

La simulation du comportement du produit dans le domaine virtuel

école _____
normale _____
supérieure _____
paris – saclay _____

Exemple de simulation multi-physiques : Dimensionnement en fatigue d'un échangeur thermique

Jean-Loup PRENSIER

Edité le 1^{er} juin 2006

La simulation de la durée de vie du produit (échangeur compact) se décompose en trois parties :

- Simulation du comportement de l'écoulement fluide et détermination du champ de température dans l'écoulement,
- Simulation du comportement de la structure de l'échangeur soumis à une sollicitation thermique et détermination de la contrainte de Von Mises maximale,
- Détermination de la durée de vie en fatigue du matériau pour un chargement cyclique à la contrainte maximale définie précédemment en utilisant les courbes de Wohler.

Le produit étudié est un échangeur compact automobile (figure 1) utilisé sur les systèmes de climatisation ou les systèmes de refroidissement :

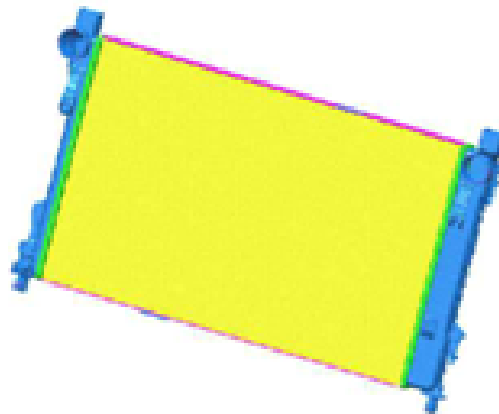


Figure 1 : Le produit étudié

L'objectif est de calculer par simulation le nombre de cycle prévisionnel avant la rupture par fatigue au niveau des pieds de tube (figure 2).

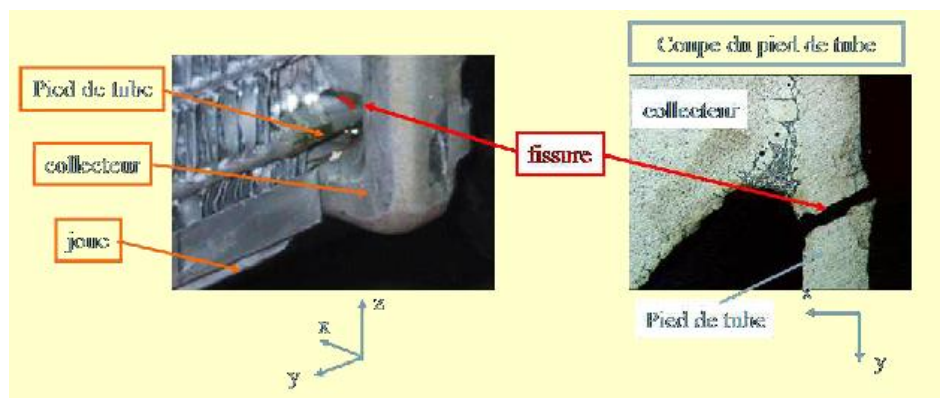


Figure 2 : Localisation de la rupture par fatigue

Des conditions limites sont imposées :

- En température, issues des conditions expérimentales (température d'entrée, débit du fluide chaud en entrée du système),
- En déplacement, issues des conditions de montage du système dans l'environnement réel.

Les résultats obtenus donnent la répartition des températures en fonction du temps (figure 2), et la distribution des contraintes dans l'échangeur (figure 3) : le résultat d'intérêt sera la zone de contrainte maximale, pour laquelle un post-traitement en fatigue sera effectué.

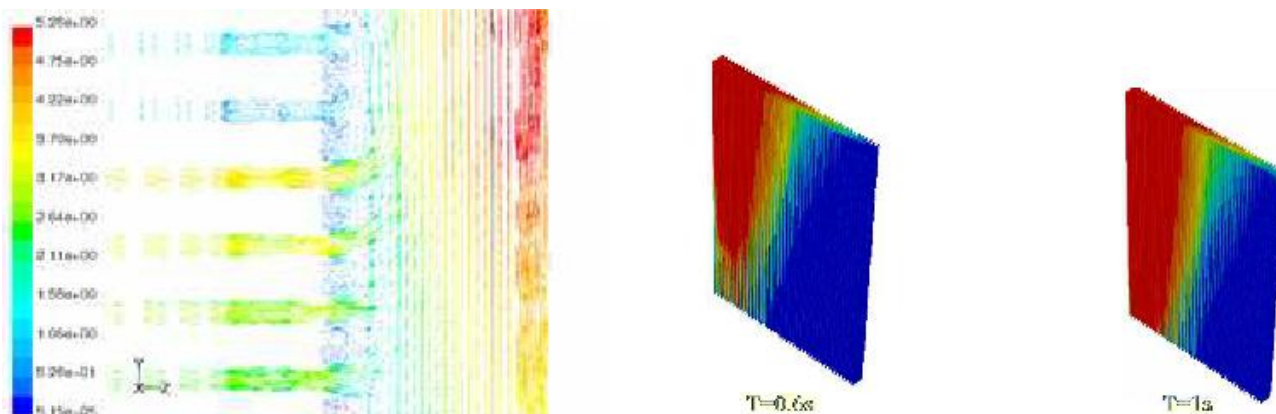


Figure 3 : Cartographie interne des températures

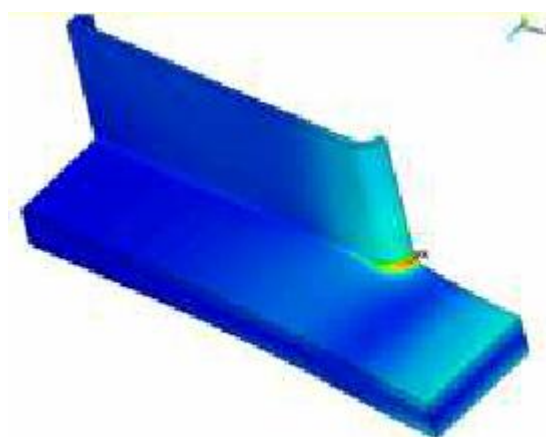
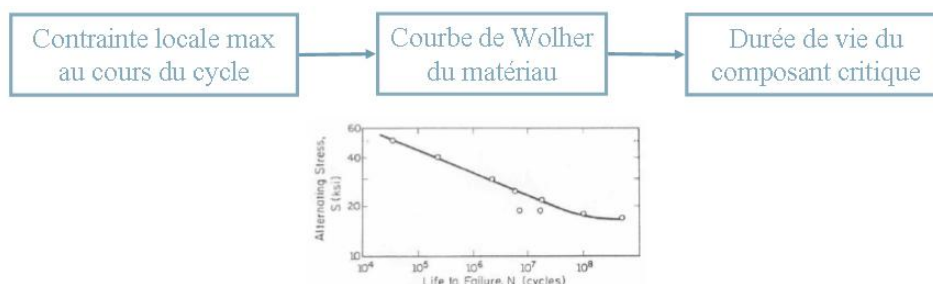


Figure 4 : Distribution des contraintes

Le résultat obtenu à ce stade est la contrainte de Von Mises maximale dans l'échangeur. Ce résultat est ensuite, post-traité en fatigue. Les courbes de Wohler du matériau considéré sont utilisées. La probabilité de rupture pour le matériau soumis à une contrainte cyclique de 90 MPa est estimée pour 10000 cycles. Le critère d'acceptation du composant sera la valeur de cette probabilité de rupture (inférieure à 1% par exemple).



↳ Estimation de la durée de vie du radiateur

Ressource publiée sur Culture Sciences de l'Ingénieur : <http://eduscol.education.fr/sti/si-ens-paris-saclay>