



الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية  
République Algérienne Démocratique et  
Populaire  
وزارة التعليم العالي والبحث العلمي  
Ministère de l'Enseignement Supérieur  
et de la Recherche Scientifique

Université de Boumerdes



## **MASTER ACADEMIQUE** **HARMONISE**

**Programme National**

**Mise à jour 2025**

Etablissement	Faculté / Institut	Département
<i>Université de Boumerdes</i>	<i>De Technologie</i>	<i>Ingénierie des Systèmes Électriques</i>

Domaine	Filière	Spécialité
<i>Sciences et Technologies</i>	<i>Génie Biomédical</i>	<i>Instrumentation Biomédicale</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  
اللجنة البيداغوجية الوطنية لميدان العلوم و التكنولوجيا  
Comité Pédagogique National du domaine Sciences et Technologies



# مواعمة ماسر أكاديمي

## رأرررر 2025

الررررر	الررر	الرررر
---------	-------	--------

اجهزة بيوطبية	هندسة بيوطبية	علوم و تكنولوجيا
---------------	---------------	------------------

## I – Fiche d'identité du Master

## Conditions d'accès

Filière	Master harmonisé	Licences ouvrant accès au master	Classement selon la compatibilité de la licence	Coefficient affecté à la licence
<b>Génie biomédical</b>	<b>Instrumentation biomédicale</b>	<b>Génie Biomédical</b>	<b>1</b>	<b>1.00</b>
		Electronique	<b>2</b>	<b>0.80</b>
		Rayonnement (Domaine SM)	<b>3</b>	<b>0.70</b>
		Télécommunications	<b>3</b>	<b>0.70</b>
		Automatique	<b>3</b>	<b>0.70</b>
		Autres licences du domaine ST	<b>5</b>	<b>0.60</b>

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

**Semestre 1**

Unités d'enseignement	Intitulé des Matières	Crédits	Coefficients	Volume horaire hebdomadaire			Volume Horaire Semestriel (15 semaines)	Travail Complémentaire en Consultation (15 semaines)	Mode d'évaluation	
				Cours	TD	TP			Contrôle Continu	Examen
<b>UE Fondamentale</b> Code : UEF 1.1.1 Crédits : 8 Coefficients : 4	Radiobiologie et radioprotection	4	2	1h30	1h30		45h00	55h00	40%	60%
	Traitement avancé des signaux physiologiques	4	2	1h30	1h30		45h00	55h00	40%	60%
<b>UE Fondamentale</b> Code : UEF 1.1.2 Crédits : 10 Coefficients : 5	Fonctions principales de l'électronique	4	2	1h30	1h30		45h00	55h00	40%	60%
	Circuits de conditionnement	3	2	1h30	1h30		33h45	41h15	40%	100%
	Electronique de puissance	3	1	1h30			33h45	41h15	40%	60%
<b>UE Méthodologique</b> Code : UEM 1.1 Crédits : 11 Coefficients : 7	TP Fonctions de l'électronique	2	1			1h30	22h30	27h30	100%	
	TP Circuits de conditionnement/ TP Electronique de puissance	2	1			1h30	22h30	27h30	100%	
	TP Traitement avancé des signaux / TP Radiobiologie et radioprotection	2	1			1h30	22h30	27h30	100%	
	Technologies des biomatériaux pour prothèses	3	2	1h30		1h30	45h00	37h30	40%	60%
	Programmation avancée en Python	2	2	1h30		1h30	45h00	5h00	40%	60%
<b>UE Découverte</b> Code : UED 1.1 Crédits : 1 Coefficients : 1	Techniques de maintenance en instrumentation médicale	1	1	1h30			22h30	02h30		100%
<b>Total semestre 1</b>		<b>30</b>	<b>17</b>	<b>12h00</b>	<b>6h00</b>	<b>7h00</b>	<b>382h30</b>	<b>367h30</b>		

**Semestre 2**

Unités d'enseignement	Intitulé des Matières	Crédits	Coefficients	Volume horaire hebdomadaire			Volume Horaire Semestriel (15 semaines)	Travail Complémentaire en Consultation (15 semaines)	Mode d'évaluation	
				Cours	TD	TP			Contrôle Continu	Examen
UE Fondamentale Code : UEF 1.2.1 Crédits : 10 Coefficients : 5	Traitement de l'image médicale	6	3	3h00	1h30		67h30	82h30	40%	60%
	Dispositifs spéciaux pour l'imagerie médicale	4	2	1h30	1h30		45h00	55h00	40%	60%
UE Fondamentale Code : UEF 1.2.2 Crédits : 8 Coefficients : 4	Rayonnements non ionisants	4	2	1h30	1h30		45h00	55h00	40%	60%
	Systèmes à microcontrôleurs	4	2	1h30	1h30		45h00	55h00	40%	60%
UE Méthodologique Code : UEM 1.2 Crédits : 9 Coefficients : 5	TP Traitement de l'image médicale	2	1			1h30	22h30	27h30	100%	
	TP Dispositifs spéciaux /TP Rayonnements non ionisants	2	1			1h30	22h30	27h30	100%	
	TP Systèmes à microcontrôleurs	2	1			1h30	22h30	27h30	100%	
	Langage de programmation	3	2	1h30		1h30	45h00	30h00	40%	60%
UE Transversale Code : UET 1.2 Crédits : 3 Coefficients : 3	Eléments d'IA appliquée	2	2	1h30		1h30	45h00	5h00	40%	60%
	Respect des normes et des règles d'éthique et d'intégrité	1	1	1h30			22h30	02h30		100%
<b>Total semestre 2</b>		<b>30</b>	<b>17</b>	<b>12h00</b>	<b>6h00</b>	<b>7h30</b>	<b>382h30</b>	<b>367h30</b>		

**Semestre 3**

Unités d'enseignement	Intitulé des Matières	Crédits	Coefficients	Volume horaire hebdomadaire			Volume Horaire Semestriel (15 semaines)	Travail Complémentaire en Consultation (15 semaines)	Mode d'évaluation	
				Cours	TD	TP			Contrôle Continu	Examen
UE Fondamentale Code : UEF 1.3.1 Crédits : 8 Coefficients : 4	Instrumentation pour l'exploration fonctionnelle	4	2	1h30	1h30		45h00	55h00	40%	60%
	Instrumentation de l'imagerie médicale	4	2	1h30	1h30		45h00	55h00	40%	60%
UE Fondamentale Code : UEF 1.3.2 Crédits : 10 Coefficients : 5	Biocapteurs	4	2	1h30	1h30		45h00	55h00	40%	60%
	Systèmes embarqués biomédicaux	4	2	1h30	1h30		45h00	55h00	40%	60%
	Modélisation et simulation des systèmes biomédicaux	2	1	1h30			22h30	27h30		100%
UE Méthodologique Code : UEM 2.3 Crédits : 9 Coefficients : 5	TP Instrumentation / TP Biocapteurs	2	1			1h30	22h30	27h30	100%	
	TP Systèmes embarqués biomédicaux	2	1			1h30	22h30	27h30	100%	
	TP Simulation des systèmes biomédicaux	2	1			1h30	22h30	27h30	100%	
	Gestion de projets pour les systèmes de santé	3	2	1h30		1h30	45h00	30h00	40%	60%
UE Transversale Code : UET 2.3 Crédits : 3 Coefficients : 3	Reserve engineering	2	2	1h30	1h30 Atelier		45h00	5h00	40%	60%
	Recherche documentaire et conception de mémoire	1	1	1h30			22h30	02h30		100%
<b>Total semestre 3</b>		<b>30</b>	<b>17</b>	<b>12h00</b>	<b>6h00</b>	<b>7h30</b>	<b>382h30</b>	<b>367h30</b>		

## Orientations générales sur le choix des matières de découverte :

Les matières de découverte dans le Référentiel des Matières du Master "Instrumentation biomédicale" (Tableau ci-dessus) sont laissées au libre choix des établissements qui peuvent choisir indifféremment leurs matières parmi la liste présentée ci-dessous en fonction de leurs priorités.

### Matières avec programmes détaillés :

- Physique des SC pour composants biomédicaux
- Biomagnétisme et bio-électromagnétisme
- Bio-nanotechnologies
- Anatomie et physiologie pathologiques
- Techniques de maintenance en instrumentation médicale
- Applications des décharges électriques en biomédical
- Les matériaux intelligents
- Réseaux informatiques et télémédecine

### Autres matières laissées au libre choix des établissements (programmes ouverts après validation du CPND)

- Introduction aux nanotechnologies
- Logiciels dédiés à l'instrumentation médicale
- Biomécanique
- Electrophysiologie
- Gestion informatique des données biomédicales
- Droit et économie en santé
- Imagerie nucléaire
- Risques biologiques
- Réglementation des instruments médicaux
- Sécurité électrique en milieu médical

## Semestre 4

Stage en entreprise ou dans un laboratoire de recherche sanctionné par un mémoire et une soutenance.

	VHS	Coeff	Crédits
Travail Personnel	550	09	18
Stage en entreprise ou dans un laboratoire	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

### **III - Programme détaillé par matière du semestre S1**

**Semestre: 1**  
**Unité d'enseignement: UEF 1.1.1**  
**Matière 1: Radiobiologie et radioprotection**  
**VHS: 45h00 (Cours: 1h30, TD: 1h30)**  
**Crédits: 4**  
**Coefficient: 2**

### **Objectifs de l'enseignement:**

A son terme, l'étudiant ayant acquis ses crédits connaîtra les mécanismes physiques amenant à la création de particules ionisantes et leurs effets sur le corps humain. Les précautions à prendre en considération pour la manipulation de ces particules seront également assimilées.

### **Connaissances préalables recommandées:**

Les notions de physique nucléaire dispensées dans la matière « Biophysique » du premier semestre du L3 sont suffisantes pour une meilleure assimilation des cours de cette matière.

### **Contenu de la matière:**

**Chapitre 1 :** (3 semaines)  
 - Production des rayonnements ionisants

**Chapitre 2 :** (4 semaines)  
 - Interactions des particules chargées avec la matière : cas des particules légères et des particules lourdes  
 - Interactions des neutrons avec la matière  
 - Interaction des rayonnements électromagnétiques avec la matière (RX, R  $\gamma$ )

**Chapitre 3 :** (4 semaines)  
 - Effets biologiques des rayonnements ionisants, Effets moléculaires, cellulaires et tissulaires- Radiobiologie, Radiolyse, Dosimétrie et grandeurs dosimétriques- Détection des rayonnements ionisants  
 - Radioprotection et Travail sous rayonnement

**Chapitre 4 :** (4 semaines)  
 - Risque et Acceptabilité de l'utilisation des rayonnements ionisants  
 - Applications des rayonnements ionisants en médical.

### **Mode d'évaluation:**

Contrôle continu: 40% ; Examen: 60%.

### **Références bibliographiques:**

1. Maurice Tubiana, *Radiobiologie : Radiothérapie et radioprotection Bases fondamentales, (livre de groupe), Hermann, (2008).*
2. D. J. Gambini, R. Granier, *Radiobiologie et radioprotection appliquées, Lavoisier (Tec & Doc) (1985).*
3. M. Tubiana, J. Lallemand, *Radiobiologie et radioprotection, Presses Universitaires de France - PUF; Édition : Nouvelle (2002).*

**Semestre: 1**

**Unité d'enseignement: UEF 1.1.1**

**Matière 2: Traitement avancé des signaux physiologiques**

**VHS: 45h00 (Cours: 1h30, TD: 1h30)**

**Crédits: 4**

**Coefficient: 2**

### **Objectifs de l'enseignement:**

L'objectif principal de l'enseignement de cette matière est de comprendre et analyser un signal, notamment physiologique. L'étudiant est amené à traiter un signal en termes de filtrage et de calcul de ses différentes caractéristiques.

### **Connaissances préalables recommandées:**

Les notions de traitement du signal dispensées en licence sont suffisantes pour une meilleure assimilation des cours de cette matière.

### **Contenu de la matière:**

#### **Chapitre 1 : Analyse et synthèse des filtres numériques RIF et RII (3semaines)**

- Filtres RII (Méthodes de transformation des filtres analogiques en filtres numériques, Filtre de Butterworth, Filtre de Chebychev Type I et Type II, Filtre Elliptique)
- Filtres RIF (Conception par la Méthode de fenêtrage, Conception par la Méthode de l'échantillonnage fréquentielle)
- Application pour un signal physiologique

#### **Chapitre 2 : Filtres moyenneur et médian (3semaines)**

- Application pour un signal physiologique

#### **Chapitre 3 : Analyse et Filtrage par transformées de Fourier et par DCT (3semaines)**

- Application pour un signal physiologique

#### **Chapitre 4 : Notions de caractéristiques et de classification des signaux physiologiques**

- Extraction de caractéristiques
- Conception d'un classifieur
- Application pour un signal physiologique (3semaines)

#### **Chapitre 5 : Réponse des signaux aléatoires aux systèmes linéaires (3semaines)**

- Systèmes sans mémoire (Memoryless systems)
- Densité Spectrale de Puissance

### **Mode d'évaluation:**

Contrôle continu: 40% ; Examen: 60%.

### **Références bibliographiques:**

- SIARRY Patrick, *Optimisation en traitement du signal et de l'image*, Lavoisier 2007
- NAJIM Mohamed, *Synthèse de filtres numériques en traitement du signal et des images*, Lavoisier 2004
- TRUCHETET Frédéric, *Ondelettes pour le signal numérique*, Hermès 1998
- MORI Yvon, *Filtrage numérique en traitement du signal : exercices et travaux pratiques (Série électronique pour le traitement du signal)*, Lavoisier 2007

**Semestre: 1**  
**Unité d'enseignement: UEF 1.1.2**  
**Matière 3: Fonctions principales de l'électronique**  
**VHS: 45h00 (Cours: 1h30, TD: 1h30)**  
**Crédits: 4**  
**Coefficient: 2**

### **Objectifs de l'enseignement:**

Au terme de cette matière, l'étudiant sera familiarisé avec les différents montages et composants entrant dans les fonctions principales de l'électronique et notamment les générateurs de signaux. Il s'agit principalement des oscillateurs (générateurs de signaux sinusoïdaux) et les multivibrateurs (ondes carrées).

### **Connaissances préalables recommandées:**

Des connaissances d'électricité et d'électronique générales sont nécessaires pour suivre cette matière.

### **Contenu de la matière:**

#### **Chapitre 1**

**(2 semaines)**

- Rappels : Transformées de Laplace ; Les transistors en amplificateur (transistor MOS et bipolaire) : Polarisation, schéma équivalent en régime dynamique petit signal, paramètres hybrides, gain, impédance d'entrée.

#### **Chapitre 2**

**(8 semaines)**

- Généralités sur les oscillateurs : Systèmes bouclés, critères de stabilité, critère de Nyquist et Routh, Conditions d'oscillation : critère de Barkausen.  
 - Oscillateurs à résistance négative  
 - Les oscillateurs à réseaux RC : Oscillateurs à réseau déphaseur, oscillateur à pont de Wien ; - - -  
 Oscillateurs à réseaux LC sans mutuelle inductance (oscillateurs Colpitts, Hartley, Clapp, ...) ;  
 Oscillateur LC avec mutuelle inductance (montage série/parallèle, série/série)  
 - Oscillateurs à quartz (schéma électrique équivalent d'un quartz, comportement en fréquence d'un quartz, oscillateur à résonance série ou parallèle du quartz, ... )  
 - Oscillateur contrôlé en Tension (VCO).

#### **Chapitre 3**

**(5 semaines)**

- Systèmes de transmission par impulsions (généralités des impulsions, oscillateurs non sinusoïdaux (multivibrateurs, bistable, astable, monostable, ...))

### **Mode d'évaluation:**

Contrôle continu: 40% ; Examen: 60%.

### **Références bibliographiques:**

- HabibaHafdallahOuslimani, Achour Ouslimani, *Fonctions principales de l'électronique : Cours et exercices résolus*, Editions CASTEILLA, 2010, ISBN : 978.2.7135.2736.4.
- R. Damaye, *Les Oscillateurs, Générateurs et synthétiseurs de signaux (2<sup>ème</sup> édition revue et augmentée)*, Diffusion : Editions Techniques et Scientifiques Françaises, Paris Cedex 19.
- [www.electronique.aop.free.fr.htm](http://www.electronique.aop.free.fr.htm)
- S. Latreche : *Fonctions principales de l'électronique : Les oscillateurs*, cours disponible sur le site de l'Université Frères Mentouri de Constantine.
- <http://www.etudier.com/dissertations/Le-Pont-De-Wien/67881.html>

**Semestre: 1**  
**Unité d'enseignement: UEF 1.1.2**  
**Matière 4: Circuits de conditionnement**  
**VHS: 33h45 (Cours: 1h30, TD: 0h45)**  
**Crédits: 3**  
**Coefficient: 2**

### **Objectifs de l'enseignement:**

Se familiariser avec les circuits électriques de base pour le conditionnement d'un signal électrique, son analyse et le calcul d'erreur accompagnant la mesure et son interprétation. Au terme de cet enseignement, l'étudiant est censé avoir les compétences pour concevoir et analyser des circuits électroniques de base pour le conditionnement d'un signal ainsi que la manipulation des logiciels associés.

### **Connaissances préalables recommandées:**

Les notions dispensées en licence (matières « Capteurs de grandeurs physiques », « Asservissements et régulation » et « Chaîne d'acquisition numérique ») sont suffisantes pour l'assimilation des cours de cette matière.

### **Contenu de la matière:**

- Rappels sur les amplificateurs opérationnels
- Caractéristiques générales des conditionneurs (Principaux types de conditionneurs, Qualités d'un conditionneur)
- Montage potentiométrique (Mesure des résistances, Mesure des impédances complexes, Les inconvénients du montage potentiométrique)
- Les ponts (Mesure des résistances à l'aide d'un pont de Wheatstone, Mesures des impédances complexes)
- Les oscillateurs (Oscillateurs sinusoïdaux, Oscillateurs de relaxation)
- Adaptation de la source du signal (Adaptation d'impédance, Conditionneur source de courant, Conditionneur source de charge)
- Circuit de linéarisation
- Amplification du signal

### **Mode d'évaluation:**

Contrôle continu: 40% ; Examen: 60%.

### **Références bibliographiques:**

- *Barchesi Dominique, Mesure physique et Instrumentation, Ellipses (2003).*
- *Holman, J.P., Experimental Methods for Engineers, McGraw-Hill, (1994).*
- *Documents sur Labview : [http://www.ni.com/pdf/manuals/374029b\\_0114.pdf](http://www.ni.com/pdf/manuals/374029b_0114.pdf)*

**Semestre: 1**  
**Unité d'enseignement: UEF 1.1.2**  
**Matière 5: Electronique de puissance**  
**VHS: 33h45 (Cours: 1h30, TD: 0h45)**  
**Crédits: 3**  
**Coefficient: 1**

### **Objectifs de l'enseignement:**

Se familiariser avec les circuits électriques de puissance rencontrés dans la plupart des équipements biomédicaux lourds (IRM, scanners, radiologies, ...) et même légers (autoclaves, bistouris électriques,...). Au terme de cet enseignement, l'étudiant est censé avoir les compétences pour connaître l'application et le rôle d'un certains nombres de composants électroniques de puissance rentrant dans la constitution des étages de puissance des instruments électroniques.

### **Connaissances préalables recommandées:**

Les notions dispensées en licence sont suffisantes pour l'assimilation des cours de cette matière.

### **Contenu de la matière:**

- Interrupteurs utilisés en électronique de puissance et leurs commandes (diodes, transistors bipolaires, transistors MOS et IGBT, thyristors, triac, ...).
- Les convertisseurs de l'électronique de puissance (montages redresseurs à diodes, montages redresseurs à thyristors et montages mixtes),
- Les convertisseurs DC/DC (les hacheurs dévolteurs, survolteurs, réversibles, alimentation à découpage, ...)
- Les convertisseurs DC/AC (onduleurs de tension monophasés et triphasés, onduleurs de courant monophasés et triphasés, onduleurs MLI monophasés et triphasés, onduleurs à résonance).
- Les convertisseurs AC/AC (gradateurs monophasés, gradateurs triphasés, ...)
- Pertes et évacuation thermique liées aux composants de puissance (Généralités sur les pertes dans les composants de puissance, Expressions particulières des pertes liées aux composants, Notions de thermique générale, Dissipation thermique dans les composants de puissance)
- Circuits intégrés de puissance et régulateurs intégrés (Redresseurs intégrés, Ponts complets intégrés, applications et particularités, Régulateurs DC intégrés polyvalents
- Exemples d'applications dans les instruments médicaux.

### **Mode d'évaluation:**

Contrôle continu: 40% ; Examen: 60%.

### **Références bibliographiques:**

- Luc Lasne « Electronique de puissance », 2<sup>ième</sup> édition Dunod, Paris (2011) (ISBN : 978-2-10-072135-1).
- Hasnaoui Othman B.A. «Support de cours et TD d'électronique de puissance », Université de Tunis Ecole Supérieure des Sciences et Techniques de Tunis.

**Semestre : 1**  
**Unité d'enseignement : UEM 1.1**  
**Matière 1 : TP Fonctions de l'électronique**  
**VHS : 22h30 (TP : 1h30)**  
**Crédits : 2**  
**Coefficient : 1**

### **Objectifs de l'enseignement :**

A travers ces TP on peut découvrir le principe et les propriétés de la fonction électronique et ainsi consolider les connaissances théoriques acquises sur les générateurs de signaux périodiques sinusoïdaux ou non.

### **Connaissances préalables recommandées :**

Connaitre les composants semi-conducteurs (diodes et transistors) ainsi que les amplificateurs opérationnels.

### **Contenu de la matière :**

**TP 1 : Oscillateurs RC** (oscillateur à pont de Wien, oscillateur à réseau déphaseur, oscillateur à résistance négative)

**TP 2 : Oscillateurs Colpitts à transistor bipolaire**

**TP 3 : Oscillateurs à Quartz**

**TP 4 : Etude d'un oscillateur commandé en tension (VCO)**

**TP 5 : Multivibrateurs bistable et/ou monostable à base de transistors**

**TP 6 : Multivibrateurs astables à amplificateur opérationnel et/ou multivibrateur astable à transistors**

### **Mode d'évaluation :**

Contrôle continu : 100%

### **Références bibliographiques :**

- Norbert BASTIDE, "Problèmes d'électronique et simulation OrCADPspice", Editions CASTEILLA, 75005 Paris, 2002.
- Habiba Hafdallah Ouslimani, Achour Ouslimani, *Fonctions principales de l'électronique : Cours et exercices résolus*, Editions CASTEILLA, 2010, ISBN : 978.2.7135.2736.4.
- R. DAMAYE, *Les Oscillateurs, Générateurs et synthétiseurs de signaux (2<sup>ème</sup> édition revue et augmentée)*, Diffusion : Editions Techniques et Scientifiques Françaises, Paris.
- Brahim Haraoubia, *Les amplificateurs Opérationnels, Fonctionnement et applications*, ENAG Editions, 86 10 04 02/94

**Semestre : 1**

**Unité d'enseignement : UEM 1.1**

**Matière 2 : TP Circuits de conditionnement/ TP Electronique de puissance**

**VHS : 22h30 (TP : 1h30)**

**Crédits : 2**

**Coefficient : 1**

### **Objectifs de l'enseignement :**

Mise en pratique des enseignements des matières fondamentales « Circuits de conditionnement » et « Electronique de puissance ». L'étudiant utilisera les notions théoriques de ces deux matières pour le montage et la caractérisation de circuits électriques et de composants ainsi que pour l'étude des signaux qu'ils peuvent délivrer. Une partie de l'enseignement de cette matière sera consacrée à la maîtrise de certains logiciels de circuiterie et d'instrumentation.

### **Connaissances préalables recommandées :**

Les notions dispensées dans les matières « Capteurs de grandeurs physiques », « Asservissements et régulation » et « Chaîne d'acquisition numérique » du cursus de la licence Génie Biomédical ainsi que celles dispensées dans les matières « Circuits de conditionnement » et « Electronique de puissance » du M1 sont indispensables pour l'assimilation des séances de TP.

### **Contenu de la matière :**

#### **TP Circuits de conditionnement**

Manipulation de logiciels tels que LabVIEW et Proteus  
Etude de montage de circuit à transistors et à bascules  
Etude de montage pour la mesure de température et contrôle tout-ou-rien  
Etude de montage pour la mesure de température avec thermocouples  
Etude de montage pour la mesure des jauges de déformation  
Etude de montage pour la mesure avec un capteur de position  
Etude de montage pour la mesure avec des capteurs d'accélération

#### **TP Circuits Electronique de puissance**

TP sur le redresseur monophasé (et triphasé) non contrôlé  
TP sur le redresseur monophasé commandé (à thyristor)  
TP sur les composants en commutation (IGBT, MOS).  
TP sur les hacheurs  
TP sur les onduleurs de tension  
TP sur les gradateurs monophasés (Charge R, L).  
TP sur les gradateurs Triphasés.

### **Mode d'évaluation :**

Contrôle continu : 100%

### **Références bibliographiques :**

**Semestre : 1**

**Unité d'enseignement : UEM 1.1**

**Matière 3 : TP Traitement avancé des signaux / TP Radiobiologie et radioprotection**

**VHS : 22h30 (TP : 1h30)**

**Crédits : 2**

**Coefficient : 1**

**Objectifs de l'enseignement :**

Renforcer l'enseignement théorique dispensé dans les deux matières « Traitement avancé des signaux physiologiques » et « Radiobiologie et radioprotection ». Il permettra à l'étudiant de manipuler certains outils expérimentaux ou informatiques pour le traitement d'un signal physiologique ainsi que la détection et l'utilisation des rayonnements ionisés utilisés en biomédical.

**Connaissances préalables recommandées :**

Notions de biophysique, notions de traitement du signal et d'outils informatiques acquises en L3 de la licence Génie Biomédical.

**Contenu de la matière :**

**TP Traitement avancé des signaux physiologiques**

- Filtrage d'un signal physiologique par un filtre RIF
- Filtrage d'un signal physiologique par un filtre moyenneur et par filtre médian
- Analyse et filtrage d'un signal physiologique par FFT et DCT
- Analyse et filtrage d'un signal physiologique par ondelette
- Extraction de caractéristiques et conception d'un classifieur pour un signal physiologique

**TP Radiobiologie et radioprotection**

- Mesure de la radioactivité - Compteur Geiger Muller, Scintillateur.
- Le caractère aléatoire de la désintégration radioactive.
- Influence de la distance sur la désintégration radioactive.
- Interaction des particules radioactives avec la matière, coefficient d'atténuation.
- Influence du temps sur la désintégration radioactive.

**Mode d'évaluation :**

Contrôle continu : 100%

**Références bibliographiques :**

- Mori Yvon «*Filtrage numérique en traitement du signal : exercices et travaux pratiques (Série électronique pour le traitement du signal)* », Lavoisier 2007

**Semestre: 1**  
**Unité d'enseignement: UEM 1.1**  
**Matière 4: Technologies des biomatériaux pour prothèses**  
**VHS: 45h00 (Cours : 1h30, TP : 1h30)**  
**Crédits: 3**  
**Coefficient: 2**

### **Objectifs de l'enseignement:**

Au terme de cette formation, l'étudiant ayant acquis ses crédits est censé connaître les techniques utilisées pour l'élaboration de certains biomatériaux et de leur traitement. Il sera en mesure de choisir la technique la plus adéquate à utiliser pour préparer un matériau ou biomatériaux en conformité avec l'application recherchée.

### **Connaissances préalables recommandées:**

Les connaissances de physique acquises en tronc commun ST et en L3 (matière Biomatériaux qui présente les classes des biomatériaux et leurs applications) sont suffisantes pour suivre les cours de cette matière.

### **Contenu de la matière:**

- Rappels sur les grandes classes de biomatériaux : matériaux naturels et matériaux de synthèse (polymères, céramiques et verres, métaux et matériaux composites).
- Techniques d'élaboration des biomatériaux en couches minces sous vide (PVD (Evaporation, Pulvérisation, ...), CVD (CVD thermiques, PECVD, ...)) et sous atmosphère (Spin coating, Dipcoating, Spray coating, ...).
- Techniques d'élaboration des biomatériaux sous forme massifs : Techniques de frittage (céramiques), technique de polymérisation (polymères), ...
- Techniques de traitements des biomatériaux (traitements de surface, de volume, ...).
- Instrumentation de caractérisation mécaniques des biomatériaux et prothèses (essai de dureté, essais de fluage, essai de traction,....).
- Instrumentation de caractérisations physico-chimiques des biomatériaux (instrumentation d'imagerie (MEB, TEM, STM, AFM, Microscopies optiques...), instrumentation de microanalyse (XPS, AES, EDS, ...).
- Exemples de fabrication de certaines prothèses.

### **Travaux pratiques**

Les séances de TP de cette matière peuvent se faire se faire sous forme de :

- mini-stages au sein des laboratoires de recherche travaillant dans le domaine des matériaux en général (élaborations de matériaux, traitements de matériaux, caractérisations, essais mécaniques, ...)
- et ce suivant les potentialités des établissements.
- visites aux établissements de fabrication, de placement et/ou de contrôle des prothèses.

### **Mode d'évaluation:**

Contrôle continu: 40% et examen 60%

### **Références bibliographiques:**

- A.Richardt, A.M.Durand, *Le vide, les couches minces, les couches dures, édition In Fine 1994.*
- J. Temenoff& A. Mikos, *Biomaterials : The intersection of Biology and Materials science : Int. Edition Pearson Education*
- <http://www.techniques-ingenieur.fr/base-documentaire/biomedical-pharma-th15/biomateriaux-et-biomecanique-42606210/corrosion-et-traitements-de-surface-des-biomateriaux-cor140/>

**Semestre : S1**

**Unité d'enseignement : UEM 1.1.1**

**Matière : Programmation avancée en Python**

**VHS : 45h00 (Cours 1h30, TP 1h30)**

**Crédits : 2**

**Coefficient : 2**

**Objectifs de la matière :**

**Compétences visées :**

- Utilisation des outils informatiques pour l'acquisition, le traitement, la production et la diffusion de l'information
- Compétences en Python et gestion de projets,
- Compétences en automatisation et visualisation de données.

**Objectifs :**

- Approfondir la maîtrise du langage Python et initier les étudiants aux bases de l'analyse de données et de l'intelligence artificielle.
- Acquérir les bases de solides en informatique.
- Apprendre à programmer en Python, Excel
- Maîtriser l'automatisation de tâches
- Maîtriser un logiciel de gestion de projets

**Matériels nécessaires :**

- Un ordinateur avec Python installé,
- Bibliothèques Python : NumPy, Pandas, Scikit-learn, Matplotlib, os.listdir, os.path.exists, os.mkdir, os.rmdir, Matplotlib, Seaborn, Plitly , Request, Beautiful Soup, Tkinter, PyQt, ...
- Tensorflow, PyTorch, ...

**Prérequis : Programmation Python,**

**Contenu de la matière :**

**Chapitre 1 : Rappels sur la programmation en Python (02 Semaines)**

1. Introduction : Concepts de base en informatique et outils numériques, installation de Python.
2. Présentation de la notion de système d'exploitation : Roles, types (Linux, Woindows , ..) Gestions des priorités,
3. Présentations des réseaux informatiques (Principe, Adresse IP, DNS, internet, ...)
4. Programmation de base : Mode interactif et mode script, Variables, types de données, opérateurs. Structures conditionnelles et boucles (if, for, while).
5. Fonctions et éléments essentiels : Fonctions prédéfinies et création de fonctions. Modules standards (math, random). Chaînes de caractères, listes, manipulation de base des données.
6. Les Fichiers , Listes Tuples, dictionnaires,
7. Exercices :
  - Exercices d'apprentissage de Python
  - Exercices d'utilisation des bibliothèques vus au cours (Math, Random, NumPy, Pandas,...)
  - ....

**Chapitre 2 : Programmation et automatisation (04 semaines)**

1. Principes d'Automatisation de tâches
  - Bibliothèques Python pour l'automatisation :
    - ✓ Pandas et NumPy.
    - ✓ Os, shutil : manipulation de fichiers et dossiers
    - ✓ Openpyxl ou pandas : travail avec des fichiers Excel ou CSV
  - Définitions et exemples d'automatisation (envoi de mails,...)

## 2. Manipulation de fichiers avec Python :

- Utiliser les bibliothèques pour :
  - ✓ Parcourir un dossier (os.listdir)
  - ✓ Vérifier l'existence d'un fichier ou dossier (os.path.exists)
  - ✓ Créer ou supprimer des dossiers (os.mkdir, os.rmdir)
  - ✓ Visualiser des données : Matplotlib, Seaborn, Plitly
  - ✓ Request pour réagir avec des Interface de Programmation d'Application (API)
  - ✓ Beautiful Soup pour le Scraping de données
  - ✓ Tkinter, PyQt pour visualiser des données graphiques
- Copier ou déplacer des fichiers avec shutil...
- Recherche, tri et génération de rapports simples.
- Sérialisation et Désérialisation (Utilisation du module pickle).
- Sérialisation d'objets et traitement de fichiers volumineux (streaming).
- ....

## 3. Exercices :

- Utilisation de openpyxl et pandas pour lire, modifier et écrire des fichiers Excel ou CSV pour :
  - ✓ Créer des rapports automatiques
  - ✓ Extraire automatiquement des données
  - ✓ ....
- Ecriture de scripts pour :
  - ✓ traiter des fichiers textes (recherche, tri)
  - ✓ automatiser des calculs techniques
  - ✓ gérer des rapports simples (PDF, Excel)
  - ✓ ....
- Algorithmes de tri, de recherche et de tri par insertion
- Implémenter une fonction de recherche dans une liste.
- Opération sur les fichiers
- Navigation sécurisée (configuration de réseaux simples, gestion des mots de passe)
- ....

## Chapitre 3 : Apprentissage avancé d'Excel

(02 semaines)

1. Principes des macros et création d'une macro simple,
2. Tableaux croisés dynamiques,
3. Histogrammes,
4. Diagrammes en barres,
5. Araignée,
6. Etc.
7. Exercices Excel ....

## Chapitre 4 : Apprentissage de Gantt Project

(02 semaines)

1. Introduction à la gestion de projets :
  - Qu'est-ce qu'un projet ?
  - Quels sont les enjeux de gestion d'un projet ?
  - Interface de Gantt Project
2. Les tâches (création, modification, organisation)
3. Gestion du temps (dates de début ou de fin de projet)

4. Gestion des ressources
5. **Exercices** sur Gantt Project

## **Chapitre 4 : Programmation orientée objet avancée (03 semaines)**

1. Organisation du code :
  - Fonctions personnalisées, paramètres, valeur de retour.
  - Modules, importations et packages.
2. Structures de données complexes :
  - Listes, tuples et dictionnaires : création, modification, suppression, parcours.
3. Concepts fondamentaux de la Programmation orientée objet (POO) :
  - Classes, objets, attributs et méthodes.
  - Attributs publics, privés et protégés.
4. Méthodes spéciales :
  - **init, str, repr, len.**
5. Concepts avancés :
  - Encapsulation, abstraction, héritage, polymorphisme.
  - Héritage avancé, décorateurs, design patterns, métaclasses.
6. **Exercices**

## **Chapitre 5 : Introduction aux données pour l'IA (02 semaines)**

1. Introduction aux Datasets courants en IA :
  - Iris, MNIST, CIFAR-10, Boston Housing, ImageNet.
2. Prétraitement des données pour le Machine Learning:
  - Nettoyage, normalisation, encodage, séparation des données.
  - Validation croisée (cross-validation).
3. Techniques de Feature Engineering :
  - Sélection, création de caractéristiques, réduction de dimension.
4. Bibliothèques essentielles pour le développement des modèles IA:
  - scikit-learn, TensorFlow, Keras, PyTorch
5. **Exercices**

### **Travaux pratiques :**

#### **TP 01 : Maîtriser les bases de la programmation en Python**

*(Structures de contrôle, types, boucles, fonctions simples)*

1. Initiation
2. Lire et traiter des fichiers textes
3. Gérer des rapports simples (PDF, Excel)

#### **TP 02 :**

- Elaborer un cahier de charges d'un mini projet d'automatisation de tâches avec Python consistant à identifier et à envoyer automatiquement des rapports par email avec Python :

1. Charger les données depuis un fichier (ex : mesures expérimentales),
2. Effectuer des statistiques simples sur les données (moyenne, écart-type avec interprétation),
3. Générer un graphique,

4. Envoi du résultat avec Python.

**TP 03 :**

1. Programmation ex Excel du tableau de bord vu en TD
2. Création de tableaux Excel automatisés
3. Macros simples,
4. Formules conditionnelles,
5. Recherche V.

**TP 04 :**

organiser une réunion en Ganttproject

1. Créer un nouveau projet :
  - Nom du projet : « Réunion .....
  - Date de début : Date et heure de la réunion
  - Durée estimée : durée totale de la réunion
2. Définition des tâches
  - Points à l'ordre du jour (chaque point de l'ordre du jour devient une tâche)
  - Sous-tâches : Si un point est composé, créer alors les sous-tâches correspondantes
  - Tâches initiales et finales (par exemple : « Accueil de participants », « clôture de la réunion »)
3. Définition des ressources :
  - Participants (chaque participant est une ressource)
  - Matériel (ordinateur, datashow...)
4. Estimation des durées :
  - Durée de chaque point : temps nécessaire pour chaque point de l'ordre du jour
  - Temps de transition d'un point à l'autre
5. Création du diagramme de Gantt :
  - Visualiser l'ordre du jour
  - Identifier les points clés
6. Suivre l'avancement en temps réel (projection du Diagramme de Gantt)

**TP 05 : Structures avancées et organisation du code**

*(Fonctions personnalisées, dictionnaires, modules et organisation modulaire)*

**TP 06 : Programmation orientée objet avancée en Python**

*(Encapsulation, héritage, méthodes spéciales, design patterns simples)*

**TP 07 : Manipulation de fichiers et analyse de données**

*(Lecture/écriture de fichiers, traitement de texte, introduction à Pandas et NumPy)*

**TP 08 : Préparation et traitement de données pour l'intelligence artificielle**

*(Chargement de datasets IA, nettoyage, transformation, sélection de caractéristiques)*

**Projet final**

**Titre :** Analyse et visualisation d'un jeu de données + modèle prédictif simple

**Compétences mobilisées :** Lecture de données, POO, structures avancées, Pandas, Scikit-learn.  
(Présentation orale + rapport écrit).

**Mode d'évaluation :**

**examen 60% , CC=40%**

**Bibliographie**

- [1] .E.Schultz et M.Bussonnier (2020) : Python pour les SHS. Introduction à la programmation de données. Presses Universitaires de Rennes.
- [2] .C.Paroissin, (2021) : Pratique de la data science avec R : arranger, visualiser, analyser et présenter des données. Paris : Ellipses, DL 2021.
- [3] .S.Balech et C.Benavent : NLP texte minig V4.0, (Paris Dauphine – 12/2019) : lien : [https://www.researchgate.net/publication/337744581\\_NLP\\_text\\_mining\\_V40\\_-\\_une\\_introduction\\_-\\_cours\\_programme\\_doctoral](https://www.researchgate.net/publication/337744581_NLP_text_mining_V40_-_une_introduction_-_cours_programme_doctoral)
- [4] .Allen B. Downey Think Python: How to Think Like a Computer Scientist, O'Reilly Media, 2015;
- [5] .Ramalho, L.. Fluent Python. " O'Reilly Media, Inc.", 2022;
- [6] .Swinnen, G.. Apprendre à programmer avec Python 3. Editions Eyrolles, 2012;
- [7] .Matthes, E. Python crash course: A hands-on, project-based introduction to programming. no starch press, 2019
- [8] .Cyrille, H. (2018). Apprendre à programmer avec Python 3. Eyrolles, 6ème édition. ISBN: 978-2212675214
- [9] .Daniel, I. (2024). Apprendre à coder en Python, J'ai lu
- [10] . Nicolas, B. (2024). Python, du grand débutant à la programmation objet Cours et exercices corrigés, 3eme édition, Ellipses
- [11] . Ludivine, C. (2024). Selenium Maîtrisez vos tests fonctionnels avec Python, Eni

**Ressources en ligne :**

- Documentation officielle Python : [docs.python.org](https://docs.python.org)
- Exercices Python sur Codecademy : [codecademy.com/learn/learn-python-3](https://www.codecademy.com/learn/learn-python-3)
- W3Schools Python Tutorial : [w3schools.com/python/](https://www.w3schools.com/python/)

**Semestre : 1**

**Unité d'enseignement : UED 1.1**

**Matière 5 : Techniques de maintenance en instrumentation médicale**

**VHS : 22h30 (Cours : 1h30)**

**Crédit : 1**

**Coefficient : 1**

**Objectifs de l'enseignement :**

Faire immerger l'étudiant dans le domaine pratique de la maintenance électronique du matériel médical. Connaître les différents matériels médicaux existants (laboratoire d'analyse EFR, Dialyse IRM, Radiologie, Echographie, etc.), les différentes marques ainsi que les techniques d'intervention préventives et correctives sur un matériel médical.

**Connaissances préalables recommandées :**

Electronique générale, Electronique numérique, Maintenance assistée par ordinateur dispensées en licence sont suffisantes pour une bonne assimilation de cette matière.

**Contenu de la matière :**

**Chapitre 1 : Principe de base de la maintenance**

- Présentation des principes de base de la maintenance du matériel médical.
- Mise en service d'un matériel médical (utilisation du guide de la maintenance).
- Montage, démontage, installation.

**Chapitre 2 : Dispositifs médicaux existants et leurs marques**

- Prise de connaissance des différents dispositifs médicaux existants, (caractéristiques, marques).
- Comparaison prix et qualité (donner des exemples).

**Chapitre 3 :**

**Techniques de maintenance et tests des composants électroniques dans un matériel médical**

- Test des composants électroniques (diode Zener, transistor, triac, diac, transfo).
- Identification de l'ensemble des cartes électroniques dans un matériel médical (exemple : Radio, Dialyse).
- Création d'une base de données contenant les composants électroniques de type analogique et numérique, nappes de connexion, ports de communication et afficheurs (Illustrer ces concepts à travers un exemple pratique).

**Chapitre 4 : Interventions sur l'alimentation électrique d'un matériel médical**

- Description des alimentations à découpage existantes
- Pannes possibles et remèdes
- Modifications possibles

**Mode d'évaluation :**

Examen : 100 %

**Références bibliographiques :**

1. *E. Peltier Guide pratique : Maintenance des dispositifs médicaux, Ingénieur biomédical, CHU de Nancy, 2007.*
2. *Guide pratique : Maintenance des dispositifs médicaux obligations et recommandations, Direction régionale des affaires sanitaires et sociales de Midi-Pyrénées.*
3. *Recueil de Textes Réglementaires relatifs à la Gestion des Etablissements de Santé, Textes réunis et classés par Mohamed Ould-Kada, décembre 2010.*

## **IV - Programme détaillé par matière du semestre S2**

**Semestre: 2**  
**Unité d'enseignement: UEF 1.2.1**  
**Matière 1: Traitement de l'image médicale**  
**VHS: 67h30 (Cours: 3h00, TD: 1h30)**  
**Crédits: 6**  
**Coefficient: 3**

### **Objectifs de l'enseignement:**

Présenter les connaissances de base sur les images numériques et leur représentation. Initier l'étudiant aux différentes méthodes de traitement de l'image médicale (2D et 3D) acquises par différents dispositifs spéciaux de l'imagerie médicale du vivant. Former l'étudiant à l'ensemble des méthodes d'analyse des images médicales pour y minimiser les artefacts pouvant fausser l'interprétation d'un diagnostic et aider à la détection et l'identification des pathologies ou le dépistage précoce des cancers.

### **Connaissances préalables recommandées:**

Des bases solides en traitement du signal et en mathématiques sont obligatoires.

### **Contenu de la matière:**

#### **Chapitre 1 : Capteurs d'images et dispositifs d'acquisition numérique (2 Semaines)**

- Colorimétrie. Lumière et couleur dans la perception humaine
- Systèmes de représentation de la couleur : rgb, xyz, yuv, hsv, yiq
- Schéma de principe d'une chaîne de traitement d'images
- Principe et caractéristiques des capteurs CCD et CMOS
- Numérisation d'une image
- Notions de définition, résolution et quantification d'une image numérique (taille, dpi, ppi, bpp, etc.)

#### **Chapitre 2 : L'image médicale (4 Semaines)**

- Les différents types d'images médicales (morphologique, fonctionnelle et moléculaire), Limitations de chaque type
- Exemples d'images médicales (Radiologie, Nucléaire, Résonance magnétique, Ultrasonore, Doppler, etc.). Agents physiques (Rayons X, Rayons Gamma, Champs magnétiques, ultrasons, ...) et paramètres mesurés (Coefficients d'atténuation, Concentration radioactive, Densité de protons, Impédance, etc.).
- Caractéristiques des différentes images médicales
- Les sources de dégradations liées aux images médicales (bruits, quantification, artefacts, biais, flous, défauts radiométriques, Effet Compton, Diffusion, éblouissements, atténuation, distorsions géométriques, ...).
- Nécessités de traitements d'images médicales

#### **Chapitre 3 : Opérations de bases sur l'image médicale (2 Semaines)**

- Notions d'histogramme et de contraste
- Correction de la dynamique de l'image par les transformations affines sur l'histogramme
- Egalisation d'histogramme et correction gamma
- Opérations logiques et arithmétiques sur les images
- Opérations morphologiques (dilatation, érosion, ouverture, fermeture, ...)
- Seuillage et Binarisation

#### **Chapitre 4 : Prétraitements (2 Semaines)**

- Filtrage spatial et Convolution 2D : notions de masque (moyenneur, gaussien, binomial, etc.)
- Lissage linéaire puis non linéaire de l'image (médian, ...)
- Filtrage fréquentiel : (FFT 2D et propriété de séparabilité, filtre passe-bas, passe-haut, ...)
- Détection de contours (Objectifs, Types de contours, Masque de Roberts, Prewitt, Sobel, Opérateurs Laplacien, Filtre de Marr-Hildreth,...)

- Restauration d'images médicales (rehaussement du contraste, Recalage, atténuation de l'effet de flou, déconvolution, ...)

### **Chapitre 5 : Segmentation et classification**

**(2 Semaines)**

- Principe et différentes approches de segmentation (par seuillage, par régions, approche de la classification, ...)
- Extraction de paramètres
- Reconnaissance et classification d'objets (distance Euclidienne, Kppv, ...)

### **Chapitre 6 : Images médicales 3D**

**(3 Semaines)**

- Principes, de l'image 2D à l'image 3D
- Systèmes de vision passive : calibrage de caméras et de systèmes à rayons-X, mise en correspondance de primitives, géométrie épipolaire, reconstruction 3D, fusion multimodale d'images médicales.
- Reconstruction 3D à partir de séquences d'images
- Systèmes de vision active (Techniques de recalage d'images 3D, ...)
- Exemples d'applications de reconstruction 3D de structures anatomiques à partir d'images médicales. (L'échographie 3D et/ou La tomographie 3D Scanner : Principes, Résolution, limites et avantages, ...).

### **Mode d'évaluation:**

Contrôle continu: 40% ; Examen: 60%.

### **Références bibliographiques:**

4. *D. Lingrand, Introduction au traitement d'images, Vuibert, 2008.*
5. *R. Bouillot, Cours de traitement numérique de l'image, Dunod, 2005.*
6. *H. Maître, Traitement d'images, Hermès, 2003.*
7. *J.P. Coquerez, S. Phillip, Analyse d'image: filtrage et segmentation, Masson, 1995.*
8. *Y. Saint Onge, L'analyse de l'image radiographique, Ed : Collégiales et Universitaires, 2004.*
9. *G. Dougherty, Digital image processing for medical applications, Cambridge University Press, 2009.*
10. *W. Burger and MJ Burge, Principles of Digital image processing, Springer-Verlag, 2009.*
11. *J.L. Semmlow, Biosignal and biomedical image processing, Marcel Dekker Inc., 2004.*
12. *K.D. Toennies, Guide to Medical Image Analysis: Methods and Algorithms, Springer 2012.*
13. *N. Kayvan, Biomedical Signal and Image Processing, CRC Press, 2005.*
14. *C. Lena, Medical Image Analysis Methods, CRC Press, 2005.*
15. *R. C. Gonzalez, R. E. Woods, Digital Image Processing using Matlab, Prentice Hall, NJ, 2004.*
16. *W. K. Pratt, Digital Image Processing, John Wiley & Sons, 2001.*
17. *P. Lancelotti et al., Echocardiography, Elsevier, 2016.*
18. *C. Roth, S. Deshmukh, Fundamentals of Body M.R.I., Elsevier, 2016.*
19. *J.R. Haaga, CT and M.R.I. of the Whole Body, Elsevier, 2016.*

**Semestre: 2**

**Unité d'enseignement: UEF 1.2.1**

**Matière 2 : Dispositifs spéciaux pour l'imagerie médicale**

**VHS: 45h00 (Cours: 1h30, TD: 1h30)**

**Crédits: 4**

**Coefficient: 2**

**Objectifs de l'enseignement:**

Faire connaître à l'étudiant les principes de fonctionnement des différents composants optoélectroniques utilisés en imagerie médicale, les spécificités des fibres optiques et le principe des sources de lumière à base de semi-conducteurs.

**Connaissances préalables recommandées:**

Notions élémentaires de physique des semiconducteurs, de l'électromagnétisme et sur la propagation de la lumière dans un milieu.

**Contenu de la matière:**

- Rappel sur l'interaction d'un rayonnement avec les porteurs électriques dans des matériaux semiconducteurs
- Unités radiométriques et photométriques
- Les photoémetteurs (LED, diodes laser, ...).
- Les photorécepteurs à effet de surface (photocathodes, photomultiplicateurs)
- Les photorécepteurs à effet de volumes (photorésistances, diodes PIN, phototransistors, ...)
- Les micropistes au silicium, Les dispositifs CCD et CMOS
- Les fibres optiques, Principe de guidage, Types de fibres et propriétés
- Applications de ces dispositifs en génie biomédical (Caméra X, Gamma caméra, Scintigraphie, Tomoscintigraphie, Fibroscopie, ...)

**Mode d'évaluation:**

Contrôle continu: 40% ; Examen: 60%.

**Références bibliographiques:**

1. François Cerf, *Les composants optoélectroniques*, Edition Hermes Science Publications, 2000.
2. H. Mathieu, H. Fanet, *Physique des semiconducteurs et des composants électroniques*, Edition Dunod, Paris, 2009.
3. Toffano Zéno, *Optoélectronique, composants photoniques et fibres optiques*, Edition Ellipse, 2001.
4. E. F. Schubert, *Light Emitting Diodes*, Edition Cambridge University Press, 2003.
5. A. Ghatak, K. Thyagaraja, *Introduction to Fiber Optics*, Edition Cambridge University Press.

**Semestre: 2**  
**Unité d'enseignement: UEF 1.2.2**  
**Matière 3 : Rayonnements non ionisants**  
**VHS: 45h00 (Cours: 1h30, TD: 1h30)**  
**Crédits: 4**  
**Coefficient: 2**

### **Objectifs de l'enseignement:**

Au terme de cette matière, l'étudiant sera familiarisé avec les différents rayonnements non ionisants auxquels peut être exposé le corps humain, leurs caractéristiques principales ainsi que leurs effets biologiques au-delà d'un certain taux d'exposition. Un ou plusieurs exemples d'applications seront étudiés soit en cours soit en TD.

### **Connaissances préalables recommandées:**

Des connaissances de physique de base relatives à la lumière, l'atome et la propagation des ondes sont nécessaires pour suivre cette matière.

### **Contenu de la matière:**

#### **Chapitre 1 : Généralités et classification des rayonnements non ionisants (1 semaine)**

Nature du rayonnement, Structure du rayonnement, Caractéristique énergétique, Equilibre radiatif, Spectre électromagnétique, ...

#### **Chapitre 2 : Aspects physiques des interactions des RNI avec la matière (2 semaines)**

Les différentes formes d'interaction et leur expression, Les mécanismes d'interaction des RNI avec la matière, Effets biologiques généraux des RNI à l'échelle moléculaire et leurs mécanismes sur l'organisme humain.

#### **Chapitre 3 : Les rayonnements ultraviolets (2 semaines)**

UV-A, UV-B et UV-C, Action photochimique des UV, Composition spectrale d'une source UV, Eclairage énergétique, Effets sur la peau et sur l'œil, Usage des lampes à lumière noire, Exposition énergétique, Autres exemples d'applications du rayonnement UV (purificateur d'air, désinfection, ...).

#### **Chapitre 4 : Les rayonnements visibles et infrarouges (5 semaines)**

##### **Classification des IR-A, IR-B et IR-C, proche infrarouge et infrarouge lointain :**

Effets biologiques généraux du rayonnement infrarouge (sur la peau, l'œil, ...)

##### **Rayonnement laser :**

Définition et conditions pour l'observation de l'effet laser, Laser Nd-YAG, Laser CO<sub>2</sub>, Laser rubis, Effet photomécanique, Effet photo-ablatif, Effet photothermique, Effet photochimique, Différentes classes de laser et effets biologiques, Exposition énergétique, Exemples d'applications en médecine (en stomatologie, ophtalmologie, ...)

#### **Chapitre 5 : Les rayonnements basses et hautes fréquences (3 semaines)**

Rayonnements à basses fréquences (champs électrique et magnétique statiques, champ électromagnétique à très basse fréquence et à basse fréquence, Effets directs et indirects à l'exposition au rayonnement électromagnétique très basse et basse fréquence).

Rayonnements radiofréquences et microondes (caractéristiques des rayonnements radiofréquences et microondes, effets biologiques sur le corps humain).

#### **Chapitre 6 : Les rayonnements ultrasonores et leurs applications en médical (2 semaines)**

**Mode d'évaluation:**

Contrôle continu: 40% ; Examen: 60%.

**Références bibliographiques:**

1. *Organisation Mondiale de la Santé, la protection contre les rayonnements non ionisants, édité par M.J. Suess et D.A. Benwell-Morison 2<sup>e</sup> éd., OMS publications régionales, 1991.*
2. *R. Kitchen, RF Radiation Safety Handbook, 3rd edition, Butterworht Heinemann ed., 2000.*
3. *J.P. Vautrin, Mesurage de l'exposition humaine au champ électromagnétique, Techniques de l'ingénieur, R933, 2001.*
4. *L. Miro, P. Descreaux, R. de Seze, G. Hee, P. Mereau, Champs électriques, Champs magnétiques, Ondes électromagnétiques. Guide à l'usage du médecin du travail et du préventeur, INRS éd., 1995.*
5. *D. Barchiesi, M. Lamy. de la Chapelle, Ondes et matière : Physique de la matière, électromagnétisme, interactions rayonnement-matière, Ellipses, 2007.*
6. *A. Duchêne, J. Jousot-Dubien, Les effets biologiques des rayonnements non ionisants, Flammarion 2001.*
7. <https://www-fourier.ujf-grenoble.fr/~faure/enseignement/matiere-rayon/cours.pdf>
8. <http://e-cours.univ-paris1.fr/modules/ued/envcal/html/rayonnement/2-rayonnement-matiere/2-6-refraction.html>

**Semestre: 2**  
**Unité d'enseignement: UEF 1.2.2**  
**Matière 4 : Systèmes à microcontrôleurs**  
**VHS: 45h00 (Cours: 1h30, TD: 1h30)**  
**Crédits: 4**  
**Coefficient: 2**

### **Objectifs de l'enseignement:**

Comprendre le fonctionnement d'un microcontrôleur et son interaction avec ses principaux organes d'Entrées/Sorties (Timer, Convertisseur, ...). Se familiariser avec les outils de développement et la programmation du microcontrôleur pour le contrôle des périphériques.

### **Connaissances préalables recommandées:**

Logique combinatoire et séquentielle. Chaîne d'acquisition numérique.

### **Contenu de la matière:**

#### **Chapitre 1 : Du microprocesseur au microcontrôleur (1 semaine)**

Définition d'un système microprogrammé. Architectures de Von Neumann et de Harvard. Processeurs de types CISC et RISC. Notions de pipeline. Microprocesseur ou microcontrôleur ? Différentes familles des microcontrôleurs, Critères de choix du microcontrôleur.

*En fonction du type des cartes de développement disponibles dans les salles de TP de chaque établissement, le responsable de la matière oriente le cours selon le type du microcontrôleur utilisé dans ces cartes.*

#### **Chapitre 2 : Architecture du microcontrôleur (3 semaines)**

Architecture matérielle (externe et interne). Architecture logicielle (modes d'adressage et jeu d'instruction).

#### **Chapitre 3 : Programmation en assembleur (2 semaines)**

Structure d'un programme. Exemples de programmes en assembleur et optimisation du code.

#### **Chapitre 4 : Les systèmes de développement (IDE) (2 semaines)**

Développement d'un programme. MPLAB. Compilation. Assemblage. Edition de liens chargement et Débogage. Test et correction d'erreur.

#### **Chapitre 5 : Programmation des interruptions et des temporisations (5 semaines)**

Circuits d'entrées-sorties parallèles. Configuration des registres d'état et de contrôle. Exemples d'applications.

Timers pour la gestion du temps. Configuration des registres d'état et de contrôle. Exemples d'applications.

Interruptions et leurs traitements. Configuration des registres d'état et de contrôle. Exemples d'applications.

Convertisseur Analogique/Numérique (ADC). Configuration des registres d'état et de contrôle. Exemples d'applications.

#### **Chapitre 6 : Interfaces du microcontrôleur (2 semaines)**

Lecture-Ecriture dans la mémoire EEPROM. Configuration des registres d'état et de contrôle. Exemples d'applications.

Liaisons séries (USART, MSSP avec les réseaux locaux de communication SPI, I2C,..). Configuration des registres d'état et de contrôle. Exemples d'applications.

**Mode d'évaluation:**

Contrôle continu: 40% ; Examen: 60%.

**Références bibliographiques:**

1. *P. Mayeux, Apprendre la programmation des PIC High-Performance par l'expérimentation et la simulation, ETSF, Paris, 2010.*
2. *C. Tavernier, Application des microcontrôleurs PIC: des PIC 10 aux PIC 18, Dunod, 2011.*
3. *C. Tavernier, Microcontrôleurs PIC 10, 12, 16, Description et mise en œuvre, Dunod 2007.*
4. *C. Tavernier, "Programmation en C des PICs", Dunod 2009.*
5. *B. Beghyn, Microcontrôleurs PIC, Hermes Science Publications.*
6. *D. Ibrahim, Advanced PIC Microcontroller, Elsevier.*
7. *J. Sanchez, M. P. Canton, Microcontroller Programming the Microchip PIC, CRC Press.*
8. *G. J. Lipovski, Introduction to Microcontrollers, Academic Press, California, 1999.*
9. *T. Wilmshurst, Designing Embedded Systems with PIC Microcontrollers: Principles and applications, Elsevier.*
10. *A. Warwick, Programmation en C des Microcontrôleurs Embranchés, Elektor 2009.*
11. *Microchip, "Datasheet P16F87X", Microchip Technology Inc. 2001.*
12. <http://www.microchip.com/>
13. <http://yves.heilig.pagesperso-orange.fr/ElecRob/page1.htm#PIC16F84>
14. <http://hervepage.ch/documents/pic/bigonoff.pdf>  
*Bigonoff, Démarrer les PIC avec le PIC16F84*  
*Bigonoff, La gamme mid-range par l'étude des 16F87X (16F876-16F877)*

**Semestre: 2**  
**Unité d'enseignement: UEM 1.2**  
**Matière 1 : TP Traitement de l'image médicale**  
**VHS: 22h30 (TP: 1h30)**  
**Crédits: 2**  
**Coefficient: 1**

### **Objectifs de l'enseignement:**

Acquérir les outils permettant de manipuler des images médicales ainsi que les différents traitements de base.

### **Connaissances préalables recommandées:**

Connaissance en algorithmique et en langage de programmation (MATLAB, ...).

### **Contenu de la matière:**

*Est exposée ci-dessous une liste de TPs répondant aux objectifs de la matière. Chaque TP est lui-même composé en moyenne de 4 manips. différentes. Les équipes de formation sont priées de réaliser au moins 4 TPs (voire plus, si cela est possible) en fonction de la disponibilité du matériel pédagogique. Par ailleurs, il est permis de rajouter ou remplacer quelques TPs de la liste jointe par d'autres TPs en relation avec la matière. **Précision** : Tout changement apporté à cette liste doit être signalé au CPND de manière à en faire profiter les autres établissements.*

#### **TP1 : Introduction à MATLAB et aux bibliothèques de traitement d'images**

- Représentation des images digitales sous MATLAB
- Traitements sur la couleur et la palette
- Manipulation de différentes images biomédicales
- Etude comparative
- Mise en évidence des artefacts et autres sources de dégradation

#### **TP2 : Traitement numérique des images par MATLAB**

- Prise en main des images de différents formats : lecture, écriture affichage
- Transformations ponctuelles sur l'image
- Traitement sur l'histogramme
- Transformations géométriques sur l'image
- Applications sur des images médicales

#### **TP3 : Prétraitements des images sous MATLAB**

- Masque moyenneur et filtrage spatial
- Filtrage non linéaire (filtre médian)
- FFT2D et filtrage fréquentiel
- Modèles de bruits : débruitage des images
- Restauration des images

#### **TP4 : Détection de contours et segmentation,**

- Exemple de certains masques de détection de contours
- Seuillage d'images (différentes techniques)
- Binarisation d'images et opérations morphologiques
- Applications sur des images médicales

#### **TP5 : Traitement des images morphologiques**

- Quantification, correction de biais
- Reconstruction de volumes à partir de projections
- Segmentation des tissus

- Recalage multisujets (études de groupe)

**TP6 : Traitements des images fonctionnelles**

- Filtrage temporel : débruitage, élimination de dérives – Analyse statistique des séquences d'images (3D+t)
- Segmentation fonctionnelle
- Recalage anatomo-fonctionnel multimodal

**TP7 : Imagerie médicale 3D**

- Reconstruction d'images (Echographie 3D, scanner X et/ou IRM)
- Visualisation 3D

**Mode d'évaluation:**

Contrôle continu: 100 %

**Références bibliographiques:**

1. *G. Burel, Introduction au traitement d'images : simulation sous Matlab, Lavoisier, 2001.*
2. *Hunt, Lipsmann, Rosenberg, A guide to Matlab for beginners and experienced users.*
3. *Gonzalez, Woods and Eddins, Digital Image Processing using Matlab.*
4. *G. Blanchet, M. Charbit, Digital Signal and Image Processing using Matlab.*

**Semestre: 2**  
**Unité d'enseignement: UEM 1.2**  
**Matière 2: TP Dispositifs spéciaux / TP Rayonnements non ionisants**  
**VHS: 22h30 (TP: 1h30)**  
**Crédits: 2**  
**Coefficient: 1**

### **Objectifs de l'enseignement:**

Mettre à la disposition des étudiants des TP sur les composants et dispositifs spéciaux pour l'imagerie médicale tels que les émetteurs/récepteurs optoélectroniques, les photo-détecteurs, le spectrophotomètre, etc. ainsi que des TP sur la détection et l'analyse des rayonnements non ionisants utilisés dans le domaine biomédical.

### **Connaissances préalables recommandées:**

Notions fondamentales sur la physique et l'électronique des composants à semi-conducteurs et notions sur la propagation des ondes lumineuses rencontrées en licence.

### **Contenu de la matière:**

*Sont exposées ci-dessous deux listes de TP répondant aux objectifs de la matière. Les équipes de formation sont priées de choisir entre 2 et 4 TP (voire plus, si cela est possible) de chaque liste en fonction de la disponibilité des équipements tant matériels que logiciels. Par ailleurs, il est permis de rajouter ou remplacer quelques TP de la liste jointe par d'autres TP en relation avec la matière. **Précision** : Tout changement apporté à ces listes doit être signalé au CPND de manière à en faire profiter les autres établissements.*

#### **TP Dispositifs Spéciaux pour l'imagerie :**

- TP 1** : Etude des caractéristiques statiques d'émetteurs optoélectroniques (lampes, LED)
- TP 2** : Etude des caractéristiques statiques de récepteurs optoélectroniques (photorésistances, photodiodes, phototransistors)
- TP 3** : Etude d'un photo-détecteur
- TP 4** : Spectrophotométrie et ses applications en dosage
- TP 5** : Echographie et Scintigraphie (en milieu médical)

#### **TP Rayonnements non-ionisants**

- TP 1** : Interaction des Ultrasons avec la matière : Emission-Réception des US, réflexion, réfraction, absorption
- TP 2** : Interaction radiation IR-Matière: Emission-Réception IR, ...
- TP 3** : Interaction radiations microonde-matière
- TP 4** : Spectrophotométrie et ses applications en dosage
- TP 5** : Utilisation de radiations non ionisantes dans le biomédical : radiation UV, radiations plasmas, ...

### **Mode d'évaluation:**

Contrôle continu: 100%

### **Références bibliographiques:**

1. D. Decoster, J. Harari, *Détecteurs optoélectroniques, EGEM, Germes Science Lavoisier.*
2. Cerf François, *Les composants optoélectroniques, Edition Hermes*
3. E. Rosencher, B.e Vintern, *Optoélectronique, Dunod.*
4. <http://www.aurelienr.com/electronique/optoelec.htm>
5. <http://perso.orange.fr/fabrice.sincere>

**Semestre: 2**  
**Unité d'enseignement: UEM 1.2**  
**Matière 3: TP Systèmes à microcontrôleurs**  
**VHS: 22h30 (TP: 1h30)**  
**Crédits: 2**  
**Coefficient: 1**

### **Objectifs de l'enseignement:**

Est d'introduire les étudiants à la programmation d'un microcontrôleur et la compréhension des différents protocoles utilisés par ce dernier pour communiquer avec son environnement grâce à ses interfaces d'Entrées/Sorties usuels.

### **Connaissances préalables recommandées:**

Programmation d'un microprocesseur.

### **Contenu de la matière:**

*Est exposée ci-dessous une liste de TPs répondant aux objectifs de la matière. Les équipes de formation sont priées de réaliser au moins 4 TPs (voire plus, si cela est possible) en fonction de la disponibilité des équipements pédagogiques. Par ailleurs, il est permis de rajouter ou remplacer quelques TPs de la liste jointe par d'autres TPs en relation avec la matière. **Précision** : Tout changement apporté à cette liste doit être signalé au CPND de manière à en faire profiter les autres établissements.*

**TP0** : Prise en main de l'environnement de programmation du microcontrôleur

**TP1** : Utilisation de l'interface parallèle en mode entrée :

- Lecture de l'état d'un bouton-poussoir, Sondage d'un clavier 3x4

**TP2** : Utilisation de l'interface parallèle en mode sortie :

- Commande d'une LED clignotante (temporisation avec boucles d'attente simples et imbriquées et/ou utilisation du Timer)

**TP3**: Principe de l'affichage multiplexé :

- Réalisation d'un compteur décimal (00 à 99) avec affichage sur sept segments.

**TP4** : Affichage alphanumérique et/ou graphique :

- Programmation d'un afficheur LCD

**TP5** : Convertisseur analogique/numérique

- Acquisition de grandeur non électrique : Température, pression, humidité, position)

**TP6** : Génération d'un signal modulé en largeur d'impulsion (PWM) :

- Applications: Variateur de vitesse d'un moteur DC, Gradateur de lumière, Contrôle de température)

**TP7** : Système d'acquisition de données biomédicales :

- Réalisation d'un holter pour signaux électro-cardiographiques ECG. Détermination de la fréquence cardiaque. Diagnostic d'une arythmie cardiaque.

... **Autres TPs.**

### **Mode d'évaluation:**

Contrôle continu: 100%

### **Références bibliographiques:**

1. P. Mayeux, *Apprendre la programmation des PIC High-Performance par l'expérimentation et la simulation*, ETSF, Paris, 2010.
2. C. Tavernier, *Application des microcontrôleurs PIC: des PIC 10 aux PIC 18*, Dunod, 2011.
3. C. Tavernier, *"Programmation en C des PICs"*, Dunod 2009.
4. A. Warwick, *Programmation en C des Microcontrôleurs Embriqués*, Elektor 2009.

5. Microchip, "Datasheet P16F87X", Microchip Technology Inc. 2001.

6. <http://hervepage.ch/documents/pic/bigonoff.pdf>

Bigonoff, Démarrer les PIC avec le PIC16F84

Bigonoff, La gamme mid-range par l'étude des 16F87X (16F876-16F877).

**Semestre: 2**  
**Unité d'enseignement: UEM 1.1**  
**Matière 4: Langage de programmation**  
**VHS: 45h00 (Cours : 1h30, TP: 1h30)**  
**Crédits: 3**  
**Coefficient: 2**

### **Objectifs de l'enseignement :**

Apprendre à l'étudiant la maîtrise d'un langage de programmation (C, C++, Java, Python, ou tout autre langage en relation avec les exigences de la spécialité). Ci-dessous est proposé, à titre d'exemple, le contenu d'un programme destiné à faire apprendre à l'étudiant les fondements de base de la programmation orientée objet ainsi que la maîtrise des techniques de conception des programmes avancés en langage C++.

### **Connaissances préalables recommandées :**

Programmation en langage C.

### **Contenu de la matière :**

#### **Chapitre 1. Introduction à la programmation orientée objets (POO)**

Principe de la POO, Définition et Mise en route du langage C++, Le noyau C du langage C++.

#### **Chapitre 2. Notions de base**

Les structures de contrôle, Les fonctions, Les tableaux, La récursivité, Les fichiers, Pointeurs, Pointeurs et références, Pointeurs et tableaux, L'allocation dynamique.

#### **Chapitre 3. Classes et objets**

Déclaration de classe, Variables et méthodes d'instance, Définition des méthodes, Droits d'accès et encapsulation, Séparations prototypes et définitions, Constructeur et destructeur, Les méthodes constantes, Association des classes entre elles, Classes et pointeurs.

#### **Chapitre 4. Héritage et polymorphisme**

Héritage, Règles d'héritage, Chaînage des constructeurs, Classes de base, Préprocesseur et directives de compilation, Polymorphisme, Règles à suivre, Méthodes et classes abstraites, Interfaces, Traitements uniformes, Tableaux dynamiques, Chaînage des méthodes, Implémentation des méthodes virtuelles, Classes imbriquées.

#### **Chapitre 5. Les conteneurs, itérateurs et foncteurs**

Les séquences et leurs adaptateurs, Les tables associatives, Choix du bon conteneur, Itérateurs : des pointeurs boostés, La pleine puissance des *list* et *map*, Foncteur : la version objet des fonctions, Fusion des deux concepts.

#### **Chapitre 6. Notions avancées**

La gestion des exceptions, Les exceptions standard, Les assertions, Les fonctions templates, La spécialisation, Les classes templates.

### **TP Programmation orientée objet en C++**

*Est exposée ci-dessous une liste de TPs répondant aux objectifs de la matière. Les équipes de formation sont priées de réaliser au moins 4 TPs (voire plus, si cela est possible). Par ailleurs, il est permis de rajouter ou remplacer quelques TPs de la liste jointe par d'autres TPs en relation avec la matière. **Précision** : Tout*

changement apporté à cette liste doit être signalé au CPND de manière à en faire profiter les autres établissements.

**TP1** : Maîtrise d'un compilateur C++

**TP2** : Programmation C++

**TP3** : Classes et objets

**TP4** : Héritage et polymorphisme

**TP5** : Gestion mémoire

**TP6** : Templates

**Mode d'évaluation :**

Contrôle continu : 40% ; Examen : 60%.

**Références bibliographiques:**

1. Bjarne Stroustrup (auteur du C++), *Le langage C++*, Pearson.
2. Claude Delannoy, *Programmer en langage C++*, 2000.
3. Bjarne Stroustrup, *Le Langage C++*, Édition (2000) ou Pearson Education France (2007).
4. P.N. Lapointe, *Pont entre C et C++ (2ème Édition)*, Vuibert, Edition 2001.
5. H. Bersini, *La programmation orientée objet, Cours et exercices UML 2 avec Java, C#, C++, Python, PHP et LINQ*, Eyrolles.
6. C. Delannoy, *Programmer en Java*, 7<sup>e</sup> édition, Eyrolles, 2011.
7. Collective, *the Java Tutorial: a Short Course on the Basics*, 4th Edition, Prentice Hall, 2006.
8. <http://apprendre-python.com/page-apprendre-programmation-orientee-objet-poo-classes-python-cours-debutants>
9. <https://openclassrooms.com/courses/apprenez-a-programmer-en-python>

**Semestre : S2**

**Unité d'enseignement transversale : 1.2**

**Matière : Eléments d'intelligence artificielle appliquée**

**VHS : 45h00 (Cours 1h30, TP 1h30)**

**Crédits : 2**

**Coefficient : 2**

**Compétences visées :**

- Identifier les opportunités de l'intelligence artificielle en sciences de l'ingénieur
- Comprendre les implications éthiques de l'IA et les bonnes pratiques de son utilisation.
- Capacité à utiliser les techniques de l'IA dans la résolution de problèmes

**Objectifs :**

- Maîtrise des algorithmes IA
- Initiation aux concepts, outils et applications fondamentales de l'intelligence artificielle moderne, en mettant l'accent sur la pratique avec Python et ses bibliothèques.
- Approfondir le langage Python,
- Comprendre les approches de l'IA dans la résolution de problèmes,

**Prérequis :**

Programmation avancée Python

**Matériels nécessaires :**

- Un ordinateur avec Python installé,
- Bibliothèques Python : NumPy, Pandas, Scikit-learn, Matplotlib, os.listdir, os.path.exists, os.mkdir, os.rmdir, Matplotlib, Seaborn, Plitly , Request, Beautiful Soup, Tkinter, PyQt, ...
- Tensorflow, PyTorch, ...

**Contenu de la matière :**

**Chapitre 1 : Introduction à l'intelligence artificielle l'IA**

**(01 semaine)**

1. Définitions et champs d'application de l'IA.
2. Évolution historique de l'IA.
3. Introduction aux grands domaines :
  - Apprentissage automatique (Machine Learning)
  - Apprentissage profond (Deep Learning)

**Chapitre 2 : Mathématiques de base pour l'IA**

**(01 semaine)**

1. **Algèbre linéaire** : vecteurs, matrices, produits, normes.
2. **Probabilités & statistiques** :
  - Variables, espérance, variance.
  - Lois usuelles : normale, binomiale, uniforme.
3. **Régression linéaire simple** :
  - Formulation, coût, optimisation.
  - Mise en œuvre avec **Scikit-learn**.
4. **Exercices** :
  - Manipulation de matrices avec la bibliothèque NumPy (Python)
  - Exercice sur la régression linéaire (utiliser une bibliothèque Python comme Scikit-learn par exemple)
  - Expliquer la bibliothèque Matplotlib (Python)

- ...

### Chapitre 3 : Apprentissage automatique (Machine Learning)

(03 semaines)

1. Concepts clés : Données, Modèles, features, étiquettes, généralisation.
2. Phases d'un pipeline d'apprentissage : entraînement, validation, test.
3. Types d'apprentissage :
  - Supervisé
  - Non supervisé
  - Par renforcement (*aperçu*)
4. **Exercices** :
  - Approfondir les notions vues au cours
  - ....

### Chapitre 4 : Classification supervisée

(3 semaines)

1. Principe d'entraînement de modèle de classification simple :
2. Les modèles et algorithmes :
  - SVM (Support Vector Machine)
  - Arbres de décisions
3. Évaluation de performance :
  - Matrice de confusion, précision, rappel, F1-score.
5. **Exercices** :
  - Expliquer comment utiliser Scikit-learn ?
  - Comparaison de plusieurs modèles sur un dataset
  - ....

### Chapitre 5 : Apprentissage non supervisé

1. Notion de clustering.
2. Algorithmes :
  - **K-means**
  - DBSCAN (Density-Based Spatial Clustering of Applications with Noise)
3. Visualisation 2D et interprétation des résultats.
4. **Exercices** :
  - Expliquer comment utiliser un algorithme de clustering sur un Dataset
  - Expliquer comment visualiser les clusters.
  - ....

### Chapitre 6 : Les réseaux de neurones

1. Architecture d'un réseau de neurones :
  - Perception,
  - Couches et couches caches, poids, biais.
  - Fonction d'activation : ReLU, Sigmoid, Softmax, ....
  - Exercices d'applications
2. Introduction au **Deep Learning** :
  - Notion de couches profondes.
  - Introduction au réseaux convolutifs (CNN)

**3. Exercices :**

- Expliquer Tensorflow et PyTorch
- Analyser un Dataset de texte et prédire des sentiments
- ....

**Chapitre 6 : Introduction Les réseaux de neurones****Chapitre 7 : Mini projet ( travail personnel encadré en dehors des cours) :**

Création d'un modèle complet de classification ou clustering, avec prétraitement, entraînement et visualisation ; choisir et traiter un projet du début jusque la fin parmi (à distribuer au début du semestre) :

- Reconnaissance des caractères manuscrits
- Prédiction des catastrophes naturelles
- Développer un Chatbot capable de répondre aux questions fréquentes d'une entreprise, de manière naturelle.
- Développer un système capable de distinguer les sons normaux d'une machine de ceux indiquant une anomalie (roulement défectueux, vibration excessive, etc.)
- Développer un système (mini IA) capable d'analyser les sentiments exprimés dans les publications sur réseaux sociaux à propos d'un produit, une marque ou un évènement.
- ...

**Travaux pratiques :****TP 01 : Initialisation****TP 02 :**

- Implanter une régression simple avec Scikit-learn visualisation avec Matplotlib (par exemple)
- Visualiser les résultats avec Matplotlib
- ...

**TP 03 :**

- **Pipeline de machine learning et séparation des données**
- Approfondir es notions vues au cours

**TP 04 :**

- Utilisation Scikit-learn pour entrainer un modèle de classification simple
- .....

**TP 05 :**

- Implanter un algorithme de clustering sur un Dataset
- Visualiser les clusters : Clustering non supervisé (K-means, DBSCAN).
- ....

**TP 06 :**

- Construire un réseau de neurones simple avec TensorFlow ou PyTorch ou keras
- Construire un CNN simple pour classifier des images (exemple : Dataset MINIST)
- ...

**Mode d'évaluation :**

**examen 60% , CC=40%**

---

**Bibliographie :**

- Ganascia, J.Gabriel (2024) : l'IA expliquée aux humains. Paris France- Edition le Seuil.
- Anglais, Lise, Dilhac, Antione, Dratwa, Jim et al. (2023) : L'éthique au coeur de l'IA. Quebec Obvia.
- J.Robert (2024) : Natural Language Processing (NLP) : définition et principes – Datasciences. Lien : <https://datascientest.com/introduction-au-nlp-natural-language-processing>
- Qu'est-ce que le traitement du langage naturel. Lien : <https://aws.amazon.com/fr/what-is/nlp/>
- M.Journe : Eléments de Mathématiques discrètes – Ellipses
- F.Challet : L'apprentissage profond avec Python – Eyrolles
- H.Bersini (2024) : L'intelligence artificielle en pratique avec Python – Eyrolles
- B.Prieur (2024) : Traitement automatique du langage naturel avec Python – Eyrolles
- V.Mathivet ( 2024) : Implémentation en Python avec Scikit-learn – Eyrolles
- G.Dubertret (2023) : Initiation à la cryptographie avec Python – Eyrolles
- S.Chazallet (2023) : Python 3 – Les fondamentaux du langage - Eyrolles
- H.Belhadef, I.Djemal : Méthode TALN – Cours de l'université de Msila - Algérie

**Semestre : 2**

**Unité d'enseignement : UET 1.2**

**Matière : Respect des normes et des règles d'éthique et d'intégrité.**

**VHS : 22h30 (Cours : 1h30)**

**Crédit : 1**

**Coefficient : 1**

### **Objectifs de l'enseignement:**

Développer la sensibilisation des étudiants au respect des principes éthiques et des règles qui régissent la vie à l'université et dans le monde du travail. Les sensibiliser au respect et à la valorisation de la propriété intellectuelle. Leur expliquer les risques des maux moraux telle que la corruption et à la manière de les combattre, les alerter sur les enjeux éthiques que soulèvent les nouvelles technologies et le développement durable.

### **Connaissances préalables recommandées :**

Ethique et déontologie (les fondements)

### **Contenu de la matière :**

#### **A. Respect des règles d'éthique et d'intégrité,**

**1. Rappel sur la Charte de l'éthique et de la déontologie du MESRS :** Intégrité et honnêteté. Liberté académique. Respect mutuel. Exigence de vérité scientifique, Objectivité et esprit critique. Équité. Droits et obligations de l'étudiant, de l'enseignant, du personnel administratif et technique,

#### **2. Recherche intègre et responsable**

- Respect des principes de l'éthique dans l'enseignement et la recherche
- Responsabilités dans le travail d'équipe : Égalité professionnelle de traitement. Conduite contre les discriminations. La recherche de l'intérêt général. Conduites inappropriées dans le cadre du travail collectif
- Adopter une conduite responsable et combattre les dérives : Adopter une conduite responsable dans la recherche. Fraude scientifique. Conduite contre la fraude. Le plagiat (définition du plagiat, différentes formes de plagiat, procédures pour éviter le plagiat involontaire, détection du plagiat, sanctions contre les plagiaires, ...). Falsification et fabrication de données.

#### **3. Ethique et déontologie dans le monde du travail :**

Confidentialité juridique en entreprise. Fidélité à l'entreprise. Responsabilité au sein de l'entreprise, Conflits d'intérêt. Intégrité (corruption dans le travail, ses formes, ses conséquences, modes de lutte et sanctions contre la corruption)

### **B- Propriété intellectuelle**

#### **I- Fondamentaux de la propriété intellectuelle**

- 1- Propriété industrielle. Propriété littéraire et artistique.
- 2- Règles de citation des références (ouvrages, articles scientifiques, communications dans un congrès, thèses, mémoires, ...)

#### **II- Droit d'auteur**

##### **1. Droit d'auteur dans l'environnement numérique**

Introduction. Droit d'auteur des bases de données, droit d'auteur des logiciels. Cas spécifique des logiciels libres.

## 2. Droit d'auteur dans l'internet et le commerce électronique

Droit des noms de domaine. Propriété intellectuelle sur internet. Droit du site de commerce électronique. Propriété intellectuelle et réseaux sociaux.

## 3. Brevet

Définition. Droits dans un brevet. Utilité d'un brevet. La brevetabilité. Demande de brevet en Algérie et dans le monde.

### III- Protection et valorisation de la propriété intellectuelle

Comment protéger la propriété intellectuelle. Violation des droits et outil juridique. Valorisation de la propriété intellectuelle. Protection de la propriété intellectuelle en Algérie.

## C. Ethique, développement durable et nouvelles technologies

Lien entre éthique et développement durable, économie d'énergie, bioéthique et nouvelles technologies (intelligence artificielle, progrès scientifique, Humanoïdes, Robots, drones,

### Mode d'évaluation :

Examen : 100 %

### Références bibliographiques:

1. *Charte d'éthique et de déontologie universitaires*, [https://www.mesrs.dz/documents/12221/26200/Charte+fran\\_ais+d\\_f.pdf/50d6de61-aabd-4829-84b3-8302b790bdce](https://www.mesrs.dz/documents/12221/26200/Charte+fran_ais+d_f.pdf/50d6de61-aabd-4829-84b3-8302b790bdce)
2. Arrêtés N°933 du 28 Juillet 2016 fixant les règles relatives à la prévention et la lutte contre le plagiat
3. *L'abc du droit d'auteur, organisation des nations unies pour l'éducation, la science et la culture (UNESCO)*
4. E. Prairat, *De la déontologie enseignante*. Paris, PUF, 2009.
5. Racine L., Legault G. A., Bégin, L., *Éthique et ingénierie*, Montréal, McGraw Hill, 1991.
6. Siroux, D., *Déontologie : Dictionnaire d'éthique et de philosophie morale*, Paris, Quadrige, 2004, p. 474-477.
7. Medina Y., *La déontologie, ce qui va changer dans l'entreprise*, éditions d'Organisation, 2003.
8. Didier Ch., *Penser l'éthique des ingénieurs*, Presses Universitaires de France, 2008.
9. Gavarini L. et Ottavi D., *Éditorial. de l'éthique professionnelle en formation et en recherche*, *Recherche et formation*, 52 | 2006, 5-11.
10. Caré C., *Morale, éthique, déontologie*. *Administration et éducation*, 2e trimestre 2002, n°94.
11. Jacquet-Francillon, François. *Notion : déontologie professionnelle*. *Le télémaque*, mai 2000, n° 17
12. Carr, D. *Professionalism and Ethics in Teaching*. New York, NY Routledge. 2000.
13. Galloux, J.C., *Droit de la propriété industrielle*. Dalloz 2003.
14. Wagret F. et J-M., *Brevet d'invention, marques et propriété industrielle*. PUF 2001
15. Dekermadec, Y., *Innover grâce au brevet: une révolution avec internet*. Insep 1999
16. AEUTBM. *L'ingénieur au cœur de l'innovation*. Université de technologie Belfort-Montbéliard
17. Fanny Rinck et Léda Mansour, *littératie à l'ère du numérique : le copier-coller chez les étudiants*, Université grenoble 3 et Université paris-Ouest Nanterre la défense Nanterre, France
18. Didier DUGUEST IEMN, *Citer ses sources*, IAE Nantes 2008
19. *Les logiciels de détection de similitudes : une solution au plagiat électronique? Rapport du Groupe de travail sur le plagiat électronique présenté au Sous-comité sur la pédagogie et les TIC de la CREPUQ*

20. *Emanuela Chiriac, Monique Filiatrault et André Régimbald, Guide de l'étudiant: l'intégrité intellectuelle plagiat, tricherie et fraude... les éviter et, surtout, comment bien citer ses sources, 2014.*
21. *Publication de l'université de Montréal, Stratégies de prévention du plagiat, Intégrité, fraude et plagiat, 2010.*
22. *Pierrick Malissard, La propriété intellectuelle : origine et évolution, 2010.*
23. *Le site de l'Organisation Mondiale de la Propriété Intellectuelle [www.wipo.int](http://www.wipo.int)*
24. <http://www.app.asso.fr/>
25. <http://ressources.univ-rennes2.fr/propriete-intellectuelle/cours-2-54.html>

## **V - Programme détaillé par matière du semestre S3**

**Semestre : 3**

**Unité d'enseignement : UEF 2.1.1**

**Matière 1 : Instrumentation pour l'exploration fonctionnelle**

**VHS : 45h00 (Cours : 1h30, TD : 1h30)**

**Crédits : 4**

**Coefficient : 2**

**Objectifs de l'enseignement :**

A l'issue de cet enseignement, l'étudiant doit être capable de décrire les principaux appareils de l'exploration fonctionnelle.

**Connaissances préalables recommandées :**

Ondes électromagnétiques – Capteurs biomédicaux – Electricité générale – Electronique générale – Anatomie – Physiologie.

**Contenu de la matière :**

**Chapitre 1. Instrumentation dans les explorations fonctionnelles cardiaques (5 Semaines)**

Rappels sur l'appareil cardio-vasculaire. Notions de pression, de débit cardiaque et grandeurs à mesurer en exploration fonctionnelle cardiaque. Architecture d'un dispositif d'Electrocardiographie (les capteurs, le pré-amplificateur différentiateur, l'amplificateur, les filtres, les périphériques de visualisation, d'impression et de stockage). Autres techniques d'étude du fonctionnement du cœur (scintigraphie myocardique, échocardiographie, TDM et IRM myocardiques).

**Chapitre 2. Instrumentation en exploration fonctionnelle respiratoire (4 Semaines)**

Rappels sur l'appareil respiratoire. Notions de débit ventilatoire et grandeurs à mesurer en exploration fonctionnelle respiratoire. Etude du spiromètre (principe de fonctionnement et architecture du système). Etude des capteurs de pression et des jauges de contraintes pour la mesure du débit ventilatoire.

**Chapitre 3. Instrumentation en exploration fonctionnelle neurologique (2 Semaines)**

Rappels sur l'appareil neurologique. L'électroencéphalographe (principe de fonctionnement et architecture du système) – l'IRM fonctionnelle – le PET-CT – le PET IRM.

**Chapitre 4. Instrumentation en exploration fonctionnelle neuromusculaire (2 Semaines)**

Rappels sur le fonctionnement des muscles. L'électromyographe (principe de fonctionnement et architecture du système).

**Chapitre 5. Instrumentation en exploration fonctionnelle digestive (1 Semaine)**

Rappels sur le fonctionnement de l'appareil digestif. Le fibroscope et l'endoscope (principe de fonctionnement et architecture des systèmes).

**Chapitre 6. Instrumentation en exploration fonctionnelle de l'audition (1 Semaine)**

Objectifs et principe de l'audiométrie, Anatomie de l'oreille, Architecture système et principe de fonctionnement d'un audiomètre.

**Mode d'évaluation :**

Contrôle continu : 40% ; Examen : 60%.

**Références bibliographiques :**

1. A. Del Guerra, *Ionizing Radiation Detectors for Medical Imaging*, World Scientific Pub 2004.
2. Krzysztof Iniewski, *Medical Imaging: Principles, Detectors and Electronic*, Wiley-Interscience 2009.
3. Krzysztof Iniewski, Iwanczyk Jan, *Radiation Detectors for Medical Imaging*, CRC press 2016.
4. Rongguang Lian, *Biomedical Optical Imaging Technologies, Design and Applications. Biological and Medical Physics, Biomedical Engineering*, Springer 2013.

**Semestre : 3**

**Unité d'enseignement : UEF 2.1.1**

**Matière 2 : Instrumentation de l'imagerie médicale**

**VHS : 45h00 (Cours : 1h30, TD : 1h30)**

**Crédits : 4**

**Coefficient : 2**

**Objectifs de l'enseignement :**

A l'issue de cet enseignement, l'étudiant doit être capable de définir les principales modalités de l'imagerie médicale en décrivant les différents étages constituant l'appareil correspondant et en précisant le schéma et le rôle de chacun de ces étages.

**Connaissances préalables recommandées :**

Ondes électromagnétiques – Rayonnements ionisants – Radioactivité – Ultrasons – Détecteurs de rayonnements ionisants – Capteurs biomédicaux – Electronique générale – Anatomie – Physiologie.

**Contenu de la matière :**

**Chapitre 1. L'Imagerie par Résonance Magnétique (IRM)**

Rappels de résonance magnétique nucléaire (RMN). Applications de la RMN à l'imagerie médicale (IRM). Architecture d'un appareil d'IRM et rôle de chacun de ses modules. Principe de l'IRM de diffusion, de perfusion, de l'IRM fonctionnelle et de la spectrométrie. Protocoles d'assurance qualité et paramètres à vérifier. Apport de l'IRM dans le diagnostic médical, indications, limites, contraintes et contre-indications.

**Chapitre 2. La TomoDensitoMétrie (TDM ou scanner X)**

Rappels sur les Rayons X, les tubes à RX et la radiologie conventionnelle (principe de fonctionnement et architecture du système). Principe de la TDM, formation et reconstruction de l'image TDM. Architecture d'un dispositif de TDM et rôle de chacun de ses modules. Protocoles d'assurance qualité et paramètres à vérifier. Apport de la TDM dans le diagnostic médical, indications, limites, contraintes et contre-indications.

**Chapitre 3. La scintigraphie SPECT**

Rappels sur la radioactivité, les filiations radioactives et la médecine nucléaire. Principe de la scintigraphie, les différents traceurs utilisés, acquisition et reconstruction de l'image scintigraphique. Architecture d'un dispositif de SPECT (La tête de détection – le cristal scintillateur – les photomultiplicateurs – les différents protocoles d'acquisition des images et les mouvements des têtes de détection et de la table de traitement – étude des différents étages de l'électronique associée). Protocoles d'assurance qualité et paramètres à vérifier. Apport de la scintigraphie SPECT dans le diagnostic médical, indications, limites, contraintes et contre-indications.

**Chapitre 4. La Tomographie à Emission de Positons (TEP)**

Principe de la Tomographie à Emission de Positons, les différents traceurs utilisés, acquisition et reconstruction de l'image. Architecture d'un dispositif de TEP (les capteurs – l'unité de coïncidence – les différents étages de l'électronique associée – les différents protocoles d'acquisition des images). Protocoles d'assurance qualité et paramètres à vérifier. Apport de la TEP dans le diagnostic médical, indications, limites, contraintes et contre-indications.

**Chapitre 5. L'échographie et l'échographie Doppler**

Rappels sur les ultrasons, la piézoélectricité. Principe de l'échographie et de l'échographie Doppler. Architecture d'un dispositif d'échographie (les sondes émettrices/réceptrices d'ultrasons, les différents modes d'acquisition des images et étude des différents étages de l'électronique associée). Protocoles d'assurance qualité et paramètres à vérifier. Apport de l'échographie dans le diagnostic médical, indications, limites, contraintes et contre-indications.

## **Chapitre 6. Imageries Hybride – Interventionnelle - Moléculaire**

Principe, intérêt et apport de l'imagerie hybride (TEP-TDM, TEP-IRM, SPECT-TDM).

Principe, intérêt, apport et instrumentation en imagerie interventionnelle.

Principe, intérêt, apport et instrumentation en imagerie moléculaire.

### **Mode d'évaluation :**

Contrôle continu : 40% ; Examen : 60%.

### **Références bibliographiques :**

1. *C. Guy, D. Ffytche, An Introduction to the principles of Medical Imaging, Imp. College Press 2005.*
2. *R. Nick Bryan, Introduction to the Science of Medical Imaging, Cambridge Univ. Press 2009.*
3. *N. Barry Smith, A. Webb, Introduction to Medical Imaging: Physics, Engineering and Clinical Applications. Cambridge Texts in Biomedical Engineering, Cambridge University Press 2011.*
4. *M. Analoui, J.D. Bronzino, D. R. Peterson, Medical Imaging: Principles and practices, Taylor & Francis/CRC Press 2012.*
5. *Mark A Haidekker, Medical Imaging Technology, Springer 2013.*
6. *Troy Farncombe and Kris Iniewski, Medical Imaging: Technology and Applications, CRC Press 2013.*
7. *Khin Wee Lai, Dyah Ekashanti and Octorina Dewi, Medical Imaging Technology: Reviews and Computational Applications, Springer 2015.*
8. *A. Del Guerra, Ionizing Radiation Detectors for Medical Imaging, World Scientific Pub 2004.*
9. *Krzysztof Iniewski, Medical Imaging: Principles, Detectors and Electronics, Wiley-Interscience 2009.*
10. *Krzysztof Iniewski, Iwanczyk Jan S., Radiation Detectors for Medical Imaging, CRC Press 2016.*
11. *Rongguang Liang, Biomedical Optical Imaging Technologies, Design and Applications. Biological and Medical Physics, Biomedical Engineering, Springer 2013.*

**Semestre : 3**  
**Unité d'enseignement : UEF 2.1.2**  
**Matière 3 : Biocapteurs**  
**VHS : 45h00 (Cours : 1h30, TD : 1h30)**  
**Crédits : 4**  
**Coefficient : 2**

**Objectifs de l'enseignement :**

L'objectif de l'enseignement de cette matière est l'étude détaillée des différents biocapteurs utilisés dans le domaine biomédical.

**Connaissances préalables recommandées :**

Notions sur l'électronique des composants, sur les capteurs et sur la biophysique, les biomatériaux et leur technologie. Ces notions ont été abordées en L3 de la licence Génie Biomédical et durant le premier semestre du M1.

**Contenu de la matière :**

- Introduction sur les biocapteurs
- Bio-récepteurs : Différents types de bio-récepteurs ; Matériaux utilisés pour l'élaboration d'une couche bio-sélective ;
- Procédés d'immobilisation dans le cas des bio-récepteurs.
- Transducteur Electrochimiques
- Transducteurs piézoélectriques
- Transducteurs optiques.

**Mode d'évaluation :**

Contrôle continu : 40% ; Examen : 60%.

**Références bibliographiques :**

1. Xueji Zhang, Huangxian Ju, Joseph Wang, *Electrochemical Sensors, Biosensors and Their Biomedical Applications*, Academic Press, 2008.
2. Ajt Sadana, *Engineering Biosensors Kinetics and Design Applications*, Elsevier Inc 2002.
3. Ashok Mulchandani, *Enzyme and Microbial Biosensors*, Humana Press Totowa.
4. Richard B. Thompson, *Fluorescence sensors and biosensors*, Taylor & Francis 2006.

**Semestre : 3**

**Unité d'enseignement : UEF 2.1.2**

**Matière 4 : Systèmes embarqués biomédicaux**

**VHS : 45h00 (Cours : 1h30, TD : 1h30)**

**Crédits : 4**

**Coefficient : 2**

**Objectifs de l'enseignement :**

A l'issue de cet enseignement, l'étudiant aura des notions sur les systèmes embarqués en général et ceux utilisés dans le biomédical en particulier.

**Connaissances préalables recommandées :**

Microcontrôleurs, Programmation orientée objets.

**Contenu de la matière :**

**Chapitre 1. Les Réseaux Logiques Programmables : PLD (1 Semaine)**

Introduction générale (naissance), Structure et classification des réseaux logiques combinatoires

**Chapitre 2. Les technologies des éléments programmables (1 Semaine)**

**Chapitre 3. Architecture des FPGA (1 Semaine)**

Présentation des CP (Circuits programmables type PLA, CPLD) ; Structure des FPGA & ASICs ; Architecture générale, Blocs logiques programmables ; Terminologies (*LUT, Cellule et Cluster*) ; Blocs de mémoire intégrée ; Typologie d'interconnexions inter-cellules et inter-clusters ; Exemples de constructeurs Altera et Xilinx ; Applications

**Chapitre 4. Programmation VHDL (6 Semaines)**

Introduction ; Outils de programmation : Altera Quartus II, Modelsim, Xilinx ISE ; Structure d'un code en VHDL : couple Entité/Architecture, Définition des modes de fonctionnement concurrentiel et séquentiel, Jeux d'instructions traités par des exemples (Mode concurrent : Les objets, types, signal, variable, affectations conditionnelle et sélective, component, time... ; Mode séquentiel : processus, instructions de boucles et de test, Procedure, fonction, ....), programmation des machine à états finis, Les paquetages et les bibliothèques.

**Chapitre 5. Applications : Implémentation de circuits logiques dans les FPGA (5 Semaines)**

- Multiplexeur, Compteur, Comparateur, Registre à décalage, ...
- Développement d'exemples dans le biomédical, ...

**Chapitre 6. Introduction aux Synthèse de communication (1 Semaine)**

Synthèse de communication ; Synthèses logicielles et matérielles ; Validation, de visualisation d'utilisations des IP cores, ...

**Mode d'évaluation :**

Contrôle continu : 40% ; Examen : 60%.

**Références bibliographiques :**

1. Jacques Weber, Sébastien Moutault, Maurice Meudre, *Le langage VHDL : du langage au circuit, du circuit au langage*, Dunod, 2007.
2. Christian Tavernier, *Circuits logiques programmables*, Dunod 1992
3. Volnei A. Pedroni, *Circuit Design with VHDL*, MIT Press, 2004.

**Semestre : 3**

**Unité d'enseignement : UEF 2.1.2**

**Matière 5 : Modélisation et simulation des systèmes biomédicaux**

**VHS : 22h30 (Cours : 1h30)**

**Crédits : 2**

**Coefficient : 1**

### **Objectifs de l'enseignement :**

Les objectifs de cette matière sont de dispenser des notions pour poser et optimiser un problème de modélisation d'un système biomédical, de résoudre les équations caractérisant un modèle biomédical, de connaître les techniques de simulation et de résolution des systèmes biomédicaux et de valider un modèle.

### **Connaissances préalables recommandées :**

Notions de problèmes d'optimisation et de programmation (algorithmique)

### **Contenu de la matière :**

- Introduction à la modélisation en biomédical : Définition et utilités de la modélisation en biomédical ; Formulation des équations différentielles ; Types de modélisations (basées sur les lois fondamentales ou basées sur les données, statique et dynamique, linéaire non linéaires, ...).
- Résolution des équations différentielles ordinaires (ODE) : Structure d'une ODE linéaire ; Résolution analytique ; Résolution numérique par CAO (les méthodes classiques Euler, RK4, ...).
- Modélisation du cœur humain (Définition, principe de fonctionnement, mise en équations, le modèle mathématique : modèle de windkessel, Interprétation) ;
- Modélisation de la dynamique Glucose-Insuline dans le corps humain (Définition, principe de fonctionnement, mise en équations, les modèles mathématiques de Bergman 6 (premier et second), Interprétation) ;
- Modélisation du système cardio-vasculaire dans le corps humain : (Définition, principe de fonctionnement, mise en équations, les modèles mathématiques de base, Interprétation). ;
- Modélisation par les réseaux de neurones artificiels (définition, principe de fonctionnement, exemples) ;
- Modélisation par la logique floue (définition, principe de fonctionnement, exemples).

### **Mode d'évaluation :**

Examen : 100%.

### **Références bibliographiques :**

1. Andersen Kim E, Hojberre Malene. A. Bayesian , Approach to Bergman's Minimal Model, 2003.
2. S. Bequette, B Wayne, Modèle de Bergman 2003.
3. Sandra M., Bequette, B. Wayne, Process Control . Third edition. Upper Saddle River : Prentice-Hall 2002.
4. Model Predictive Control of Blood Glucose in Type I Diabetics Using Subcutaneous Glucose Measurments. Proceeding of American Control Conference.

**Semestre : 3**  
**Unité d'enseignement : UEM 2.1**  
**Matière 1 : TP Instrumentation / TP Biocapteurs**  
**VHS : 22h30 (TP : 1h30)**  
**Crédits : 2**  
**Coefficient : 1**

**Objectifs de l'enseignement :**

L'objectif visé par l'enseignement de cette matière méthodologique est de permettre une meilleure assimilation de la matière «Biocapteurs» et des deux matières «Instrumentation pour l'exploration fonctionnelle» et «Instrumentation de l'imagerie médicale». Les TP Biocapteurs peuvent se faire sous forme de manipulations sur les biocapteurs et de leur insertion dans une chaîne de mesure.

**Connaissances préalables recommandées :**

Physique des capteurs ; Notions sur les chaînes de mesure et le conditionnement ; Notions sur la biophysique et la technologie des biomatériaux.

**Contenu de la matière :**

**TP Biocapteurs**

1. Etude des Capteurs de PH.
2. Etude des Capteurs de niveau.
3. Etude des Capteurs de débit.
4. Mesure de la viscosité.
5. Etude des Capteurs de gaz.
6. Capteur dans une chaîne d'acquisition.
7. Réalisation d'une couche chimio-sensible.
8. Etude d'un nez électronique.

**TP Instrumentation**

Les TP de cette matière peuvent éventuellement être effectués sous forme de mini stage au sein d'un établissement de santé.

**Mode d'évaluation :**

Contrôle continu : 100%.

**Références bibliographiques :**

- 1.

**Semestre : 3**  
**Unité d'enseignement : UEM 2.1**  
**Matière 2 : TP Systèmes embarqués biomédicaux**  
**VHS : 22h30 (TP : 1h30)**  
**Crédits : 2**  
**Coefficient : 1**

**Objectifs de l'enseignement :**

L'objectif visé par l'enseignement de cette matière méthodologique est l'assimilation de la matière « Systèmes embarqués » par des travaux pratiques mettant en œuvre aussi bien le côté simulation et/ou modélisation que l'instrumentation dans le domaine des systèmes embarqués. L'étudiant apprendra à concevoir un système électronique en utilisant le langage de description matérielle VHDL et de tester chaque conception sur une carte FPGA.

**Connaissances préalables recommandées :**

Notions sur les chaînes de mesure et le conditionnement ; Electronique numérique (combinatoire et séquentielle), Systèmes à Microcontrôleurs (architecture interne et externe), Programmation et langage orienté objet.

**Contenu de la matière :**

**TP1 :** Introduction au VHDL langage. Présentation de l'outil de développement : carte de développement et logiciel de simulation.

**TP2 :** Notions : Entité/architecture, signal, variable. Applications : multiplexeur, compteur décimal, ...

**TP3 :** Utilisation des affectations conditionnelles/sélectives ; BCD-7Segments,

**TP4 :** Développement d'un exemple pour l'utilisation du process : Bascule, registre à décalage, diviseur de fréquence, ...

**TP5 :** Développement et implémentation d'une application, si possible, du domaine biomédical en fonction du capteur biomédical disponible : électrodes (venteuse, pince, ...), capteur de taux de glucose, ...

**TP6 :** Développer un exemple de Simulation basé sur des données expérimentales

**Mode d'évaluation :**

Contrôle continu : 100%

**Références bibliographiques :**

**Semestre : 3**  
**Unité d'enseignement : UEM 2.1**  
**Matière 3 : TP Simulation des systèmes biomédicaux**  
**VHS : 22h30 (TP : 1h30)**  
**Crédits : 2**  
**Coefficient : 1**

**Objectifs de l'enseignement :**

Les objectifs de cette matière est de permettre une meilleure assimilation de la matière théorique « Modélisation et simulation des systèmes biomédicaux » par des simulations sur PC de systèmes biomédicaux.

**Connaissances préalables recommandées :**

Notions de problèmes d'optimisation. Notions de programmation (algorithmique).

**Contenu de la matière :**

**TP1 :** Initiation à un logiciel de simulation (Simulink/Matlab + Excel)

**TP2 :** Résolution d'un système défini par des méthodes numériques Euler, RK4, ...

**TP3 :** Simulation du modèle du cœur humain basée sur des données numériques réelles, *modèle de windkessel à deux éléments*.

**TP4 :** Simulation du modèle de la dynamique Glucose-Insuline : Modèles de Bergman (premier et second) à 03 trois équations différentielles : basée sur des données numériques réelles.

**TP4 :** Simulation du modèle système cardio-vasculaire : basée sur des données numériques réelles.

**TP5 :** Initiation au RNA et modélisation (simulation) d'un système physiologique (avec l'un des exemples précédents ou bien prévoir éventuellement d'autres exemples).

**TP6 :** Initiation à la modélisation (simulation) par la logique floue (avec un des exemples précédents ou de prévoir d'autres)

**Mode d'évaluation :**

Contrôle continu : 100%.

**Références bibliographiques :**

**Semestre : 3**

**Unité d'enseignement : UEM 2.1**

**Matière 4 : Gestion de projets pour les systèmes de santé**

**VHS : 45h00 (Cours : 1h30, TP : 1h30)**

**Crédits : 3**

**Coefficient : 2**

**Objectifs de l'enseignement :**

La gestion d'un projet englobe aussi bien l'établissement du budget de sa mise en œuvre que la planification des travaux amenant à sa réalisation (comme la commande et la réception des appareils l'équipant) ainsi que sa gestion une fois réalisé (planification de l'utilisation et la maintenance des équipements). Au terme de ce cours, l'étudiant sera initié aux outils nécessaires à un porteur et/ou gestionnaire de projets et aura particulièrement des connaissances sur certains plateaux équipant des structures de santé.

**Connaissances préalables recommandées :**

Connaissances sur les équipements de santé acquises durant le cycle de licence et du M1 de la filière Génie Biomédicale.

**Contenu de la matière :**

- Définition d'un projet, spécificités des projets de santé. Exigences d'un projet (collecte des exigences, leur validation et leur vérification).
- Élaboration et gestion d'un échéancier et d'un budget pour l'exécution du projet de santé ; Risques dans l'exécution du projet ; Gestion des ressources humaines ; Gestion des approvisionnements
- Études de cas pratiques : Mise en place (commande et installation, maintenance, gestion d'utilisation)
  - Plateau d'imagerie médicale
  - Plateau de chirurgie
  - Plateau de physiothérapie et/ou de chimiothérapie (structures anticancer)
  - Plateau d'ophtalmologie
  - Plateau pour cabinet dentaire
  - Structures de stérilisation
  - .....

**Mode d'évaluation :**

Contrôle continu : 40% ; Examen : 60%.

**Références bibliographiques :**

**Semestre : 3**

**Unité d'enseignement : UET 2.3**

**Matière 1 : Reverse Engineering**

**VHS : 45h00 (Cours : 1h30 et Atelier : 1h30)**

**Crédits : 2**

**Coefficient : 2**

### **Objectifs de l'enseignement**

- Comprendre les principes et les objectifs du Reverse Engineering (RE) dans le domaine des sciences et de technologie (ST),
- S'initier aux outils et aux méthodes du RE dans la spécialité concernée.
- Appréhender la valeur et l'éthique des principes du RE dans le design, la fabrication et l'assurance qualité de produits,
- Encourager la pensée critique, la curiosité technique, l'ingénierie inverse raisonnée et l'innovation,
- Apprendre à analyser, documenter et modéliser un système existant sans documentation initiale.

### **Compétences visées**

- Décomposer et analyser un système existant,
- Reproduire fidèlement un schéma technique ou un modèle 3D à partir d'un produit existant,
- Appliquer des outils de diagnostic et de simulation,
- Travailler en groupe sur un projet exploratoire,
- Identifier les limites juridiques de la rétroconception

**Prérequis** – Connaissances fondamentales dans la spécialité.

### **Contenu de la matière**

#### **1. Introduction à la Reverse Engineering**

- Historique, enjeux légaux et éthiques du RE,
- Définitions et champs d'application : Approches (matériels, logiciels, procédés...)
- Domaines : maintenance, re-fabrication, cybersécurité, veille concurrentielle

#### **2. Méthodologie générale**

- Analyse d'un système "boîte noire" (black box)
- Décomposition fonctionnelle
- Diagrammes de blocs, entrées/sorties, flux d'énergie ou d'information

#### **3. Reverse engineering matériel**

- Dispositif électrique – Carte électronique : inspection visuelle, repérage de composants
- Utilisation d'outils : multimètre, oscilloscope, analyseur logique
- Reconnaissance de schémas électriques
- Reconstitution de schémas sous KiCad / Fritzing / Proteus / EPLAN Electric P8 / QElectroTech

#### **4. Reverse engineering logiciel**

- Analyse statique de binaires (ex : .exe, .hex)
- Décompilation, désassemblage (introduction à Ghidra, IDA Free, ou Hopper)
- Observation de comportements : sniffing, monitoring (ex : Wireshark)

- Cas des microcontrôleurs : lecture mémoire flash, extraction firmware

### 5. Reverse engineering mécanique

- Numérisation 3D : scanner, mesures manuelles
- Reproduction de modèles CAO à partir de pièces existantes
- Logiciels utilisés : SolidWorks, Fusion360

### 6. Sécurité et détection d'intrusion

- Reverse engineering dans la cybersécurité : détection de malware, vulnérabilités
- Signature de logiciels, protections contre le RE (obfuscation, chiffrement)

### 7. Cas d'études réels

- Analyse d'un produit obsolète ou inconnu (souris, alimentation, module Bluetooth, etc.)
- Exemple de rétroconception de pièce mécanique ou système simple (ventilateur, boîtier)

### Exemples de TP (base les 4 Génies)

#### • Génie Electrique

- Rétro-ingénierie d'un dispositif électrique sans schéma
- Exemple : Relais temporisé, Armoire Electrique, Variateur de vitesse, Machine Electrique, Système d'automatisation..
- Objectifs : identifier le fonctionnement, dessiner le schéma, proposer une variante améliorée.
- Identification de composants (IC, transistors, résistances, condensateurs, etc.).
- Utilisation d'outils : multimètre, oscilloscope, analyseur logique.
- Lecture et extraction de firmware depuis un microcontrôleur.
- Introduction à la détection de contrefaçons électroniques.

#### • Génie Mécanique :

- Rétro-ingénierie d'un mécanisme simple
- Exemples : pompe manuelle, clé dynamométrique, mini-presse..
- Démontage mécanique d'un système (pompe, engrenage, vérin...).
- Mesures et reconstruction de plans ou modèles 3D avec logiciel CAO (SolidWorks, Fusion360).
- Identification de matériaux et modes de fabrication.
- Simulation fonctionnelle à partir du modèle recréé.

#### • Génie Civil :

- Analyse d'ouvrages existants sans plans (murs, dalles, structures...).
- Exemples : escalier métallique, appui de fenêtre, coffrage)
- Étude et rétroconception d'un élément de structure existant
- Identification des matériaux, des assemblages et des contraintes.
- Modélisation de l'ouvrage via Revit, AutoCAD ou SketchUp.
- Étude de réhabilitation ou reproduction d'éléments structurels anciens.

#### • Génie des Procédés

- Rétroconception d'un module de laboratoire
- Exemples : instruments, distillation, filtration, échangeur, réacteur simples...
- Analyse de systèmes industriels existants (colonne de distillation, échangeur, réacteur...).
- Reconstitution des schémas PFD et PID à partir de l'observation d'une installation.
- Identification des capteurs, actionneurs, organes de commande.
- Étude de flux de matière/énergie dans un procédé.

**Mode d'évaluation :**

- TP techniques
- Mini-projet de rétro-ingénierie (rapport + soutenance)
- Examen final (QCM + étude de cas)
- Examen : 60% et CC TP : 40%

**Références bibliographiques :**

- Reverse Engineering for Beginners – Dennis Yurichev (gratuit en ligne)
- The IDA Pro Book – Chris Eagle (logiciels)
- Practical Reverse Engineering – Bruce Dang
- Documentation :
  - <https://ghidra-sre.org>
  - <https://www.kicad.org>
  - <https://www.autodesk.com/products/fusion-360>

**Semestre : 3**

**Unité d'enseignement: UET 1.3**

**Matière 1 : Recherche documentaire et conception du mémoire**

**VHS : 22h30 (Cours: 1h30)**

**Crédits : 1**

**Coefficient : 1**

**Objectifs de l'enseignement :**

Donner à l'étudiant les outils nécessaires afin de rechercher l'information utile pour mieux l'exploiter dans son projet de fin d'études. L'aider à franchir les différentes étapes menant à la rédaction d'un document scientifique. Lui signifier l'importance de la communication et lui apprendre à présenter de manière rigoureuse et pédagogique le travail effectué.

**Connaissances préalables recommandées :**

Méthodologie de la rédaction, Méthodologie de la présentation.

**Contenu de la matière:**

**Partie I- : Recherche documentaire :**

**Chapitre I-1 : Définition du sujet**

**(02 Semaines)**

- Intitulé du sujet
- Liste des mots clés concernant le sujet
- Rassembler l'information de base (acquisition du vocabulaire spécialisé, signification des termes, définition linguistique)
- Les informations recherchées
- Faire le point sur ses connaissances dans le domaine

**Chapitre I-2 : Sélectionner les sources d'information**

**(02 Semaines)**

- Type de documents (Livres, Thèses, Mémoires, Articles de périodiques, Actes de colloques, Documents audiovisuels...)
- Type de ressources (Bibliothèques, Internet...)
- Evaluer la qualité et la pertinence des sources d'information

**Chapitre I-3 : Localiser les documents**

**(01 Semaine)**

- Les techniques de recherche
- Les opérateurs de recherche

**Chapitre I-4 : Traiter l'information**

**(02 Semaines)**

- Organisation du travail
- Les questions de départ
- Synthèse des documents retenus
- Liens entre différentes parties
- Plan final de la recherche documentaire

**Chapitre I-5 : Présentation de la bibliographie**

**(01 Semaine)**

- Les systèmes de présentation d'une bibliographie (Le système Harvard, Le système Vancouver, Le système mixte...)
- Présentation des documents.
- Citation des sources

## Partie II : Conception du mémoire

### Chapitre II-1 : Plan et étapes du mémoire (02 Semaines)

- Cerner et délimiter le sujet (Résumé)
- Problématique et objectifs du mémoire
- Les autres sections utiles (Les remerciements, La table des abréviations...)
- L'introduction (*La rédaction de l'introduction en dernier lieu*)
- État de la littérature spécialisée
- Formulation des hypothèses
- Méthodologie
- Résultats
- Discussion
- Recommandations
- Conclusion et perspectives
- La table des matières
- La bibliographie
- Les annexes

### Chapitre II- 2 : Techniques et normes de rédaction (02 Semaines)

- La mise en forme. Numérotation des chapitres, des figures et des tableaux.
- La page de garde
- La typographie et la ponctuation
- La rédaction. La langue scientifique : style, grammaire, syntaxe.
- L'orthographe. Amélioration de la compétence linguistique générale sur le plan de la compréhension et de l'expression.
- Sauvegarder, sécuriser, archiver ses données.

### Chapitre II-3 : Atelier : Etude critique d'un manuscrit (01 Semaine)

### Chapitre II-4 : Exposés oraux et soutenances (01 Semaine)

- Comment présenter un Poster
- Comment présenter une communication orale.
- Soutenance d'un mémoire

### Chapitre II-5 : Comment éviter le plagiat ? (01 Semaine)

(Formules, phrases, illustrations, graphiques, données, statistiques,...)

- La citation
- La paraphrase
- Indiquer la référence bibliographique complète

### Mode d'évaluation :

Examen : 100%

### Références bibliographiques :

1. M. Griselin et al, *Guide de la communication écrite, 2e édition, Dunod, 1999.*
2. J.L. Lebrun, *Guide pratique de rédaction scientifique : comment écrire pour le lecteur scientifique international, Les Ulis, EDP Sciences, 2007.*
3. A. Mallender Tanner, *ABC de la rédaction technique : modes d'emploi, notices d'utilisation, aides en ligne, Dunod, 2002.*
4. M. Greuter, *Bien rédiger son mémoire ou son rapport de stage, L'Etudiant, 2007.*
5. M. Boeglin, *lire et rédiger à la fac. Du chaos des idées au texte structuré. L'Etudiant, 2005.*
6. M. Beaud, *l'art de la thèse, Editions Casbah, 1999.*
7. M. Beaud, *l'art de la thèse, La découverte, 2003.*
8. M. Kalika, *Le mémoire de Master, Dunod, 2005.*

## **Proposition de quelques matières de découverte**

**Semestre:**  
**Unité d'enseignement: UED**  
**Matière 1: Physique des SC pour composants biomédicaux**  
**VHS: 22h30 (Cours: 1h30)**  
**Crédit: 1**  
**Coefficient: 1**

### **Objectifs de l'enseignement:**

L'étudiant ayant acquis cette matière aura les connaissances requises pour une bonne maîtrise du fonctionnement et des phénomènes électriques mis en jeu dans les principaux dispositifs et composants à semiconducteurs impliqués dans les circuits microélectroniques modernes. De plus, ces connaissances seront utiles pour la compréhension de matières visant des dispositifs appliqués.

### **Connaissances préalables recommandées:**

Notions de physique, notions sur les composants électroniques acquis dans le cursus de la licence Génie Biomédical.

### **Contenu de la matière:**

#### **Notions de physique des semiconducteurs (2 semaines)**

Définition du niveau de Fermi et notion de bandes d'énergies, densités de porteurs dans les bandes d'énergies ; semiconducteur intrinsèque, semiconducteur extrinsèque, ...

#### **Rappels sur la jonction PN (2 semaines)**

Phénomènes mis en jeu dans la jonction PN à l'équilibre, barrière de potentiel, jonction PN hors équilibre.

#### **Rappels sur le transistor bipolaire (2 semaines)**

La structure du transistor bipolaire, principe de fonctionnement et étude qualitative des courants dans le composant, notion de gain en courant, ...

#### **Hétérojonctions : (2 semaines)**

Notion de travail de sortie, effet thermoionique, notion de contact Métal/Semiconducteur, diode Schottky.

#### **Le transistor JFET (2 semaines)**

Structure du transistor JFET, les différents types de transistors à effet de champ: MOSFET, MESFET, ...

#### **Le transistor MOSFET (2 semaines)**

Structure du transistor MOSFET, principe de fonctionnement, différents types de transistors MOS;...

#### **Applications dans le domaine biomédical (3 semaines)**

Exemples de composants à semiconducteurs impliqués en biomédical : la diode PIN ; transistors MOSFET et dispositifs associés aux MOSFET tels que les TFT, ainsi que certains dispositifs à hétérojonctions : MESFET, HEMT).

### **Mode d'évaluation:**

Examen: 100%.

**Références bibliographiques:**

- *O. Bonnaud, Composants à semiconducteurs, Ed. Technosup-Ellipses.*
- *A. Vapaille ,R.Castagné, Dispositifs et circuits intégrés semiconducteurs, Ed. Dunod.*
- *J.D. Chatelain, Dispositifs à semiconducteurs, Editions Georgi.*
- *S. Dimitrijevic, Understanding Semiconductor Devices, Ed. Oxford University Press.*
- *S.M. Sze, Physics of Semiconductor Devices, 2<sup>nd</sup> Ed, John Wiley & Sons.*

**Semestre:**  
**Unité d'enseignement: UED**  
**Matière 2 : Biomagnétisme et bio-électromagnétisme**  
**VHS: 22h30 (Cours: 1h30)**  
**Crédit: 1**  
**Coefficient: 1**

### **Objectifs de l'enseignement:**

L'étudiant ayant acquis les crédits de cette matière découvrira le magnétisme sous un autre aspect. Il comprendra les effets des champs magnétiques sur les systèmes biologiques et l'exploitation de ces effets par certains appareils biomédicaux pour le diagnostic en biomédecine (RMN, IRM,...).

### **Connaissances préalables recommandées:**

L'étudiant a déjà acquis des bases de magnétisme en deuxième année du tronc commun ST.

### **Contenu de la matière:**

- Notions sur le magnétisme (électrocinétique et champ magnétique, moment magnétique et spins, aimantation, magnétisme électronique, magnétisme atomique, magnétisme nucléaire, susceptibilité magnétique).
- Matériaux paramagnétiques, diamagnétiques, ferromagnétiques)
- Interaction onde électromagnétique matière (résolution des équations de Maxwell dans le vide et dans un milieu matériel)
- Magnétisme des tissus biologiques
- Les effets biologiques des champs EM (Le débit d'absorption spécifique)
- Description du phénomène de résonance magnétique nucléaire (généralités sur les phénomènes de résonance et de résonance magnétique nucléaire, détection du signal de résonance magnétique nucléaire et son interprétation,
- Bases physiques et applications dans l'imagerie par résonance magnétique.

### **Mode d'évaluation:**

Examen: 100 %.

### **Références bibliographiques:**

- B. Kastler, D. Vetter, *Comprendre l'IRM*, Elsevier Masson
- R. P. Feynman, R. Leighton, M. Sands, *Electromagnétisme - Volume 1*, Dunod
- R. Kahn, *Supraconductivité*, Philippe Mangin, EDP Sciences
- P. Brissonneau, *Magnétisme et matériaux magnétiques*, Hermès, 1997

**Semestre :**  
**Unité d'enseignement : UED**  
**Matière 3 : Bio-nanotechnologies**  
**VHS : 22h30 (Cours : 1h30)**  
**Crédit : 1**  
**Coefficient : 1**

**Objectifs de l'enseignement:**

Connaître les concepts de base et les impacts économiques de la nanotechnologie. Améliorer les connaissances et les approches pour le développement de la nanobiomédecine et les applications de la nanotechnologie dans les diagnostics.

**Connaissances préalables recommandées :**

Les compétences de base de la physique moderne, l'électronique et les mathématiques.

**Contenu de la matière :**

**Chapitre 1 : Introduction aux nanotechnologies et nanosciences :**

Définitions et concepts de base (Top Down, Bottom up et Inside, ...), Impact et défi économique et social de la nanotechnologie

**Chapitre 2 : Fabrication et caractérisation au nano échelle :**

Nanolithographie, Microscopie à effet tunnel, ...

**Chapitre 3 : Nanomatériaux, nanostructures et nanoparticules :**

Nanoparticules et ses applications en biomédical, Nanostructures et nanomatériaux et leurs applications en biomédical, Fullerènes et Nanotubes de carbone et leurs applications en biomédical, ...

**Chapitre 4 : Biomolécules et nanobio-capteurs :**

Interaction entre biomolécules et nanoparticules, Nanobio-capteurs

**Chapitre 5 : Application des nanotechnologies en biologie et médecine :**

Application des nano dans la biologie, Etat actuel et perspectives des nanobiotechnologies, Approches pour développement de la nanobiomédecine, Application de la nanotechnologie dans les diagnostics, Risques sanitaires des nanomatériaux.

**Mode d'évaluation :**

Examen : 100 %

**Références bibliographiques:**

- 1 T. Pradeep, *Nano the essentials, Understanding Nanoscience and Technologie*, Tata McGraw-Hill Publishing Ltd, India, 2007.
- 2 M. Di Ventra, S. Evoy, J.R. Heflin, *Introduction to Nanoscale Science and Technology*, Klumer Academic Publishers, USA, 2004.

**Semestre :**  
**Unité d'enseignement : UED**  
**Matière 4 : Anatomie et physiologie pathologiques**  
**VHS : 22h30 (Cours : 1h30)**  
**Crédit : 1**  
**Coefficient : 1**

### **Objectifs de l'enseignement:**

L'étudiant doit être capable de différencier une structure anatomique normale d'une anomalie anatomique et de donner sa nature. Il doit être également capable d'affirmer si un paramètre physiologique donné est normal ou non.

### **Connaissances préalables recommandées :**

Anatomie générale du corps humain et physiologie générale.

### **Contenu de la matière :**

#### **Partie 1. Anatomique pathologique**

##### **1- Anomalies Morphologiques :**

Anomalies globales (Hypertrophies : hépatomégalie, méga dolichocôlon, ...), hypotrophies (microcéphalie, micro génitosomie, reins hypotrophiques) et atrophies (atrophie des reins et atrophie de la thyroïde). Hyperplasie, hypoplasie et aplasie.

Anomalies locales : Sténose (sténose des uretères, sténose du pylore, ...), ectasie (anévrisme et varice), tumeurs (tumeur pleine et tumeur creuse ou liquidienne : kystes, abcès et hématomes), fistules (fistule anale, fistule recto-vésicale, ...), adhérences.

Introduction aux méthodes pour le diagnostic des anomalies morphologiques.

##### **2- Anomalies Topographiques :**

Ectopies (ectopie testiculaire et ectopies de la thyroïde), hernies (hernie abdominale, hernie ombilicale, ...).

Introduction aux méthodes pour le diagnostic des anomalies topographiques.

##### **3- Anomalies Qualitatives :**

Mort d'un organe (Nécrose, infarctus : infarctus du myocarde, Infarctus du cerveau, Infarctus du tube digestif, ...), Gangrène,

Accumulations anormales : Accumulation des cellules, fibrose, accumulation de liquides, accumulation de substances anormales (substances exogènes et substances endogènes).

Introduction aux méthodes pour le diagnostic des anomalies qualitatives.

#### **Partie 2. Pathologies Physiologiques.**

Les paramètres et les signaux physiologiques. Définition et mesure.

Variations des paramètres physiologiques à l'effort.

Variations des paramètres physiologiques dans les pathologies cardiaques, dans les pathologies respiratoires, dans les pathologies neurologiques et dans les pathologies neuromusculaires.

### **Mode d'évaluation :**

Examen : 100 %

**Références bibliographiques:**

1. *P. A. Krieger, A visual Analogy Guide: Anatomy & Physiology, Morton Publishing Company 2009.*
2. *G. W. Jenkins, C. P. Kemnitz and G. J. Tortora, Anatomy and Physiology : from Science to Life, John Wiley & Sons, Inc. 2010.*
3. *A. Tagliafico and C. Martinoli, A Radiologically-Guided Approach to Musculoskeletal Anatomy, Springer-Verlag Italia 2013.*
4. *M. Thiriet, Anatomy Physiology of the Circulatory and Ventilatory Systems, Springer Science Business Media, New York, 2014.*
5. *E. Jensen-Jarolim, Comparative Medicine: Anatomy and Physiology, Springer-Verlag, Wien, 2014.*

**Semestre :**  
**Unité d'enseignement : UED**  
**Matière 5 : Techniques de maintenance en instrumentation médicale**  
**VHS : 22h30 (Cours : 1h30)**  
**Crédit : 1**  
**Coefficient : 1**

### **Objectifs de l'enseignement:**

Faire immerger l'étudiant dans le domaine pratique de la maintenance électronique du matériel médical. Connaître les différents matériels médicaux existants (laboratoire d'analyse EFR, Dialyse IRM, Radiologie, Echographie, etc.), les différentes marques ainsi que les techniques d'intervention préventives et correctives sur un matériel médical.

### **Connaissances préalables recommandées :**

Electronique générale, Electronique numérique, Maintenance assistée par ordinateur dispensées en licence sont suffisantes pour une bonne assimilation de cette matière.

### **Contenu de la matière :**

#### **Chapitre 1 : Principe de base de la maintenance**

- Présentation des principes de base de la maintenance du matériel médical.
- Mise en service d'un matériel médical (utilisation du guide de la maintenance).
- Montage, démontage, installation.

#### **Chapitre 2 : Dispositifs médicaux existants et leurs marques**

- Prise de connaissance des différents dispositifs médicaux existants, (caractéristiques, marques).
- Comparaison prix et qualité (donner des exemples).

#### **Chapitre 3 :**

#### **Techniques de maintenance et tests des composants électroniques dans un matériel médical**

- Test des composants électroniques (diode Zener, transistor, triac, diac, transfo).
- Identification de l'ensemble des cartes électroniques dans un matériel médical (exemple : Radio, Dialyse).
- Création d'une base de données contenant les composants électroniques de type analogique et numérique, nappes de connexion, ports de communication et afficheurs (Illustrer ces concepts à travers un exemple pratique).

#### **Chapitre 4 : Interventions sur l'alimentation électrique d'un matériel médical**

- Description des alimentations à découpage existantes
- Pannes possibles et remèdes
- Modifications possibles

### **Mode d'évaluation :**

Examen : 100 %

### **Références bibliographiques:**

4. *E. Peltier Guide pratique : Maintenance des dispositifs médicaux, Ingénieur biomédical, CHU de Nancy, 2007.*
5. *Guide pratique : Maintenance des dispositifs médicaux obligations et recommandations, Direction régionale des affaires sanitaires et sociales de Midi-Pyrénées.*
6. *Recueil de Textes Réglementaires relatifs à la Gestion des Etablissements de Santé, Textes réunis et classés par Mohamed Ould-Kada, décembre 2010.*

**Semestre :**  
**Unité d'enseignement : UED**  
**Matière 6 : Applications des décharges électriques en biomédical**  
**VHS : 22h30 (Cours : 1h30)**  
**Crédit : 1**  
**Coefficient : 1**

### **Objectifs de l'enseignement:**

Faire découvrir à l'étudiant des applications des décharges électriques dans le médical. Ces applications s'étendent d'une simple électrostimulation à des applications thérapeutiques telles que la coagulation du sang (électrochirurgie) et le traitement de tumeurs cancéreuses (plasmas froids).

### **Connaissances préalables recommandées :**

Anatomie générale du corps humain et physiologie générale. Notions de biophysique. Notions d'électricité générale.

### **Contenu de la matière :**

- Classification des décharges électriques utilisées en biomédical : continues (DC, pulsées, ...), alternatives (BF, RF, Microondes, ...), Technologie des décharges électriques,
- Application des décharges électriques en neurostimulation, en électrothérapie ; la défibrillation, Application des décharges électriques en électrochirurgie (coagulation, dissection, ...)
- Les plasmas électriques (plasmas sous vide, plasmas atmosphériques, processus de création d'espèces actives dans le biomédical, ...)
- Applications traditionnelles et émergentes des plasmas en biomédical : Modifications de surfaces (ablation, réticulation, activation, ...), Stérilisation par plasmas (méthodes de stérilisation conventionnelles, stérilisation par plasmas froids), Traitements thérapeutiques par plasmas (instrumentation plasmas utilisée en thérapeutique, coagulation du sang, traitements dentaires, traitement de tumeurs cancéreuses, ...)
- Sécurité dans l'utilisation des décharges électriques en biomédical.

### **Mode d'évaluation :**

Examen : 100 %

### **Références bibliographiques:**

1. F. Crépon, *Electrothérapie et physiothérapie*, Elsevier Masson, 2012.
2. S. Hayek, R. Levy, T. Deer, *Neurostimulation for the Treatment of Chronic Pain*, Saunders, 2011.
3. C.F Roques, *Pratique de l'électrothérapie*, Springer, 1997.
4. *Appareils électromédicaux, Partie 2-2 : règles particulières de sécurité pour appareils d'électrochirurgie à courant haute fréquence*, IEC, 1998: ISBN-10: 2831845017
5. M. Laroussi, M.G. Kong, G. Morfill, W. Scholz, Eds., *Plasma Medicine: Applications of Low-Temperature Gas Plasmas in Medicine and Biology*, Cambridge University Press, Cambridge UK, 2012, ISBN: 9780511902598
6. A. Fridman, G. Friedman, *Plasma Medicine*, Wiley 2013, ISBN: 978-0-470-68970-7.
7. <http://www.neuroelectrics.com/>

**Semestre :**  
**Unité d'enseignement : UED**  
**Matière 7 : Les matériaux intelligents**  
**VHS : 22h30 (Cours : 1h30)**  
**Crédit : 1**  
**Coefficient : 1**

### **Objectifs de l'enseignement:**

Introduire le concept d'adaptabilité des matériaux. Découvrir les différents types des matériaux intelligents. Définir les caractéristiques et les applications de chaque type de matériau.

### **Connaissances préalables recommandées :**

Notions générales de Physique.

### **Contenu de la matière :**

#### **Chapitre 1 : Définition des matériaux intelligents**

1. Les propriétés des matériaux intelligents
2. Pourquoi les matériaux intelligents ?

#### **Chapitre 2 : Piézoélectricité**

1. La piézoélectricité
2. Propriétés mécaniques d'un matériau piézoélectrique
3. Matériaux piézoélectriques
4. Applications des matériaux piézoélectriques

#### **Chapitre 3 : Ferroélectricité**

1. Ferroélectricité et applications électroniques
2. Ferroélectricité et applications optiques
3. Progrès sur les matériaux ferroélectriques en couches minces

#### **Chapitre 4 : Magnétoélectricité**

1. Généralités sur l'effet magnétostrictif
2. Magnétoélectricité
3. Applications

#### **Chapitre 5 : Alliages à mémoire de forme (AMF)**

1. Familles d'alliages
2. Propriétés : effet mémoire, superélasticité
3. Applications pratiques : aérospatial, industrie, biomécanique.

### **Mode d'évaluation :**

Examen : 100 %

### **Références bibliographiques:**

1. J. C. Anderson, *Dielectrics, Modern electrical studies.*
2. K. Uchind, *Ferroelectric Devices, Merce Dekker inc.*
3. C. Kittel, *Physique de l'état solide, Dunod.*
4. Hungt Diep, *Physique de la matière condensée, cours, exercices et problèmes corrigés, Dunod.*
5. M. F. Ashby, David R. H. Jones, *Matériaux. T1 Propriétés, applications et conception.*

6. M. Brissaud, *Matériaux piézoélectriques - Caractérisation, modélisation et vibration*, Presses Polytechniques et Universitaires Romandes.
7. De Rosnay, *Les matériaux intelligents*, Texte de la 278<sup>e</sup> conférence de l'Université de tous les savoirs donnée le 4 octobre 2000.
8. <http://www.futura-sciences.com/sciences/dossiers/physique-materiaux-intelligents-55/page/2/>
9. [https://www.canal-u.tv/video/...de.../les\\_materiaux\\_intelligents](https://www.canal-u.tv/video/...de.../les_materiaux_intelligents)

**Semestre :**  
**Unité d'enseignement : UED**  
**Matière 8 : Réseaux informatiques et télémedecine**  
**VHS : 22h30 (Cours : 1h30)**  
**Crédit : 1**  
**Coefficient : 1**

**Objectifs de l'enseignement :**

Le but de cet enseignement est d'initier l'étudiant aux réseaux informatiques et à la télémedecine.

**Connaissances préalables recommandées :**

Informatique médicale.

**Contenu de la matière :**

**Partie 1 : Réseaux informatiques**

Introduction aux réseaux informatiques  
Architecture des réseaux Couche physique et couche liaison de données  
La couche réseau ; La couche transport ; La couche application  
Réseaux locaux ; Réseaux TCP/IP

**Partie 2 : Introduction à la Télémedecine**

Généralités sur la télémedecine et Internet  
Les techniques de transmission utilisées en télémedecine (transmission audio ; transmission de données médicales de type statique ou dynamique (fonctions vitales telles que rythme cardiaque, pression sanguine, ...)).  
La transmission d'images  
Matériel pour la télémedecine (ordinateurs avec logiciels appropriés ; matériel de téléconférence et de visioconférence ; caméra numérique ; microphone ; numériseur et logiciel de traitement d'images, ...) ; équipements médicaux  
Logiciels pour la télémedecine  
Aménagement des services hospitaliers pour la télémedecine.

**Mode d'évaluation :**

Examen : 100%.

**Références bibliographiques :**

1. José Dordoigne, *Réseaux informatiques: Notions fondamentales (6<sup>ème</sup> édition)*, Edition ENI 2015.
2. Solange Ghernaouti, *Cybersécurité - 5e éd. - Sécurité informatique et réseaux*, Dunod 2016.
3. Pierre Simon, *Télémedecine : Enjeux et pratiques*, Edition Le Coudrier 2015.
4. Salgues Bruno, *L'e-santé et la télémedecine*, Lavoisier 2013.

REPUBLICQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE  
MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE

Université.....  
Faculté.....  
Département.....

Filière :.....  
Spécialité :.....  
Année universitaire 20.... /20....

Le...../...../20....

**PROCES VERBAL CONCERNANT LE CHOIX DES MATIERES DE DECOUVERTE DE LA  
PREMIERE ANNEE MASTER**

Les enseignants, soussignés, après délibération ont arrêté le choix des matières de découverte du master ..... proposées dans le canevas de ce master. A ce propos, les enseignants\* dont les noms suivent s'engagent à assurer l'enseignement de ces matières. Dans le cas où l'équipe de formation choisit une matière dont le programme n'est pas disponible dans le canevas, le responsable de la filière s'engage à adresser ce programme au CPND-ST pour enrichissement et validation.

\* A chaque matière, il est possible d'indiquer le nom de l'enseignant principal et éventuellement le nom d'un enseignant suppléant.

Semestres	Matières de découverte	Enseignants
S1	<u>Matière 1 :</u> <u>Matière 2 :</u>	
S2	<u>Matière 1 :</u> <u>Matière 2 :</u>	

Observations :.....  
.....

Noms et Prénoms des enseignants		Matières enseignées	Semestre	Emargements
1				
2				
3				
4				
5				
6				
7				
8				
9				

Le responsable de la filière

Le chef du département

**Rappels :** La nature des matières de découverte doivent apporter un complément à la formation et doivent être choisies en fonction des besoins du tissu socio-économique local ou régional et de la disponibilité des enseignants spécialistes en la matière.

Copies aux VRP/VDP

REPUBLICQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE  
MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE

Université.....  
Faculté.....  
Département.....

Filière :.....  
Spécialité :.....  
Année universitaire 20.... /20....

Le...../...../20....

**PROCES VERBAL CONCERNANT LE CHOIX DES MATIERES DE DECOUVERTE DE LA  
DEUXIEME ANNEE MASTER**

Les enseignants, soussignés, après délibération ont arrêté le choix des matières de découverte du master ..... proposées dans le canevas de ce master. A ce propos, les enseignants\* dont les noms suivent s'engagent à assurer l'enseignement de ces matières. Dans le cas où l'équipe de formation choisit une matière dont le programme n'est pas disponible dans le canevas, le responsable de la filière s'engage à adresser ce programme au CPND-ST pour enrichissement et validation.

\* A chaque matière, il est possible d'indiquer le nom de l'enseignant principal et éventuellement le nom d'un enseignant suppléant.

Semestres	Matières de découverte	Enseignants
S3	<u>Matière 1 :</u> <u>Matière 2 :</u>	

Observations :.....  
.....

Noms et Prénoms des enseignants		Matières enseignées	Semestre	Emargements
1				
2				
3				
4				
5				
6				
7				
8				
9				
10				

Le responsable de la filière

Le chef du département

**Rappels :** La nature des matières de découverte doivent apporter un complément à la formation et doivent être choisies en fonction des besoins du tissu socio-économique local ou régional et de la disponibilité des enseignants spécialistes en la matière.

Copies aux VRP/VDP