

Etude de la fissuration dans des chapes à l'aide du logiciel AFGROW

Introduction

Les liaisons à l'aide d'éléments de type chape sont couramment utilisées dans les structures aéronautiques. Toutefois la tenue en fatigue de ces éléments est faible, notamment du fait de l'apparition de dommage par fretting-corrosion au niveau de la liaison entre la goupille et le trou de la chape. De ce fait, les contraintes fixées par la conception et devant être supportées par la chape en service sont relativement faibles. Il en résulte que les fissures de fatigue croissent relativement lentement et qu'il est possible de développer une approche de type tolérance aux dommages pour ce type de composant. Ce type d'approche requiert une description de la croissance des défauts de type fissure. L'une des principales difficultés réside alors dans la détermination des facteurs d'intensité de contrainte pour les différentes géométries de défauts, notamment 2D, susceptibles d'être rencontrées dans des détails structuraux. L'objet de problème est d'utiliser les fonctionnalités du logiciel AFGROW (que l'on peut télécharger gratuitement sur le site <http://afgrow.wpafb.af.mil>) pour réaliser des prédictions qui seront confrontées à des données expérimentales issues de la littérature.

Données du problème :

Les essais de fatigue sont conduits sur des chapes en 2024-T3 ($R_{0.2\%}=638$ MPa ; $R_m=478$ MPa ; $A\%=20.4\%$) sous chargement à amplitude constante. Les dimensions des chapes sont données sur la figure 1. Le diamètre du trou est de 25 mm.

Les conditions d'essais sont fournies dans le Tableau 1. Les longueurs de fissure sont mesurées par un dispositif optique de chaque côté du trou et sur les deux faces de la chape, soit en 4 points. Les fissures artificielles sont introduites à l'aide d'un trait de scie de profondeur 1mm et d'épaisseur 0.2mm. Pour

les fissures traversantes une entaille est créée sur un seul côté du trou. Pour les fissures en coin, l'entaille est faite à 45° de la surface jusqu'à une profondeur de 1 mm.

Les résultats d'essais sont fournis sur les figures 2 et 3.

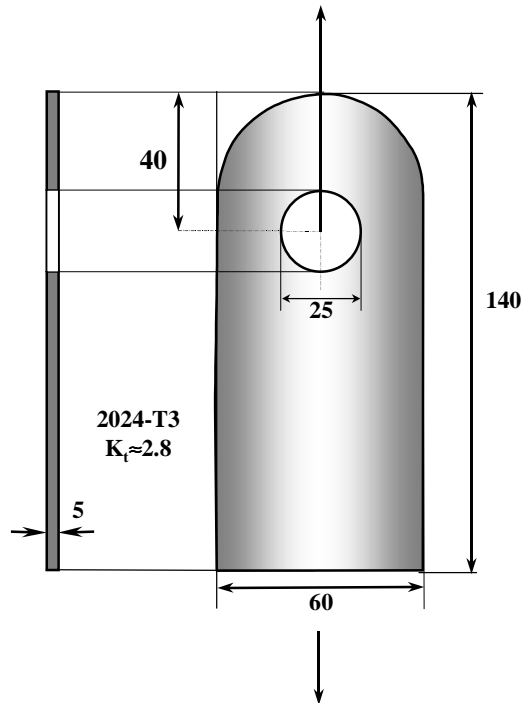


Figure 1: géométrie de la chape.

Essais de fatigue		σ_m : 60, 80, 100, 120 MPa	R=1/3 Fréquence 20Hz
Essais avec fissures artificielles	Fissures traversantes Fissures en coin	$\sigma_m = 80$ MPa $\sigma_m = 80$ MPa	

Tableau 1: conditions expérimentales.

Période de propagation	Nombre de cycles de propagation ($\times 10^3$)	
	Fissures traversantes	Fissures en coin
1 – 5 mm	10,1	33,1

5 mm à rupture	7,1	7,8
----------------	-----	-----

Tableau 2: résultats pour les fissures artificielles.

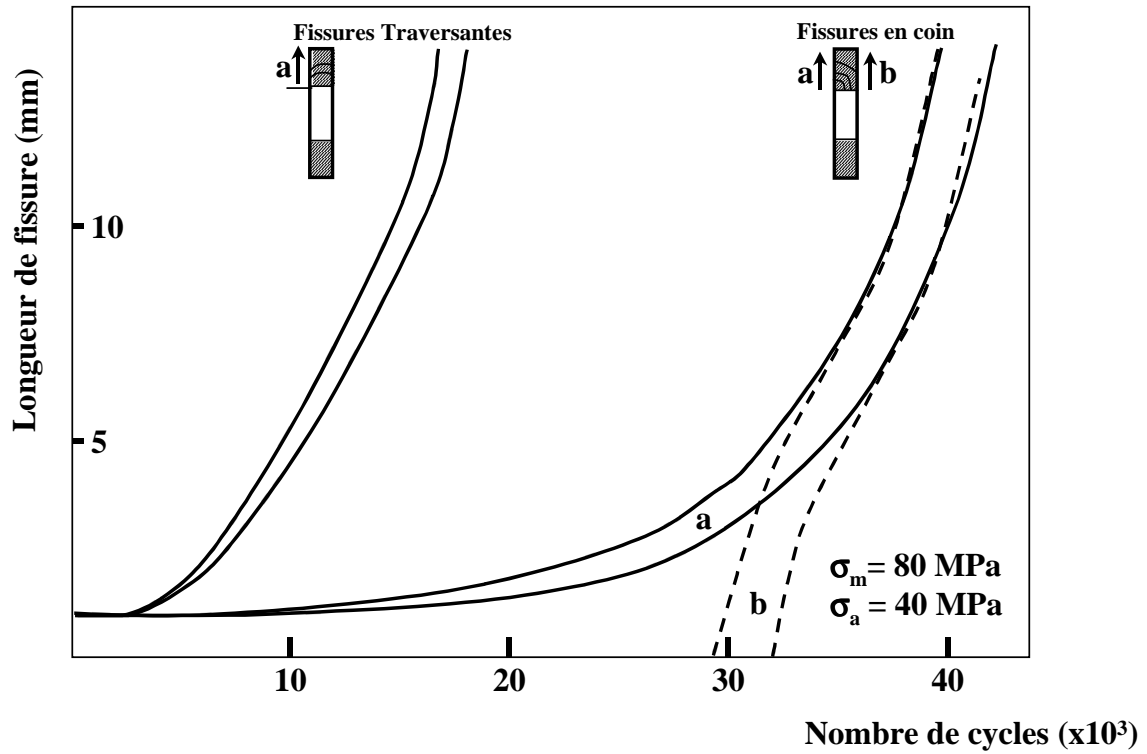
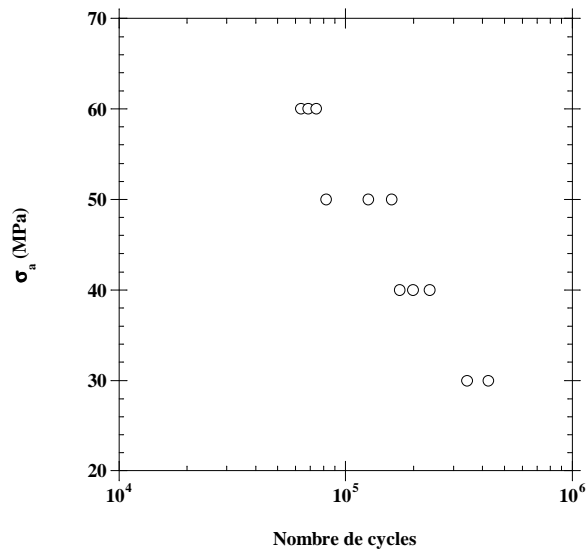
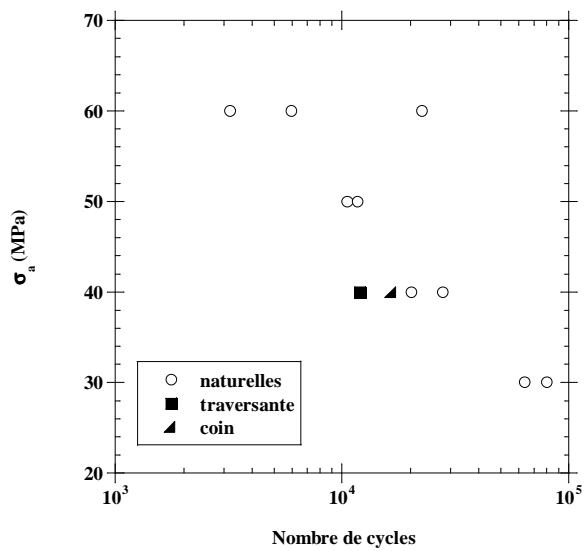


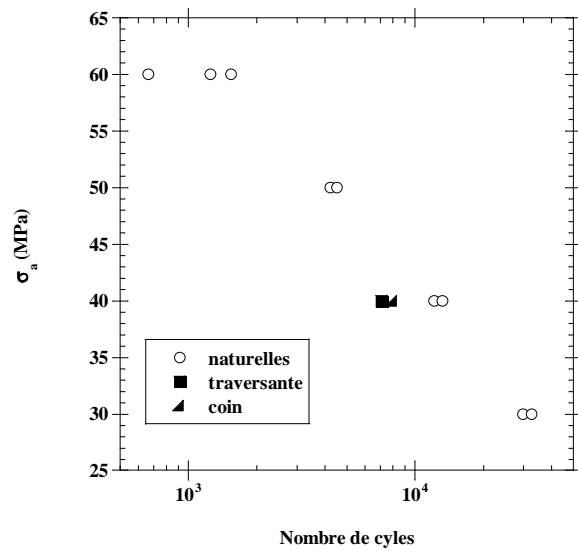
Figure 2: résultats de propagation pour les fissures artificielles.



(a)



(b)



(c)

Figure 3: résultats en durée de vie totale (a), en durée de vie en propagation de 2 mm à rupture (b) et en durée de vie en propagation de 5 mm à rupture (c).

Travail à réaliser :

1. Modéliser la chape, les différentes géométries de fissures et le chargement.
2. Sélectionner une loi de propagation pertinente.
3. Prédire la durée de vie en présence de défauts artificiels traversants et en coin et comparer les résultats aux données expérimentales
4. Réaliser le même type de prédictions pour les fissures naturelles.
5. Comparer les durées de vie sous un spectre constitué d'une surcharge caractérisée un taux $\tau=1,7$ et appliquée tous les 1 000 cycles, sans prendre en compte les effets d'interaction, puis en utilisant le modèle de retard de Willenborg, avec une contrainte maximale de 90 MPa sur le chargement de référence et une fissure de coin ($a=c= 1$ mm).
6. Evaluer l'impact d'un changement de matériau vers un alliage 7075 T351 pour le même composant et le même type de chargement qu'à la question précédente.