

## **La simulation et étude de la corrosion de la ZATM du procédé FSW d'alliage d'Aluminium 6082 T651**

Auteurs : **LABED Abdellatif**, ZIOUCHE Aicha, AISSANI Mouloud, IDIR Brahim

*Welding and NDT Research center (CSC), BP64 route de Dely Ibrahim Chéraga, Algeria*

*Alger, Tel : 021 36 18 50, Email [a.labed@csc.dz](mailto:a.labed@csc.dz)*

### **Résumé**

Ce travail est un plus à l'étude de la soudabilité de l'aluminium par le procédé FSW. Il présente les microstructures obtenues après la simulation de la zone affecté thermo mécaniquement de la soudure dans un équipement de simulation spécifique. Des observations métallographiques et des mesures de microduretés sont employées comme techniques de caractérisation et ainsi des essais de corrosion.

### **1. Introduction**

La soudure (FSW) est un processus d'assemblage, adapté aux alliages d'aluminiums jadis difficilement soudable (exemple de la 6XXX). Un outil cylindrique avec un pion (fileté ou non) solidaire à un épaulement tourne et pénètre lentement entre le joint à souder. Figure 1[1]. Le frottement et le malaxage produisent une dissipation thermique de sorte que les deux métaux à souder n'atteignent pas leur point de fusion. L'ensemble est plastiquement déformé, un transfert de matière autour du pion, laissant une phase solide (joint soudé) entre les deux métaux quand l'outil est déplacé le long de la ligne à souder. [2]. Cependant, la corrosion se produit généralement aux joints soudés due aux grandes déformations et à la chaleur de soudure. Dans ce travail, des essais électrochimiques ont été entrepris pour déterminer le comportement en eau de mer du métal de base et la ZATM simulé de l'alliage d'Al 6082 T651. [3].

L'hétérogénéité de la structure du joint soudé par FSW, rend l'investigation des différents zones une tâche difficile à cause du confinement de ces zones. [4].

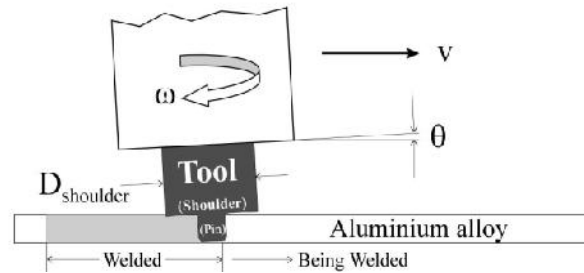


Figure 1 : Schéma du processus de FSW [1].

La simulation de soudure est une méthode appropriée pour préparer des échantillons employés pour identifier et étudier la ZATM. Ceci permet la prévision de la microstructure et les propriétés de cette zone. Figure 2. En conséquence, la simulation thermomécanique dans laquelle la ZATM peut être géométriquement prolongé est la méthode appropriée afin de déterminer les différentes microstructures, et le comportement à la corrosion qui peuvent être développées dans les vrais joints soudés [4].

En perspective nous essayerons de comparer nos observations au vrai joint soudé de l'alliage d'Aluminium 6082 T651.

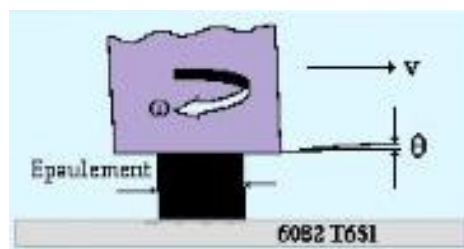


Fig 2 : Schéma du frottement de l'épaulement (sans pion) à la surface

## 2. Procédé expérimental

Le matériau employé dans cette recherche est l'alliage d'aluminium 6082 T651 avec une épaisseur de 10 mm sous forme de tôle de dimensions 240 x 450 mm<sup>2</sup>, sa composition chimique est montrée dans le tableau 1.

Tableau 1 : Composition chimique de l'alliage 6082 T651 (en poids %). Laboratoire de métallurgie (CREDEG Ouled Fayet).

Eléments	Si	Fe	Cu	Mn	Mg	Cr	Ni	Ti	Sn	V	B	Al
Résultats	<b>0.978</b>	0.182	0.056	0.966	<b>0.736</b>	0.009	0.021	0.014	0.064	0.013	0.009	<b>97.16</b>

Des essais de traction à la température ambiante ont été réalisés afin d'évaluer les propriétés mécaniques du métal de base ainsi que des essais de dureté dans le tableau 2.

Tableau 2 : Propriétés mécanique. Laboratoire de mécanique (URASM Annaba).

Résultats	Rm (Mpa)	Rp 0.2 (Mpa)	Allongement A%	Dureté HB
	329.95	296.466	16.25	95

L'observation micrographique après attaque par Keller (2.5% HF, 10 ml % HNO<sub>3</sub>, 10 ml% HCl, 10 ml H<sub>2</sub>O) du métal de base est présentée dans la figure 3.



Fig. 3 : Micrographie optique du 6082 T651 d'état de l'alliage T6  
Laboratoire de métallurgie (CSC Chéraga)

### 3. Préparation de l'outillage pour la simulation

Les simulations thermo mécanique sur le 6082 T651 sont effectuées dans un équipement bien approprié. La fraiseuse comme machine de l'exécution du procédé de simulation, et un outil fabriqué au paravent. Voir figure 4. On a réussi à faire passer un seul essai (manque du temps) avec les paramètres suivant (N=1400 tr/min, V=80 mm/mn ; temps de maintien avant malaxage 5s). On a obtenu la seule micrographie suivante. Voir figure 5 ci-dessous.

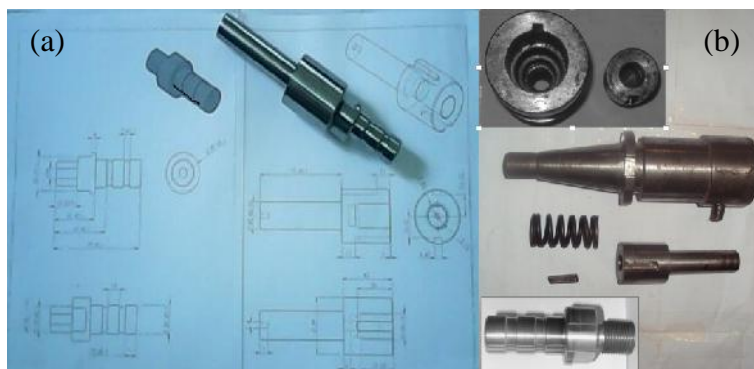


Fig. 4 : à gauche en (a) le plan de l'épaulement ; en (b) l'outil complet fabriqué (CSC Chéraga)

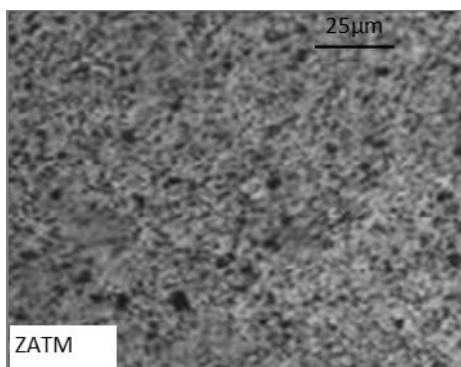


Fig. 5 : Micrographie optique du 6082 T651 malaxé à la surface

**Essai de corrosion du Métal de base :**

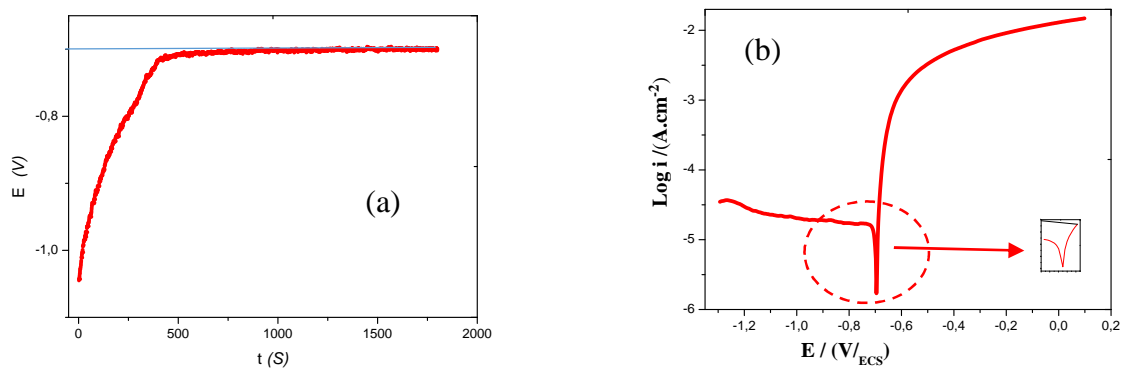


Fig. 6: suivi de potentiel libre en cours de temps (a), courbe de polarisation potentiodynamique du MB en milieu NaCl 0.1M à 25°C (b).

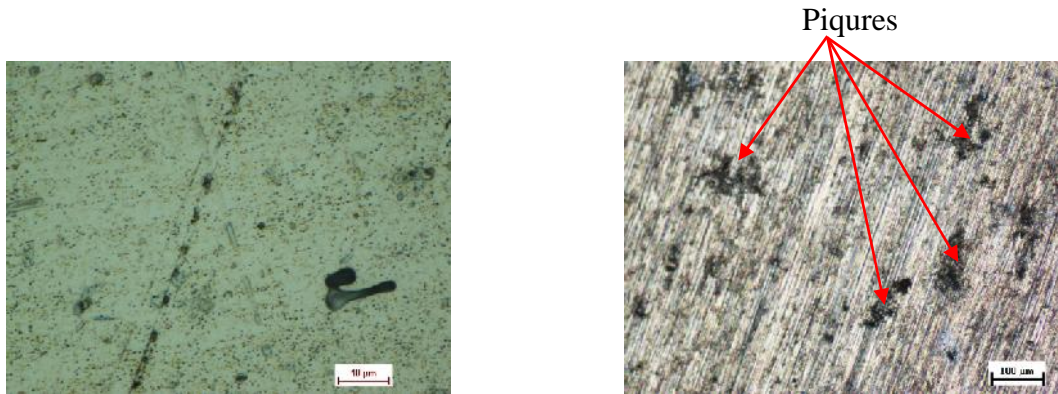


Fig .7: Métal de base sans piqures (a), surface du 6082 T651 après exposition de 1/2 heure à la solution de NaCl 0.1M à la température ambiante (b).

D'après les figures 6 (courbe de polarisation) et 7 (micrographies), notre métal de base s'est attaqué par NaCl à 0.1M a montré un potentiel de autour de  $-0,7$  V en donnant naissance à des piqures.

#### 4. Conclusion

L'alliage 6082 sous la condition T651, pose problème pour sa soudure par la méthode FSW, il est d'actualité en période de recherche ; pour cela en premier lieu on a essayé d'identifier notre alliage en point de vue structurale et mécanique.

Le travail actuel est une contribution à l'arrangement des différentes microstructures dans les joints soudés de l'alliage d'aluminium 6082 T651 en employant une simulation thermomécanique. Cette technique donne plus d'informations sur les différentes microstructures obtenues dans la ZATM.

Nous essayerons en perspective, de simulé la ZATM avec plusieurs paramètres opératoires et la subir à des essais mécanique et des essais de corrosion ; pour qu'on puisse faire une comparaison avec un vrai joint soudé.

**REFERENCES**

- [1] **S. Yazdanian and ZW Chen.** Effect of friction stir lap welding conditions on joint strength of aluminium alloy 6060.
- [2] **D. Jacquin, B. de Meester, A. Simar, D. Deloison, F. Montheillet, C. esrayaud.** A simple Eulerian thermomechanical modeling of friction stir welding. Journal of Materials Processing Technology. Volume 211, Issue 1, (pages 57–65). January 2011.
- [3] **Sung-Hyeon PARK, Jong-Shin KIM, Min-Su HAN, Seong-Jong KIM.** Corrosion and optimum corrosion protection potential of friction stir welded 5083-O Al alloy for leisure ship. Transaction of nonferrous metals society of china. (pages 898-903). 2009.
- [4] **Z. Boumerzoug, E. Raouache, F. Delaunois.** Thermal cycle simulation of welding process in low carbon steel. Materials Science and Engineering A 530 (pages 191–195). 2011.