

## INTRODUCTION

Le dernier numéro du Feuillard technique a présenté certaines généralités reliées à la métallurgie du soudage. Dans cette édition du Feuillard, nous présentons quelques procédés.

## PROCÉDÉS DE SOUDAGE

La sélection des procédés de soudage doit tenir compte des paramètres spécifiques tels que la résistivité électrique pour les procédés de soudage par résistance. Les procédés de soudage doivent nécessairement satisfaire aux deux conditions suivantes :

- Disposer d'une puissance spécifique très élevée pour compenser la forte diffusivité thermique de ces alliages,
- Permettre une protection efficace du métal fondu vis-à-vis l'oxydation.

Bien que tous les procédés puissent s'appliquer aux alliages d'aluminium, le soudage à l'arc est le plus employé. Il s'agit essentiellement des procédés sous protection de gaz inerte TIG (GTAW) et MIG (GMAW). D'ailleurs, certains fabricants de machines à souder produisent maintenant des équipements destinés spécifiquement au soudage de l'aluminium.

## SOUDAGE TIG

Ce procédé de soudage est couramment utilisé pour les alliages d'aluminium. Le procédé TIG est utilisé avec ou sans métal d'apport selon le but recherché et l'épaisseur des pièces à souder.

Ce procédé offre beaucoup de maniabilité, de flexibilité et permet d'obtenir des cordons de soudure esthétiques.

La bonne visibilité du bain de fusion et le cycle thermique plus lent que le MIG se conjuguent pour limiter les risques de manque de fusion.

Le TIG est un procédé très apprécié pour l'exécution de réparations.

## SOUDAGE MIG

Ce type de soudage est très employé pour les alliages d'aluminium, principalement dans le cas des assemblages épais ou de grande longueur. Le soudage MIG s'utilise en soudage manuel ou automatique, en toutes positions et se prête à la robotisation.

La rapidité du cycle thermique procure une zone affectée thermiquement (ZAT) plus étroite qu'en soudage TIG. Conséquemment, les propriétés mécaniques des assemblages soudés au MIG tendent à être légèrement supérieures que celles obtenues au TIG.

Par contre, la rapidité de solidification tend à générer des soufflures plus facilement qu'en soudage TIG. L'obtention de soudures de qualité nécessite donc plus de précautions dans la préparation des pièces, les stockages des produits d'apport, etc.

Avec le MIG manuel, une attention particulière doit être apportée au risque de manque de fusion. L'augmentation de l'épaisseur des assemblages accentue la difficulté. Au-delà de 50 mm il est difficile d'effectuer un soudage sous argon manuel sans aucun manque de fusion.

Finalement, avec ce procédé, la maîtrise de la pénétration est assez difficile et si ce paramètre est important il faut prévoir des supports envers : lattes de cuivre, d'acier ou d'acier inoxydable.



### Soudage MIG Pulsé

Cette variante du procédé MIG offre certains avantages. Entre autre, à pénétration ou vitesse égale, l'énergie moyenne de soudage est plus faible. D'où ses applications au soudage de produits minces (e d" 2,5 mm). De plus, l'apport d'énergie plus faible réduit la chaleur transmise à la plaque, ce qui limite les déformations.

### Soudage MIG forte intensité

Ce type de soudage utilise des intensités de courant allant de 500 A lorsque l'argon est utilisé comme gaz inerte à 850 A sous hélium.

Ce procédé permet de souder des épaisseurs fortes en un nombre réduit de passes. De surcroît, le MIG à forte intensité offre une meilleure compacité des soudures ainsi que la réduction des déformations.

Ce procédé tend à se répandre lorsqu'une productivité élevée est nécessaire.

### Soudage au laser + MIG

Le soudage MIG + laser est un procédé mixte où la chaleur nécessaire à la fusion est produite par un rayon laser en plus de l'arc électrique du procédé MIG. Ce procédé permet d'obtenir une qualité de soudure plus constante qu'avec le MIG conventionnel. Aussi, les déformations des pièces soudées sont moins importantes. En effet, le rayon laser permet un apport de chaleur puissant et très localisé ce qui permet d'augmenter la vitesse d'avance et réduire la largeur de la ZAT.

En contre partie, le coût en capital et les coûts d'opération sont importants. Aussi, la complexité du procédé est très grande.

## **AUTRES PROCÉDÉS**

Les développements dans le soudage de l'aluminium sont nombreux. Beaucoup de travaux portent sur l'amélioration de la productivité, ainsi que sur la réduction des ZAT et les distorsions qui y sont associées. De ces procédés émergents, le plus connu et le plus prometteur est sans nul doute le soudage par friction de proche en proche (*Friction stir welding*).

### Soudage par friction de proche en proche (*Friction stir welding*)

Le *Friction stir welding* est un procédé de soudage à froid inventé en 1991. Le procédé peut être décrit ainsi : une tige en rotation ressemblant à une mèche de fraiseuse descend dans le joint à souder. Ensuite, la tige applique une pression sur le joint qui est maintenu fermement en place. La friction engendrée augmente la chaleur et rend l'alliage d'aluminium plus mou. C'est à ce moment que la tige commence à avancer. Sous l'influence de la chaleur et de la friction, l'alliage situé à l'avant de la tige se détache, se mélange et se solidifie une fois rendu à l'arrière de la tige.

Les propriétés de ce procédé sont très intéressantes. En effet, le procédé ne demande aucun métal d'apport ni aucun gaz de protection, l'outil est non consommable et la vitesse de soudage peut atteindre 6 mètres/minutes. De plus les soudures obtenues avec ce procédé ne souffrent d'aucun manque de fusion ni aucune porosité et elles sont esthétiques. En contre partie, les équipements nécessaires sont très coûteux et ce procédé n'est pas versatile. Jusqu'à maintenant, toutes les configurations de joints ne peuvent être soudés avec le *Friction stir welding* et les équipements sont souvent dédiés au soudage d'un produit particulier.

## **BIBLIOGRAPHIE**

BEAULIEU D. *Calcul des charpentes d'aluminium*; Les presses de l'aluminium, Saguenay, Canada; 2003, 810 p. ISBN 2-923168-00-3

BOUCHER C. *L'aluminium et ses alliages – soudabilité, métallurgie du soudage*, Publications du soudage et de ses applications ; Institut de soudure, Paris, 2000, 204 p. ISBN 2-85701-340-X

KISSEL J. R., FERRY R. L. *Aluminum Structures*; John Wiley & Sons, New York, New York; 1995, 417 p. ISBN 0-471-05385-6

THE ALUMINUM ASSOCIATION. *Aluminum Design Manual*; Washington DC; Aluminum Association; 1994; Pagination multiple

HEGMANN W. *Travailler l'aluminium*; SIRPE et Les Techniques de l'ingénieur, Paris; 1993, 283 p. ISBN 2-906643-08-4