

La technique de soudage

- **Le soudage à l'arc**

L'arc électrique éclate entre une électrode et la pièce. Celui-ci, obtenu en appliquant un courant continu ou un courant alternatif, chauffe la pièce et la fait fondre.

- **Le soudage sous protection gazeuse**

Dans le soudage sous protection gazeuse, le gaz protège la partie à souder des effets d'oxydation de l'atmosphère. L'énergie d'ionisation, la conductibilité thermique et la réactivité chimique constituent les principales qualités physiques des gaz de protection.

L'énergie d'ionisation est la quantité d'énergie nécessaire pour arracher un électron d'un atome et rendre l'arc électrique électroconducteur. Si l'énergie d'ionisation est faible, l'arc électrique s'amorce facilement et brûle en permanence. L'énergie d'ionisation consommée pour arracher un électron est libérée au niveau de la pièce par recombinaison avec un électron. Elle est ensuite disponible pour le procédé de soudage. Les gaz qui, en raison de leur faible énergie d'ionisation, créent un arc électrique stable, ne transmettent pas, en revanche, très bien l'énergie sur la pièce.

Un autre mécanisme du transfert d'énergie est la conduction de la chaleur qui dépend, bien entendu, de la conductibilité thermique des gaz. Le comportement chimique des gaz peut être, d'un point de vue technique de soudage, inerte, oxydant ou réducteur. Dans le cas des gaz oxydants, il se produit une combustion des éléments d'addition qui, cependant, est généralement négligeable lorsque les gaz sont bien choisis.

La différence repose essentiellement entre le soudage avec fil électrode en atmosphère gazeuse et le soudage en atmosphère gazeuse avec électrode de tungstène. Dans le premier cas, on utilise des fils électrodes fusibles comme métal d'apport. Suivant le gaz utilisé, le procédé devient MAG (soudage sous flux gazeux actif) ou MIG (soudage sous flux gazeux inerte). Contrairement au premier procédé qui fait appel à des électrodes fusibles, le second procédé met en œuvre une électrode en tungstène réfractaire (non-fusible) et il se subdivise encore en deux types de procédés différents : le soudage TIG (soudage sous flux gazeux inerte) et le soudage plasma.

- **MAG et MIG – même principe de procédé**

Le principe de fonctionnement du procédé MIG est identique à celui MAG. L'arc électrique éclate entre un fil électrode et la pièce à souder. Le fil électrode déroulé forme le matériau d'apport. Un système d'avancement l'amène au niveau de la pièce en question. La résistance et l'arc électrique chauffant, il fond. Le gaz de protection sort d'une buse enveloppant l'électrode et protège ainsi l'arc électrique et le bain de fusion de toute contamination atmosphérique. Le diamètre des fils électrodes varie entre 0,8 et 1,6 mm.

- **Le soudage MAG**

Le soudage MAG utilise des gaz actifs qui provoquent une réaction chimique au niveau du métal d'apport déposé. Ces gaz peuvent être aussi bien du dioxyde de carbone qu'un mélange de gaz. Le procédé MAG à base de dioxyde de carbone provoque d'importantes projections et son rendement est assez limité. C'est pourquoi le procédé MAG à base de mélanges gazeux l'a supplanté. On utilise le mélange dioxyde de carbone-argon, oxygène-argon ou le mélange argon-dioxyde de carbone-oxygène, auxquels il est tout à fait possible d'ajouter de l'hélium. Ce procédé MAG Mélange permet aussi bien de souder des aciers faiblement alliés que des aciers fortement alliés. Il se caractérise par un potentiel de fusion très élevé.

- **Le soudage MIG**

Ce procédé requiert des gaz rares, l'argon et l'hélium et leurs mélanges. Ces gaz ne réagissent ni avec le métal de base, ni avec le métal d'apport. C'est pour cette raison que ce procédé est surtout utilisé pour souder de l'aluminium (et ses alliages), du cuivre, du titane et d'autres métaux non-ferreux.

- **Le soudage à Haut Rendement sous protection gazeuse**

Ce type de soudage constitue une autre forme du soudage avec fil électrode en atmosphère gazeuse. Cette distinction est employée lorsque le fil avance à plus de 15 mètres/minute. Ce procédé a été obtenu en améliorant les sources de courant et les mélanges de gaz de protection : on obtient ainsi des potentiels de fusion qui, à environ 20 kg/h, sont à peu près deux fois plus élevés.

Une des variantes les plus courantes est le soudage tandem en liaison avec des gaz de protection à base d'hélium. Deux fils, commandés par des sources de courant distinctes, sont fondus avec un brûleur. Le soudage tandem atteint, ainsi, des potentiels de fusion extraordinairement élevés et, en fonction de l'épaisseur du matériau, des vitesses de soudage de plusieurs mètres par minute. Il peut être utilisé pour des aciers non alliés, mais aussi pour l'aluminium et alliages d'aluminium. Le Sagox® He 30/8, en tant que mélange de gaz de protection développé par Westfalen et composé d'argon, de

dioxyde de carbone et d'hélium, a largement fait ses preuves dans le cadre du soudage à haut rendement sous protection gazeuse des aciers non-alliés.

- **Le soudage au courant alternatif avec fil électrode en atmosphère gazeuse**

Ce type de soudage, relativement nouveau, permet d'obtenir d'excellents résultats notamment pour souder des tôles fines. Durant l'alternance négative, une plus grande quantité d'énergie est utilisée pour faire fondre le fil électrode. De ce fait, à intensité de courant égale, une quantité plus importante de fil est fondue en comparaison avec le soudage au courant continu, ce qui empêche les matériaux de faible épaisseur de « brûler ». Le soudage au courant alternatif avec fil électrode en atmosphère gazeuse est utilisé tant pour les aciers non et fortement alliés que pour l'aluminium. Des gaz de protection parfaitement adaptés, comme par exemple l'Argon He® 11, s'avèrent très performants pour travailler l'aluminium et ses alliages.

- **Le soudage sous flux gazeux inerte avec électrode non fusible en tungstène (procédé TIG)**

Ici, l'arc électrique éclate entre l'électrode en tungstène et la pièce à souder. Un gaz inerte enveloppe l'électrode et protège aussi bien celle-ci que les pièces à souder de l'air ambiant. Sont utilisés comme gaz inertes, l'argon et l'hélium ainsi que leurs mélanges. Leurs propriétés évitent la formation de toute combinaison chimique. Le métal d'apport, amené manuellement ou mécaniquement, fond dans l'arc électrique. Ce procédé permet de souder pratiquement tous les métaux.

- **Le soudage plasma au tungstène.**

On entend, ici, sous le terme plasma, un gaz qui est composé de particules neutres (atomes, molécules), d'ions et d'électrons libres et qui est, par conséquent, électroconducteur. Le gaz plasma (il s'agit la plupart du temps d'argon) fournit le porteur de charge nécessaire à la formation plasma. En ingénierie du soudage, on parle de soudage plasma lorsqu'un arc électrique, étranglé par une tuyère, brûle entre une électrode en tungstène et une pièce à travailler. L'essentiel consiste en ce que la compacité de l'arc électrique et le flux plasmagène permettent d'obtenir une très grande densité du flux d'énergie. Cependant, l'utilisation d'un gaz de protection s'avère nécessaire pour former une sorte d'écran permettant de protéger le point de soudage de l'atmosphère ambiante. En présence d'aciers faiblement alliés, il s'agit souvent d'argon. Lorsqu'il est question d'aciers austénitiques, fortement alliés, il est également possible d'utiliser des mélanges argon-hydrogène. Les mélanges Argon-Hélium sont aussi fréquemment employés pour les métaux non-ferreux. Ce procédé est très fiable et c'est pourquoi il est très apprécié, notamment, dans le cadre de station mécanisée. Combiné à ce qu'on appelle la technique du « soudage en trou de serrure », il permet de souder jusqu'à 8 millimètres à une seule passe et ce, sans préparation des bords, ce qui augmente considérablement le rendement.

- **La protection envers - racine de la soudure sous protection gazeuse**

Protection envers signifie que la racine et toutes les zones contiguës de la soudure baignent dans un flux de protection gazeux. L'objectif, ici, consiste en ce que les gaz mis en œuvre viennent se substituer à l'atmosphère oxygénifère et permettent d'obtenir une surface de grande qualité. On utilise, à cet effet, des gaz inertes comme l'argon, des gaz chimiquement inactifs comme l'azote ainsi que des mélanges à base d'azote et d'hydrogène (gaz de protection envers suivant EN ISO 14175) ou composés d'argon et d'hydrogène. Le choix des gaz de protection dépend, en fait, des matériaux mis en œuvre, de la forme des pièces, du type d'amenée de gaz et des conditions de soudage. L'argon 4.6/4.8 est très souvent utilisé comme gaz de protection envers et ce, dans de nombreuses applications. En principe, on peut atteindre la protection envers désirée quel que soit le procédé de soudage sous protection gazeuse. Mais dans la pratique, c'est surtout le procédé TIG qui l'a adopté.