

# TECHNOLOGIES DE SOUDAGE À HAUTES PERFORMANCES

## ► DESCRIPTIF/DÉFINITION

Les technologies de soudage à hautes performances désignent, soit des solutions de rupture (encore peu utilisées industriellement mais appelées à un développement important tel que le soudage par friction-malaxage ou par impulsion magnétique), soit des technologies de continuité bénéficiant d'évolutions importantes, grâce notamment aux développements dans le domaine de l'électronique de puissance (soudage MIG-MAG, soudage hybride laser-MAG par exemple).

Principales applications de ces technologies :

Le soudage est aujourd'hui une technique d'assemblage innovante et utilisée dans tous les domaines : automobile, aéronautique, ferroviaire, énergie ou nucléaire.

- Procédé de soudage par friction malaxage : utilisé pour la construction d'éléments de fuselage d'avions (application de plus en plus répandue), de lanceurs (fusées), de ponts de navires, de certaines pièces automobiles. La très grande majorité de ces applications industrielles concernent des pièces en alliages d'aluminium, mais quelques applications existent également avec du cuivre.
- Par ailleurs, le soudage à froid par impulsion magnétique intéresse particulièrement l'automobile, du fait de ses nombreuses pièces tubulaires et de la capacité à réaliser des assemblages multi-matériaux
- Procédé de soudage hybride laser-MAG : utilisé en construction navale (soudage de panneaux en acier), dans l'automobile, en construction mécano-soudée, dans le ferroviaire. Les machines de soudage se perfectionnent et leur utilisation se simplifie (hybride laser-arc).

Principaux segments technologiques concernés :

Soudage par friction et malaxage (FSW), soudage laser, soudage hybride laser-MAG, soudage par impulsion magnétique, techniques de brasage et de soudage-diffusion, techniques de soudage conventionnelles par fusion (sans protection gazeuse, sous atmosphère, sous vide).

## ► ENJEUX (AVANTAGES)

### Sur le plan économique

- De manière transverse, les technologies de soudage à hautes performances telles que décrites dans cette fiche ont pour objectif d'offrir des gains de temps de cycles importants et d'augmenter la reproductibilité des opérations d'assemblage par l'automatisation du procédé.
- Soudage par friction malaxage : pas d'apport de matière, pas de préparation de joint, faible consommation électrique.
- Gain de masse en éliminant les rivets ou encore en limitant l'épaisseur d'assemblage.

### Sur le plan technologique

- Forte tenue mécanique de la soudure.
- Les procédés de soudage à l'état solide permettent d'assembler des matériaux métalliques dont les points de fusion peuvent être très différents (soudage d'aluminium et d'acier inoxydable).
- Soudage par friction malaxage : soudage de plusieurs nuances d'aluminium entre elles (pas de fissuration à chaud ou de porosité), assemblages hétérogènes.
- Soudage par impulsion magnétique : réalisation d'assemblages homogènes et hétérogènes à l'état solide et à grande vitesse.

### Sur le plan environnemental, sociétal

- Soudage par impulsion magnétique : cette technologie ne produit ni chaleur, ni rayonnement lumineux, gaz ou fumées et consomme peu d'énergie.
- Soudage par friction-malaxage : pas de dégagement de fumée et pas de consommables (économies de matière première).

## FICHE 60

# TECHNOLOGIES DE SOUDAGE À HAUTES PERFORMANCES

## ► LES CLÉS DE LA RÉUSSITE

### Au niveau technologique

- Soudage hybride : coût d'investissement principalement dû à la technologie laser > 250 k€, beaucoup plus de paramètres opératoires à régler.
- Développement du soudage FSW robotisé pour limiter le coût de l'investissement machine et disposer d'un outil avec une vraie capacité 3D.

### Au niveau des compétences à mobiliser, des connaissances et de la formation

- Méconnaissance de ces procédés et de leurs capacités à apporter des solutions nouvelles et performantes.
- Complexité de réglage des paramètres opératoires.
- Nécessité de former les personnels de BE à ces nouvelles technologies, afin de (re)concevoir les pièces de manière optimale pour le procédé choisi.

### Les questions à se poser

- Qualification des modes opératoires (normes internationales en cours d'élaboration, très avancées pour FSW et hybride laser-MAG).
- Il faut tenir compte des contraintes d'hygiène-sécurité : champs magnétiques très intenses inhérents au soudage par impulsion magnétique et le rayonnement lumineux dangereux utilisé en soudage laser et hybride laser-MAG.

## ► MATURITÉ DE L'OFFRE

Émergent	Laboratoire	Prouvé	Mature	Fréquent	Pervasif
----------	-------------	--------	--------	----------	----------