



Les principes de soudage

Soudage TIG

Le **soudage TIG** est un procédé de soudage à l'[arc](#) avec une électrode non fusible. TIG est un acronyme de *Tungsten Inert Gas*, où *Tungsten* ([Tungstène](#)) désigne l'[électrode](#) et *Inert Gas* (Gaz inerte) le type de gaz [plasmagène](#) utilisé. L'arc se crée entre l'électrode réfractaire (- du générateur) et la pièce (+ du générateur), sous un flux gazeux. De façon générale, il s'agit d'un gaz ou d'un mélange de [gaz rares](#) (surtout de l'[argon](#) ou de l'[hélium](#), ou un mélange de ces deux gaz).

L'amorçage se fait grâce au gaz circulant dans la buse qui entoure une grande partie de l'électrode. Le soudage s'effectue en polarité directe (pôle - du générateur relié à l'électrode) pour la majorité des métaux et alliages ([aciers](#), inox, cuivreux, [titane](#), [nickel](#)...) sauf dans le cas des alliages légers d'[aluminium](#) ou du [magnésium](#), où l'on soude en polarité alternée (pendant un laps de temps, l'électrode est reliée au pôle + du générateur). Souder de façon continue en polarité inverse (pôle + relié à l'électrode) détruirait cette électrode en la faisant fondre.

Électrodes utilisées [\[modifier\]](#) | [modifier le code](#)

Les électrodes employées sont majoritairement constituées de [tungstène](#) (W) à plus de 99 % en masse auquel on ajoute des oxydes métalliques pour augmenter l'émissivité électronique de l'électrode et donc le rendement. Ces oxydes sont ceux du [thorium](#) (ThO₂), du [cérium](#) (CeO₂), du [lanthane](#) (La₂O₃), du [zirconium](#) (ZrO₂) ou d'[yttrium](#) (Y₂O₃) finement dispersés dans la phase W. Pour le soudage de l'aluminium, on trouve également des électrodes en tungstène pur.

Étant donné la radioactivité naturelle du thorium, il est probable que, dans le futur, celui-ci disparaîtra du marché en Europe Occidentale. Une électrode de tungstène à 2 % de ThO₂ a une radioactivité de 1,3·10⁶ Bq/kg, une électrode avec 2 % de CeO₂ descend à 56 Bq/kg. D'ores et déjà, certaines législations (Belgique, Pays-Bas, ...) requièrent de traiter les restes d'électrodes et la poussière d'affûtage comme des déchets légèrement radioactifs.

La couleur de l'anneau ceignant l'électrode renseigne sur la quantité et la nature d'élément d'addition présent suivant la norme EN 26848. Un code alphanumérique indique aussi la teneur en oxyde. Par exemple, WT20 désigne une électrode de W avec 2 % de ThO₂. Le diamètre d'électrode est compris entre 1 et 8 mm (1,0 - 1,6 - 2,0 - 2,4 - 2,5 - 3,2 - 4,0 - 4,8 - 5,0 - 6,0 - 6,4 - 8,0). Les longueurs courantes sont 50 - 75 - 150 - 175 mm.

Pour éviter une usure trop rapide des électrodes lors de l'affûtage manuel, la plupart des fournisseurs de matériel de soudage vendent aussi de petites meules transportables qui garantissent un angle constant avec le minimum de perte de matière. Les électrodes sont affûtées de sorte que les stries d'affûtage soient orientées de la pièce vers l'électrode.

Gaz de soudage [\[modifier\]](#) | [modifier le code](#)

Dans la majorité des cas le gaz employé est de l'[argon](#) (utilisé en UE). Ce gaz neutre permet d'éviter l'oxydation instantanée lors de la fusion du métal soudé. Il est aussi influant sur la création de l'arc à l'amorçage (plus facile sous argon car sa tension d'ionisation est plus faible

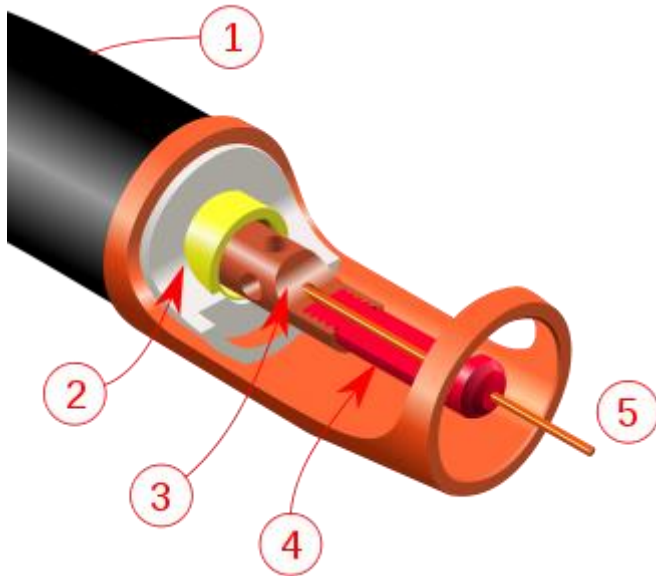
que celle de l'hélium), la forme du cordon, la vitesse de soudage (les vitesses élevées sont plutôt réservées aux mélanges majoritaires en hélium). Cependant, aux États-Unis les gisements d'hélium étant plus abondant ce gaz est donc plus utilisé. Bien qu'il rende l'amorçage plus difficile l'hélium élève la tension d'arc et par conséquent permet une pénétration et une vitesse de soudage plus importante. Pour les aciers inoxydables austénitiques, l'utilisation de mélanges binaires argon + hydrogène améliore la productivité en augmentant la pénétration et les vitesses de soudage.

Qualité du soudage TIG [\[modifier\]](#) | [modifier le code](#)

La qualité visuelle d'une soudure TIG est excellente, le procédé convient à tous les métaux. Noter qu'un gaz de protection envers (cas du soudage d'acier inox) voire une boîte à gants ou un traînard (cas du soudage du [titane](#)) peuvent être nécessaires. La compacité de la torche permet de souder dans des endroits difficilement accessibles pour d'autres procédés.

Le soudage MIG -MAG

Description



Vue en coupe d'une torche de soudage MAG/GMAW.

- (1) Tête de torche de soudage,
- (2) Isolant électrique (pièce en blanc) et embout de vissage du tube contact (pièce en jaune),
- (3) Diffuseur de gaz,
- (4) Embout du tube contact-type,
- (5) Buse métallique

Le poste à souder MIG-MAG est composé d'un dévidoir de fil à souder et d'un générateur de tension (15 V= à 45 V=)

Lors de l'appui sur la gâchette de la torche à souder, le fil de soudure se déroule et avance à une vitesse programmée à l'avance sur le poste.

Au contact de la pièce à souder reliée à la masse du poste, le fil commence à fondre puis un arc se forme entretenant la fonte du fil d'une part et de la pièce d'autre part.

La vitesse du fil et la tension du poste doivent être proportionnelles afin que l'arc ne remonte pas le long du fil (trop de puissance) ou que le fil ne vienne pas court-circuiter l'arc (avance trop rapide).

Cette proportionnalité est liée à la métallurgie des nuances ou des [alliages](#) en présence.

Certains postes sont dits *synergiques* car une fois l'un des paramètres réglé, le poste adapte l'intensité à la vitesse ceci afin de garder une énergie de soudage constante. L'usage de la SELF permet de régler l'intensité.

Le soudage MIG-MAG se prête bien à l'automatisation totale au travers d'installation robotique. Il permet une grande flexibilité de mise en œuvre :

- soudage de différents matériaux : aciers [C-Mn](#), aciers inoxydables, alliages d'aluminium, alliages de [titane](#)...
- soudage en position : Toutes positions, en angle : FW PA et PB (à plat), FW PC (corniche), FW PD (plafond) et en bout a bout : BW PA, BW PC, BW PE
- utilisations de fils fourrés de 0,6 à 2,4 mm de diamètre
- soudage manuel semi-automatique
- automatisation sur poutre, robotisation plus ou moins poussée : du robot standard, à la robotique « intelligente » : suivi de joint auto adaptatif

Des variantes du procédé permettent :

- l'amélioration de la productivité : MAG bi-fil, MAG fort diamètre, utilisation de fils fourrés augmentant le taux de dépôt
- l'augmentation de l'étendue d'application du procédé vis-à-vis du soudage des tôles fines par réduction de l'énergie de soudage : procédés « froids » dérivés du MIG-MAG : *Cold metal transfer* (CMT de Fronius), *Cold Process* (Quinto CP de Cloos), *Citowave* ([Air liquide](#) Welding), *Cold Arc* (EWM)...

Il est possible en 2009 de souder des tôles de 0,5 mm d'épaisseur avec des vitesses d'avance de soudage élevées jusqu'à 5 m/min tout en assurant un cordon régulier et de qualité.

Gaz [\[modifier\]](#) | [modifier le code](#)

L'atmosphère de protection diffère selon le type utilisé MIG ou MAG :

Pour le MIG, les soudeurs utilisent de l'[hélium](#), de l'[argon](#) ou un mélange des deux :

- Hélium : arc plus chaud, adapté au soudage des pièces épaisses¹ ;
- Argon : bonne pénétration et arc concentré¹.

Pour le MAG, les soudeurs utilisent un mélange d'[argon](#) et de [dioxyde de carbone](#) (en général du C-25 : 75 % d'argon et 25 % de CO₂). On ne peut souder que des aciers avec ce type de protection active :

- Le CO₂ se décompose en [monoxyde de carbone](#) et en [ozone](#) sous l'effet de l'arc. L'ozone peut oxyder le métal. Le soudage est rapide, avec une bonne pénétration, mais il convient d'utiliser un fil désoxydant¹. Le transfert du métal se fait par gouttes. Lorsqu'une goutte tombe, elle crée un court-circuit : la tension chute et l'intensité augmente. Une fois la goutte tombée, on a un pic de tension et une chute d'intensité. Les générateurs à impulsions s'inspirent de ce phénomène pour contrôler le transfert du métal.

□ Dioxygène : agit comme le CO₂.

Gaz	Potentiel d'ionisation² (V)
<u>Argon</u>	15,760
<u>Diazote</u>	15,58
<u>Dihydrogène</u>	13,598
<u>Dioxyde de carbone</u>	13,77
<u>Dioxygène</u>	12,07
<u>Hélium</u>	24,587

Le principe de la soudure par point

La soudure par point est une méthode de soudage utilisant le principe de la [soudure par résistance](#) à électrode non fusible où l'élévation de température pour obtenir le point de fusion du métal s'ajoute à une forte pression mécanique.

Deux électrodes de cuivre non fusibles compriment les pièces de métal à souder l'une contre l'autre puis les font traverser par un courant de très forte intensité (quelques milliers à quelques dizaines de milliers d'ampères).

Le court circuit électrique au point de contact des deux pièces métalliques crée la fusion du métal en une à deux secondes pour un temps de passage du courant électrique de quelques dixièmes de seconde seulement.

La soudure par point est largement utilisée pour assembler les tôles entre elles (construction automobile notamment), car la brièveté de l'opération et la localisation précise du point de soudure entre les électrodes sous pression limitent la déformation des tôles lors de la soudure.

Le matériel de soudure par point

Le matériel de soudure par point se compose soit :

- d'une machine à souder par résistance qui est une machine à pince hydraulique ou mécanique pour assurer la pression associée à un générateur électrique de forte puissance
- d'une pince à souder par point qui est une pince hydraulique mobile. La pince est reliée au générateur par des câbles souples et par des flexibles hydrauliques pour assurer la puissance de pression.

L' [électrode soudure](#) est forcément une électrode en cuivre sans métal d'apport.

Comme il n'y a pas d'arc électrique, mais mise en court circuit au point de contact des métaux à souder, la soudure par résistance ne produit pas d'arc lumineux éblouissant. (le [masque à soudure](#) n'est pas nécessaire dans l'équipement de [protection soudure](#) par point).