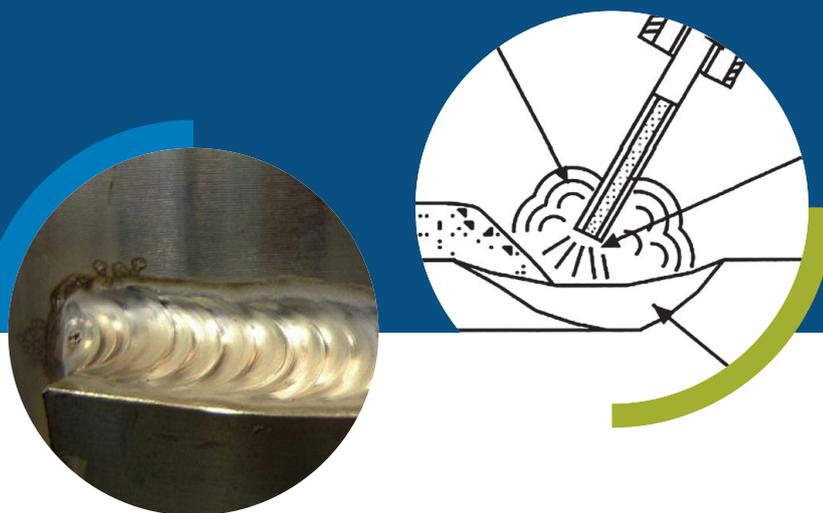


# Assemblage par soudure

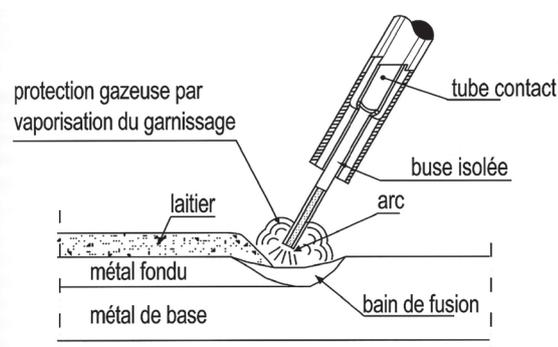


## Présentation

**Quand cela est possible, la soudure est en théorie le moyen le plus souple et le plus efficace pour réparer ou renforcer un ouvrage métallique.**

C'est l'opération d'assemblage qui assure la continuité métallique de deux pièces par phénomène de fusion locale.

Les procédés de soudage des métaux sont nombreux, cependant, dans le domaine des ponts en acier et plus particulièrement en réparation, on utilise uniquement le soudage à l'arc.



## Recommandations

### Modes opératoires

Les principes de base adoptés sont toujours les mêmes (FAME chapitre 2.2.5.3), à quelques exceptions près : l'arc électrique est entretenu entre une électrode et les éléments à souder ; il y a fusion du métal de base, ainsi que de l'électrode qui fournit du métal d'apport. Le soudage à l'arc nécessite une protection contre l'air : à la température de fusion, le fer se combine avec les constituants de l'air (oxygène et azote) pour donner des oxydes et des nitrures qui rendraient la soudure extrêmement fragile. Cette protection est assurée par des produits introduits sous différentes formes : enrobage des électrodes, flux en poudre, garnissage intérieur des fils-électrodes, gaz... C'est essentiellement par le mode de protection que se différencient les procédés de soudage des constructions métalliques.

#### ➔ Choix des produits consommables pour soudage (FAME chapitre 2.2.5.4)

Pour les caractéristiques mécaniques (limite d'élasticité, résistance à la traction, allongement à la rupture, énergie de rupture par choc dans l'essai Charpy V) le principe général est que les valeurs nominales du métal d'apport doivent être égales ou supérieures aux valeurs spécifiées du métal de base.

Les différents type d'assemblages sont : les assemblages bout à bout, les assemblages en T.

La soudure à l'arc avec électrode enrobée est un procédé manuel : le soudeur tient et guide à la main le porte-électrode. Les électrodes sont constituées d'une âme métallique et d'un enrobage basique ou rutile qui a une fonction de protection par émission de gaz, d'apport chimique par alliage et protection thermique par formation d'une gangue de laitier.

Pour la soudure à l'arc avec fil-électrode fusible fourré, le soudeur utilise un fil-électrode qui fournit le métal d'apport.

Le procédé est semi-automatique : le soudeur guide à la main, le long du joint, un pistolet qui débite à vitesse constante le fil provenant d'un dévidoir.

#### ➔ Les défauts des soudures (FAME chapitre 2.2.5.5)

**Fissures** : ce sont les défauts les plus nocifs et toute fissure est interdite quelle que soit la classe de qualité de la soudure.

**Cavités** : elles sont plus ou moins nocives en elles-mêmes ; elles peuvent aussi gêner la détection d'autres défauts.

**Inclusions solides** : elles peuvent être constituées de résidu de laitier ou de flux emprisonné dans la soudure.

**Manques de fusion ou de pénétration** : les manques de fusion sont un défaut de liaison entre le métal déposé et le métal de base, ou entre deux couches contiguës de métal déposé.

**Vérification de la soudabilité de l'acier** : recherche de la composition chimique et cristallographique, fissuration à chaud, fissuration par arrachement lamellaire, fissuration à froid.

## Recommandations

### Points importants

Le fascicule 66 du CCTG (article 111.5.3) fixait le classement minimal des assemblages soudés en trois classes de qualité selon le type de sollicitations à reprendre et selon l'importance du rôle de l'assemblage dans la structure.

Dorénavant, la norme NF EN 1090-2, parue en octobre 2011, précise qu'il est nécessaire d'indiquer le niveau d'exigence relative à la classe d'exécution que l'on doit désormais prendre en charge.

Ces niveaux d'exigence sont fonction d'une qualité d'exécution et de contrôle croissant.

- EXC1 pour une qualité de niveau « élémentaire »
- EXC2 pour une qualité de niveau « normal »
- EXC3 pour une qualité de niveau « supérieur »
- EXC4 pour une qualité de niveau « maximal »

La norme NF EN 1090-2 indique (dans son tableau A3), pour chacun de ces niveaux, les exigences relatives aux classes d'exécution.

### Normes

NF EN 24063 NF EN ISO 15614-1 NF EN 287-1 - *Épreuve de qualification des soudeurs - soudage par fusion.*

**Défauts de forme :** ils peuvent concerner, soit la position des éléments l'un par rapport à l'autre, soit la soudure elle-même (défaut de raccordement des soudures aux éléments, surépaisseur, manque d'épaisseur, etc.).

Comme en contrôle de construction neuve, outre le contrôle visuel, quatre procédés de contrôle non destructif sont pratiqués. Ce sont, en allant du plus superficiel au plus pénétrant :

- le ressuage ;
- la magnétoscopie ;
- la radiographie, par rayons X ou par rayons gamma ;
- les ultrasons.

## Proposition de plan de contrôle

Phases	Points de contrôle	Moyens de contrôle
Préparation	Existence d'un cahier de soudage chantier QMOS qualification du mode opératoire de soudage	Échantillon de soudage réalisé en présence d'inspecteur et envoyé en labo - conformité aux exigences des travaux à effectuer
Préparation	Existence d'un cahier de soudage chantier QS	Qualification des soudeurs
Travaux	Qualité des matériaux d'apport	Contrôle des certificats de réception
Travaux	Contrôle des soudures	Ressuage, la magnétoscopie, la radiographie par rayons X ou par rayons gamma, les ultrasons