



**LOW COST
LONG-COURRIER
DU PLOMB DANS L'AILE**



LATÉCOÈRE
**ENTRETIEN AVEC
YANNICK ASSOUD**

AIR & COSMOS

AIR & COSMOS

air-cosmos.com

N° 2635 - 5 avril 2019 5,80 €

**INTELLIGENCE
ARTIFICIELLE**
**UNE RÉVOLUTION DU
DOMAINE MILITAIRE**

M 01156 - 2635 - F: 5,80 €



BEL : 6,30 € / CAN : 12,00 \$CAN / DOM : 7,10 € / ESP : 6,60 € / MAR 61,00 MAD / TOM : 1 450,00 XPF

TECHNOLOGIES DE PRODUCTION

ACB maîtrise le soudage LFW

PROCÉDÉ DE SOUDAGE À L'ÉTAT SOLIDE, LE LFW, RÉALISÉ EN QUELQUES SECONDES SUR DES MACHINES DÉVELOPPÉES PAR ACB, ASSURE DES QUALITÉS DE SOUDURE EXCEPTIONNELLES, TANT POUR DES APPLICATIONS D'AÉROSTRUCTURES QUE POUR LES DISQUES AUBAGÉS MONOBLOCS (DAM) DE MOTEURS.

La démonstration est aussi rapide que remarquable. Au cœur d'une machine spéciale, deux pièces en titane TA6V sont positionnées l'une contre l'autre. La pièce supérieure à laquelle on applique une pression verticale comprise entre 70 et 110 MPa est animée d'une oscillation latérale de ± 2 mm à une fréquence de 50 Hz. L'énergie de frottement concentrée à l'interface entre les deux éléments est telle que le métal chauffé à plus de 1000 °C, rougit et devient pâteux.



Les machines LFW sont massives et extrêmement rigides.

CHIFFRES CLÉS

200
collaborateurs

90 M€
de chiffre d'affaires

35 machines spéciales livrées ces 3 dernières années

7 unités LFW en service

14 clients en aérostructures et moteurs

« Lorsque le seuil de consommation matière paramétré "upset" est atteint, les oscillations sont stoppées et la force axiale maintenue ou augmentée un bref instant afin de consolider le joint. Durant l'action, les deux pièces fluent, créant le "flash", bavure ôtée ultérieurement par usinage », explique Nicolas Piolle, ingénieur produit soudage par friction linéaire d'ACB.

Libéré, l'ensemble présente une cohésion parfaite pour une opération avec une précision géométrique de 0,1 mm dans toutes les directions. Cette soudure par friction linéaire ou LFW (Linear Friction Welding)

offre de multiples avantages, car c'est un procédé rapide de soudage à l'état solide aux propriétés très intéressantes.

« Au niveau de cette soudure autorégulée en température, la microstructure obtenue est meilleure que celle d'un métal forgé, avec une excellente cohésion matière au plan de joint et une zone affectée thermiquement (ZAT) peu étendue. Cette qualité microstructurale est obtenue par l'association de la chaleur de friction, générée par les oscillations, et l'effort axial appliqué aux pièces à souder. Après liaison, pour renforcer la tenue en fatigue de l'ensemble soudé, un traite-

ment thermique de détensionnement est généralement appliqué », précise Nicolas Piolle.

Dans le secteur aéronautique, ce soudage, bien que peu répandu, séduit tant pour des pièces de moteur, et tout particulièrement pour les disques aubagés monoblocs (DAM) de réacteurs, que pour des composants d'aérostructures en métaux onéreux tels le TA6V.

Les disques aubagés ainsi obtenus offrent d'ailleurs une meilleure tenue en fatigue que ceux obtenus par taillage des pièces dans la masse.

La maîtrise de la qualité du procédé exige des caractéristiques

spécifiques pour des machines disposant d'un actionneur hydraulique puissant et rapide capable d'engendrer le mouvement oscillant. Prévues avec une architecture en cadre fermé, ces machines spéciales, particulièrement massives, doivent être ultrarigides, tout en intégrant un bon amortissement des vibrations. Autre point important, une conception d'outillage garantissant un serrage hydraulique irréprochable sans déformer les pièces, malgré les efforts considérables encaissés durant le soudage.

ENERGIE DE PLUS D'UN MÉGAWATT.

En effet, la puissance absorbée par le vérin d'oscillation est très élevée durant la phase de friction. Entre 0,3 MW pour les unités de laboratoire et jusqu'à 1,5 MW pour les machines de production.

Afin d'optimiser le dimensionnement de l'organe qui génère la puissance (en l'occurrence la centrale hydraulique), les machines LFW utilisent un principe d'accumulation d'énergie.

Employant l'intervalle de temps entre deux soudures, soit deux à cinq minutes, la puissance de la centrale hydraulique est utilisée pour comprimer de l'azote envoyé vers des bouteilles d'accumulation. Une fois le gaz comprimé emmagasiné, on décharge cette énergie potentielle dans le circuit hydraulique, afin d'alimenter un servoverin hydraulique



La réalisation d'une soudure LFW ne demande que quelques secondes.

en huile sous pression, avec un débit compris entre 800 l/min et 3 600 l/min, en fonction de la taille de la machine.

Pour assurer la reproductibilité de chaque opération, des capteurs sont positionnés au plus près de la soudure, assurant la mesure précise des phénomènes physiques de cette méthodologie très spécifique. L'ensemble est piloté par un contrôle commande rapide et précis, utilisant des algorithmes autoadaptatifs capables de superviser l'amplitude et la fréquence. Enfin, un système de traitement des données « intelligent » caractérise la qualité de la soudure, directement sur la machine (In-Process Quality Control).

« Durant ces quinze dernières années, le soudage par friction linéaire a connu un intérêt croissant dans le secteur aéronautique, notamment pour le soudage des alliages de titane », observe Nicolas Piolle, qui poursuit : « Les

avantages techniques et économiques du procédé ont dans un premier temps été démontrés chez les motoristes tels que Rolls-Royce, General Electric et Pratt & Whitney pour la fabrication des DAM ou blisks utilisés pour les réacteurs d'avions militaires. Avec l'implémentation du LFW aux moteurs civils, cette technologie prometteuse devrait connaître une réelle croissance dans les années à venir, y compris pour la soudure de pales creuses. Plus récemment, elle est aussi envisagée pour fabriquer des macrostructures. En effet, de nombreuses pièces en alliage de titane sont taillées dans la masse, avec une perte de matière onéreuse importante lors des usinages. La maîtrise du soudage par friction linéaire permet de réaliser maintenant des préformes "near net shape" avec un minimum d'enlèvement de matière et donc un meilleur rapport

"buy-to-fly". Plus de 80 éléments d'aérostructures en titane par avion pourraient être réalisés à partir du soudage LFW, rien que sur les monocouloirs Airbus et Boeing, ce qui représenterait pour cette seule catégorie d'appareils un gain annuel d'environ 210 tonnes de titane. »

D'ailleurs, l'excellente qualité des soudures LFW sur alliages de titane et la robustesse du procédé ont permis à Boeing et Airbus de qualifier le procédé de sûr pour des éléments d'aérostructures.

PLUS GROSSE MACHINE AU MONDE.

Dès à présent, ACB a livré sept machines LFW, notamment en Russie et en Grande-Bretagne. Pour fabriquer les disques aubagés de Rolls-Royce, la firme française a fourni une cellule entièrement automatisée, desservie par deux robots six axes (Motoman) capables de charger les aubes et leurs mors spéciaux avant chaque soudure.

Un troisième robot portique (Lucas) sert aux mutations d'outillages lors des changements de séries pour huit références différentes. Cette cellule, qui dispose de 80 tonnes de force de forge pour 60 tonnes de force de friction, soude entre 20 et 30 aubes par disque, soit trois à quatre heures pour former un blisk complet. Plus grosse machine au monde, elle offre une capacité de 1 200 disques aubagés chaque année...

■ Jean Guilhem

Pièce d'aérostructure en titane réalisée à partir de trois éléments soudés.

