu (T° généralement supérieure ou égale à 70°C dans des étuves portables), durant l'opération de soudage.

Cet étuvage permet de débarrasser l'enrobage de ces électrodes de l'humidité absorbée laquelle nuirait beaucoup à la soudure.

Le contrôleur (l'inspecteur) doit donc toujours vérifier, que les électrodes de ce type quand elles sont utilisées sont bien étuvées et que le soudeur dispose d'une étuve portable lui permettant d'y mettre ces électrodes.

Préparation des bords à souder : Une mauvaise préparation des bords à souder conduit presque inéluctablement à de mauvaises soudures.

QUELQUES TYPE DE PREPARATION Assemblages bout à bout		
Bords droits	Applicable, pour une épaisseur (e) supérieure à 0,8 et inférieure ou égale à 4 mm, si l'épaisseur (e) est inférieure à 2 mm, l'écartement X = 0, sinon X = 1/2 de l'épaisseur (e) .	
Chanfrein en V	Applicable, pour une épaisseur (e) supérieure à 4 mm, l'angle du V est généralement à 90°, il est de 70 à 80° pour le soudage 1/2 montant en deux passes (méthode à gauche) et de 70° pour le soudage (méthode à droite), il est préférable de constituer un léger méplat (m) de l'ordre de 1,5 mm et d'écarter les bords (x) de 1,5 mm environ plutôt que de souder sur bords vifs.	
Chanfrein en X	Applicable, aux joints accessibles des deux côtés et principalement pour le soudage en montant à double cordon à partir de 12 mm d'épaisseur.	
Epaisseurs inégales, cas A	Au regard du schéma , lorsque la soudure est soumise à des efforts importants, la tôle la plus épaisse doit être amincie progressivement jusqu'à l'épaisseur de la tôle la plus mince et sur une longueur au moins égale à 4 fois la différence des épaisseurs (4(E-e)), on a intérêt à décaler la soudure d'une longueur égale à l'épaisseur (e) par rapport à la zone	

Sur collet relevé, la soudure devient une soudure bout à bout	Sur cette préparation, il faut remplacer la soudure d'angle intérieur par une soudure bout à bout aussi résistante que la tôle et qui conduit au minimum de déformation.	
Bord rabattu	Cette préparation, est à envisager lorsque la soudure est soumise à des efforts importants, on remplace la soudure d'angle par une soudure bout à bout.	
QUELQUES TYPE DE PREPARATION Assemblage en angle		
Angle intérieur cas A	Cette préparation, est utilisée lorsque les tôles sont d'épaisseurs égales ou approximativement égales, sinon les déformations sont importantes ou le soudage impossible.	
Angle intérieur cas B	Cette préparation, tube mince sur bride épaisse, celle-ci empêche ainsi les déformations.	
Angle intérieur cas C	Cette préparation, tube de petit diamètre sur virole de grand diamètre, conduit à de plus faibles déformations de la virole.	
Angle intérieur cas D	On utilise cette préparation, lorsque les tubes sont assez minces, on peut réaliser des assemblages d'angle extérieurs très complexes, le problème de préparation consiste alors surtout à découper correctement les tôles afin qu'elles s'emboîtent les unes avec les autres avec la précision nécessaire	
En angle extérieur	Cette préparation, dite en " chanfrein naturel " valable jusqu'à 5 mm d'épaisseur, exceptionnellement jusqu'à 10 mm, ne doit pas être utilisée lorsque l'assemblage est soumis à des efforts importants.	
QUELQUES TYPE DE PREPARATION Assemblage à clin ()		
Joint à recouvrement		

La qualification du personnel

La qualification d'un soudeur a pour principal objectif la vérification de la dextérité et de 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 oeuvre des consignes précises, rédigées sur « **un descriptif de mode opératoire de soudage** », comme la préparation des bords à souder, le choix des métaux d'apport et des gaz industriels de soudage, les techniques de soudage à mettre en oeuvre, les précautions à respecter. La qualification de soudeur est réalisée strictement et objectivement suivant les directives d'une norme

2 - Les informations disponibles sur le certificat de qualification

Lorsque vous lisez les informations imprimées sur un 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 :

- Symbolisation normalisée de l'essai de qualification.
- Nom, prénom, date et lieu de naissance, numéro INSEE 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 millimètres.
- Position fondamentale de soudage codifiée.
- Type d'enrobage de l'électrode et type de gaz de protection.
- Désignation des métaux d'apport.
- Désignation du descriptif de mode opératoire de soudage préliminaire (DMOSP).
- Domaines d'équivalences de qualification.
- Date du soudage, date d'obtention et date d'établissement du certificat.
- Nom de l'organisme officiel et nom de **l'inspecteur** habilité.
- Signature et tampon de **l'inspecteur** habilité.

Symbolisation de l'essai pratique de qualification

La symbolisation permet de définir le type d'essai de qualification à partir d'une codification normalisée.

- La norme de référence (EN 287-1)
- Le procédé de soudage ([111](#), [114](#), [121](#), [141](#), [131](#), [135](#), [136](#), 137, [15](#), [311](#))
- Le type de pièce ([P pour tôle](#) ou [T pour tube](#))
- Le type d'assemblage (BW pour bout à bout ou FW pour angle)
- Le groupe de matériau de base ([W01](#), [W02](#), [W03](#), [W04](#) et [W11](#))
- Le type de métal d'apport (wm, nm ou A, B, C, R, RB, RC, RR, S)
- L'épaisseur soudée t
- Le diamètre soudé D
- La position fondamentale de soudage ([PA](#), [PB](#), [PC](#), [PD](#), [PE](#), [PF](#), [PG](#), [H-L045](#), [J-L045](#))
- Le mode d'assemblage ([ss, mb](#) , [ss, nb](#) , [bs, gg](#) , [bs, ng](#))

Symbolisation des procédés de soudage de qualification

Symbolisation des procédés de soudage de qualification	
Variable	Définition du procédé de soudage
111	Soudage à l'arc électrique avec électrodes enrobées
114	Soudage à l'arc électrique avec fil électrode fourré sans gaz

<u>121</u>	Soudage à l'arc électrique sous flux solide avec fil électrode
<u>131</u>	Soudage à l'arc sous protection de gaz inerte avec fil électrode fusible
<u>135</u>	Soudage à l'arc sous protection de gaz actif avec fil électrode fusible
<u>136</u>	Soudage à l'arc sous protection de gaz actif avec fil fourré électrode
<u>137</u>	Soudage à l'arc sous protection de gaz inerte avec fil fourré électrode
<u>141</u>	Soudage à l'arc en atmosphère inerte avec électrode de tungstène
<u>15</u>	Soudage à l'arc plasma
<u>311</u>	Soudage oxyacétylénique

Symbolisation des types d'assemblage de qualification

Symbolisation des types d'assemblage	
Variable	Définition du type d'assemblage de soudage
<u>P</u>	Essai sur une tôle / Plate
<u>T</u>	Essai sur un tube / Pipe
<u>BW</u>	Essai sur un assemblage bout à bout / Butt Weld
<u>FW</u>	Essai sur un assemblage en angle / Fillet Weld
<u>P-BW</u>	Essai sur une tôle / Plate sur un assemblage bout à bout / Butt Weld
<u>T-BW</u>	Essai sur un tube / Pipe sur un assemblage bout à bout / Butt Weld
<u>P-FW</u>	Essai sur une tôle / Plate sur un assemblage en angle / Fillet Weld
<u>T-FW</u>	Essai sur un tube / Pipe sur un assemblage en angle / Fillet Weld

Symbolisation des modes d'assemblage de qualification

Symbolisation des modes d'assemblage	
Variable	Définition du mode d'assemblage de soudage
<u>ss</u>	Essai de soudage d'un seul côté ou single-side welding
<u>bs</u>	Essai de soudage des deux côtés ou welding for both sides
<u>ng</u>	Sans gougeage par meulage ou no back gouging or no back grinding
<u>gg</u>	Avec gougeage par meulage ou back gouging or back grinding
<u>nb</u>	Soudage sans support envers ou welding without backing
<u>mb</u>	Soudage avec un support ou welding with backing material
<u>ss, nb</u>	Soudage d'un seul côté sans support envers avec pénétration
<u>ss, mb</u>	Soudage d'un seul côté avec support envers
<u>bs, ng</u>	Soudage des deux côtés sans gougeage par meulage
<u>bs, gg</u>	Soudage des deux côtés avec gougeage par meulage de la racine

Symbolisation des groupes de matériaux de qualification


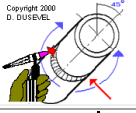
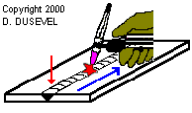
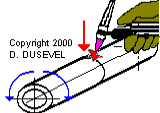
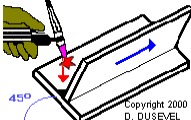
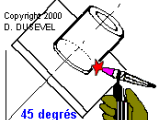
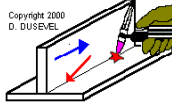
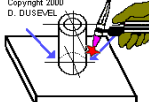
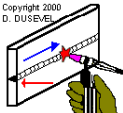
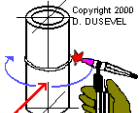
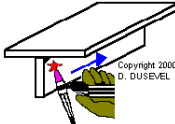
Symbolisation des groupes de matériaux	
Variable	Définition du groupe de matériaux
<u>Groupe W01</u>	Aciers non alliés à bas carbone (carbone et manganèse) , aciers faiblement alliés et aciers à grains fins de limite à l'élasticité Re inférieure ou égale à 355 N / mm ²
<u>Groupe W02</u>	Aciers résistant au fluage au chrome / molybdène (Cr / Mo) et chrome / molybdène / vanadium (Cr / Mo / V)

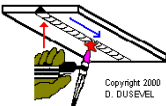

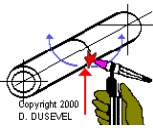
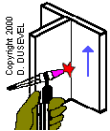
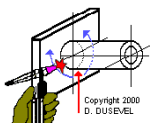
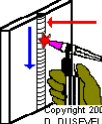
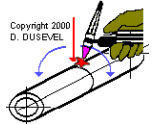
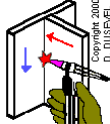
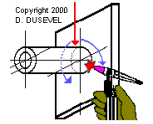
<u>Groupe W03</u>	Aciers de construction à grains fins, normalisés, trempés et revenus et aciers à traitements thermomécaniques, de limite d'élasticité $Re > 355 \text{ N / mm}^2$ ainsi que les aciers aux conditions de soudage similaires contenant 2 à 5 % de nickel.
<u>Groupe W04</u>	Aciers ferritiques ou martensitiques contenant 12 à 20 % de chrome.
<u>Groupe W11</u>	Aciers inoxydables austéno-ferritiques et aciers inoxydables austénitiques (Cr / Ni).

Symbolisation du type de métal d'apport de qualification

Symbolisation du type de métal d'apport	
Variable	Définition du type de métal d'apport
nm	Sans métal d'apport
A	Enrobage acide (électrode enrobée)
B	Enrobage basique (électrode enrobée)
C	Enrobage cellulosique (électrode enrobée)
R	Enrobage rutile (électrode enrobée)
RA	Enrobage rutilo-acide (électrode enrobée)
RB	Enrobage rutilo-basique (électrode enrobée)
RC	Enrobage rutilo-cellulosique (électrode enrobée)
RR	Enrobage rutile épais (électrode enrobée)

Symbolisation des positions fondamentales de soudage

Symbolisation des positions de soudage				
Variable	Bout Tôle	Bout tube	Angle tôles	Angle tube
<u>Position JL045</u>	Néant		Néant	Néant
<u>Position HL045</u>	Néant		Néant	Néant
<u>Position PA</u>				
<u>Position PB</u>	Néant	Néant		
<u>Position PC</u>			Néant	Néant
<u>Position PD</u>	Néant	Néant		Néant

<u>Position PE</u>		Néant	Néant	Néant
<u>Position PF</u>				
<u>Position PG</u>				

Exemple de symbolisation et domaine de validité de qualification

Un soudeur a réalisé avec succès un essai de qualification suivant la norme NF EN 287-1 A1 avec le procédé MIG semi auto sur tube Ø 168,3 x 8 mm en bout à bout avec pénétration en acier inoxydable en position tube incliné à 45° tube fixe en montante.

Les contrôles réalisés sur l'assemblage d'essai de qualification sont :

- **Contrôle visuel interne et externe**
- **Contrôle dimensionnel (surépaisseur, excès de pénétration, caniveau, etc...)**
- **Contrôle radiographique à 100% de la soudure**
- **Réalisation de 4 pliages travers soudure (2 en face endroit et 2 en face envers)**

La symbolisation de l'essai de qualification est : EN 287-1, 131, T, BW, W11, wm, t08, D168, H-L045, ss, nb

Le domaine d'équivalence de qualification est :

- **Procédé 131 sur tube, tôle et piquage (T, P et piquages)**
- **Soudage en bout à bout et en angle (BW et FW)**
- **Soudage d'assemblage type ss, nb , ss, mb , bs, ng et bs, gg**
- **Soudage d'aciers inoxydables et austéno-ferritiques**
- **Soudage de tous groupes de matériaux avec un métal d'apport inoxydable**
- **Soudage en toutes positions**
- **Soudage de pièces d'épaisseur comprise entre 3 mm mini à 16 mm maxi**
- **Soudage de tubes de diamètre extérieur supérieur à Ø 84 mm**

13 - Durée de validité d'un certificat de qualification

La durée de validité d'un certificat de qualification est de deux années à compter de la date d'obtention des résultats de l'essai pratique. Tous les six mois, le certificat doit être reconduit par l'employeur ou le superviseur. Le soudeur ne doit pas avoir d'interruption d'activité dans les travaux de soudage de plus de six mois. Tous les deux ans, le certificat de qualification doit être reconduit par un organisme officiel de certification avec présentation d'un dossier de suivi de travaux de soudage du soudeur ou sur essai pratique.