

# SOUDAGE AUTOMATIQUE DE PIÈCES LONGUES

## RECHERCHE DE BASE INDUSTRIELLE SUR UNE NOUVELLE MÉTHODE DE SOUDAGE

Le projet est mené en collaboration avec la société S.A. Denys avec l'appui de la Région flamande (IWT). L'objectif du projet est de développer un nouveau procédé de soudage par friction c.-à-d. soudage par friction avec explosion.

Par Ir. K. Faes



Disposition d'essai de la nouvelle variante du procédé de soudage par friction (Doc. IBS)

### LE SOUDAGE PAR FRICTION

Le soudage par friction est un procédé mécanique où la chaleur nécessaire pour le soudage est obtenue par frottement ou rotation des surfaces à assembler sous une pression axiale. La nouvelle variante du procédé de soudage par friction est très appropriée pour le soudage automatique de pièces longues telles que des tubes qui,

pour des raisons pratiques, ne peuvent être mis en rotation et donc pas soudés avec le procédé de soudage par friction classique.

### AVANTAGES

- Un des principaux mobiles du développement d'une nouvelle technique est le manque flagrant actuel en bons soudeurs. Ce manque en soudeurs ira d'ailleurs en croissant dans les années

futures. La nouvelle variante du procédé de soudage par friction offre donc une très bonne alternative. En effet, ce procédé est complètement automatisé; une fois les paramètres corrects de soudage réglés, la machine de soudage peut être commandée par un seul opérateur.

- Une méthode de soudage automatique offre également l'avantage d'avoir une qualité constante; le processus de soudage est complètement indépendant du soudeur. Dans la pratique industrielle actuelle, la qualité des soudures réalisées dépend encore très fort de l'habileté du soudeur. Les exigences de qualité devenant de plus en plus sévères, il est de plus en plus difficile pour le soudeur de satisfaire à ces exigences.

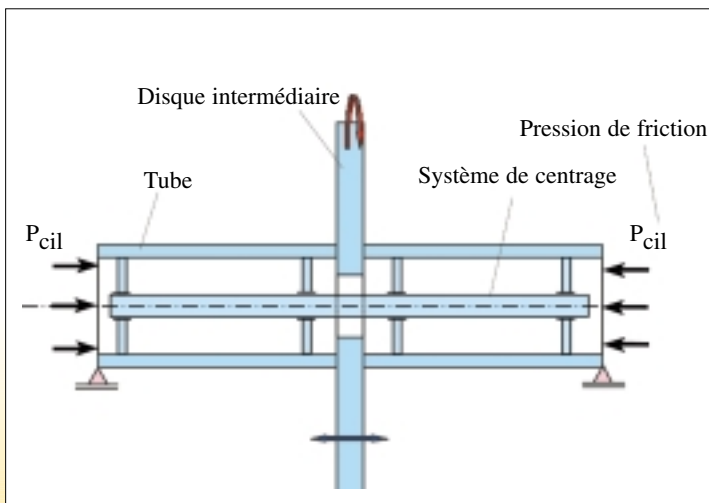
- Le procédé de soudage par friction présente également d'importants avantages du point de vue des exigences relatives à l'environnement: l'utilisation d'une atmosphère protectrice est superflue et aucune fumée de soudage ne se dégage durant le processus. Cette dernière caractéristique est un avantage très important étant donné que les exigences en matière d'environnement sont de plus en plus sévères.

### DISQUE INTERMÉDIAIRE COMME MÉTAL D'APPORT

Contrairement au procédé de soudage par friction classique, dans cette nouvelle variante, on utilise un disque intermédiaire qui fonctionne comme un métal d'apport. Celui-ci est placé entre les sections transversales des pièces à souder. L'énergie cinétique

Ir. Koen Faes: "Le procédé de soudage par friction a d'importants avantages quant aux exigences de l'environnement"

Figure 1: Schéma de principe de la nouvelle variante du procédé de soudage par friction



de la partie mobile est transformée en chaleur dans la surface de contact des parties à assembler. Cette chaleur augmente la température de la face de séparation jusqu'à la température de soudage sans toutefois atteindre la température de fusion. Une fois la soudure suffisamment chauffée, on applique axialement la pression de forgeage finale à l'aide d'une explosion après avoir arrêté le métal d'apport en rotation. Un schéma de principe est donné à la **figure 1**. L'explosion peut être fournie par un cylindre hydraulique ou par une voie pneumatique en utilisant un marteau pneumatique. A l'aide de ce marteau, il est possible de réaliser une série d'impacts sur l'extrémité de la longue pièce.

**PROTOTYPES**

Pour réaliser les essais de soudage, trois prototypes de machines de soudage par friction ont été réalisés. Le troisième prototype est une toute nouvelle machine ayant une puissance de 160 kW. Des tubes de 5" peuvent y être soudés. Un exemple de soudure est repris à la **figure 2**. Il s'agit d'un assemblage de tubes de 4" ayant une épaisseur de paroi de 6,3 mm. De tels assemblages sont réalisés en un très court laps de temps: la durée de la phase de friction et de la phase de forgeage est de 25 s. et 10 s. respectivement. Actuellement, on développe une méthode pour éliminer automatiquement les ébarbures et le disque intermédiaire à l'intérieur du tube après le processus de soudage.

**MODÉLISATION PAR COMPUTER DU PROCESSUS DE SOUDAGE PAR FRICTION**

Ce qui est important lors du développement de la nouvelle

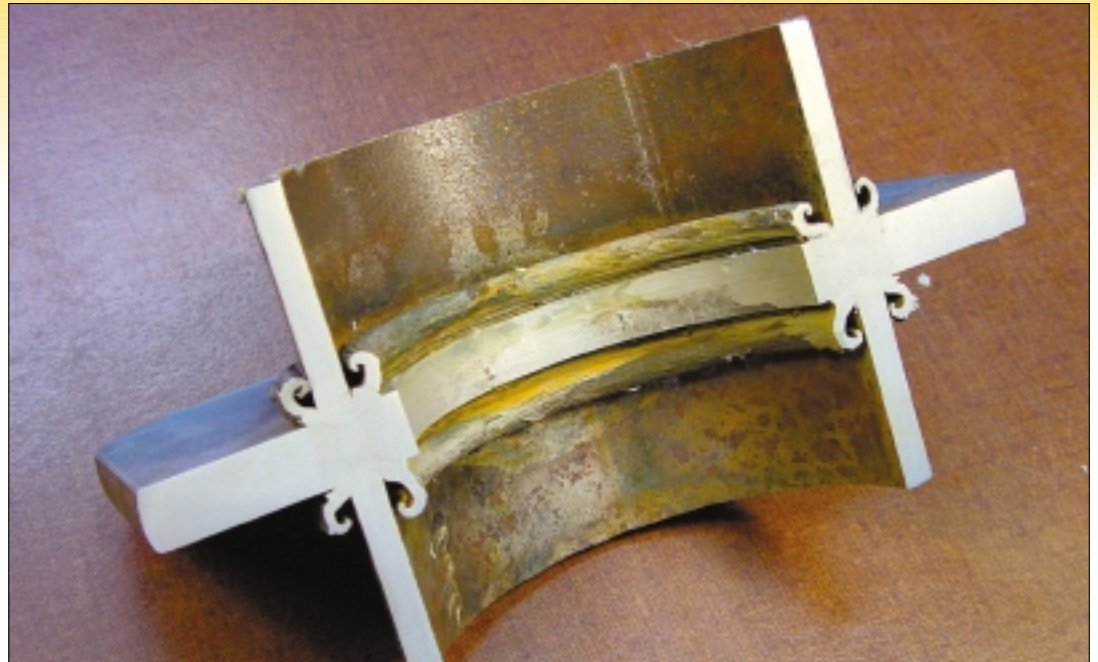


Figure 2: Assemblage de tubes de 4" ayant une épaisseur de paroi de 6,3 mm.

méthode, c'est la modélisation par computer du processus de soudage par friction. A l'aide des analyses numériques (répartition de la chaleur, flux de chaleur, plasticité, ...), des modèles ont été établis permettant de décrire, d'une façon précise, le soudage par friction de différents produits (différents diamètres, différents matériaux). Afin d'augmenter et de garantir la fiabilité des modèles, la modélisation du processus s'est faite en parallèle avec l'exécution d'expérimentations. Ainsi, durant les essais de soudage, différents paramètres de soudage ont été enregistrés tels que la pression, la vitesse de rotation, le couple, la température, le déplacement axial et le courant du moteur. Ces paramètres ont servi tant comme données pour la modélisation que pour vérifier la justesse du modèle. A l'aide de ce modèle théorique, des estimations des paramètres de

la machine peuvent être faites pour obtenir de bonnes soudures en fonction du matériau et de la géométrie des pièces à souder.

Les résultats des modèles mis au point du nouveau procédé de soudage par friction sont apparus être très fiables. Les données obtenues des expérimentations peuvent être recalculées en utilisant le modèle; la comparaison entre les données mesurées et les données calculées peut être considérée comme fiable. Un résultat typique de modélisation est donné aux figures 3 et 4. Ces figures montrent la comparaison entre l'aspect réel et l'aspect modélisé d'une soudure.

**RÉSULTATS**

Les principaux résultats de l'étude obtenus par le projet 'Nouveau procédé de soudage pour le soudage automatique de longues pièces' peuvent être résumés comme suit:

- La connaissance de base pour l'assemblage de pièces longues au moyen d'une combinaison de soudage par friction et d'explosion est acquise.
- Le soudage par friction a été modélisé: on a établi un modèle physique théorique pour différentes géométries de pièces à assembler et pour différents matériaux. Une extrapolation pour d'autres dimensions et matériaux a toujours été possible.
- De tels assemblages de pièces ayant un diamètre jusqu'à 141 mm ont été réalisés.
- La bonne qualité des assemblages a été démontrée par la caractérisation des soudures réalisées à l'aide d'examens non destructifs, de la métallographie et d'essais mécaniques.
- Les résultats des essais de traction, pliage et résilience ont satisfait aux normes en vigueur.
- Sur base des données rassemblées durant les essais, la faisabilité du nouveau procédé de soudage a été démontrée. □

Figures 3 et 4: Comparaison de l'aspect modélisé (gauche) et réel (droite) de la soudure

