



**Université Paris-Est Créteil (UPEC)
Faculté de Santé**

**Master 2 Recherche
Bioingénierie pour la Santé (MBIOS)**

Responsable : Pr Mustapha Zidi

Année universitaire 2022-2023

1-Enseignements de remise à niveau en sciences de l'ingénieur

Mécanique des matériaux (20h CM, 8h TP) – Resp. S. Rekik

Notion de contrainte et de déformation.

Plasticité et élasticité en 1D.

Matrice des contraintes et matrice des déformations.

Transformation et gradient de la transformation

Définition, propriétés (symétrie).

Conditions de compatibilité.

Valeurs et directions principales, vecteur contrainte.

Statique des milieux continus.

Etats remarquables (traction simple, cisaillement pur, contraintes planes, contraintes triaxiales).

Invariants, déviateur.

Lois de comportement :

Elasticité isotrope et anisotrope - Critères (von Mises, Tresca).

Éléments d'hyperélasticité.

TP : Traction (caractérisation mécanique)

Mathématiques et analyse numérique (28h CM) – Resp. S. Rekik

Éléments d'analyse :

Analyse des fonctions à une variable (définition d'une fonction - dérivée - intégration, primitive - dérivation et intégration numériques).

Équations différentielles (Définition - Exemples - Méthodes de résolution numérique).

Fonctions de plusieurs variables (Dérivée partielle - Opérateurs - Intégrale).

Équations aux dérivées partielles.

Éléments d'algèbre : Polynôme - Matrices (définition - somme de matrices - produit de matrices - déterminant et matrice inverse - diagonalisation) - Systèmes d'équations (systèmes linéaires - systèmes non linéaires).

Cet enseignement sera illustré par des applications avec le logiciel Scilab.

Informatique (36h TD) – Resp. R. Jradi

. Introduction

Objectifs du cours

Définitions

. MATLAB: Boîte à outils du calcul numérique

Notions de base

Calculatrice évoluée

Notations matricielles

Opérateurs/fonctions mathématiques

Tracé de courbes

Gestion des fichiers: lecture/écriture

Interfaces utilisateur

Programmation sous MATLAB

Notion de scripts

Fonctions personnalisées

Structure de contrôle: Tests, Boucles

Programmation modulaire

. Projet: Caractérisation du cycle de marche humaine
Description du projet
Etude bibliographique
Méthodologie
Acquisition des données
Traitement des données

2-Enseignements de Bioingénierie pour la santé (enseignements obligatoires)

Projet de recherche (40h CM) – Resp. M. Zidi

Un projet de recherche en Bioingénierie pour la santé est à réaliser en laboratoire.
Ce projet peut être expérimental et/ou théorique et/ou numérique.

Recherche en biomécanique (28h CM) – Resp. M. Zidi **Certains enseignements sont communs avec la filière d'ingénieur ISBS de EPISEN et au parcours de Master 2 Neurosciences du mouvement**

Enseignement sur sous forme de séminaires de recherche :
Biomécanique vasculaire : outils expérimentaux et numériques.
Biomécanique osseuse : Cinématique du genou - Disque intervertébral.
Traitement des signaux EMG pour la quantification du tremblement neurologique.
Biomécanique du mouvement : Cinématique articulaire – Système optoélectronique et modélisation – Dynamique articulaire - Plate-forme de force et dynamique inverse.
Biomécanique du complexe muscle-tendon.
Biomécanique cellulaire
Biomécanique du muscle squelettique par élastographie et Résonance Magnétique
Biomécanique des tissus biologiques et caractérisation avec des méthodes ultra-sonores :
Éléments de bases de la physique acoustique - Principes de l'échographie et faisceau ultrasonore - Formation de l'image & qualité de l'image - Nouvelles techniques - Explorations Doppler.

3-Enseignements de Bioingénierie pour la santé (3 enseignements à choisir parmi 5)

Modélisation et simulation en biomécanique (20h CM, 8h TP) – Resp. M. Zidi

Méthodologie pour modéliser et simuler numériquement un problème aux limites de biomécanique. Eléments introductifs de la méthode aux éléments finis. Méthodes d'identification des paramètres matériaux d'une relation de comportement non linéaire à partir d'essais expérimentaux. Applications à des tissus biologiques mous et durs.
Modélisation du comportement mécanique d'une structure physiologique à plusieurs échelles d'étude (tissulaire et organe). TP avec le logiciel industriel ANSYS.

Biomécanique du mouvement (28h CM) – Resp. S. Rezik

Rappel des bases mécaniques et mathématiques pour la Biomécanique du mouvement
. Référentiels, éléments de géométrie vectorielle, trigonométrie...
. Lois de la mécanique classique
Équilibre statique
. Forces, moments de force
. Résolution de cas caractéristiques (ex. maintien segmentaire...)

Approche cinématique du mouvement

. Déplacement, vitesse, accélération
. Analyse de mouvements caractéristiques (ex. trajectoires du centre de gravité d'un corps...)

Approche dynamique du mouvement

. Principe fondamental de la dynamique, mouvements de translation et de rotation
. Forces de réaction du sol et accélération
. Impulsions, quantités de mouvement, moment cinétique
. Lectures de courbes (ex. saut en extension sur plateforme de forces...)

Approche énergétique du mouvement

. Travail, puissance, énergie cinétique, énergie potentielle

**Médecine régénérative (15h CM) – Resp. M. Ollero
(Enseignement en anglais sous forme de séminaires de recherche et mutualisé avec
le master 2 Biothérapies Tissulaires Cellulaires et Géniques**

Cell therapy and burns.

Human pluripotent cells and cell therapy - focusing on Huntington disease.

Regenerative medicine in the kidney.

Tissue engineering for bone and cartilage repair.

Pulmonary arterial hypertension: pathophysiological and therapeutic aspects.

Modeling metabolic liver diseases with patient-derived induced pluripotent stem cells.

Graft of Langerhans islets.

Translational research on diabetes: endocrine and metabolic surgery, from pig to patient.

Treatment with mesenchymal stromal cells of lesions induced by accidental irradiation and radiotherapy.

Biotherapeutic tools for future treatment of skeletal and cardiac myopathies.

Cell therapy in cerebral vascular stroke.

Cell therapy after myocardial infarction.

Biomatériaux et biomimétisme (26h CM) – B. Labat

Généralités sur les biomatériaux.

Définition et classification des biomatériaux.

Notions et intérêt du biomimétisme dans la régénération tissulaire.

Normes ISO et réglementations - tests de biocompatibilité.

Etude de différents types de biomatériaux biodégradables ou non.

Evaluation biologique des biomatériaux : tests de culture de cellules, viabilité, cytotoxicité, prolifération cellulaire, différenciation cellulaire selon les normes d'évaluation, adhérence, marqueurs cellulaires et tissulaires.

Exemple d'applications aux biomatériaux ostéo-articulaires et cardiovasculaires.

Les polymères pour la vectorisation de principes actifs.

Analyse d'articles scientifiques sur le domaine.

Bioimagerie (18h CM, 4h TP) – Resp. A. Othmani

Acquisition : imagerie microscopique et imagerie médicale.

Prétraitement des images biomédicales (filtrage, ...).

Analyse des images biomédicales: segmentation, recalage.

Reconnaissance des formes en imagerie biomédicale.

Imagerie cellulaire et tissulaire :

Microscopie photonique ou optique (microscopie optique à transmission (microscopie en fluorescence, microscopie confocale).

Amélioration d'images issues d'une acquisition sous microscope.

Microscopie de contact : microscopie à force atomique (AFM).

Reconstruction 3D principe et mise en œuvre.

Imagerie cellulaire et tissulaire : applications cardiovasculaires et musculaires.

Introduction à l'intelligence artificielle (comprendre les principes de base de l'apprentissage automatique)

Exemples d'outils d'intelligence artificielle

Introduction au Machine Learning – Exemples

Introduction aux réseaux de neurones – Exemples

Introduction aux CNN – Exemples d'applications

4-Enseignements de méthodologie à la recherche et communication scientifique

Méthodologie à la recherche (12h CM) – Resp. W. Maktouf

Différents types de recherche (analytique, descriptive, expérimentale...).

Démarche scientifique.

Identification et présentation d'un problème.

Mis en place de la méthode pour résoudre un problème.

Analyse et traitement des résultats (méthodes et outils statistiques).

Ethiques médicales.

Langue (anglais) - communication scientifique (20h CM) – Resp. B. Frouin

Outils pour la prise de parole dans deux types de contexte :

Présentation scientifique organisée en temps limité avec supports et réponses aux questions

Discussion sur des sujets variés – à partir de documents écrits (articles) ou audio-visuels - Interventions plus spontanées et en interactivité avec des interlocuteurs.

Outils pour la prise de note et de compte rendu écrit.

Moyens pour passer un test d'évaluation de l'anglais, à savoir le TOEIC, avec score minimum exigé.