

# Influence des défauts sur la durée de vie des structures en fatigue des alliages d'aluminium.

A. BRAHAMI<sup>1</sup>, B. BOUCHOUICHA<sup>1</sup>, S.ADIM<sup>3</sup>.

1. Université Djilali Liabes, LMSR, Algérie, [abdessamad.brahami@univ-sba.dz](mailto:abdessamad.brahami@univ-sba.dz)
2. Université Djilali Liabes, LMSR, Algérie, [benattou\\_b@yahoo.fr](mailto:benattou_b@yahoo.fr)
3. Université Djilali Liabes, LMSS, Algérie, [sidaoad@gmail.com](mailto:sidaoad@gmail.com)

## Résumé

Cette étude nous a permis de voir l'influence de la discontinuité géométrique, à savoir les défauts ou les fissures dans les alliages d'aluminiums (7075-T6 et 6082-T6), sur le comportement en fatigue, autrement dit la durée de vie faisant appel aux critères de la mécanique de la rupture, à l'aide de code de calcul ANSYS-WORKBENCH. Cette discontinuité a des origines multiples internes ou externes au matériau résultant d'une conception impropre, d'une mise en œuvre imparfaitement maîtrisée ou d'une utilisation abusive. Ce travail a été réalisé par des simulations sur des éprouvettes saines, trouées et fissurées en fatigue.

**Mots clefs :** Courbe S-N, Fatigue des matériaux, alliages d'aluminium, défauts géométriques.

## 1. Introduction

Dès la moitié du 19<sup>ème</sup> siècle l'usage accru de l'acier et des autres alliages métalliques a entraîné une augmentation du nombre d'accidents Ponts, chemins de fer, réservoirs sous pression, conduites et toitures connurent des accidents aussi spectaculaires que meurtriers. En effet, l'utilisation d'alliages métalliques était réservée à des structures fortement sollicitées.

Un certain nombre de ces accidents étaient dus à un mauvais dimensionnement ou à une mauvaise conception, mais certains accidents étaient également dus à la présence de défauts initiaux qui avaient permis l'initiation de fissures, ceci a conduit à la création d'une nouvelle discipline la mécanique de la rupture, qui permet de décrire la propagation d'une fissure et la rupture d'un élément fissuré.

Dans la plupart des structures contiennent des défauts introduits pendant la fabrication qui génèrent l'endommagement du matériau sous l'action des sollicitations mécanique et favorisant l'amorçage et la propagation des fissures, ces défauts sont inévitables dans toutes les structures, même dans des matériaux aussi propres que possible. Les défauts peuvent se créer après soudage ou par corrosion ou par fatigue si la structure est soumise à des charges cycliques.

## 2. Modèle géométrique

Dans cette étude, on considère trois éprouvettes, saines trouée et fissurée ayant les dimensions suivantes :

longueur  $A = 225\text{mm}$ , largeur  $B = 38\text{mm}$  et l'épaisseur  $e = 6\text{mm}$ . On suppose un trou de rayon  $r = 2.5\text{mm}$  (Figure 1b), et une fissure elliptique de longueur  $2a = 15\text{mm}$  et de  $r_1 = 3\text{mm}$  (Figure 1c), située au milieu de l'éprouvette et perpendiculaire au plan de sollicitation des éprouvettes considérées. Ces éprouvettes sont sollicitées en fatigue avec une amplitude constante.

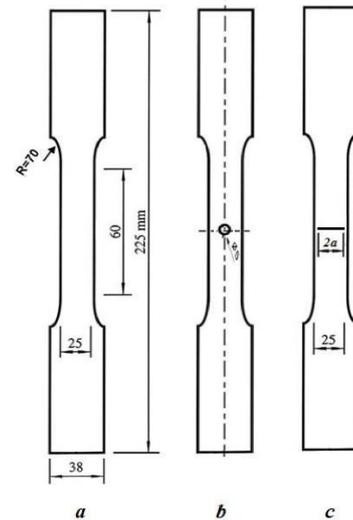


Figure 1. Modèle géométrique. [1]

## 3. Matériaux étudiés

Les matériaux étudiés sont des alliages d'aluminium de la série 7000 et 6000 (AA7075-T6 et AA6082-T6). Lors de l'élaboration, ces alliages ont subi un traitement thermique T6.

L'alliage 7075-T6 est un matériau à très haute résistance à l'ordre de 572 Mpa, qui est utilisé pour des structures hautement sollicitées.

L'alliage 6082-T6 a une bonne fiabilité et il peut être trempé en sortie de presse. A l'état T6, il a une résistance mécanique de l'ordre de 320 MPa, c'est donc un alliage qui présente une remarquable ténacité.

Les caractéristiques mécaniques des deux alliages étudiés ont été déterminées par des essais de traction réalisée sur des éprouvettes haltères (Figure 2) à l'aide d'une machine de traction hydraulique assistée par ordinateur.

Les courbes de traction des alliages 7075-T6 et 6082-T6 sont données par les Figures 2 et 3 successivement. L'essai a été effectué au laboratoire de

matériaux et systèmes réactifs de l'université Djilali Liabes.

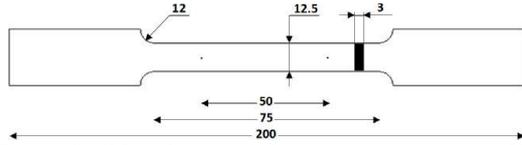


Figure 2. Géométrie de l'éprouvette de traction [2]

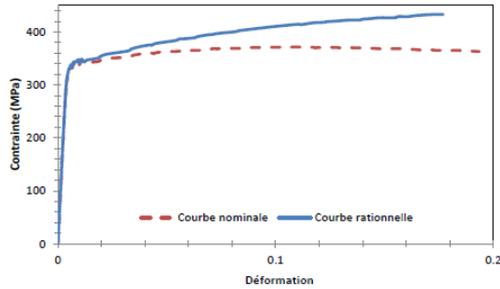


Figure 3. Courbe de traction de AA7075-T6.(3)

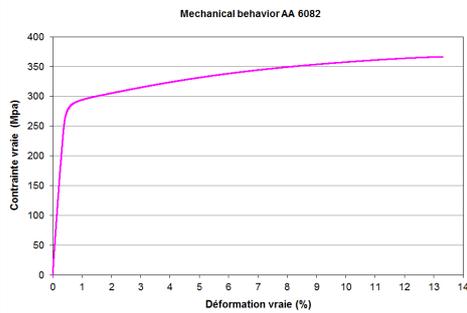


Figure 4. Courbe de traction de AA6082-T6.(4)

Les compositions chimiques et les propriétés mécaniques des deux alliages étudiés sont représentées sur les tableaux suivant :

Tableau 1 : Compositions chimiques des alliages 7075-T6 et 6082-T6. [5]

Composant	Si	Fe	Cu	Mn	Mg	Zn	Ti	Cr	Al
7075-T6	0.4	0.4	1.4	0.3	2.3	5.9	0.1	0.2	89.3
6082-T6	0.8	0.4	0.1	0.5	0.9	0.1	0.1	0.2	97

Tableau 2 : Caractéristiques mécaniques des alliages 7075-T6 et 6082-T6. [5]

Matériaux	E(GPa)	$\sigma_e$ (MPa)	$\sigma_{max}$ (MPa)	A(%)	Hv
7075-T6	71.7	503	573	11	150
6082-T6	70	327	389	12	95

#### 4. Simulation par la méthode des éléments finis

Dans notre étude les calculs numérique se passe en 3D et par la méthode des éléments finis pour détermination du comportement en fatigue, autrement dit la durée de vie, utilisant le code de calcul ANSYS-WORKBENCH.

- les calculs ont été menés en contraintes planes CP.
- Le maillage choisit dans cette étude pour les différentes éprouvettes est illustré dans les figures suivantes :

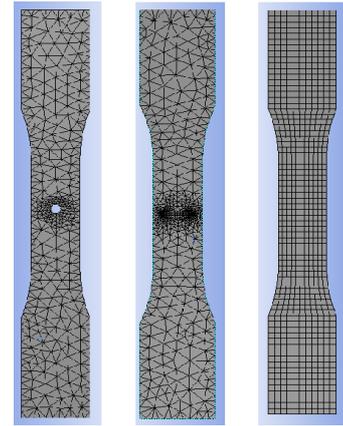


Figure 5. Géométrie de l'éprouvette de traction

On voit que pour l'éprouvette saine j'ai choisi des éléments quadratiques à 8 nœuds. Pour des raisons de calcul j'ai changé le type de maillage pour les deux autres éprouvettes, et pour cela j'ai choisis des éléments triangulaires.

Dans les trois cas de calculs, j'ai choisi un support fixe en bas et j'ai appliqué la charge en haut de l'éprouvette.

#### 5. Résultats et discussion

La représentation des la variation du nombre de cycles en fonction de la contrainte appliquée offre l'intérêt d'une part d'estimer quantitativement les caractéristiques de résistances, et d'autre part de permettre de distinguer le domaine d'étude pour laquelle tel mécanisme de déformation est opérant. Ces approches mécaniques peuvent caractériser le comportement du matériau soumis à une déformation cyclique donnée par la relation de la durée de vie aux composantes de la déformation.

Les graphes qui suivent démontrent la variation de nombre de cycle en fonction de la contrainte appliqué des deux alliages d'aluminiums 7075-T6 et 6082-T6.

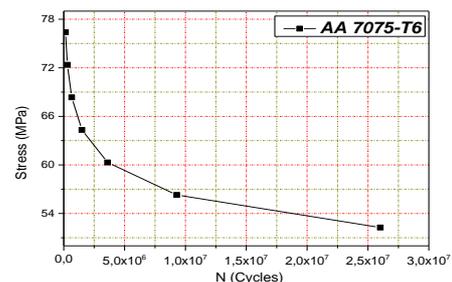
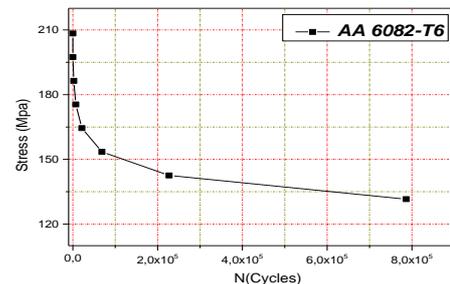


Figure 6. Courbe S-N de l'éprouvette 1.

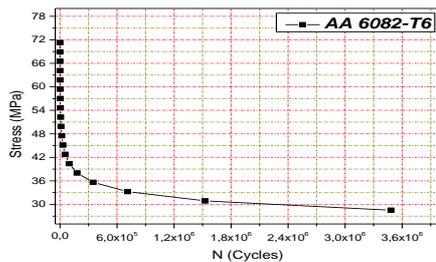
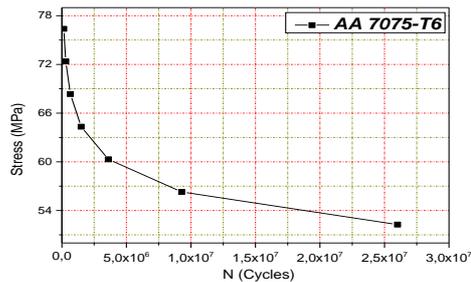


Figure 7. Courbe S-N de l'éprouvette 2.

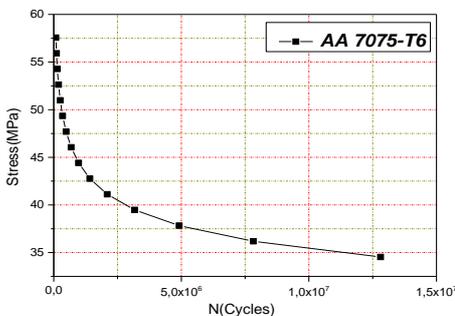
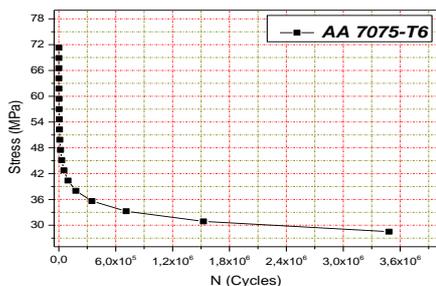


Figure 8. Courbe S-N de l'éprouvette 3.

Dans le but de l'estimation de la durée de vie, nous avons fixé la force appliquée et en varions le nombre de cycles jusqu'à l'obtention de la valeur minimale de la durée de vie qui veut dire que le chargement se fait en 1.0001 fois pour atteindre la rupture de l'éprouvette.

Les figures montrent :

- Les valeurs maximales des contraintes appliquées dans les trois (03) éprouvettes.
- Que les deux éprouvettes saines ont un écart dans la durée de vie qui est due à la nature microstructurale des deux alliages, disant la limite élastique pour simplifier la compréhension.

## 6. Conclusion

Le travail de cet article est une contribution au traitement du problème de la prédiction de la durée de vie en fatigue uni-axiale. Afin de prédire la durée de vie des composants soumis à une charge de fatigue uni-axiale. Pour ce faire, notre étude intégrée concerne une étude du comportement en fatigue des éprouvettes saines, trouées et fissurées.

Cette étude nous a permis de voir concrètement l'influence de la discontinuité géométrique. Par conséquent, un défaut qu'il est un trou ou une fissure, diminue de manière significative la durée de vie d'une structure. Aussi, l'étude nous a permis de dire que la fissure réduit la durée de vie plus que le trou à cause du facteur d'intensité de contrainte, qui est plus élevé dans une fissure que dans un trou.

Afin d'approfondir les connaissances sur le sujet et de vérifier la validité de la modélisation proposée. Le travail effectué dans cette étude pourrait être poursuivi. Les principales recommandations sont :

- De voir la validité de la modélisation géométrique proposée et étudier l'impact de la géométrie.
- De voir l'influence d'autres défauts en plus de trou et de fissure.
- De voir l'influence de l'emplacement des défauts

## Références

- [1] ASTM standards : Conducting Force Controlled Constant Amplitude Axial Fatigue Tests of Metallic Materials, 1992.
- [2] ASTM standards : tension testing of metallic materials, 2004
- [3] thèse de doctorat, contribution à l'étude de cumul de dommage en fatigue mutiaxiale. SHEN Shen, Lille, France, 2012.
- [4] Laboratoire des matériaux et système réactif (LMSR), Sidi Bel Abbes, ALGERIA.
- [5] Aluminum: Physical Properties, Characteristics and Alloys, Ron Cobden, Alcan, Banbury, EAA-European Aluminium Association.1994.