

Exercice 1:

Dans le cadre du dimensionnement d'une pièce qui va subir des chargements multi-axiaux à température ambiante, on cherche à déterminer le diagramme de fatigue triaxiale de Crossland à 10^6 cycles. Pour cela, les ingénieurs se demandent quels essais réaliser. Ils proposent d'effectuer 4 séries d'essais. Une série en torsion avec un rapport de charge $R_{\sigma-1} = -1$ et trois séries d'essais en traction à des rapports de charge différents : $R_{\sigma-1} = -1$, $R_{\sigma 0,1} = 0,1$ et $R_{\sigma 0,5} = 0,5$. L'ensemble de ces essais sont uni axiaux. Le Tableau 1 fournit les valeurs des contraintes alternées déterminées à 10^6 cycles.

Type d'essai	Rapport de charge R_{σ}	Contrainte alternée à 10^6 cycles (MPa)
Torsion	-1	180
Traction	-1	280
Traction	0,1	240
Traction	0,5	210

Tableau 1. Valeurs des contraintes alternées déterminées à 10^6 cycles pour l'Inconel 718 à 550°C .

- Q1. Rappeler comment est identifié le critère de Crossland et ce qu'il signifie.
- Q2. Ecrire le critère pour les essais de torsion et de traction ayant des rapports de charge $R_{\sigma-1} = -1$.
- Q3. Dans le cas où seuls les essais de traction à $R_{\sigma 0,1} = 0,1$ et $R_{\sigma 0,5} = 0,5$ seraient disponibles, exprimer α et β en fonction de $R_{\sigma 0,1}$ et $R_{\sigma 0,5}$.
- Q4. Placer l'ensemble des points dans le diagramme de fatigue triaxiale de Crossland ($\sigma_{\text{alt}}^{\text{eq}} - p H_{\text{Max}}$).
- Q5. Finalement quel(s) essai(s) retiendrez-vous pour créer le diagramme ?

Exercice 2: Durée de vie en fatigue d'une éprouvette technologique en Acier

TRIP 780

Dans le cas d'un projet de recherche, un étudiant doit déterminer si une pièce en forme de jonc en Acier Trip 780 (caractéristique d'une pièce complexe industrielle), possède une durée de vie supérieure à 10^6 cycles et si non proposé un traitement de surface à appliquer pour améliorer la durée de vie en fatigue. La géométrie étudiée ainsi que le chargement appliqué sont présentés Figure 1. Les dimensions du jonc sont les suivantes : $d = 11,5$ mm, $t = 4$ mm et $w = 31$ mm. Des essais de traction sur des éprouvettes plates ont été réalisés à deux rapports de charge différents pour déterminer le diagramme de Crossland. Les courbes de Wöhler sont présentées Figure 2.

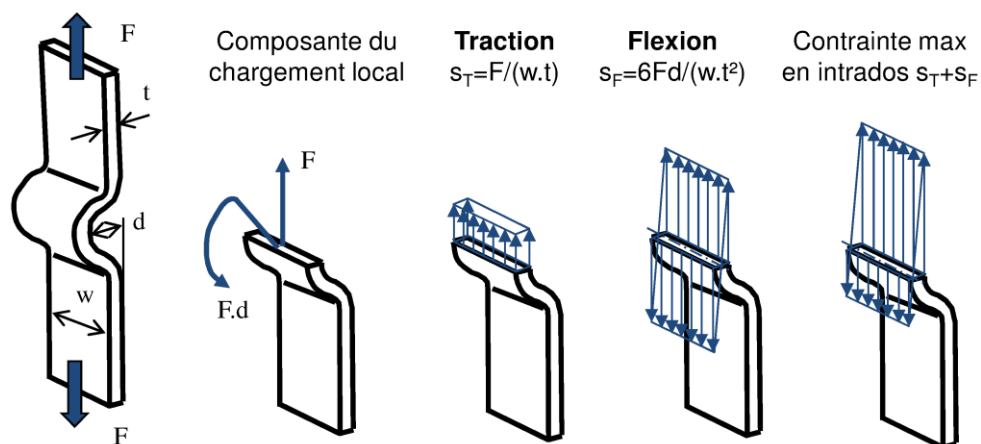


Figure 1. Chargement subit par la pièce.

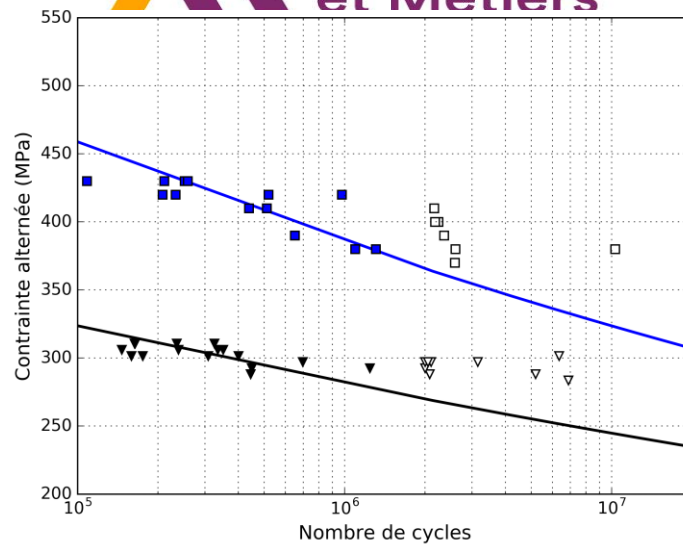


Figure 2. Courbes de Wöhler déterminées sur l'acier TRIP 780. Les triangles représentent les essais réalisés à un rapport de charge $R = 0,1$, les carrés représentent les essais réalisés à un rapport de charge $R = -1$. Les éléments vides indiquent des essais non rompus.

- Q1. Déterminer la limite de fatigue pour chaque rapport de charge à 10^6 cycles.
- Q2. Quelle est la valeur de la contrainte maximale appliquée ?
- Q3. Déterminer les caractéristiques du diagramme de Crossland en utilisant ces données.
- Q4. En considérant que le chargement est équivalent à la superposition d'un chargement de traction et de flexion, déterminer les tenseurs des contraintes maximales et de contraintes alternées sachant que la force alternée appliquée est de 3000 N et que le rapport de charge est $R_\sigma = 0,1$.
- Q5. Placer le point de fonctionnement sur le diagramme de Crossland. La pièce aura-t-elle une durée de vie supérieure à 10^6 cycles?

Il est proposé de grenailer la pièce selon différentes conditions. Ce traitement de surface a pour conséquence l'introduction de contraintes résiduelles de compression. Le tenseur des contraintes résiduelles générées est de

$$\underline{\sigma}^R(G1) = \begin{pmatrix} -300 & 0 & 0 \\ 0 & -300 & 0 \\ 0 & 0 & 0 \end{pmatrix}, \underline{\sigma}^R(G2) = \begin{pmatrix} -400 & 0 & 0 \\ 0 & -400 & 0 \\ 0 & 0 & 0 \end{pmatrix},$$

$$\underline{\sigma}^R(G3) = \begin{pmatrix} -500 & 0 & 0 \\ 0 & -500 & 0 \\ 0 & 0 & 0 \end{pmatrix}$$

- Q6. Positionner sur le diagramme de Crossland le point figuratif étudié en tenant compte des différents traitements de grenailage. Que pensez-vous des résultats ?
- Q7. Des essais réalisés dans les conditions spécifiées précédemment montrent que seule la condition de grenailage G3 permet finalement d'obtenir la durée de vie souhaitée (10^6 cycles). Comment l'expliquer ?

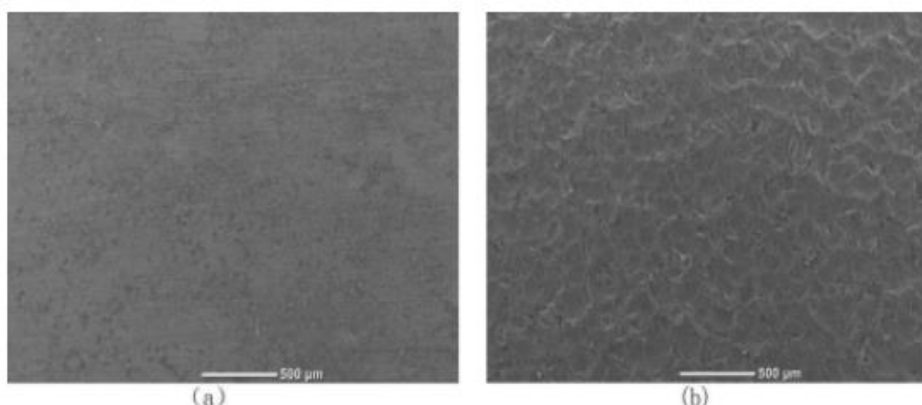


Figure 3. Surface d'une pièce en alliage AL-Li avant (a) et après (b) grenailage.