



الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية
 République Algérienne Démocratique et
 Populaire
 وزارة التعليم العالي والبحث العلمي
 Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique
 Comité Pédagogique National du domaine Sciences et Technologies



HARMONISATION OFFRE DE FORMATION MASTER ACADEMIQUE

2016 - 2017

Domaine	Filière	Spécialité
<i>Sciences et Technologies</i>	<i>Génie mécanique</i>	<i>Biomécanique</i>



الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية
République Algérienne Démocratique et
Populaire
وزارة التعليم العالي والبحث العلمي
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique
Comité Pédagogique National du domaine Sciences et Technologies



مواظمة

عرض تكوين

ماستر أكاديمي

2017-2016

التخصص	الفرع	الميدان
بيوميكانيك	هندسة ميكانيكية	علوم و تكنولوجيا

I - Fiche d'identité Master

Conditions d'accès

(Indiquer les spécialités de licence qui peuvent donner accès au Master)

Licences qui peuvent donner accès au Master : **Biomécanique**

- Licence en énergétique
- Licence Construction mécanique
- Licence Génie des matériaux
- Génie des surfaces métalliques
- Ingénierie des matériaux et des surfaces
- Licence en physique de la matière

Semestre 4**Domaine : Science et technologie****Filière : Génie mécanique****Spécialité : Biomécanique**

Stage en entreprise sanctionné par un mémoire et une soutenance.

	VHS	Coefficients	Crédits
Travail Personnel	550	09	18
Stage en entreprise	100	04	06
Séminaires	50	02	03
Autre (Encadrement)	50	02	03
Total Semestre 4	750	17	30

Ce tableau est donné à titre indicatif**Evaluation du Projet de Fin de Cycle de Master**

- Valeur scientifique (Appréciation du jury) /6
- Rédaction du Mémoire (Appréciation du jury) /4
- Présentation et réponse aux questions (Appréciation du jury) /4
- Appréciation de l'encadreur /3
- Présentation du rapport de stage (Appréciation du jury) /3

**II - Fiches d'organisation semestrielles des enseignements
de la spécialité**

Semestre 1 Master : Biomécanique

Unité d'enseignement	Matières	Crédits	Coefficient	Volume horaire hebdomadaire			Volume Horaire Semestriel (15 semaines)	Travail Complémentaire en Consultation (15 semaines)	Mode d'évaluation	
	Intitulé			Cours	TD	TP			Contrôle Continu	Examen
UE Fondamentale Code : UEF 1.1 Crédits : 18 Coefficients : 9	Concepts Biomécaniques	4	2	3h00	1h30		67h30	82h30	40%	60%
	Anatomie humaine et fonctionnelle	4	2	1h30	1h30		45h00	55h00	40%	60%
	Biomatériaux	6	3	1h30	1h30		45h00	55h00	40%	60%
	Biomécanique des fluides	4	2	1h30	1h30		45h00	55h00	40%	60%
UE Méthodologique Code : UEM 1.1 Crédits : 9 Coefficients : 5	C.A.O Médicale	3	2			1h30	22h30	27h30	100%	
	Propriétés des biomatériaux	2	1			1h30	22h30	27h30	100%	
	Interaction des Biomatériaux / organismes vivants	2	1			1h00	15h00	10h00	100%	
	Bio-fluide	2	1			3h00	45h00	37h30	100%	
UE Découverte Code : UED 1.1 Crédits : 2 Coefficients : 2	Panier au choix :	1	1	1h30			22h30	8h00		100%
		1	1	1h30			22h30	8h30		100%
UE Transversale Code : UET 1.1 Crédits : 1 Coefficients : 1	Panier au choix :	1	1	1h30			22h30	8h30		100%
Total semestre 1		30	17	12h00	6h00	7h00	375h00	375h00		

Semestre 2 Master : Biomécanique

Unité d'enseignement	Matières	Crédits	Coefficient	Volume horaire hebdomadaire			Volume Horaire Semestriel (15 semaines)	Travail Complémentaire en Consultation (15 semaines)	Mode d'évaluation	
	Intitulé			Cours	TD	TP			Contrôle Continu	Examen
UE Fondamentale Code : UEF 2.1 Crédits : 18 Coefficients : 9	Comportement Biomécanique	4	2	1h30	1h30		45h00	55h00	40%	60%
	Analyse du mouvement humain	4	2	1h30	1h30		45h00	55h00	40%	60%
	Rhéologie des Bio-fluides	4	2	3h00	1h30		67h30	82h30	40%	60%
	Modélisation dynamique	6	3	1h30	1h30		45h00	55h00	40%	60%
UE Méthodologique Code : UEM 2.1 Crédits : 9 Coefficients : 5	TP de la Rhéologie des Bio-fluides	2	1			1h00	15h00	10h00	100%	
	Capteurs et Instrumentation Médicale	2	1			1h30	22h30	27h30	100%	
	Logiciels en Biomécanique	3	2			3h00	45h00	55h00	100%	
	Imagerie Médicale	2	1			1h30	22h30	27h30	100%	
UE Découverte Code : UED 2.1 Crédits : 2 Coefficients : 2	Panier au choix :	1	1	1h30			22h30	2h30		100%
		1	1	1h30			22h30	2h30		100%
UE Transversale Code : UET 2.1 Crédits : 1 Coefficients : 1	Panier au choix :	1	1	1h30			22h30	2h30		100%
Total semestre 2		30	17	12h00	6h00	7h00	375h00	375h00		

Semestre 3 Master : Biomécanique

Unité d'enseignement	Matières	Crédits	Coefficient	Volume horaire hebdomadaire			Volume Horaire Semestriel (15 semaines)	Travail Complémentaire en Consultation (15 semaines)	Mode d'évaluation	
	Intitulé			Cours	TD	TP			Contrôle Continu	Examen
UE Fondamentale Code : UEF 3.1 Crédits : 18 Coefficients : 9	Eléments prothétiques	6	3	1h30	1h30		45h00	55h00	40%	60%
	Thermique en biomécanique	4	2	1h30	1h30		45h00	55h00	40%	60%
	Polymères et composite	4	2	1h30	1h30		45h00	55h00	40%	60%
	Optimisation	4	2	1h30	1h30		45h00	55h00	40%	60%
Méthodologique Code : UEM 3.1 Crédits : 9 Coefficients : 5	C.A.O des éléments prothétiques	4	2			3h00	45h00	55h00	100%	
	Simulation numérique en biomécanique	4	2			3h00	45h00	55h00	100%	
	Statistiques	1	1	1h30		1h00	37h30	37h30	100%	
UE Découverte Code : UED 3.1 Crédits : 2 Coefficients : 2	<i>Panier au choix :</i>	1	1	1h30			22h30	2h30		100%
		1	1	1h30			22h30	2h30		100%
UE Transversale Code : UET 3.1 Crédits : 1 Coefficients : 1	<i>Panier au choix :</i>	1	1	1h30			22h30	2h30		100%
Total semestre 3		30	17	12h00	6h00	7h00	375h00	375h00		

UE Découverte (S1, S2 et S3) au choix selon les moyens de l'établissement

1. *-Biomécanique de l'os : Traitement des fractures*
2. *-Robotique Médicale*
3. *- Modélisation des systèmes vivants*
4. *- Principe de la chirurgie orthopédique*
5. *- Interaction homme-machine.*
6. *- Equipements Biomécaniques*
7. *- Biomécanique de l'appareil locomoteur*
8. *-Risques professionnels et Prévention*
9. *- Tissus mous et fluides*
10. *-Rééducation fonctionnelle*
11. *- Ostéo-intégration*
12. *-implantologie*
13. *-Dynamique des chocs*
14. *- Biosécurité*
15. *-Mise en forme et réalisations des biomatériaux par CAO-FAO.*
16. *-Expertise et démarche ergonomique*
17. *-Ingénierie de la Rééducation, du Handicap et de la Performance Motrice*
18. *-Ingénierie et Ergonomie du Mouvement Humain*
19. *-Bases de comportement des tissus biologiques*
20. *-Biomécanique du sport et de l'exercice*
21. *-Instrumentations Biomédicales*
22. *-Traitement du signal en biomécanique*
23. *-Thermographie dans le domaine médical*
24. *-Appareillage pour la caractérisation des biomatériaux*
25. *-Conception de Projet*
26. *-Normalisation*
27. *-Tribologie*

UE Transversale (S1, S2 et S3) au choix selon les moyens de l'établissement

1. *-Méthodologie de Recherche*
2. *-Communication en Anglais*
3. *-Méthodologie de recherche*
4. *-Notion de Biologie*
5. *-Anglais Technique*
6. *-Ethique, déontologie et propriété intellectuelle*
7. *-Recherche documentaire et conception de mémoire*

III - Programme détaillé par matière des semestres S1 à S3

Semestre:1**Unité d'enseignement: Unité d'enseignement: UEF 1.1.1****Matière: Concepts Biomécaniques****VHS: 67h30 (Cours: 3h00, TD: 1h30)****Crédits:4****Coefficient:2****Objectifs de l'enseignement:**

Le but de ce module est de présenter les éléments les plus utilisés dans le domaine de la biomécanique et du génie biologique et notamment les notions nécessaires aux propriétés structurales adaptées à la fonction humaine. Prendre connaissance des notions et des concepts biomécaniques et l'adéquation des mouvements anatomiques et biomécaniques relatifs à la locomotion et la structure osseuse.

Connaissances préalables recommandées:

Pratiquement les modules du socle commun en sciences et technologies sont bien adaptés pour la continuité dans la licence Biomécanique.

Contenu de la matière:**Chapitre1: Rappel de notions de base de la biomécanique (2 Semaines)**

- Grands domaines d'analyse et application
- Grands objectifs
- Plans et axes des mouvements
- Axes rotations
- Les leviers
- Description du mouvement
- Lois et principes de la mécanique

Chapitre 2 Propriétés des Os (4 Semaines)

- Propriétés mécaniques des tissus
- Propriétés neuromusculaires
- Propriétés mécaniques des os

• Chapitre 3 Biomécanique du bassin (3 Semaines)**• Chapitre 4 Biomécanique des membres supérieurs (3 Semaines)****• Chapitre 5 Biomécanique des membres inférieurs (3 Semaines)****Mode d'évaluation:**

Contrôle continu : 40% ; Examen : 60%.

Références bibliographiques:

1. Jean Philippe LEPOUTRE, Modélisation biomécanique du mouvement 2007
2. Charles Pontonnier, Simulation mécanique pour l'analyse ergonomique des postes de travail, 2010.
3. Lepers Romuald, Martin Alain, biomécanique cours et exercices corrigés, Livre.
4. I. Randria . Laboratoire HANDIBIO, IUT de Toulon, BP 20132, 83957 La Garde Cedex.
5. H.Hariti, *Cours synthèse de la biomécanique, Institut de l'éducation physique et sportive 2011*
6. A. Manolova, Description anatomique du mouvement, 2012.

Semestre: 1
Unité d'enseignement: UEF 1.1.2
Matière: Anatomie humaine fonctionnelle
VHS: 45h (Cours: 1h30, TD: 1h30)
Crédits: 4
Coefficient: 2

Objectifs de l'enseignement:

Prendre connaissance de l'anatomie humaine et l'architecture de la cellule perméabilité membranaires et événements associés. L'étude des muscles et les fonctions de locomotion.

Connaissances préalables recommandées:

Pratiquement les modules du socle commun en sciences et technologies sont bien adaptés pour la continuité dans la licence Biomécanique.

Contenu de la matière:

Chapitre 1 Anatomie de l'appareil locomoteur (2 semaines)

Chapitre 2 Paramètres mécaniques du mouvement humain. (2 semaines)

Chapitre 3 Application pratiques (marche et saut). (3 semaines)

Chapitre 4 Analyses des données cinématiques et dynamiques du mouvement. (3 semaines)

Chapitre 5 Diagrammes de phases. (2 semaines)

Chapitre 6 Programmation informatique (3 semaines)

- analyse du signal
- Traitement du signal

Mode d'évaluation:

Contrôle continu : 40% ; Examen : 60%.

Références bibliographiques:

- 1-Winter D.A, Biomechanics and Motor Control of Human Movement, Edition:VIGOT-
- 2- LAMONTAGNE M., Introduction à la Biomécanique, Département de Kinantropologie, Edition VIGOT
- 3-ALLARD P. et BLANCHI JP. Analyse du mouvement Humain par la Biomécanique, Edition VIGOT

Semestre: 1
Unité d'enseignement: UEF 1.1.3
Matière: Biomatériaux
VHS: 45h (Cours: 1h30, TD: 1h30)
Crédits: 6
Coefficient: 2

Objectifs de l'enseignement:

Ce cours est l'apprentissage des bases et le fondement théorique des biomatériaux et leurs propriétés de surface.

Connaissances préalables recommandées:

Pratiquement les modules du socle commun en sciences et technologies sont bien adaptés pour la continuité dans la licence Biomécanique.

Contenu de la matière:

CHAPITRE 1 : Généralités sur les biomatériaux (2 Semaines)

- Définitions
- Spécificités
- Utilisations

CHAPITRE 2 : Classe des biomatériaux (3 Semaines)

- Polymères
- Composites
- Métaux et alliages
- Céramiques d'origine naturelle
- Céramiques de synthèse utilisée comme composant des dispositifs médicaux

CHAPITRE 3 : Structures cristallographiques (1 Semaines)

CHAPITRE 4 : Les aciers inoxydables (304L et 316L) (2 Semaines)

CHAPITRE 5 : Comportements des différentes familles des métaux et alliages en milieu physiologiques (3 Semaines)

CHAPITRE 6 : Biomatériaux actifs (2 Semaines)

Apport des biomatériaux
 Bio réactivité

CHAPITRE 7 : Précautions d'emploi des biomatériaux (2 Semaines)

Mode d'évaluation:

Contrôle continu : 40% ; Examen : 60%.

Références bibliographiques:

- 1- G. CAILLETAUD .Mécanique des matériaux solides, Mars 2012, MINES ParisTech
- 2- M.DUPEUX. Aide mémoire sciences des matériaux « Nouveau tirage corrigé 2005 © Dunod, Paris, 2004 ISBN 2 10 005458 9
- 3- G. MURRY .Aide-mémoire Métallurgie Métaux • Alliages • Propriétés, 2e édition © Dunod, Paris, 2004, 2010 ISBN 978-2-10-054824-8
- 4- DANIEL GAY. Matériaux Composites, Daniel Gay, 4ème édition, Hermès Paris 1997

Semestre: 1
Unité d'enseignement: UEF 1.1.4
Matière: Biomécanique des fluides
VHS: 45h (Cours: 1h30, TD: 1h30)
Crédits: 4
Coefficient: 2

Objectifs de l'enseignement:

Dans ce contenu du cours présente les formulations générales tridimensionnelles de modèles de comportement des milieux continus fluides et solides. On rappelle les lois de conservation de la physique des milieux continu matériellement simples. Ce module concerne la modélisation en mécanique des fluides à faible vitesse.

Connaissances préalables recommandées

On rappelle les lois de conservation de la physique des milieux continu matériellement simples. Pratiquement les modules du socle commun en sciences et technologies sont bien adaptés pour la continuité dans le Master Biomécanique.

Contenu de la matière:

Chapitre I- INTRODUCTION PRATIQUE A L'HYDROSTATIQUE BIOMECHANIQUE	(3 Semaines)
Chapitre II - ECOULEMENTS IDEAUX	(4 Semaines)
Chapitre III- ECOULEMENTS VISQUEUX	(4 Semaines)
Chapitre IV- ECOULEMENTS DANS LES CONDUITES	(4 Semaines)

Mode d'évaluation:

(40 % Continu + 60% Examen)

Références bibliographiques:

- 1- R. OUZIAUX, "*Mécanique des fluides appliquée*", Ed. Dunod Université, Paris 1978.
- 2- V. L. STREETER, E. B. WYLIE, "*Fluid Mechanics*", Ed. McGraw-Hill, 6th Ed., 1975.
- 3- RONALD V. GILES, "*Mécanique des fluides et hydraulique: Cours et problèmes*", Ed. McGraw-Hill, Série Schaum, Paris 1975.
- 4- A. LENCASTRE, "*Hydraulique générale*", Ed. Eyrolles, Paris 1996.
- 5- M. CARLIER, "*Hydraulique générale et appliquée*", Collection de la Direction des Etudes et Recherches d'E.D.F. - Ed. Eyrolles, Paris 1972.
- 6- P.L. VIOLLET, J.P. CHABARD, P. ESPOSITO, D. LAURENCE, "*Mécanique des fluides appliquée: Ecoulements incompressibles dans les circuits, canaux et rivières, autour de structures et dans l'environnement*", Ed. Presses de l'E.N.P.C. 1998.
- 7- P. CHASSING, "*Mécanique des fluides: Eléments d'un premier parcours*", CEPADUES-EDITIONS, 2nd Ed. 2000.
- 8- J. GRIMSON, "*Advanced fluid dynamics and heat transfer*", Ed. McGraw-Hill 1971.
- 9- I.L. RYHMING, "*Dynamique des fluides: Un cours de base du deuxième cycle universitaire*", Ed. Presses Polytechniques Normandes 1985.

Semestre: 1
Unité d'enseignement: UEM 1.1.1
Matière: C.A.O Médicale
VHS:22h30 (TP 1h30)
Crédits: 3
Coefficient: 2

Objectifs de l'enseignement:

Familiarisation au logiciel de CAO, Maitrise des techniques de modélisation CAO

Connaissances préalables recommandées:

DAO, Initiation à la CAO

Contenu de la matière:

TP01 :Initiation (2 Semaines)

Introduction à SolidWorks
 L'interface utilisateur
 Les esquisses 2D
 Entités d'esquisses
 Relations et congés d'esquisses

TP02 : Fonctionnalités et modélisation de base (2 Semaines)

Les familles de pièces
 Opérations booléennes
 Fonctions :
 - De lissages
 - Répétitions
 - De congés
 Les sous assemblages
 Les assemblages éclatés
 La modélisation:
 - Terminologie
 - Choix du meilleur profil
 - Fonction bossage
 - Fonction enlèvement de matière
 - Mises en plan

TP03 : Conceptions avancées (2 Semaines)

Mise en plan et habillages
 Les coupes en mise en plan
 Les blocs

TP04 : Dérivée des pièces (2 Semaines)

Les nomenclatures
 Conception d'un moule
 Esquisser en 3D

TP05 : Modifier la conception (2 Semaines)

Reprise :
 - Vers une esquisse

- Vers une fonction
Statistique de la fonction
Suppression, ré-ordonner
Contours d'esquisse

TP06 : Les répétitions**(2 Semaines)**

Répétitions :

- Linéaires
- Circulaires
- Par symétries
- Pilotées par une esquisse

TP07 : L'assemblage**(3 Semaines)**

Création d'un assemblage
Ajout de composants
Utilisation des configurations
Affichage des assemblages
Insertion d'un sous assemblage
Utilisation des assemblages :
- Analyser l'assemblage
- Lignes d'éclatement
- Mise en plan
- Nomenclature

Mode d'évaluation:

Contrôle continu : 100%

Références bibliographiques:

- 1- Bible de Solidworks 2013
- 2- Help Solidworks 2013
- 3- Initiation au Solidworks

Semestre: 1
Unité d'enseignement: UEM 1.1.2
Matière: Propriétés des Biomatériaux
VHS:22h30 (TP 1h30)
Crédits: 2
Coefficient: 1

Objectifs de l'enseignement:

Le but de ce cours est de se familiariser avec les réactions de l'organisme à un système implanté. Cette unité comporte l'étude, le choix et la nature du matériau et les phénomènes interfaciaux et les conséquences entre les tissus biologiques et un biomatériau.

Contenu de la matière:

- A. Propriétés Mécaniques
- B. Propriétés électriques
- C. Propriétés Chimiques
- D. Propriétés Biomécanique : biocompatibilité, bio-fonctionnalité et biosécurité.

Connaissances préalables recommandées:

Pratiquement les modules du socle commun en sciences et technologies sont bien adaptés pour la continuité dans la licence Biomécanique.

CHAPITRE 1 Comportement (3 Semaines)

- Frottement, usure et lubrification
- Déformation
- Analyse thermo élasticité

CHAPITRE 2 Les céramiques (3 Semaines)

- Zircon
- alumine
- titane
- Polyéthylène

CHAPITRE 3 Les Biocéramiques (3 Semaines)

CHAPITRE 4 Les céramiques nucléaires (3 Semaines)

CHAPITRE 5 Les Propriétés Physico- chimiques des gels (3 Semaines)

Mode d'évaluation:

Contrôle continu : 100%

Références bibliographiques:

- 1- J.CAMPS. Société Française de Biomatériaux
- 2- Norme ISO 10-993.Evaluation biologique des dispositifs médicaux.
- 3- Stanly. H.Toxicity testing.CRS Press. Bocca Raton.FL.USA
- 4- Ratner, BD et al. Biomaterials science 2nd Edition. Elsevier academic press.2004.

Semestre: 1
Unité d'enseignement: UEM 1.1.3
Matière: Interaction des Biomatériaux/ Organismes vivants
VHS:15h00 (TP 1h00)
Crédits: 2
Coefficient: 1

Objectifs de l'enseignement:

Le but de ce cours est de se familiariser avec les réactions de l'organisme à un système implanté. Cette unité comporte l'étude, le choix et la nature du matériau et les phénomènes interfaciaux et les conséquences entre les tissus biologiques et un biomatériau.

Contenu de la matière:

Tissus et Cellules biologiques
 Essais biologiques des biomatériaux (in vivo et in vitro)
 Réactions de l'hôte aux biomatériaux et leur évaluation

- Processus de guérison et inflammation
- Réponse immunitaire aux corps étrangers
- Principes des interactions biomoléculaires
- Dégradations d'emploi des biomatériaux dans un milieu biologique
- Application des biomatériaux dans la conception des dispositifs médicaux

Connaissances préalables recommandées:

Pratiquement les modules du socle commun en sciences et technologies sont bien adaptés pour la continuité dans la licence Biomécanique.

TP 1 : L'hémostase	(2 Semaines)
TP2 : L'inflammation	(2 Semaines)
TP3 : La prolifération de cellules	(2 Semaines)
TP4 : La remise en forme	(2 Semaines)
TP5 : La résistance à la corrosion	(2 Semaines)
TP6 : La dégradation et la résorption du biomatériau	(2 Semaines)
TP7 : La réaction immunitaire	(3 Semaines)

Mode d'évaluation:

Contrôle continu : 100%

Références bibliographiques:

- 1- Norme ISO 10-993.Evaluation biologique des dispositifs médicaux.
- 2- Stanly. H.Toxicity testing.CRS Press. Boca Raton.FL.USA
- 3- Ratner, BD et al. Biomaterial's science 2nd Edition. Elsevier academic press.2004.

Unité d'enseignement: UEM 1.1.4

Matière: Biofluide

VHS: 45h (TP 3h00)

Crédits:2

Coefficient:1

Objectifs de l'enseignement:

Maîtriser le logiciel de simulation numérique Fluent qui utilise la méthode des volumes finis pour simuler les écoulements sanguins dans différentes configurations géométriques.

Connaissances préalables recommandées:

Notions de base de la méthode des volumes finis et de la mécanique des fluides.

Contenu de la matière:

TP N°1 : Connaissances de base de Gambit et Fluent (5 Semaines)

TP N°2 : Simulation de l'écoulement sanguin dans une bifurcation (5 Semaines)

TP N°3 : Simulation de l'écoulement sanguin dans l'Aorte (5 Semaines)

Mode d'évaluation :

Contrôle Continu: 100 %.

Références bibliographiques:

- 1-Guide du logiciel Fluent
- 2-Initiation au Logiciel Fluent
- 3-Help du logiciel Fluent

Semestre:1

Unité d'enseignement: Unité d'enseignement: UED 1.1.1

Matière: Robotique Médicale

VHS:22h30 (Cours 1h30)

Crédits:1

Coefficient:1

Objectifs de l'enseignement:

Connaissances préalables recommandées:

Contenu de la matière:

Chapitre 1 Définition de la robotique médicale **(3 Semaines)**

Chapitre 2 Structures et architecture des robots **(5 Semaines)**

Chapitre 3 Les robots médicaux **(7 Semaines)**

1 Les robots de neurochirurgie

2 Les robots d'orthopédie

3 Les robots de chirurgie mini-invasive

 Les porte-endoscopes

 Les télémanipulateurs

4 Les robots de télé-échographie

5 Les robots de ponctions

Les différentes classifications des robots médicaux

Mode d'évaluation:

Examen : 100%.

Semestre:1
Unité d'enseignement UET 1.1.1
Matière: Communication en Anglais
VHS:22h30 (Cours 1h30)
Crédits:1
Coefficient:1

Objectifs de l'enseignement : Le programme de ce cours permet d'acquérir l'aspect technique et scientifique relatif aux concepts de la biomécanique.

Connaissances préalables recommandées Pratiquement les modules du socle commun en sciences et technologies sont bien adaptés pour la continuité dans la licence Biomécanique.

Contenu de la matière: **(15 Semaines)**

- Définition de la biomécanique (Definition of biomechanics)
- Termes de base de la biomécanique (Basic terms) .
- Les parties du corps humain (Parts of the human body).
- Application (The application of biomechanics).
- Reminder of grammar notions.
- Functions of the body
- Bones
- Joints
- The heart and circulation.
- Introduction for writing.
- How to write research and scientific papers.
- Paper presentation and communication.
- Thesis and dissertations.

Mode d'évaluation : (Examen 100%)

Références bibliographiques :

Richard Henriot. Dictionnaire des techniques et des sciences appliquées : Français – Anglais
 Dunod 2002
 Gunther Von Hagens' BODY WORLDS .
 P.Borne. Dictionnaire des sciences techniques : Anglais Français Technique 1998.
 Laurent Sage. Dictionnaire Anglais Français de Biomécanique. Masson 1996.
 Academic Writing A Guide For Students

Semestre: 2
Unité d'enseignement: UEF 2.1.1
Matière: Comportement biomécanique
VHS:45h00 (Cours: 1h30, TD: 1h30)
Crédits: 4
Coefficient: 2

Objectifs de l'enseignement:

Le but de ce module est de présenter les éléments les plus utilisés dans le domaine de la biomécanique et du génie biologique et notamment les notions nécessaires aux propriétés structurales adaptées à la fonction humaine. Prendre connaissance des notions et des concepts biomécaniques et l'adéquation des mouvements anatomiques et biomécaniques relatifs à la locomotion et la structure osseuse.

Connaissances préalables recommandées:

Pratiquement les modules du socle commun en sciences et technologies sont bien adaptés pour la continuité dans la licence Biomécanique.

Contenu de la matière:

Chapitre 1 Comportement mécanique des fibres (5 Semaines)

- Introduction
- Les fibres élastiques dans une dimension
- Modèle unidimensionnel simple d'un muscle
- Les fibres élastiques en trois dimensions (3D)
- Les petits tronçons de fibres

Chapitre 2 Comportement des fibres en fonction du temps (4 Semaines)

- Introduction
- Comportement visqueux
- Comportement viscoélastique linéaire
- Les modèles viscoélastiques
- MAXWELL
- KEVIN-VOIGT

Chapitre 3 Excitation harmonique des matériaux viscoélastiques (3 Semaines)

Chapitre 4 Critères de plasticité (3 Semaines)

- TRESKA
- VON MISES

Mode d'évaluation:

Contrôle continu : 40% ; Examen : 60%.

Références bibliographiques:

- 1- G. CAILLETAUD .Mécanique des matériaux solides, Mars 2012, MINES ParisTech

- 2- M.DUPEUX. Aide mémoire sciences des matériaux « Nouveau tirage corrigé 2005 © Dunod, Paris, 2004 ISBN 2 10 005458 9
- 3-G. MURRY .Aide-mémoire Métallurgie Métaux • Alliages • Propriétés, 2e édition © Dunod Paris, 2004, 2010 ISBN 978-2-10-054824-8
- 4- DANIEL GAY. Matériaux Composites, Daniel Gay, 4^{ème} édition, Hermès Paris 1997

Semestre:2
Unité d'enseignement: UEF 2.1.2
Matière: Analyse du mouvement humain
VHS: 45h (Cours: 1h30, TD: 1h30)
Crédits:4
Coefficient:2

Objectifs de l'enseignement:

Prendre connaissance de l'anatomie humaine et l'architecture de la cellule perméabilité membranaires et événements associés. L'étude des muscles et les fonctions de locomotion.

Connaissances préalables recommandées:

Pratiquement les modules du socle commun en sciences et technologies sont bien adaptés pour la continuité dans la licence Biomécanique.

Contenu de la matière:

- | | |
|---|---------------------|
| 1. Anthropométrie | (3 Semaines) |
| Centre de masse segmentaire, | |
| Masse et longueur segmentaire, | |
| Centre de masse corporel | |
| 2. Force, Moment de force | (2 Semaines) |
| Les leviers du corps humain | |
| Composantes des leviers | |
| Types de leviers | |
| Avantages et inconvénients | |
| 3. Principe fondamental de la statique | (2 Semaines) |
| 4. Principe fondamental de la Cinématique | (2 Semaines) |
| 5. Principe fondamental de la dynamique | (3 Semaines) |
| 6. Dynamique inverse | (3 Semaines) |
| Moment musculaire résultant | |
| Force articulaire de compression | |
| Force articulaire de cisaillement | |

Mode d'évaluation:

Contrôle continu : 40% ; Examen : 60%.

Références bibliographiques:

- 1-ALLARD P.et BIANCHI J.P (2000) ,2 édition, L'Analyse du mouvement humain par la biomécanique, Décarie, Vigot, 400 p.
- 2-ALLARD P. et BLANCHI J.P. (1999), la Biomécanique.
- 3-ALLARD P.et al. (1997), T hree Dimensional Analysis of Human Locomotion, John Wiley and sons, 414 p.
- 4-ALLARD P.STOKES I.A.F and BLANCHI.P. (1994), Three-dimensional Analysis of Human Movement, Human Kinetics, 374 p.

Semestre: 2
Unité d'enseignement: UEF 2.1.3
Matière: Rhéologie des biofluides
VHS: 67h30 (Cours: 3h00, TD: 1h30)
Crédits: 4
Coefficient: 2

Objectifs de l'enseignement:

Connaissances préalables recommandées:

Contenu de la matière:

Chapitre 1 Application des fluides Non Newtonien	(2 Semaines)
Chapitre 2 Aspect biologique	(3 Semaines)
Sang et globules rouges	
Dynamique microscopique et rhéologie	
Diffusion des globules rouges en canal du sang	
Chapitre 3 Comportement Non Newtonien	(5 Semaines)
Nombre de DEBORAH	
Classification des fluides	
Les contraintes	
Les déformations	
Viscosité dynamique	
Influence de la température	
Rappel de la Loi de Newton	
Equations et hypothèses	
Chapitre 4 Fluide Non Newtonien	(5 Semaines)
Fluides complexes	
Elasticité-plasticité	
Ecoulements	
Rhéologie	
Hystérésis	
Rhéométrie	
Viscoélasticité	
Rhéométrie dynamique	
Modèles phénoménologiques	

Mode d'évaluation:

Contrôle continu : 40% ; Examen : 60%.

Bibliographie

- H.A. Barnes, J.F. Hutton & K. Walters, An introduction to Rheology, Elsevier, 1989.
D.V. Boger & K. Walters, Rheological phenomena in focus, Elsevier, 1993.
R.P. Chhabra & J.F. Richardson, Non-newtonian flow and applied rheology, Elsevier, IChemE
2nd Edition, 2008.
G. Couarraze et J.L. Grossiord, Initiation à la rhéologie, Tex & Doc Lavoisier, 2000.

- P. Coussot et J.L. Grossiord, Comprendre la rhéologie, EDP Sciences, 2001.
- M. Fermigier, Hydrodynamique physique; Problèmes résolus avec rappels de cours, Dunod, 1999.
- E. Guyon, J.P. Hulin et L. Petit, Hydrodynamique physique, EDP Sciences, 1991.
- E. Guyon, J.P. Hulin et L. Petit, Ce que disent les fluides, Belin, 2005.
- R.G. Larson, The structure and rheology of complex fluids, Oxford University Press, 1999.
- P. Oswald, Rhéophysique, Belin, 2005.
- D. Pnueli, C. Gutfinger, Fluid Mechanics, Cambridge University Press, 1992.
- M. Van Dyke, An album of fluid motion, Parabolic Press, 1997.

Semestre:2
Unité d'enseignement: UEF 2.1.4
Matière: Modélisation dynamique
VHS: 45h (Cours: 1h30, TD: 1h30)
Crédits:6
Coefficient:3

Objectifs de l'enseignement:

Le modèle dynamique est un système d'équations qui permet d'établir les relations entre le vecteur des forces généralisées (forces et/ou couples) appliquées au niveau des articulations et les paramètres cinématiques (coordonnées, vitesses et accélérations généralisées) d'une main et d'une structure osseuse.

Connaissances préalables recommandées:

Contenu de la matière:

CHAPITRE I: Modélisation géométrique (5 Semaines)

- Modèle géométrique direct
 - Méthode de Denavit-Hartenberg
 - Autre forme de définition des paramètres de D&H
 - Convention de Khalil-Kleinfinger
 - Convention de Paul
- Modèle géométrique inverse
 - Méthode de Paul
 - Méthode de Pieper

CHAPITRE II : Modélisation cinématique (4 Semaines)

- Modèle cinématique direct
- Modèle cinématique inverse
 - La pseudo-inverse de la matrice Jacobéenne (algorithme de Greville)
 - Algorithme de Greville
 - Modèle cinématique direct du second ordre

CHAPITRE III : Modélisation dynamique (4 Semaines)

- Formalisme de Newton-Euler
 - Présentation théorique du formalisme
 - Cinématique d'un point quelconque d'un organe
 - Les efforts d'inertie du corps c_j
 - Expressions mises en œuvre en calcul automatique
- Formalisme de Lagrange

CHAPITRE IV : Génération de mouvements (2 Semaines)

- ✓ Génération de mouvement dans l'espace articulaire
- ✓ Génération de mouvement dans l'espace opérationnel

- ✓ Génération de mouvement entre deux points de l'espace articulaire
- ✓ Génération de mouvement avec points intermédiaires

Mode d'évaluation:

Contrôle continu : 40% ; Examen : 60%.

Références bibliographiques:

- 1- **Etienne Dombre** Analyse Et Modélisation Des Robots Manipulateurs Octobre 2001
- 2- **Alain LIÉGEOIS** Modélisation et commande des robots manipulateurs 2015
- 3- **Étienne Dombre, Wisama Khalil** Modélisation, identification et commande des robots 1999

Semestre: 2
Unité d'enseignement: UEM 2.1.1
Matière: TP de la Rhéologie des Biofluides
VHS:15h00 (TP 1h00)
Crédits:2
Coefficient:1

Objectifs de l'enseignement :

Maîtriser le logiciel de simulation numérique Fluent qui utilise la méthode des volumes finis pour simuler les écoulements sanguins (fluide non Newtonien) dans différentes configurations géométriques similaires au comportement d'un sujet sain.

Connaissances préalables recommandées :

Notions de base de la méthode des volumes finis, la biomécanique des fluides et Biofluide.

Contenu de la matière :

TP N°1 : (3 Semaines)

Simulation de l'écoulement sanguin (fluide Newtonien)

- **Connaissances de base de Gambit et Fluent**
- **Application aux vaisseaux**
- **Application dans la branche pulmonaire**

TP N°2 : (3 Semaines)

Simulation de l'écoulement sanguin (fluide non Newtonien) dans l'Aorte

TP N°3 : (3 Semaines)

Simulation de l'écoulement sanguin (fluide non Newtonien) dans une bifurcation

TP N°4 : (3 Semaines)

**Simulation de l'écoulement sanguin (fluide non Newtonien)
dans le système nerveux**

TP N°5 : (3 Semaines)

**Simulation de l'écoulement sanguin (fluide non Newtonien) dans les tissus
(Échelle nanométrique)**

Mode d'évaluation :

Contrôle Continu : 100 %.

Semestre:2
Unité d'enseignement: UEM 2.1.2
Matière: Capteurs et instrumentation médicale
VHS:22h30 (TP 1h30)
Crédits:2
Coefficient:1

Objectifs de l'enseignement:

Ce module a pour but de présenter aux étudiants les différentes étapes qui mènent à la définition d'une instrumentation dédiée au suivi de signaux physiologiques.

Ces Travaux Pratiques visent à permettre aux étudiants de valider certaines compétences en termes de savoir-faire

Labview est un logiciel de développement d'applications basé sur un langage de programmation graphique appelé langage G.

Un logiciel dédié à la programmation instrumentale :

Les domaines d'application traditionnels de Labview sont la commande et la mesure à partir d'un PC:

⇒Acquisition de données

⇒ contrôle-commande d'instruments de mesures

⇒De dispositifs expérimentaux, de bancs de test.

Cette vocation est consacrée par des bibliothèques de fonctions spécialisées (GPIB, USB, cartes d'acquisition, traitement de données...), mais aussi par les particularités du langage G (parallélisme inhérent à l'exécution par flux de données) et de l'environnement de développement.

Connaissances préalables recommandées:

Pratiquement les modules du socle commun en sciences et technologies sont bien adaptés pour la continuité dans la licence Biomécanique.

Contenu de la matière:

TP 01: Généralités sur les capteurs

(2 Semaines)

I : - Introduction : - Rappel : capteur

II : Capteurs du domaine médical -Introduction - Electrodes - Brassard - Capteur SPO2 -sonde échographique - ...

III : Capteurs dans les instruments biomédicaux - Introduction - Capteur LM35 - capteur photorésistance - capteur pression direct -capteur proximité -capteur ultrason -capteur de vitesse -capteur d'humidité

TP 02: Présentation du logiciel Labview

(3 Semaines)

La face avant

Le diagramme

Le flux de données

Les palettes

D'outils

De commandes

De fonctions

De navigation des palettes

Les barres d'outils
De la face avant
Du diagramme

TP03: Etude des signaux sinusoïdaux, rectangulaires et triangulaires (logiciel Labview)
(4 Semaines)

ANALYSE SPECTRALE

Signal sinusoïdal
Signaux rectangulaire et triangulaire
Repliement de spectre

Traitement du signal

Générateur de Signaux
Oscilloscope numérique
Analyseur de spectre et corrélateur

TP04 :Capteur de température analogique (logiciel Labview) (2 Semaines)

TP05: Capteur de pression (Logiciel Labview) (2 Semaines)

TP06: Capteur de flexion. (Logiciel Labview) (2 Semaines)

Mode d'évaluation:

Contrôle continu : 100%

Références bibliographiques:

- La mesure et l'instrumentation. G. Prieur. 2000
- Méthode et technique de mesure. M. Boukezzata. 2003
- LAbview graphical programming: Practical applications and contrôle. M. Pansu. 1997
- Mesures électriques. J. Baurand. 2005
- Les capteurs. Georges Asches. 2003.
- Instrumentation for engineering measurements. Cerr, Michel. 2001.
- Application industrielle des capteurs en médecine. Andr& Migeon. 2009.
- Mesures physiques et instrumentation (Analyse statistique et spectrale de mesure) 2010.
- Capteurs : principe et utilisation. F. Baudoin. 2008.
- Mesure physique et instrumentation. D. Barchuesi. 2010.

Semestre: 2
Unité d'enseignement: UEM 2.1.3
Matière: Logiciels en Biomécanique VHS:45h00 (TP 3h00)
Crédits: 3
Coefficient: 2

Objectifs de l'enseignement:

Ce module met en revue les plus importants logiciels d'analyse, à savoir SOLIDWORKS SIMULATION, ABAQUS et ANSYS, LS DYNA, MSC NASTRAN, MSC PATRAN.
Ce module comprend les études suivantes : Etude statique, thermique, flambage, fatigue.

Connaissances préalables recommandées:

Contenu de la matière:

TP01 : présentation du logiciel SolidWorks simulation
Applications des études : statique, thermique, flambage, fatigue. **(5 Semaines)**

TP02 : présentation du logiciel ABAQUS
Applications des études : statique, thermique, flambage, fatigue. **(5 Semaines)**

TP03 : présentation du logiciel ANSYS
Applications des études : statique, thermique, flambage, fatigue. **(5 Semaines)**

Mode d'évaluation:

Contrôle continu : 100%

Références bibliographiques:

- 1- [Help Solidworks](#)
- 2- [Help Abaqus](#)
- 3- [Help Ansys](#)

Semestre:2
Unité d'enseignement: UEM 2.1.4
Matière: Imagerie Médicale
VHS: 45h (TP 1h30)
Crédits:2
Coefficient:1

Objectifs de l'enseignement:

Connaissances préalables recommandées:

Contenu de la matière:

**TP01 : Lexique spécifique à l'imagerie médicale (toolbox image processing)
 (3 Semaines)**

**TP02 : Lecture d'image : Les formats d'images, forme matricielle, affichage,
 Caractéristique d'image : Dimension, type
 (3 Semaines)**

TP03 : Conversion d'image : mode couleur : RGB, HSV, BW, gray.

Les transformées

(3Semaines)

**TP04: Filtrage d'image (Remove Noise, Using Median Filtering, special)
 (2 Semaines)**

TP05 : Seuillage

(2 Semaines)

TP06 : Détection de contours.

(2 Semaines)

Mode d'évaluation:

Contrôle continu : 100%

Références bibliographiques:

- 1- Jean-Philippe Dillenseger, Elisabeth Moerschel, Claudine Zorn** Guide des technologies de l'imagerie médicale et de la radiothérapie Editeur: Elsevier Masson2016
- 2- Denis Régent, Albert Lisbona, François Masson, Alain NOEL** Scanner et rayons X Editeur: Elsevier Masson 2013
- 3- Olivier Hélénon, Joël Chabriaux, Bernard Gibaud, Denis Mariano-Goulart** Traitement de l'image Editeur: Elsevier Masson 2013
- 4- O. Hélénon** Traitement de l'image de la numérisation à l'archivage et la communication collection Imagerie médicale Formation Elsevier Masson 2013

Semestre:2
Unité d'enseignement: UED 2.1.1
Matière: Expertise et démarche ergonomique
VHS:22h30 (Cours 1h30)
Crédits:1
Coefficient:1

Objectifs de l'enseignement:

Connaissances préalables recommandées:

Connaissances préalables recommandées Contenu de la matière:

Contenu de la matière:

Chapitre I : Anatomie du corps humain (3 Semaines)

- Structure du corps humains par région
- Région de la tête et le cou
- Région dorsale
- Le thorax
- Abdomen
- Le bassin
- Les membres supérieurs
- Les membres inférieurs
- Les muscles squelettiques

Chapitre II : La biomécanique de la base d'une analyse ergonomique (4 Semaines)

La position anatomique de référence

- Les plans
- Les axes
- Mouvements articulaires

Chapitre III : Les facteurs de risques Troubles Musculo-Squelettiques associés au travail (4 Semaines)

- Données statistiques des TMS
- Principales maladies professionnelles des TMS
- Réglementation
- Les facteurs de risque dans le milieu de travail
- La prévention des TMS
- Outils d'analyse des risques
- Un outil de dépistage : la check-list de l'OSHA
- Un outil d'évaluation des facteurs de risques biomécaniques : OREGÉ

Chapitre IV : Analyse biomécanique d'un poste de travail (4 Semaines)

- Les troubles musculo-squelettiques
- Spécificités du secteur
- Choix de l'étude

Mode d'évaluation:

Contrôle continu : 100%

Semestre:2
Unité d'enseignement: UED 2.1.2
Matière: Biomécanique de l'os : « traitement des fractures »
VHS:22h30 (Cours 1h30)
Crédits:1
Coefficient:1

Objectifs de l'enseignement:

Connaissances préalables recommandées:

Contenu de la matière:

Chapitre I: Principe général d'ostéosynthèse (3 Semaines)

- 1 Principe de fonctionnement des plaques verrouillées
- 2 Système de verrouillage angulé EasyLock.

Chapitre II : Les principes classiques de l'ostéosynthèse par plaque (2 Semaines)

Choix du matériel

Chapitre III : Caractéristiques biomécaniques des plaques LCP (3 Semaines)

- 1 Répartition des forces
- 2 Longueur de la plaque
- 3 Nombre, position et choix de vis
- 4 Position des vis

Chapitre IV : Fixateur interne (4 Semaines)

- 1 Fixation d'une plaque standard
- 2 Fixation d'une plaque à vis verrouillée
- 3 Types de montage

Chapitre V : La compression inter-fragmentaire (3 Semaines)

- 1- La compression inter-fragmentaire peut être réalisée sous deux modes
- 2- Compression statique
- 3- La compression inter-fragmentaire dynamique

Mode d'évaluation:

Examen : 100%.

Références bibliographiques:

- 1- I.-M. Cognet, M. Altman Matériel d'ostéosynthèse : vis et plaques 2008
- 2- P.Antonietti - Institut du rachis - Clinique Jouvenet matériel d'ostéosynthèse rachidienne et radiculalgies lombaires postopératoires 2001
- 3- THOREUX P., BENAZET J.P., SAILLANT G., ROY-CAMILLE R. Les complications neurologiques de la chirurgie du rachis. L'expérience de la Pitié - Intérêt des PES. A propos de 2855 cas. Dans : G. SAILLANT, C. LAVILLE. : " Echecs et complications de la

chirurgie du rachis". Livre des 1eres journées Roy-Camille. pp 83-93, Sauramps, Montpellier, 1996.

- 4- MICHEL C.R., MICHEL F., GRAND C. :Les complications neurologiques de la chirurgie des déformations vertébrales. Dans : G. SAILLANT, C. LAVILLE. : " Echecs et complications de la chirurgie du rachis". Livre des 1eres journées Roy-Camille. pp 105-112, Sauramps, Montpellier, 2006.

Semestre:2
Unité d'enseignement: UET 2.1.
Matière: Méthodologie de Recherche
VHS:22h30 (Cours 1h30)
Crédits:1
Coefficient:1

Objectifs de l'enseignement:

Faire connaître aux étudiants les méthodes simplifiées des recherches bibliographiques

Connaissances préalables recommandées:

Internet, recherche à travers des articles et des notices

Contenu de la matière:

1. INTERVENTION DANS LE CADRE DE METHODOLOGIE GENERALE (3 Semaines)
2. TECHNIQUES DE LECTURE D'ARTICLES ET RECHERCHES BIOLOGRAPHIQUES (5 Semaines)
3. INSERTION DE L'ETUDIANT DANS LE MONDE PROFESSIONNEL (3 Semaines)
4. CONFERENCES, SEMINAIRES D'APPROFONDISSEMENT DES CONNAISSANCES (4 Semaines)
EN RECHERCHES

Mode d'évaluation:

Examen : 100%.

Semestre: 2
Unité d'enseignement UET 2.1
Matière: Anglais Technique
VHS:22h30 (Cours 1h30)
Crédits: 1
Coefficient: 1

Objectifs de l'enseignement:

Le programme de ce cours permet d'acquérir l'aspect technique et scientifique relatif aux concepts de la biomécanique.

Connaissances préalables recommandées:

Connaissances préalables recommandées Pratiquement les modules du socle commun en sciences et technologies sont bien adaptés pour la continuité dans la licence Biomécanique.

Contenu de la matière:

- **LES TERMES DE BASES DES SCIENCES DU MOUVEMENT**
- **VOCABULAIRE COURANT EMPLOYÉ DANS LES REVUES PROFESSIONNELLES EN LANGUE ANGLAISE**
- **LES PUBLICATIONS SCIENTIFIQUES (Physiologie- Biomécanique.....)**
- **GESTION D'UNE ACTIVITÉ PHYSIQUE (Séance de Sport)**
- **GESTION D'UNE RÉDACTION EN UTILISANT LES TERMES BIOMÉCANIQUES**

Mode d'évaluation:

Examen : 100%.

Semestre:3
Unité d'enseignement: UEF 3.1.1
Matière: éléments prothétiques
VHS:45h00 (Cours: 3h00, TD: 1h30)
Crédits:3
Coefficient:6

Objectifs de l'enseignement:

L'unité de cet enseignement est destinée à fournir aux étudiants des connaissances des éléments prothétiques, susceptibles de s'articuler physiologiquement de façon prolongée. La désignation des surfaces sous l'appellation « des billes » du côté fémoral et de « cupule » du côté pelvien ou cotyloïdien. L'intégration dans ce module l'étude de la conformité dimensionnelle, le rééquilibrage des muscles et les parties périarticulaires, la géométrie des surfaces articulaires à toutes les situations rencontrées. L'étude de la longévité, la durabilité du couple articulaire et les bases du processus des prothèses.

Connaissances préalables recommandées:

Connaissances préalables recommandées Pratiquement les modules du socle commun en sciences et technologies sont bien adaptés pour la continuité dans la licence Biomécanique.

Contenu de la matière:

Chapitre I : L'utilisation des prothèses **(4 Semaines)**

- I.1. Les prothèses orthopédiques
 - I.1.1. les prothèses de hanche
 - I.1.2. les prothèses de genou
 - I.1.3. les prothèses de l'épaule
- I.1.2. les prothèses cimentées
- I.1.3. les prothèses non cimentées
- I.1.4. les prothèses sportives

Chapitre II : La biomécanique des orthèses **(4 Semaines)**

Chapitre III : Les prothèses dentaires

- III.1. Cycle de vie d'une prothèse
- III.2. Fonctionnement et dégradation
- III.3. Design d'une prothèse de resurfaçage
- III.4. Les implants dentaires

Chapitre IV : Les endoprothèses **(3 Semaines)**

- IV.1. Les prothèses cardiovasculaires
- IV.2. Les endovasculaires
- IV.3. Les endoprothèses métalliques

Chapitre V : Technologies des implants ostéo-intégrés **(2 Semaines)**

Chapitre VI : Moyens d'ostéosynthèse**(2 Semaines)**

- V.1. Vis et plaques
- V.2. Les fixateurs internes
- V.3. Les fixateurs externes

Mode d'évaluation:

Examen : 100%.

Références bibliographiques:

Shabalovskaya S.A, surface corrosion and biocompatily aspects of nibiol as an implant material. Bio-Med. Mater.Eng 2002.12, 69-109

Mont Malssa K, Total hip replacement: mortality and risks], Lancet, 2013; 382:1074-1076

F. Dubrana, D. Le Nen, F.-X. Gunepin, Ch. Lefèvre : Manuel des voies d'abord en chirurgie orthopédique et traumatologique.

Gérard Gacon et Jacques Hummer : les prothèses tricompartmentaires du genou de première intention, Techniques opératoires - Problème et solutions

A. Dambreville, F. Dubrana, P. Kehir, R. Petit, A.Ray : Les prothèses de hanche sans ciment de première intention Techniques opératoires - Problèmes et solutions-2008

Baumann, Cédric : Satisfaction des soins et qualité de vie après une arthroplastie totale de la hanche ou du genou pour arthrose) 2006.

Semestre: 3
Unité d'enseignement: UEF 3.1.2
Matière: Thermique en biomécanique
VHS: 45h (Cours: 1h30, TD: 1h30)
Crédits: 4
Coefficient: 2

Objectifs de l'enseignement:

Connaissances préalables recommandées:

Contenu de la matière:

- Conduction dans le corps humain (3 Semaines)
- Convection dans le corps humain (3 Semaines)
- Rayonnement dans le corps humain (3 Semaines)
- Effet de la chaleur sur la peau (2 Semaines)
- Diffusion de la chaleur dans la peau (2 Semaines)
- Rayonnement de la chaleur sur la tête, tronc, membres (2 Semaines)

Mode d'évaluation:

Contrôle continu : 40% ; Examen : 60%.

Références bibliographiques:

1. Schnell J. and Zaspel H.M. Cooling extensive burns : Sprayed coolants can improve initial cooling management : A thermography-based study. *Burns*, Volume 34, Issue 4, 505–508, 2008.
2. Boue F. et al. Thermal imaging of a vein of the forearm : Analysis and thermal modelling. *Infrared Physics & Technology*, Volume 51, Issue 1, Pages 13–20, 2007.
3. Pennes H. H. Analysis of tissue and arterial blood temperatures in resting human forearm. *Journal of Applied Physiology*, 1, 93–122, 1948.
4. Wulff W. The energy conservation equation for living tissue. *IEEE Transactions on Biomedical Engineering*, 36, 403–415, 1974.
5. Klinger H. Heat transfer in perfused biological tissue. i. general theory. *Bull. Math. Biol.*, 21, 494–497, 1974.
6. Chen M. and Holmes K. Microvascular contributions in tissue heat transfer. *Annals of the New York Academy of Sciences*, Vol. 335, 137–150, 1980.
7. Xu F. et al Biothermomechanics of skin tissue. *Journal of the Mechanics and Physics of Solids*, 56 (5), 1852–1884, 2008.
8. Shih T.C. et al. Analytical analysis of the pennes bioheat transfer equation with sinusoidal heat flux condition on skin surface. *Medical Engineering and Physics*, 29, 946–953, 2007.
9. Weinbaum S. and Jiji L. A new simplified bioheat equation for the effect of blood flow on local average tissue temperature. *ASME Trans. J. Biomech. Eng.*, 107, 131–141, 1985.
10. Gowrishankar D. et al Transport lattice models of heat transport in skin with spatially heterogeneous, temperature-dependent perfusion. *Biomédical Engineering On Line*, 3, 3 :42, 2004.

Semestre: 3
Unité d'enseignement: UEF 3.1.3
Matière: Polymères et composites
VHS: 45h (Cours: 1h30, TD: 1h30)
Crédits: 4
Coefficient: 2

Objectifs de l'enseignement:

Connaissances préalables recommandées:

Contenu de la matière:

- Introduction et rappels
- Rappels sur la mécanique des matériaux
- Notions de base en mécanique des milieux continus : contraintes, déformations.
- Comportements mécaniques élémentaires : élasticité, viscosité, plasticité.
- Comportements complexes : viscoélasticité, élasto-plasticité, viscoplasticité, élasto-viscoplasticité.

PARTIE I : Polymères

(3 Semaines)

I.1. Généralités Sur Les Polymères

I.1.1. Définition d'un polymère

I.1.2. Classification des différents polymères

I.1.2.1. Polymères linéaires amorphes

a). Homopolymères

b). Copolymères

I.1.2.2. Polymères ramifiés

Polymères à cycles dans la chaîne

I.1.2.3. Polymères tridimensionnels (réticulés)

I.1.3. les principaux types des polymères

I.1.3.1 polymérisation par addition

I.1.3.2 polymérisation par condensation (polycondensation)

(2 Semaines)

I.2. Mise En Forme Des Matières Plastiques

(2 Semaines)

I.2.1. Moulage par injection

I.2.2. Description d'une presse à injecter

I.2.3. Différentes parties de presse à injection

a. Unité d'injection

b. Unité de serrage

c. Outillage

d. Le moule

e. Canaux du moule

I.2.4. Le cycle de moulage par injection

PARTIE II : Composites

(3 Semaines)

Introduction

II.1. Qu'est ce qu'un matériau composite ?

II.2. Fibres et matrice

- II.2.1. Les fibres
 - II.2.1.1. Nature des principales fibres
 - II.2.1.2. Conditionnement des renforts à base de fibres
 - II.2.1.2. a. Unidimensionnel
 - II.2.1.2. b. Bidimensionnel
 - les tissus
 - Les mats
 - II.2.1.2. c. Tridimensionnel
 - II.2.1.3. Autres types de renforts
 - II.2.1.4. Principaux matériaux de renfort
 - II.2.1.5. Principales caractéristiques mécaniques des fibres de base
- II.2.2. Les matrice
 - Matrices résineuses
 - Matrices minérales
 - Matrices métalliques
- II.3. Intérêt des matériaux composites

II.4. Caractéristiques du mélange renfort- matrice **(3 Semaines)**

- II.4.1. La teneur en masse de renfort
- II.4.2. La teneur en volume de renfort
- II.4.3. La masse volumique du pli
- II.4.4. Les module de l'ingénieur
 - II.4.4.1. Le pli unidirectionnel
 - II.4.4.1.1. Module d'Young longitudinal
 - II.4.4.1.2. Module d'Young transversal
 - II.4.4.1.3. Coefficient de Poisson longitudinal
 - II.4.4.1.4. Module de cisaillement longitudinal
 - II.4.4.2. Le pli tissé
 - II.4.4.2.1. Module élastique du pli tissé
 - II.4.4.3. Les mats
 - II.4.4.4. Constantes élastiques d'un pli dans une direction quelconque

II.5. Les stratifiés (Optimisation) **(2 Semaines)**

- II.5.1. Stratifiés symétriques
- II.6. Procédés de fabrication

Mode d'évaluation:

Contrôle continu : 40% ; Examen : 60%.

Références bibliographiques:

1. Daniel Gay. Matériaux Composites. Hermes
2. J. Le maitre Mécanique des matériaux solides Dunod
3. F.Dominique. Comportement mécanique des matériaux. Hermes

Semestre: 3
Unité d'enseignement: UEF 3.1.4
Matière: Optimisation Biomécanique
VHS: 45h (Cours: 1h30, TD: 1h30)
Crédits: 4
Coefficient: 2

Objectifs de l'enseignement:

Connaissances préalables recommandées:

Contenu de la matière:

• Chapitre I: Rappels mathématiques (3 Semaines)

- Positivité
- Convexité
- Minimum
- Gradient et Hessien
- Conditions nécessaires pour un minimum
- Conditions suffisantes pour un minimum

• Chapitre II: Optimisation sans contraintes (3 Semaines)

- Méthodes locales
- Méthodes de recherche unidimensionnelle
- Méthodes du gradient
- Méthodes des directions conjuguées
- Méthode de Newton et méthode de Levenberg-Marquardt
- Méthodes quasi-Newton
- Méthodes sans calcul du gradient
- Résolution d'équations non linéaires

• Chapitre III: Optimisation sans contraintes (3 Semaines)

- Méthodes globales
- Méthodes de recherche aléatoire
- Algorithme du recuit simulé
- Algorithmes génétiques

• Chapitre IV: Optimisation avec contraintes linéaires (3 Semaines)

- Programmation linéaire
- Méthode du simplexe
- Méthodes du point intérieur

• Chapitre V: Optimisation avec contraintes non-linéaires (3 Semaines)

- Multiplicateurs de Lagrange
- Conditions de Karush-Kuhn-Tucker
- Méthode des pénalités
- Programmation quadratique séquentielle
- Autres Méthodes

Mode d'évaluation:

Contrôle continu : 40% ; Examen : 60%.

Références bibliographiques:

Bibliographie – ouvrages d'optimisation

- E. Aarts & J. Korst, Simulated annealing and Boltzmann machines : A stochastic approach to combinatorial optimization and neural computing. John Wiley & Sons, New-York, 1997.
- D. Bertsekas, Nonlinear programming. Athena Scientific, Belmont, MA, 1999.
- M. Bierlaire, Introduction à l'optimisation différentiable. Presses polytechniques et universitaires romandes, Lausanne, 2006.
- F. Bonnans, Optimisation continue : cours et problèmes corrigés. Dunod, Paris, 2006.
- F. Bonnans, J. C. Gilbert, C. Lemaréchal et C. Sagastizàbal, Optimisation numérique : aspects théoriques et pratiques. Springer, Berlin, 1997.
- P. G. Ciarlet, Introduction à l'analyse numérique matricielle et à l'optimisation. Masson, Paris, 1994.
- E. Chong et S. Zak, An introduction to optimisation. John Wiley & Sons, New-York, 1995.
- Y. Colette et P. Siarry, Optimisation multiobjectif. Eyrolles, Paris, 2002.
- J. C. Culioli, Introduction à l'optimisation. Ellipses, Paris, 1994.
- J. Dennis & R. Schnabel, Numerical methods for unconstrained optimization and nonlinear equations. Prentice Hall, Englewood Cliffs, NJ, 1983.
- R. Fletcher, Practical methods of optimization. John Wiley & Sons, New-York, 1987.
- P. Gill, W. Murray, & M. Wright, Practical optimization. Academic Press, New-York, 1987.
- Y. Nesterov & A. Nemirovskii, Interior-point polynomial algorithms. SIAM studies in applied mathematics, vol. 13, Philadelphia, PA, 1994.
- S. Rao, Engineering optimization: theory and practice. John Wiley & Sons, New-York, 1996.
 - T. Coleman, M. A. Branch, & A. Grace, Optimization toolbox for use with MATLAB: User's guide. The Mathworks Inc., Natick, 1999.
- A. Bjork, Numerical methods for least-squares problems. SIAM, Philadelphia, PA, 1996.
- G. Golub & C. Van Loan, Matrix computations. The John Hopkins University Press, Baltimore, MD, 1996.
- R. Horn & C. Johnson, Matrix analysis. Cambridge University Press, Cambridge, 1985.
- W. Press et al., Numerical recipes in C, the art of scientific computing. Cambridge University Press, Cambridge, 1986.
- G. Strang, Linear algebra and its applications. Harcourt Brace Jovanovich, Orlando, FL, 1988.

Semestre:3
Unité d'enseignement: UEM 3.1.1
Matière: C.A.O des éléments prothétiques
VHS:45h20 (TP 3h00)
Crédits:4
Coefficient:2

Objectifs de l'enseignement:

Représentation CAO des éléments prothétiques à partir des standards existants.
 Mode Esquisse, mode fonction :(balayage), mode évaluation, mode animation

Connaissances préalables recommandées:

Contenu de la matière:

TP N°01 (3 Semaines)

Rappel sur les principales fonctions de SolidWorks :
 Mode Esquisse, mode fonction :(balayage), mode évaluation, mode animation

TPN°02 (3 Semaines)

Modèle 3D de prothèse de hanche
 Evaluation du modèle
 Animation du modelé

TPN°03 (3 Semaines)

Modèle 3d de prothèse de genou
 Evaluation du modèle
 Animation du modelé

TPN°04 (3 Semaines)

Modèle 3d de prothèse discale
 Evaluation du modèle
 Animation du modelé

TPN°05 (3 Semaines)

Implant dentaire
 Evaluation du modèle

Mode d'évaluation:

Contrôle continu : 100%

Références bibliographiques:

Help Solidworks

Semestre : 3
Unité d'enseignement : UEM 3.1.2
Matière : Simulation numérique en biomécanique
VHS : 45h00 (TP 3h00)
Crédits : 4
Coefficient : 2

Objectifs de l'enseignement:

Ce TP a pour objectif d'initier l'étudiant dans le domaine de la simulation numérique par des applications biomécaniques.

Le module Application des logiciels s'intègre pour la compréhension physique des phénomènes tels que : comportement statique, cinématique, dynamique, frottement, et fluïdique, injection de plastique, matériaux composite., sous le logiciel SOLIDWORKS.

Par : Choix du matériau, modélisation, conditions de chargement et de fixation, maillage, résultats.

Connaissances préalables recommandées :

Contenu de la matière :

TP 01 :

Simulation statique : modèle solide sur deux appuis, et modèle encastrement. **(3Semaines)**

TP 02 : simulation dynamique : cas fréquentiel **(2 Semaines)**

TP03 : simulation cinématique : étude de mouvement **(2 Semaines)**

TP04 : Simulation d'assemblage avec frottement **(2 Semaines)**

TP05 : Simulation fluïdique (flow simulation) **(2 Semaines)**

TP06 : Simulation d'injection de plastique **(2 Semaines)**

TP07 : Simulation statique pour un matériau composite. **(2 Semaines)**

Mode d'évaluation :

Contrôle continu : 100%

Semestre:3
Unité d'enseignement: UEM 3.1.3
Matière: Statistiques en biomécanique
VHS:37h30 (Cours 1h30 et TP 1h00)
Crédits:1
Coefficient:1

Objectifs de l'enseignement:

Ce module permet aux étudiants de voir les notions essentielles de la statistique, à savoir : les séries statistiques à une et à deux variables.

Connaissances préalables recommandées:

Les bases de la programmation acquises en Math 1 et Math 2

Contenu de la matière:

Chapitre 1: Définitions de base (3 semaines)

A.1.1 Notions de population, d'échantillon, variables, modalités

A.1.2 Différents types de variables statistiques : qualitatives, quantitatives, discrètes, continues.

Chapitre 2: Séries statistiques à une variable (6 semaines)

A.2.1 Effectif, Fréquence, Pourcentage.

A.2.2 Effectif cumulé, Fréquence cumulée.

A.2.3 Représentations graphiques : diagramme à bande, diagramme circulaire, diagramme en bâton. Polygone des effectifs (et des fréquences). Histogramme. Courbes cumulatives.

A.2.4 Caractéristiques de position

A.2.5 Caractéristiques de dispersion : étendue, variance et écart-type, coefficient de variation.

A.2.6 Caractéristiques de forme.

Chapitre 3: Séries statistiques à deux variables (6 semaines)

A.3.1 Tableaux de données (tableau de contingence). Nuage de points.

A.3.2 Distributions marginales et conditionnelles. Covariance.

A.3.3 Coefficient de corrélation linéaire. Droite de régression et droite de Mayer.

A.3.4 Courbes de régression, couloir de régression et rapport de corrélation.

A.3.5 Ajustement fonctionnel.

Mode d'évaluation : Contrôle continu : 100 %

Références bibliographiques:

(Selon la disponibilité de la documentation au niveau de l'établissement, Sites internet...etc.)

Semestre:3
Unité d'enseignement: UED 3.1.1
Matière: Conception de Projets
VHS:22h30 (Cours 1h30)
Crédits:1
Coefficient:1

Objectifs de l'enseignement:

Le but de ce module est de gérer un problème en biomécanique tel que la dynamique du mouvement, le dimensionnement des éléments prothétiques, la CAO, la rupture, le modèle optimale, le modèle performant, la caractérisation des biomatériaux et la réglementation.

Connaissances préalables recommandées:

Contenu de la matière:

- **PROBLEMATIQUE** (2 Semaines)
- **METHODOLOGIE** (6 Semaines)
 - Biocompatibilité
 - Biofonctionnalité
 - Biosécurité
 - Modèle optimale
 - Matériaux performant
- **MATERIELS** (4 Semaines)
 - Importance de la conception optimale
 - Lois, règlement et les normes.
- **INTERPRETATION** (1 Semaines)
- **CONCLUSION** (1 Semaines)
- **REFERENCES** (1 Semaines)

Mode d'évaluation:

Evaluation du module sous forme de Poster.

Semestre:3
Unité d'enseignement: UED 3.1.2
Matière: Tribologie
VHS:22h30 (Cours 1h30)
Crédits:1
Coefficient:1

Objectifs de l'enseignement : Cette unité a pour but d'étudier la mécanique de contact, aux frottements, autrement dit aux surfaces qui entrent en contact lors d'un mouvement relatif, la tribologie englobe l'étude de l'usure et la lubrification. Discipline psycho-physiologique qui s'intéresse à la perception qu'ont les êtres vivants des frottements et des vibrations liées. Connaissances préalables recommandées Pratiquement les modules du socle commun en sciences et technologies ainsi que les modules du master 1 Biomécanique.

Contenu de la matière:

<u>Chapitre 1</u> : Notions de Tribologie	(3 Semaines)
1-1.Introduction	
1-2.Domaine d'application	
1-3.Impact économique	
1-4.Paramètres	
1-5.Résolution d'un problème Tribologique	
<u>Chapitre 2</u> : Mécanique de Contact	(3 Semaines)
2-1 Introduction	
2-2 Les différents types de contact	
2-3 Contact Hertzien	
<u>Chapitre 3</u> : Frottement et Intégrités de Surface	(3 Semaines)
3-1 Introduction	
3-2 Causes et effets du frottement	
3-3 Facteurs de frottement	
3-4 Rugosité d'une surface	
3-5 Types de frottements	
<u>Chapitre 4</u> : Usure : Mécanismes et lois d'usure	(3 Semaines)
4-1 .Introduction	
4-2 .Usure par Abrasion	
4-3 .Usure par Adhésion	
4-4. Usure par Corrosion, Usure chimique	
4-5. Surcontraintes	
4-6 . Fatigue	
4-7 . L'usure et monde vivant	
<u>Chapitre 5</u> : Lubrification	(3 Semaines)

Mode d'évaluation:

(40 % Continu + 60% Examen)

Références bibliographiques:

- 1-D. Tabor. Les mécanismes de l'usure
- 2-S. Bensaada , M.T. Bouziane. Tribologie, principes et matériaux.
- 3-S. Mezlini. Tribologie, ENIM – France
- 4-A. Dubois. Caractérisation du frottement, CNRS – Université de Valenciennes
- 5-J. Frêne. La Tribologie de l'antiquité à nos jours
- 6-J. Verdu, Vieillessement physique, ENSAM-Paris
- 7-R. Harzallah. Tribologie et Usure. Université de Toulouse.

Semestre:3
Unité d'enseignement: UET 3.1.1
Matière: Méthodologie de rédaction de mémoire
VHS:22h30 (Cours 1h30)
Crédits:1
Coefficient:1

Objectifs de l'enseignement:

Connaissances préalables recommandées:

Contenu de la matière:

(15 semaines)

1. Introduction ou résumé
2. Ressources pour rédiger la partie théorique
3. Définition de la problématique
4. Les questions de recherches et les hypothèses
5. Directives avant la méthode d'exécution
6. Présentation du matériel et de la méthode
7. Les résultats
8. L'interprétation des résultats
9. Méthode d'utilisation des figures et des tableaux
10. Les discussions
11. Les conclusions
12. Les références bibliographiques et les annexes

Mode d'évaluation:

Examen : 100%.