

## LES DIFFERENTS PROCÉDES DE SOUDAGE PAR RESISTANCE

*Il existe de nombreux procédés de soudage par résistance. Ceux-ci sont souvent peu connus en dehors de leur domaine de prédilection. Le but de cet article est de présenter brièvement ces différents procédés et leurs applications. Le Cewac développe plus particulièrement les applications de micro-soudage par résistance dans le cadre du projet FEDER MICROSOUD.*

### Principe du soudage par résistance

Le procédé de soudage est un procédé à chaud, sous pression et sans métal d'apport. Il consiste à échauffer localement les pièces par passage d'un courant électrique. La technique la plus utilisée est le soudage par résistance par points. Dans ce cas, les pièces à souder sont superposées et serrées localement entre deux électrodes et l'ensemble est traversé par un courant de soudage qui provoque une élévation de température. L'échauffement provoque la fusion localisée des deux pièces dans la zone située entre les deux électrodes, suivi de la formation d'un noyau de métal recristallisé. Il existe plusieurs procédés dérivés, on peut citer le soudage à la molette, le soudage par bossage ou le soudage en bout, procédés qui seront également abordés dans cet article. Le point commun de ces procédés est qu'ils utilisent l'effet Joule, c'est-à-dire qu'ils exploitent le phénomène de l'échauffement d'un conducteur parcouru par un courant électrique. Pour rappel, dans un circuit électrique, la chaleur dégagée par chaque élément est proportionnelle à  $R.I^2.t$  où  $R$  est la résistance de l'élément,  $I$ , l'intensité efficace du courant et  $t$ , la durée de son passage.

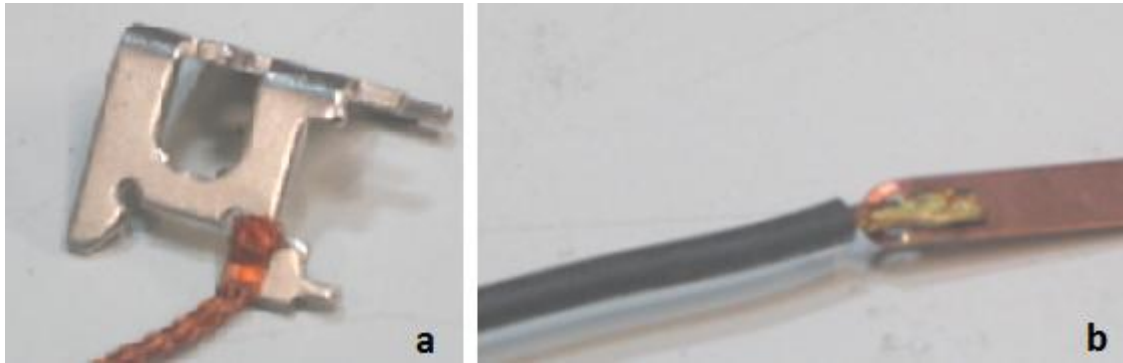
### Le soudage par points

Dans le cas du soudage par points, les électrodes ne peuvent effectuer qu'un mouvement vertical (pas de déplacement horizontal), le résultat du soudage est donc un point de soudure circulaire. En respectant certaines précautions, plusieurs points peuvent être effectués les uns à la suite des autres. Un exemple d'installation de micro-soudage par points est montré sur la figure 1.

Ce procédé est beaucoup utilisé en industrie automobile, mais également par exemple pour la fabrication de batteries ou d'ustensiles de cuisine. Il se prête particulièrement bien à l'assemblage des aciers ou d'aciers inoxydables, mais moyennant certaines précautions, d'autres matières peuvent également être soudées, telles que l'aluminium, le cuivre, voire même des soudures hétérogènes comme présenté sur la figure 2.



**Figure 1 : Soudeuse par points disponible au Cewac**

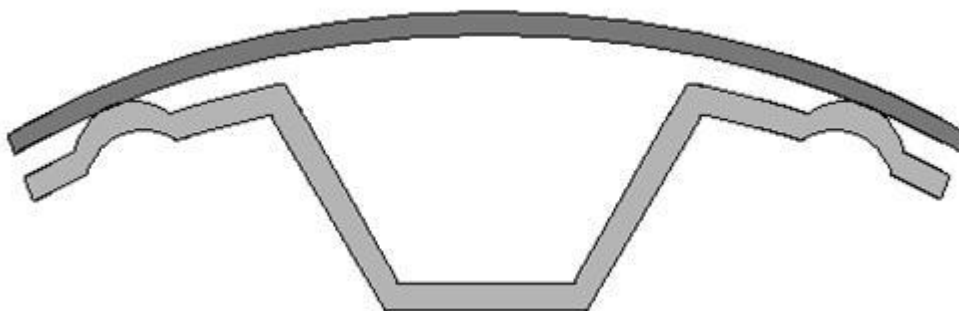


**Figure 2 :** a) Soudage d'une tresse en cuivre sur un support en acier inoxydable  
b) Raccord entre un fil en laiton et un support en cuivre

### **Le soudage par bossage**

Le procédé de soudage par bossage est une méthode d'assemblage directement dérivée du procédé classique de soudage par résistance par points. Dans le cas de ce dernier, la surface de passage du courant est déterminée par la forme des électrodes et de l'effort de compression qui doit vaincre la raideur des tôles. La surface de contact peut donc être variable et elle est relativement mal contrôlée. Dans le cas du soudage par bossage, l'effort de compression et l'endroit du passage du courant sont localisés à un ou des points déterminés par des bossages préexistants sur une des deux pièces à assembler. En effet, les bossages, grâce à leur effet de concentration délimitent parfaitement la surface de passage du courant de soudage. Ils assurent une bonne régularité des conditions de contact des pièces et favorisent ainsi la régularité de la quantité d'énergie dégagée à l'endroit du joint à réaliser.

Le soudage par bossage est souvent utilisé dans le cas d'assemblage des tôles ayant une certaine courbure, car sans le bossage, il est difficile de garantir un contact correct des deux tôles à l'endroit de la soudure comme illustré sur la figure 3.



**Figure 3 :** Configuration typique pour l'utilisation du soudage par bossage

Le soudage de barres et de fils en croix, utilisé par exemple pour la fabrication de chariots de supermarché, est également assimilé au soudage par bossage, car il présente de nombreuses similitudes dans sa mise en œuvre.

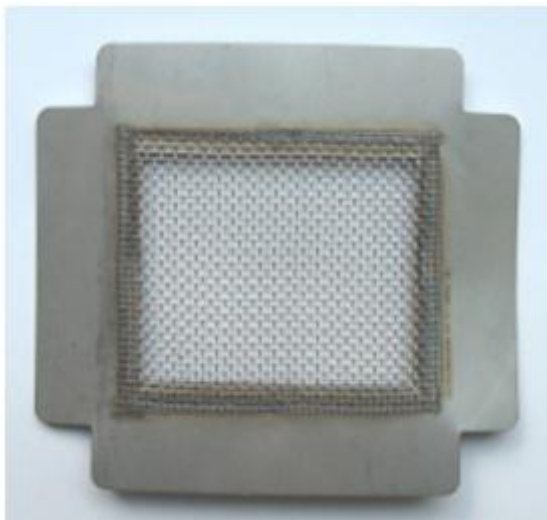
## Le soudage à la molette

Dans le cas du soudage à la molette, les électrodes sont constituées par deux disques mobiles (galets) permettant le déplacement des pièces pendant le soudage (voir figure 4). Les points soudés sont réalisés sans relâcher la pression de serrage. Chaque point résulte d'une impulsion de courant qui a lieu pendant la rotation des galets, c'est-à-dire, pendant l'avance des pièces à souder. Si les points sont jointifs ou se recouvrent, l'assemblage est étanche. Si les points sont espacés, on réalise simplement une jonction mécanique par un cordon de soudage discontinu.

Des vitesses de soudage de 2 à 4 m/minutes sont typiques, cependant il est possible d'atteindre des vitesses beaucoup plus élevées, le maximum se situant aux environs de 15 m/min. L'utilisation des machines spécifiques à très haute fréquence permet d'arriver à 50 m/min dans le cas particulier du soudage longitudinal des boîtes de conserve qui est une application phare du soudage à la molette. Une autre application très répandue est le soudage des filtres. En effet, le fait de ne pas utiliser un arc électrique pour le soudage permet de souder facilement des fins treillis sans risque de les brûler (voir figure 5).



**Figure 4 : Soudeuse à la molette disponible au Cewac**



**Figure 5 : Boîte de stérilisation assemblée par soudage à la molette**

## **Le soudage en bout**

On distingue le soudage en bout par résistance pure et par étincelage.

Dans le cas du soudage en bout par résistance pure, les deux pièces à souder sont maintenues dans des mâchoires reliées électriquement à chacune des bornes du secondaire du transformateur de soudage. Un jeu de mâchoires est solidaire de la table fixe tandis que l'autre est fixé sur une table mobile. Ces mâchoires mobiles transmettent aux pièces un mouvement relatif de translation l'une vers l'autre et exercent un effort de compression sur les faces à souder. Les extrémités des pièces à souder sont amenées en contact sous pression assez forte avant de provoquer un passage de courant dans les pièces. Les pièces à souder offrant une résistance largement supérieure à tous les autres éléments du circuit deviennent le siège d'un échauffement important par effet joule. Le soudage par résistance pure n'est généralement appliqué qu'au soudage de faibles sections de forme massive, comme par exemple des ronds en acier ou en alliages d'aluminium.

Dans le cas du soudage en bout par étincelage, les surfaces des pièces à assembler sont d'abord amenées à la température de soudage par l'effet Joule, dû à un courant électrique important traversant les résistances élevées des surfaces des deux pièces en contact imparfait, provoquant la combustion d'une quantité de matière de celles-ci. Ensuite, un effort de forgeage est appliqué pour finaliser la soudure.

## **En conclusion**

Le principal avantage des procédés de soudage par résistance est une automatisation aisée des processus et une très bonne reproductibilité pour autant que les conditions de soudage ne soient pas modifiées. De plus, les opérations de soudage sont très rapides. Dans son domaine d'application, le soudage par résistance est considéré comme un procédé économique ayant une productivité très élevée.

Au niveau de micro-soudage, les épaisseurs soudables sont très fines et l'apport d'énergie peut être parfaitement contrôlé. On peut dès lors souder des tôles de quelques centièmes de millimètre d'épaisseur sans problème.

**Equipe « Assemblage et contrôles destructifs » du CEWAC**