

# 1EL5000 - Mécanique des milieux continus

Responsables : **Guillaume PUEL**

Type de cours : **Electif 1A**

Nombre d'heures d'études élèves (HEE) : **60**

Nombre d'heures présentielles d'enseignement (HPE) : **30**

Année académique : **2024-2025**

## Présentation, objectifs généraux du cours :

On souhaite montrer par des applications variées l'extrême diversité des utilisations de la Mécanique dans les projets industriels classiques et de haute technologie.

Les concepts de base sont introduits dans un cadre commun et unifié à la mécanique des solides tridimensionnels déformables et à la mécanique des structures minces. Des problèmes impliquant la mécanique à différentes échelles illustrent le cours, avec des ouvertures proposées notamment sur les applications concernant le génie civil, les transports, la biomécanique ou les nanotechnologies.

## Période(s) du cours (n° de séquence ou hors séquence) :

SG1 et SG3

## Prérequis :

Aucun

## Plan détaillé du cours (contenu) :

- Notion de déformation : approche lagrangienne du mouvement, tenseur des déformations de Green-Lagrange, tenseur des petites déformations (1h30)
- Notion de contrainte : relations fondamentales de la dynamique pour un domaine matériel, tenseur des contraintes de Cauchy, équation d'équilibre local
- Critères de résistance : essais de caractérisation mécanique, critères de rupture par clivage, critères de Tresca et de von Mises, concentrations de contraintes
- Comportement des matériaux : diversité des comportements mécaniques, comportement élastique linéaire isotrope, thermoélasticité
- Élasticité : propriétés de la solution, résolutions exactes et approchées, simplifications d'un problème d'élasticité (séance en classe inversée avec 3h de TD)
- a) Contrôle intermédiaire (analyse de solutions numériques, 30 min) / b) Approximation des poutres : mise en évidence des hypothèses du modèle poutres, définition des efforts généralisés
- Approximation des poutres : approximation de la cinématique, relations de comportement, liaisons
- Approximation des poutres : méthodes de résolution, phénomène de flambement
- Problème de synthèse sur les poutres (3h)
- Bureau d'études: problème de dimensionnement avec rendu noté (3h)
- Contrôle final (2h)

## Déroulement, organisation du cours :

Cours/TD sauf la séance 1 (1h30 de cours) et les séances 5, 9 et 10 (3h de TD)  
Les occurrences 1.1 et 1.4 sont en anglais ; les occurrences 1.2 et 1.3 sont en français.

## Organisation de l'évaluation :

Note finale = 20% contrôle intermédiaire (contrôle continu) + 20% rapport du bureau d'études de la séance 10 (contrôle continu) + 60% contrôle final (examen écrit)  
Tous documents papier autorisés et calculatrices non communicantes pour le contrôle final

## Moyens :

- Equipe enseignante (noms des enseignants des cours magistraux) : Andrea BARBARULO, Didier CLOUTEAU, Ann-Lenaig HAMON, Guillaume PUEL
- Taille des TD : 40
- Outils logiciels et nombre de licences nécessaire : aucun (facultatif : Comsol Multiphysics avec le module Structural Mechanics)
- Salles de TP : aucune

## Acquis d'apprentissage visés dans le cours :

A la fin de cet enseignement, l'élève sera capable de :

1. Modéliser le comportement mécanique d'un solide déformable
  - a. Justifier le choix de modélisation pertinent (2D ou 3D, axisymétrie, structures minces, ...)
  - b. Traduire en équations et conditions aux limites appropriées les sollicitations subies par le domaine et les interactions de ses frontières avec l'extérieur
  - c. Identifier les propriétés mécaniques des matériaux constitutifs (rigidité, résistance, ...) pertinentes pour le problème posé
2. Déterminer la réponse mécanique (stationnaire) d'un solide déformable
  - a. Aboutir à une solution exacte ou approchée du problème posé, analytique ou numérique
  - b. Dédire de la solution obtenue les quantités permettant de faire des choix de conception ou de dimensionnement
  - c. Critiquer la validité de la solution obtenue

## Description des compétences acquises à l'issue du cours :

The intermediate examination on the analysis of numerical solutions allows the evaluation of the milestone 1 of the subskills **C1.2** "Modeling: use and develop appropriate models, choose the right modeling scale and the relevant simplifying hypotheses" and **C1.3** "Solving: solve a problem with the use of approximation, simulation and experimentation".

The report of the engineering study (session 10) allows the evaluation of milestone 1 of sub-skills **C1.1** "Analyzing: study a system as a whole, the situation as a whole. Identify, formulate and analyze a system within the framework of a trans-disciplinary approach with its scientific, economic and human dimensions" and **C1.4** "Designing: specify, realize and validate all or part of a complex system".

These two elements allow the validation of milestone 1 of skill **C1**, while the validation of milestone 1 of skill **C2** is directly related to the final mark for this course.

## Bibliographie :

Polycopié