

LES AVANTAGES ET LES INCONVENIENTS DU SOUDAGE HYBRIDE ARC-LASER

PROJET DE DEVELOPPEMENT

Le procédé de soudage hybride arc-laser est encore très peu connu en Belgique. Dans cet article, nous passons en revue les principaux avantages, tout comme quelques remarques générales. Nous présentons également les résultats du ARCLASER, le projet de développement collectif de CEWAC et de l'IBS.

Par Nicolas Debroux –
CEWAC - Fleur Maas - IBS

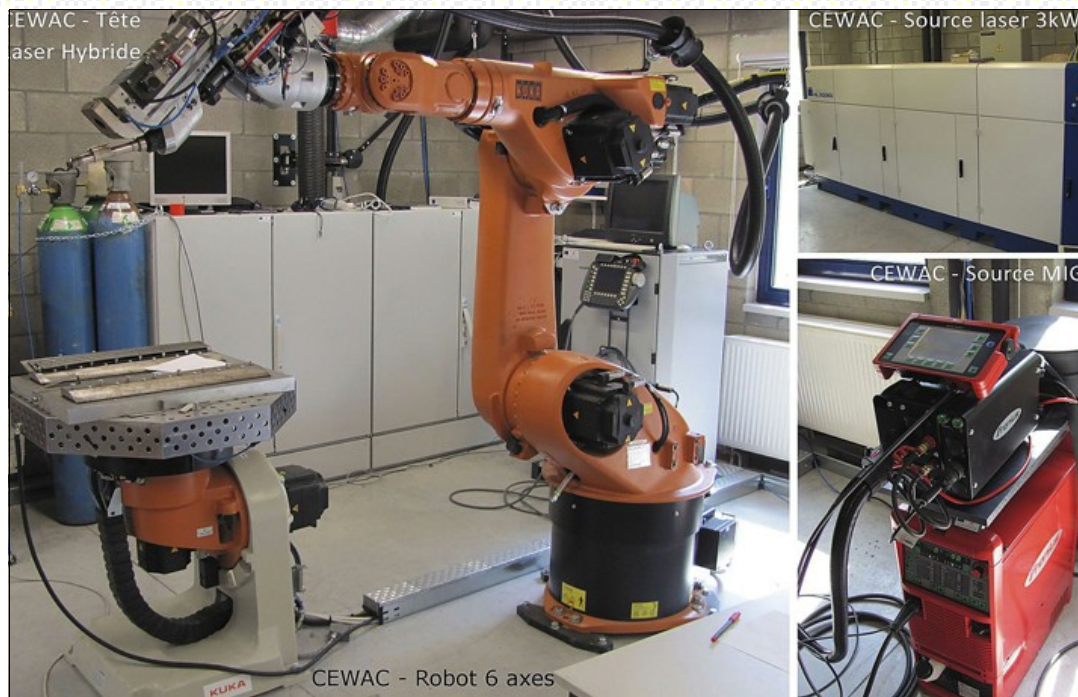


Figure 2: installation de soudage HLW du CEWAC

SOUDAGE HYBRIDE ARC-LASER (LBW-LASER BEAM WELDING)

Le soudage laser est déjà bien connu dans les technologies d'assemblage automatisé. Les principaux avantages du soudage laser sont :

- vitesse de soudage élevée ;
- pénétration importante et étroite
- faible déformation et
- faible apport calorifique.

En règle générale, une ouverture supérieure à 10% de l'épaisseur de la tôle donne un aspect extérieur et des propriétés mécaniques de la soudure inacceptables. Il est donc nécessaire d'apporter un grand soin à la préparation du joint à

souder afin d'éviter des défauts, ce qui engendre naturellement des coûts supplémentaires.

SOUDAGE HYBRIDE ARC-LASER (HLW-HYBRID LASER WELDING)

Le procédé de soudage hybride arc-laser est encore très peu connu en Belgique. Cette technique, développée dans les années 70, combine un procédé de soudage laser avec un procédé de soudage à l'arc dans un même processus (voir figure 1). Tous les types de lasers peuvent être utilisés, tels les lasers CO₂, Nd:YAG ou les plus récents 'lasers à fibre' et 'lasers à disque'. Par procédé de soudage à l'arc,

on entend le soudage semi-automatique (MIG/MAG), le soudage TIG ou le soudage au plasma. Le soudage MIG/MAG étant le procédé de soudage à l'arc le plus répandu, c'est ce procédé qui sera considéré dans la suite.

On constate en pratique que, lors de la conjugaison du soudage laser et du soudage à l'arc, on combine essentiellement les avantages des deux procédés tout en effaçant leurs inconvénients.

L'HLW est donc plus qu'une simple association de procédés, il y a une réelle interaction entre l'arc et le laser.

Les principaux avantages du soudage hybride arc-laser sont les

suivants :

- vitesse de soudage élevée;
 - pénétration forte et étroite;
 - faible déformation;
 - faible apport énergétique.
- Les avantages du soudage semi-automatique :
- apport contrôlé de métal, et donc la possibilité, par exemple, de souder des alliages d'aluminium non soudables par soudage laser sans métal d'apport (comme les alliages 6xxx);
 - tolérances de préparation de joint moins restrictives;
 - meilleure ductilité.

Et en plus :

- possibilité de réglage des caractéristiques du soudage laser et du soudage à l'arc;

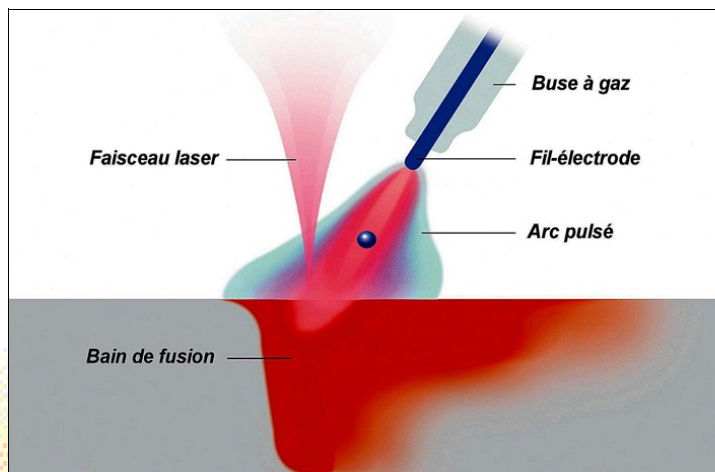


Figure 1: schéma de principe du procédé de soudage hybride arc-laser (HLW)

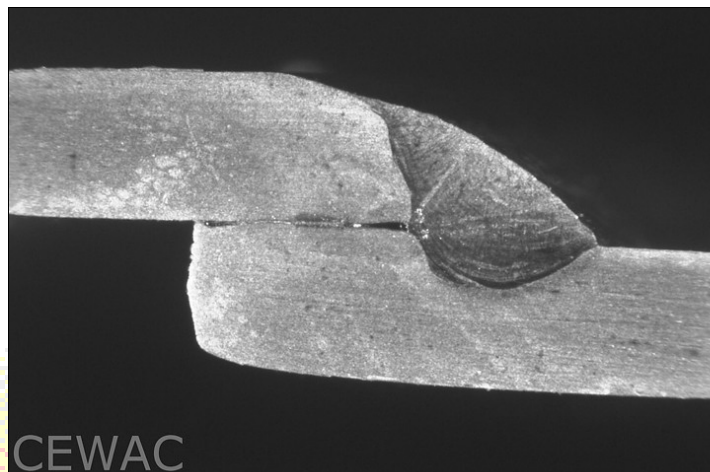


Figure 3: soudure HLW par recouvrement d'inox 316L (1,5 mm) à 3 m/min

- la vitesse de soudage et pénétration encore plus élevées qu'avec le soudage laser;
 - meilleure stabilité du procédé.
- Quelques remarques générales concernant le soudage hybride arc-laser:
- coût d'investissement élevé du laser – néanmoins le prix des lasers tend à diminuer (à puissance constante);
 - coût d'investissement d'une source MIG faible par rapport à celui du laser;
 - soudage uniquement applicable mécanisé (soudage manuel impossible);
 - nécessité d'une double protection (protection arc + protection laser);
 - importance d'un bon clamage des pièces à souder;
 - complexité par augmentation du nombre de paramètres de soudage à régler en comparaison avec les procédés de soudage individuels;
 - peu de données bibliographiques disponibles sur les propriétés des assemblages soudés.

PROJET DE DEVELOPPEMENT

En Belgique, le soudage hybride arc-laser n'est pas encore utilisé en industrie, et n'est pas bien connu. C'est pourquoi, le CEWAC (Centre d'Etudes Wallon d'Assemblage et de Contrôle des matériaux) et l'IBS (Institut Belge de la Soudure) ont réalisé, entre juillet 2009 et décembre 2011, une recherche collective nommée ARCLASER - financée par la Région Wallonne - dont le sujet est l'étude de la technique de soudage hybride arc-laser. Dans le cadre du projet ARCLASER, le CEWAC - déjà très actif dans le domaine de la soudure - a pu acquérir une installation de soudage hybride (Figure 2). Celle-ci est composée d'une source laser Nd:YAG de 3kW continu, une source MIG et une tête Hybride, l'ensemble étant mécanisé sur un robot 6 axes de

précision.

RESULTATS DU PROJET ARCLASER

De nombreux démonstrateurs technologiques basés sur des cas industriels ont été réalisés dans le cadre du projet ARCLASER. Voici quelques exemples:

- soudage inox 316L - 1,5 mm en configuration recouvrement, soudé à 3 m/min (fig. 3);
- soudage alu série 6xxx, 4 mm en configuration bout-à-bout, soudé à 3,7 m/min;
- soudage alu série 5xxx - 1,8 mm en configuration bout-à-bout, soudé à 7,8 m/min (fig. 4);
- soudage alu série 7xxx - 3 mm en configuration bout-à-bout, soudé à 2,3 m/min (fig. 5);
- soudage acier 6 mm en configuration bout-à-bout, soudé à 0,6 m/min (fig. 6).

Une étude technico-économique a également été menée sur quelques applications. Celle-ci avait pour but de comparer le procédé actuellement utilisé avec la technologie dite 'innovante' de soudage laser ou hybride arc-laser. Les figures 7 et 8 montrent un exemple de résultat obtenu pour une comparaison du soudage TIG et soudage laser hybride de pièces en inox 1,5 mm d'épaisseur et de 1,4 m de long. Les graphiques ci-dessous montrent que la soudure hybride devient rapidement rentable: à partir de 1850 pièces dans ce cas-ci.

CONCLUSION

Le soudage hybride arc-laser possède un réel potentiel de développement, d'accroissement de productivité pour l'industrie. Il peut apporter non seulement des solutions à des problèmes d'assemblage liés aux procédés classiques, mais aussi une rentabilité accrue par une augmentation de la rapidité d'exécution. □

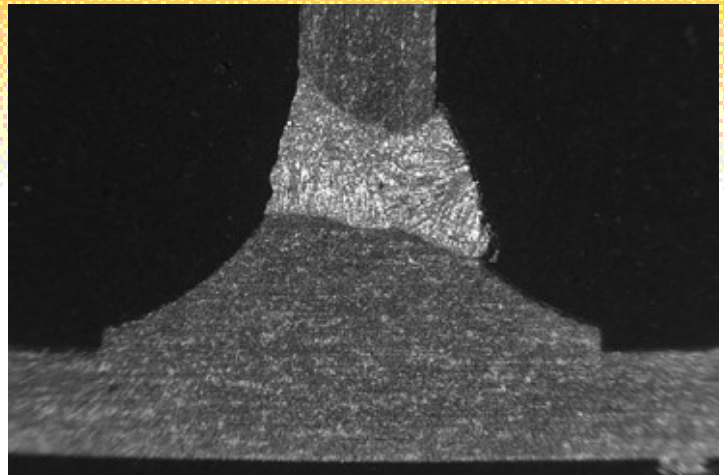


Fig. 4: soudure HLW bout-à-bout d'aluminium série 5xxx (1,8 mm) configuration à 7,8 m/min

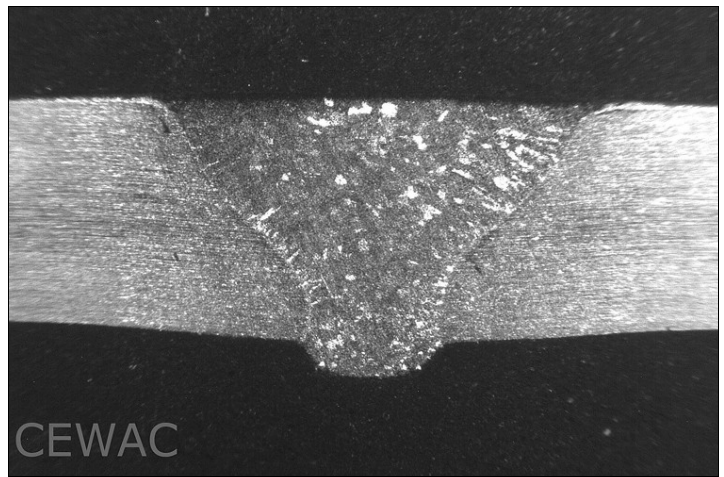


Figure 5: soudure HLW bout-à-bout d'aluminium série 7xxx (3 mm) à 2,3 m/min

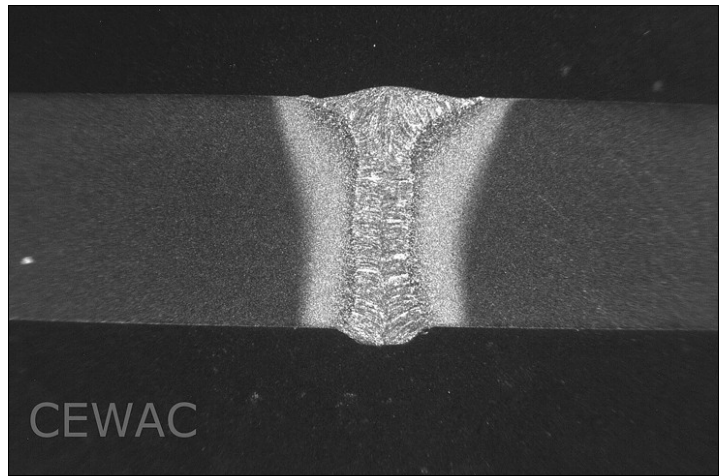


Figure 6: soudure HLW bout-à-bout d'acier (6 mm) à 0,6 m/min

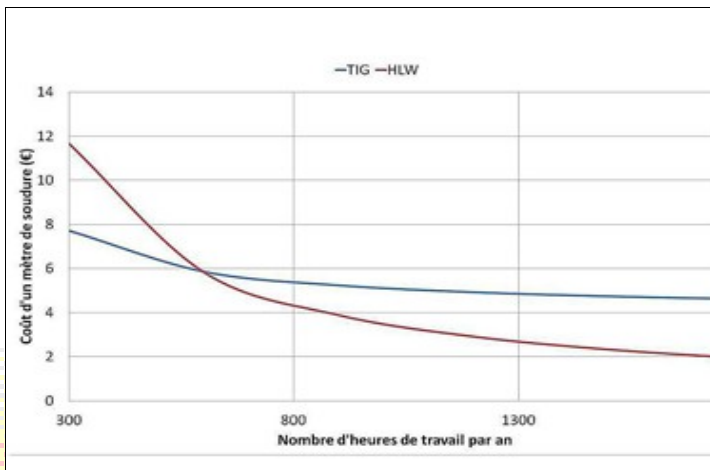


Figure 7: graphique montrant l'évolution du coût d'un mètre de soudure TIG et HLW en fonction du nombre d'heures de travail par an

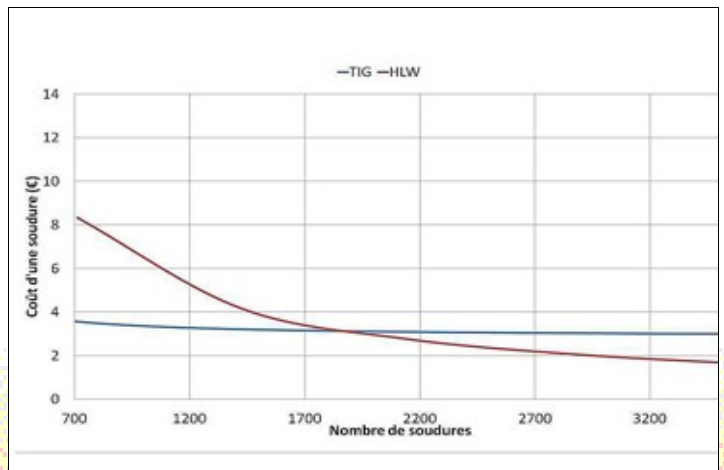


Figure 8: graphique montrant l'évolution du coût d'une soudure TIG et HLW en fonction du nombre de soudures