

Intitulé de l'Unité d'Enseignement :

Conception et Optimisation de Structures Composites

Descriptif de l'UE

Volumes horaires globaux	CM : 16h TD/TP: 16h
Nombre de crédits de l'UE	3 ECTS
Spécialité où l'UE est proposée	Master Sciences de l'Ingénieur (SDI) –Spécialité MSGC M2 parcours MS2
Semestre où l'enseignement est proposé	Semestre S3

a) Objectifs de l'Unité d'Enseignement

L'objectif de ce cours est l'étude des techniques propres à l'analyse, la modélisation et le calcul de matériaux composites et des structures constituées de ces matériaux afin d'être capables de comprendre les techniques plus modernes de dimensionnement, conception et optimisation des structures composites, qui font aussi l'objet du programme. Ce cours fait suite à un cours d'introduction aux matériaux composites enseigné en 1^{ère} année (M1) de Master Science de l'Ingénieur (SdI), spécialité Mécanique des Solides et du Génie Civil (MSGC).

b) Contenu de l'Unité d'Enseignement

Introduction et rappels théoriques

- Généralités sur les matériaux et les structures composites : définition et classification ; constituants ; procédés de mise en forme ; architecture de matériaux et structures composites.
- Rappels sur l'anisotropie en thermo-élasticité : représentation cartésienne, notation de l'ingénieur ; symétries élastiques.
- Propriétés macroscopiques d'une couche composite orthotrope : homogénéisation (loi de mélanges) et comportement thermo-élastique d'une couche orthotrope dans les axes et hors les axes.
- Théorie classique des plaques stratifiées

Anisotropie, symétries et couplages

- Représentations non standard de l'anisotropie : paramètres de Tsai-Pagano ; méthode polaire ; paramètres de Kelvin.
- Symétries et leur interprétation via les paramètres de Tsai-Pagano et les paramètres polaires.
- Application de la méthode polaire à la théorie classique des plaques stratifiées : stratifiés hybrides et à couches identiques.
- Analyse de couplages via la méthode polaire : couplage élastique ; couplages thermo-hygro-élastiques ; couplages piézo-élastiques.

Plaques et coques stratifiées épaisses et sandwich

- Modèles de plaques stratifiées avec prise en compte du cisaillement transverse.
- Théories de plaques sandwich.

Critères de tenue pour les matériaux composites

- Mécanismes de rupture et endommagement des matériaux composites.
- Critères de rupture des couches.
- Délaminage : initiation et propagation.

Méthodes de conception, dimensionnement et optimisation de structures composites

- Conception et optimisation de propriétés élastiques et couplages dans les stratifiés : *lamination parameters* vs. approche polaire-génétique.
- Optimisation des structures composites à rigidité constante : rigidité, résistance, flambage et fréquences propres.
- Optimisation des structures composites à rigidité variable (renforts à fibres curvilignes ou patches) : optimisation topologique, optimisation de forme.
- Prise en compte des critères de tenue dans l'optimisation de structures composites complexes.

Calculs et simulations (partie TP)

- Analyse linéaire et non linéaire de structures composites stratifiées (plaques et coques) sous Abaqus et Castem.
- Optimisation de structures composites à rigidité constante ou variable.

c) Pré-requis

Bases de la mécanique des milieux continus et de l'élasticité ; théorie des structures (théorie des poutres, théorie linéaire des plaques).

d) Modalités de contrôle des Connaissances

Examen écrit = 60% + Projet TP 40%

e) Références bibliographiques

J.-M. Berthelot, Matériaux Composites, Editions Technique & Documentation, 1999

J.N. Reddy, Mechanics of Laminated Composite Plates and Shells, CRC Press, 2004

D. Hull, T. W. Clyne, An introduction to composite materials, Cambridge University Press, 1981