

Objectifs de l'ECUE en termes de compétences et d'acquis d'apprentissage visés**A l'issue de cette UE, l'apprenant aura progressé sur les compétences suivantes du référentiel de la formation :**

- BC1.6 : Structurer un discours et/ou un support en faisant preuve de clarté, de pédagogie et de concision.
- BC3.1 : Analyser la problématique et définir les objectifs de l'étude (amélioration du comportement, réduction de masse, diminution des impacts environnementaux, ...)
- BC3.2 : Effectuer une recherche documentaire dans le but de définir des cas de références, une méthodologie numérique
- BC3.3 : Définir une méthodologie de résolution (choix de modèles, stratégie de maillage, ...) et le formalisme associé
- BC3.4 : Modéliser un système (MEF, MVF, ...) et résoudre le problème associé
- BC3.5 : Analyser et vérifier la pertinence des résultats
- BC3.6 : Valider les modèles au regard de cas de référence existants et proposer des pistes d'amélioration ou d'optimisation au regard des résultats obtenus
- BC3.7 : Structurer un discours et/ou un support en faisant preuve de clarté, de pédagogie et de concision

Plus précisément, il sera capable de :

- Effectuer un compte-rendu pour décrire la solution proposée.
- Identifier les facteurs influents sur la limite d'endurance vis-à-vis d'une éprouvette de référence.
- Identifier les chargements présents dans une pièce et choisir la théorie de correction de la contrainte moyenne adaptée au problème.
- Définir le cahier des charges et la méthodologie pour simuler le cas réel.
- Traiter les résultats obtenus par comptage de cycles sur des blocs de chargements pour la détermination de la durée de vie d'une structure en fatigue polycyclique.
- Identifier le type de signal de fatigue, déterminer sa DSP et extraire les points caractéristiques et nécessaires à une étude de fatigue représentative.
- Distinguer les effets associés au cumul de chargements sur le comportement de la structure, et choisir la théorie de cumul d'endommagement adaptée au problème.

- Réaliser un chaînage entre les logiciels nécessaires à la création d'un post-processeur de fatigue polycyclique, impliquant modélisation MEF et développement informatique.
- Réanalyser les structures ou dimension proposée et vérifier les nouveaux résultats
- Améliorer la durée de vie d'une pièce.

Description de l'ECUE

Cours

- 1 Introduction
- 2 Chargement et notations
- 3 Les mécanismes de la rupture par fatigue
- 4 Les faciès de rupture par fatigue
 - 4.1 Caractéristiques d'une rupture par fatigue
 - 4.2 Exemples de faciès macroscopiques de rupture par fatigue
 - 4.3 Exemples de faciès microscopiques de ruptures par fatigue : stries de fatigue
5. Fatigue à grand nombre de cycles (endurance)
 - 5.1 Etablissement d'une courbe de contrainte admissible
 - 5.2 Etablissement d'une limite d'endurance
 - 5.3 Courbe de Wöhler
 - 5.4 Critères uniaxiaux : Diagrammes de Haigh et Goodman
 - 5.5 Critères multiaxiaux : Diagrammes de Crossland, Dang Van
 - 5.6 Fatigue gigacyclique ($N > 10^8$ cycles)
- 6 Courbe de fatigue « unique »
 - 6.1 Introduction
 - 6.2 Généralités sur les approches de calcul en fatigue
 - 6.3 Approche en déformation ou approche « Courbe Unique »
 - 6.4 Fondements
 - 6.5 Formulation proposée dans le projet de norme EN13001
 - 6.6 Prise en compte des sollicitations multiaxiales
7. Facteurs d'influence sur la résistance en fatigue des matériaux métalliques

- 7.1. Influence des facteurs métallurgiques
- 7.2 Influence des facteurs mécaniques : géométrie
- 7.3 Influence de la rugosité, facteur d'état de surface K_s
- 7.4 Facteur d'échelle (K_e)
- 7.5 Influence des facteurs mécaniques : le chargement
- 7.6 Influence des facteurs mécaniques : contraintes résiduelles
- 7.7 Influence des facteurs liés à l'environnement

8 Mécanique de la rupture.

- 8.1 Généralité et définitions
- 8.2 Facteurs d'intensité de contrainte
- 8.3 Rupture brutale
- 8.4 Propagation de fissure en fatigue

TP

- 1 Introduction et présentation des sujets de travaux pratiques.
- 2 Présentation du logiciel MEF ANSYS Workbench.
- 3 Formation initiale sur le module Fatigue sous Workbench.
- 4 Étude des paramètres entrés (différents facteurs) en lien avec les connaissances du cours et TD.
- 5 L'introduction du projet d'étude, l'objectif et cahier de charge.
- 6 Modélisation statique d'une pièce métallique (maillage, chargement, calcul).
- 7 Le calcul fatigue avec les données de matériaux personnalisés des étudiants (S-N curve, module d'Young, Limite d'élasticité, etc.).
- 8 Interprétation des résultats (cycle de vie, damage, etc.).
- 9 Optimisation de la géométrie de la pièce pour avoir un cycle de vie infini en respectant le cahier de charge.

Prérequis

Mécanique du solide - Résistance des matériaux - MEF Avancée

Références

- Comportement en fatigue des matériaux métalliques Généralités Collection fatigue CETIM 9Q238
- Guide pour le choix d'une méthode d'essais de fatigue et de l'analyse statistique associée Collection Fatigue CETIM 9Q302
- Bibliographie sur les critères multiaxiaux en fatigue CETIM 9Q304

- Fatigue des matériaux Facteurs d'influence sur la résistance en fatigue des matériaux métalliques CETIM 9Q405
- Guide Dimensionnement en fatigue des composants et structures Collection Fatigue CETIM 9Q404
- La fatigue des matériaux et des structures Claude Bathias, Jean Paul Bâillon Ed HERMES
- Comportement mécanique des matériaux: viscoplasticité, endommagement, mécanique de la rupture, mécanique du contact Dominique François, André Pineau, André Zaoui ed HERMES