

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية
وزارة التعليم العالي والبحث العلمي

نموذج مطابقة

عرض تكوين ماستر مهني

2026 – 2025

التخصص	الشعبة	ميدان
الفيزياء الطبية والفيزياء الإشعاعية	الفيزياء	علوم المادة

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE

**MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR
ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE**

**Canevas de mise en conformité
OFFRE DE FORMATION**

L.M.D. MASTER PROFESSIONALISANT

2025 – 2026

Domaine	Filière	Spécialité
SCIENCES DE LA MATIERE	PHYSIQUE	Physique Médicale et Radiophysique

II – Fiche d'organisation semestrielle des enseignements
(S1 , S2 et S3))

Master Physique Médicale et Radiophysique

Master Physique Médicale et Radiophysique

Semestre 1

Unité d'Enseignement	Matières	VHS	V.H hebdomadaire			Autres	Coeff	Crédits	Mode d'évaluation	
	Code Intitulé	15 semaines	C	TD	TP				Continu	Examen
UE Fondamentale Code : UEF 1 Crédits : 18 Coefficient : 09	Physique Corpusculaire	67h30	3h00	1h30		82h30	3	6	33%	67%
	Modélisation et Simulation des Transports	45h00	1h30	1h30		55h00	2	4	33%	67%
	Détection et Mesure des Rayonnements	67h30	3h00	1h30		82h30	3	6	33%	67%
	Mécanique Quantique	22h30	1h30			27h30	1	2		100%
UE Méthodologie Code : UEM 1 Crédits : 9 Coefficient : 5	Statistique & Informatique	37h30	1h30		1h00	37h30	2	3	50%	50%
	Traitement du Signal	45h00	1h30	1h30		55h00	2	4	50%	50%
	TL Détection des Rayonnements	22h30			1h30	27h30	1	2	50%	50%
UE Découverte Code : UED 1 Crédits : 2 Coefficient : 2	Ethique et Déontologie en Physique Médicale	22h30	1h30			2h30	1	1		100%
	Exploration de logiciels libre et open source de la spécialité	22h30			1h30	2h30	1	1	50%	50%
UE Transversale Code : UET 1 Crédits : 1 Coefficient : 1	Intelligence artificielle et Machine Learning 1	22h30			1h30	2h30	1	1	50%	50%
Total Semestre 1		375h00	13h30	6h00	5h30	375h00	17	30		

Master Physique Médicale et Radiophysique

Semestre 2

Unité d'Enseignement	Matières	VHS	V.H hebdomadaire			Autres	Coeff	Crédits	Mode d'évaluation	
	Intitulé	15 semaines	C	TD	TP				Continu	Examen
UE Fondamentale Code : UEF 2 Crédits : 18 Coefficient : 9	Dosimétrie des Rayonnements Ionisants	67h30	3h00	1h30		82h30	3	6	33%	67%
	Sources de Rayonnements	22h30	1h30			27h30	1	2	33%	67%
	Anatomie	22h30	1h30			27h30	1	2	33%	67%
	Caractérisation des Rayonnements	45h00	1h30	1h30		55h00	2	4	33%	67%
	Introduction à l'Imagerie Médicale	45h00	3h00			55h00	2	4	33%	67%
UE Méthodologie Code : UEM 2 Crédits : 9 Coefficient : 5	Physique de la Radiothérapie Externe	45h00	1h30	1h30		55h00	2	4	50%	50%
	Physique de la Curiethérapie	15h00	1h00			10h00	1	1	50%	50%
	TL dosimétrie des Rayonnements Ionisants	45h00			3h00	55h00	2	4	50%	50%
UE Découverte Code : UED 2 Crédits : 1 Coefficient : 1	Reverse Engineering en Physique Médicale	22h30	1h30			2h30	1	1	50%	50%
UE Transversale Code : UET2 Crédits : 2 Coefficient : 2	Généralités sur l'Oncologie	22h30	1h30			2h30	1	1		100%
	Intelligence artificielle et Machine Learning 2	22h30			1h30	2h30	1	1		100%
Total Semestre 2		375h00	16h00	4h30	4h30	375h00	17	30		

Master Physique Médicale et Radiophysique

Semestre 3

Unité d'Enseignement	Matières	VHS	V.H hebdomadaire			Autres	Coeff	Crédits	Mode d'évaluation	
	Intitulé	15 semaines	C	TD	TP				Continu	Examen
UE Fondamentale Code : UEF 3 Crédits : 18 Coefficient : 09	Physique du Radiodiagnostic	45h00	1h30	1h30		55h00	2	4	33%	67%
	Physique de la Médecine Nucléaire	45h00	1h30	1h30		55h00	2	4	33%	67%
	Physiologie et Radiobiologie	22h30	1h30			27h30	1	2		100%
	Radioprotection en milieu clinique	22h30	1h30			27h30	1	2		100%
	Intelligence Artificielle appliquée en Physique Médicale	67h30	3h00	1h30		82h30	3	6	33%	67%
UE Méthodologie Code : UEM 3 Crédits : 9 Coefficient : 5	Stage clinique en Radiothérapie	82h30			5h30	92h30	4	7	50%	50%
	Stage clinique en Médecine Nucléaire	22h30			1h30	27h30	1	2	50%	50%
UE Découverte Code : UED 3 Crédits : 1 Coefficient : 1	Stage pratique et clinique en Radiodiagnostic	22h30			1h30	2h30	1	1	50%	50%
UE Transversale Code : UET 3 Crédits : 2 Coefficient : 2	TL en milieux cliniques	22h30			1h30	2h30	1	1	50%	50%
	Entrepreneuriat, Innovation et Startup	22h30	1h30			2h30	1	1		100%
Total Semestre 3		375h00	10h30	4h30	10h00	375h00	17	30		

III - Programme détaillé par matière

(1 fiche détaillée par matière)

Adapter le programme des cours et travaux dirigés (TD) en fonction du volume horaire hebdomadaire présentiel (VHH présentiel) et du volume horaire hebdomadaire personnel (VHH personnel).

Semestre : 1

Intitulé du Master : Physique Médicale et Radiophysique

Semestre : 1

Intitulé de l'UE : Unité d'Enseignement Fondamentale (UEF)

Intitulé de la Matière 1 : Physique Corpusculaire

Objectifs de l'enseignement

Le but de l'enseignement de la Physique Corpusculaire est de caractériser et de quantifier l'émission électromagnétique des atomes et de décrire les phénomènes de l'interaction des photons avec les atomes en liaison avec les phénomènes de l'absorption.

Il s'agit aussi de décrire les propriétés essentielles des noyaux atomiques et de présenter les applications à l'élaboration des radio-isotopes. Le dépôt d'énergie des particules chargées (électrons et ions) est également étudié. Toutes ces notions sont indispensables.

Contenu de la matière

Partie I : Physique Atomique

Chapitre 1 : Transitions et rayonnement

Théorie classique du rayonnement dipolaire, probabilités de transitions ; forces d'oscillateurs dipolaires ; règles de sélection.

Rayonnement de freinage : théorie classique.

Chapitre 2 : Atomes à plusieurs électrons :

Principe de Pauli, Atome d'He : états singulets et états triplets. L'interaction spin-orbite. Les spectres des rayons X. Effet Auger. Modèle de Thomas-Fermi des atomes.

Chapitre 3 : Interaction photon-atome

Diffusion Rayleigh, effet photoélectrique, effet Compton, création de paires....

Partie II : Physique Nucléaire

Chapitre 1 : Diffusion élastique

Référentiel du laboratoire et du centre de masse. Energie transférée. Section efficace différentielle et de transfert.

Chapitre 2 : Modèle en couches : Spin et parité du noyau ; magnétisme nucléaire.

Chapitre 3 : Réactions nucléaires :

Cinématique cas classique ; lois de conservation ; section efficace différentielle et totale ; noyau composé et interaction directe.

Chapitre 4 : Radioactivité

Cinétique ; théorie de la radioactivité α ; théorie de la radioactivité β ; multipolarité du rayonnement γ ; production de radio-isotopes.

Chapitre 5 : Interaction particule chargée- matière.

Perte d'énergie et pouvoir d'arrêt. Théorie de Bethe non relativiste. Etat de charge. Pouvoir d'arrêt des électrons. Cas relativiste.

Mode d'évaluation :

Contrôle continu (devoirs, interrogations écrites et orales)

Epreuve finale

Références (Livres et photocopiés, sites internet, etc).

Cours de physique BERKELEY (vol4), Pebay-Peroula (ed Dunod), Akhizer (ed.MIR)

Données expérimentales tirées des articles les plus récents.

Intitulé du Master : Physique Médicale et Radiophysique

Semestre : 1

Intitulé de l'UE : Unité d'Enseignement Fondamentale (UEF)

Intitulé de la Matière : Modélisation et Simulation du transport

Objectifs de l'enseignement .

Contenu de la matière

Chapitre 1 : Problème de modélisation du transport du rayonnement dans la matière

Chapitre 2 : Méthodes déterministes (équation de Boltzmann)

Chapitre 3 : Méthode de Monte-Carlo

Chapitre 4 : Générateurs de nombres aléatoires

Chapitre 5 : Échantillonnage d'une distribution discrète

Chapitre 6 : Échantillonnage d'une distribution continue

Chapitre 7 : Notion de poids statistique, transport analogique et implicite

Chapitre 8 : Techniques de réduction de la variance

Chapitre 9 : Définition de la géométrie, de la source d'émission et la géométrie et des grandeurs d'enregistrement

Chapitre 10 : Simulation Monte-Carlo du transport des photons

Chapitre 11 : Simulation Monte-Carlo du transport des particules chargées

Chapitre 12 : Les différents types de codes Monte-Carlo utilisés en physique médicale 

Mode d'évaluation :

Contrôle continu (devoirs, interrogations écrites et orales)

Epreuve finale

Références (Livres et photocopiés, sites internet, etc).

Intitulé du Master : Physique Médicale et Radiophysique

Semestre : 1

Intitulé de l'UE : Unité d'Enseignement Fondamentale (UEF)

Intitulé de la Matière : Détection et Mesure des Rayonnements

Objectifs de l'enseignement

Le but de cet enseignement est d'acquérir les principes de fonctionnement des différents types de détecteurs. Les détecteurs de photons (ordre du MeV) et des particules chargées sont décrits.

Connaissances préalables recommandées (*descriptif succinct des connaissances requises pour pouvoir suivre cet enseignement*).

Physique nucléaire, physique atomique (niveau licence)

Contenu de la matière

Chapitre I : Sources et types de rayonnements.

Chapitre II : Statistiques de comptage.

Chapitre III : Principe de fonctionnement des détecteurs de rayonnement :

Chapitre IV : Propriétés générales des détecteurs (efficacité intrinsèque, efficacité géométrique, résolution...)

Chapitre V : Détecteurs à gaz (Chambres d'ionisation, Compteurs proportionnels et Compteurs Geiger Mueller).

Chapitre VI : Détecteurs à scintillateurs (Scintillateurs, tubes photomultiplicateurs, Spectroscopie).

Chapitre VII : Détecteurs à semi-conducteurs (détecteurs à barrière de surface et détecteurs de photons (X et γ)).

Chapitre VIII : Les dosimètres de rayonnements

- 1) Introduction*
- 2) Propriétés et caractéristiques des dosimètres de rayonnements*
- 3) Les chambres d'ionisation*
- 4) Les dosimètres à luminescence (TLD-OSL)*
- 5) Les dosimètres à semiconducteurs (diodes, mosfet)*

Chapitre IX : Techniques de mesures et notion de spectrométrie.

Mode d'évaluation :

Contrôle continu (devoirs, comptes rendus de TP, interrogations écrites et orales)

Epreuve finale écrite.

Références (Livres et polycopiés, sites internet, etc).

Radiation Detection and Measurement, Knoll

Intitulé du Master : Physique Médicale et Radiophysique

Semestre : 1

Intitulé de l'UE : Unité d'Enseignement Fondamentale (UEF)

Intitulé de la Matière : Mécanique Quantique

Objectifs de l'enseignement (*Décrire ce que l'étudiant est censé avoir acquis comme compétences après le succès à cette matière*).

Le but de cet enseignement est d'acquérir les bases du formalisme quantique pour l'étude des transitions. Une étude simplifiée de la quantification du champ électromagnétique sera appliquée à l'interaction photon atome.

Connaissances préalables recommandées (*Descriptif succinct des connaissances requises pour pouvoir suivre cet enseignement*).

Physique quantique ; mécanique quantique ; relativité ; électromagnétisme

Contenu de la matière

Chapitre I : Rappels de mécanique quantique (postulats, moment cinétique, potentiel central, etc.)

Chapitre II : Méthodes d'approximation pour les états stationnaires.

Chapitre III : Perturbations dépendant du temps : règle d'or de Fermi.

Chapitre IV : Particules identiques.

Chapitre V : Hamiltonien électromagnétique. Quantification du champ électromagnétique (simplifié). Application à l'effet photoélectrique, Transitions

Mode d'évaluation :

Contrôle continu (devoirs, interrogations écrites et orales)

Epreuve finale

Références (*Livres et photocopiés, sites internet, etc*).

Mécanique Quantique, Cohen-Tannoudji

Intitulé du Master : Physique Médicale et Radiophysique

Semestre : 1

Intitulé de l'UE : Unité d'Enseignement Méthodologie (UEM)

Intitulé de la Matière : Statistique et Informatique

Objectifs de l'enseignement (*Décrire ce que l'étudiant est censé avoir acquis comme compétences après le succès à cette matière*).

Objectifs du module de Physique Statistique et Informatique

- Analyse descriptive des données
- Interprétation de diagrammes et de graphiques
- Utilisation des modèles probabilistes pour décrire les fluctuations d'une caractéristique mesurable ou dénombrable
- Utilisation de logiciels permettant de réaliser les études statistiques (tableau, graphe, calculs de moyenne, écarts type, ...)

Connaissances préalables recommandées (*descriptif succinct des connaissances requises pour pouvoir suivre cet enseignement*).

Analyse (Séries numériques, séries de fonctions, Intégrales, Notions de programmation numérique.)

Contenu de la matière

Partie I : STATISTIQUE

Chapitre I : Notions de probabilités et statistiques

Chapitre II : Loi de propagation des erreurs (série d'exemples)

Chapitre III : Lois de distribution statistique ; définition, conditions d'application, caractéristiques des lois de probabilités, ...

Chapitre IV : Validité de l'ajustement d'une loi théorique à une distribution observée: Test du χ^2

Chapitre V : Méthodes d'estimation des caractéristiques d'une variable aléatoire

Chapitre VI : Principes de la Méthode de Monte Carlo (MMC)

Chapitre VII : Statistiques inférentes appliquées en Physique Médicale et en Médecine Nucléaire

Partie II : Informatique : Travaux Pratiques et Programmation

I/ Initiation aux langages de programmation (Exemple : PYTHON)

II/ Initiation au système d'exploitation LINUX.

III/ Calculs permettant la détermination des probabilités et des intégrales par la Méthode de Monte Carlo.

IV/ Introduction au logiciel open source GATE /GEANT 4 utilisé en physique médicale

Mode d'évaluation :

Contrôle continu (devoirs, comptes rendus de TP, interrogations écrites et orales)

Epreuve finale écrite et de TP.

Références (Livres et photocopiés, sites internet, etc).

Escoubes, Physique statistique à l'usage des physiciens »

Bevington, Data reduction and error analysis

Intitulé du Master : Physique Médicale et Radiophysique

Semestre : 1

Intitulé de l'UE : Unité d'Enseignement Méthodologie (UEM)

Intitulé de la Matière : Traitement du signal

Objectifs de l'enseignement (*Décrire ce que l'étudiant est censé avoir acquis comme compétences après le succès à cette matière*).

Connaissances préalables recommandées (*descriptif succinct des connaissances requises pour pouvoir suivre cet enseignement*).

Contenu de la matière

Chapitre I : Introduction au traitement du signal

- 1) Introduction
- 2) Classification des signaux
- 3) La notion de bruit
- 4) Notion de rapport signal sur bruit
- 5) L'autocorrélation
- 6) L'intercorrélation (Corrélation)
- 7) Convolution
- 8) Eléments sur la théorie des Distributions
- 9) Les signaux élémentaires

Chapitre II : Représentation fréquentielle des signaux (Série et Transformation de Fourier)

- 1) Notion de fréquence
- 2) Représentation fréquentielle d'un signal monochromatique
- 3) Représentation fréquentielle d'un signal somme de sinus
- 4) Représentation fréquentielle et décomposition en Série de Fourier
- 5) Représentation fréquentielle et Transformée de Fourier
- 6) Formules usuelles

Chapitre III : Systèmes linéaires analogique

- 1) Introduction
- 2) Classification des systèmes
- 3) Caractérisation d'un système LTI
- 4) Notion de convolution
- 5) Réponse d'un système LTI
- 6) Stabilité et réponse impulsionnelle
- 7) Systèmes et transformée de Fourier
- 8) Transformée de Laplace (TL)
- 9) Propriétés de la Transformée de Laplace
- 10) TL de quelques signaux élémentaires
- 11) Transformée de Laplace et systèmes LTI
- 12- Notion de pôles et zéros - critère de stabilité
- 13- Réponse d'un système LTI par la TL

14- Rappels sur la décomposition en éléments simples

Chapitre IV : Filtres analogiques

- 1- Notion de filtrage
- 2 - Filtre temporel / fréquentiel
- 3- Réponse impulsionnelle $h(t)$ / Fonction de transfert $H(f)$
- 4- Fréquence de coupure
- 5 - Les filtres idéaux
- 6 – Bande passante BP
- 7 – Filtre physiquement réalisable

Chapitre V : Signaux numériques et Systèmes Linéaires et Invariants Discrets (SLID)

- 1- Signaux numériques
- 2- Systèmes numériques
- 3- Système Linéaire et Invariant (SLI)
- 4- Réponse impulsionnelle $h(n)$
- 5- Convolution linéaire de signaux discrets
- 6- Réponse à une entrée quelconque $x(n)$ – Convolution numérique
- 7- Transformée en z (TZ)
- 8- Pôles et zéros – stabilité d'un système discret causal
- 9-Table de la TZ

Chapitre VI : Échantillonnage, reconstruction et quantification

- 1- Introduction
- 2- Échantillonnage idéal
- 3- TF du signal échantillonné
- 4- Exemple d'analyse du spectre de $x_e(t)$
- 5- Théorème de Shannon
- 6- Échantillonnage réel
- 7- TF d'un signal après échantillonnage réel
- 8- Signaux à support fréquentiel non borné
- 9- La reconstruction
- 10- La quantification

Chapitre VII : Signaux Numériques et Transformée de Fourier

- 1- Transformée de Fourier des signaux à temps discret (TFTD)
- 2- TF inverse des signaux discrets

- 3- Propriétés de la TFTD
- 4- Relation entre la transformée de Fourier à temps continu TFCT et la TFTD
- 5- Transformée de Fourier Discrète (TFD)
- 6- TFD d'un signal périodique $x_p(n)$ de période N
- 7- Propriétés de la TFD
- 8- TFD et convolution circulaire
- 9- Analyse spectrale et TFD
- 10- Transformée de Fourier Rapide (FFT)

Chapitre VIII : Filtrage Numérique

- 1- Avantages et inconvénients des filtres numériques
- 2- Caractérisations d'un filtre numérique
- 3- Synthèse de filtres numériques
- 4- Synthèse de filtre à réponse impulsionnelle finie (RIF)
- 5 Lien de $H(z)$ avec la transformée de Fourier TFD
- 6 Filtres de différents ordres

Chapitre IX : Application au traitement d'images

- 1- Modélisation d'un système d'imagerie
- 2- Application à la segmentation
- 3- Application à la reconstruction tomographique

Mode d'évaluation :

Contrôle continu (devoirs, comptes rendus de TP, interrogations écrites et orales)

Epreuve finale écrite.

Références (Livres et photocopiés, sites internet, etc.).

Intitulé du Master : Physique Médicale et Radiophysique

Semestre : 1

Intitulé de l'UE : Unité d'Enseignement Méthodologie (UEM)

Intitulé de la Matière : Travaux de Laboratoire 1 : Détection des Rayonnements

Objectifs de l'enseignement (*Décrire ce que l'étudiant est censé avoir acquis comme compétences après le succès à cette matière*).

L'étude pratique concernant les statistiques de comptage, et l'utilisation des différents détecteurs s'effectue au niveau de la salle de travaux pratiques. L'électronique nucléaire (compteur, générateur haute tension, préamplificateur de charge, amplificateur linéaire, ligne à retard, convertisseur analogique-digital et convertisseur temps- amplitude) sont utilisés.

Connaissances préalables recommandées (*descriptif succinct des connaissances requises pour pouvoir suivre cet enseignement*).

Physique nucléaire, physique atomique (niveau licence)

Contenu de la matière

Séance 1 : Caractéristiques d'un détecteur Geiger-Muller.

Séance 2 : Statistiques de comptage.

Séance 3 : Détecteur à scintillateur. Spectroscopie avec sélecteur monocanal. Etalonnage en énergie.

Séance 4 : Absorption des gammas dans la matière. Sélecteur multicanaux.

Séance 5 : Spectrométrie de particules chargées. Détecteurs à barrière de surface.

Séance 6 : Spectroscopie haute résolution détecteur Ge (HP). Efficacité et résolution. Etalonnage de la chaîne

Séance 7 : Coïncidences temporelles : les gammas d'annihilation.

Mode d'évaluation :

Contrôle continu (devoirs, comptes rendus de TP, interrogations écrites et orales)

Epreuve finale écrite de TP.

Références (*Livres et photocopiés, sites internet, etc*).

Radiation Detection and Measurement, Knoll

Intitulé du Master : Physique Médicale et Radiophysique

Semestre : 1

Intitulé de l'UE : Unité d'Enseignement de Découverte (UED)

Intitulé de la Matière : Ethique et Déontologie en Physique Médicale

Objectifs de l'enseignement : L'objectif de cet enseignement est de donner aux étudiants un aperçu des règles à respecter et de l'éthique à avoir en physique médicale dans les différents services de Radiothérapie, de Médecine Nucléaire et d'Imagerie et de montrer les responsabilités et les obligations de chacun envers la profession du physicien médical, les patients, le corps médical et le public.

Connaissances préalables recommandées (*descriptif succinct des connaissances requises pour pouvoir suivre cet enseignement*).

Contenu du module

Chapitre I : Ethique et Déontologie en Physique Médicale

- 1) Définitions et différences
- 2) Différentes approches de la déontologie

Chapitre II : Textes Réglementaires en Physique Médicale

- 1) Réglementations concernant l'utilisation médicale des rayonnements ionisants
- 2) Les missions générales des physiciens
- 3) Le niveau de qualification requis
- 4) Les cas où la présence des physiciens médicaux est obligatoire.

Chapitre III : Responsabilités

- 1) Responsabilité à l'égard de la profession
- 2) Responsabilité à l'égard du public
- 3) Responsabilité envers l'employeur
- 4) Rôle et Responsabilité propre à chaque spécialité de la physique médicale : Radiothérapie- Médecine Nucléaire – Imagerie Médicale et Radioprotection

Chapitre IV : Comportement

- 1) Bonne conduite Professionnelle
- 2) Honnêteté, rigueur et transparence
- 3) Autonomie et dignité
- 4) Recherche de la qualité optimale dans les soins aux patients et dans la pratique

5) Prudence et précaution

6) Gestion des accidents et incidents

Chapitre V : Environnement et cadre de travail en clinique

1) Le maintien et les compétences

2) Déclarations des accidents et des incidents et la mise en place des systèmes de prévention

3) Diversité-Confiance-Intégration-Respect

Chapitre VI : Exemples d'éthique en face des dilemmes en Radiodiagnostic, Médecine Nucléaire et Radiothérapie

Mode d'évaluation :

Contrôle continu (devoirs, interrogations écrites et orales)

Epreuve finale écrite.

Références

Guide des bonnes pratiques de physique médicale, SFPM 2021.

GUIDELINES ON PROFESSIONAL ETHICS FOR MEDICAL PHYSICISTS, -AIEA

Intitulé du Master : Physique Médicale et Radiophysique

Semestre : 1

Intitulé de l'UE : Unité d'Enseignement Transversale (UET)

Intitulé de la Matière : Intelligence artificielle et Machine Learning 1

Objectifs du cours :

Introduire les bases de l'IA et de l'apprentissage automatique (Machine Learning), en se concentrant sur leurs applications dans les sciences de la matière. Les étudiants comprendront les concepts fondamentaux de la modélisation basée sur les données et comment appliquer les techniques de l'apprentissage automatique pour résoudre des problèmes du monde réel.

Contenu du cours :

- Chapitre 1 : Introduction à l'IA et à l'apprentissage automatique
 - Aperçu de l'IA et de ses applications.
 - Importance des données dans l'IA et l'apprentissage automatique.
- Chapitre 2 : Concepts de base de l'apprentissage automatique
 - Apprentissage supervisé ou non supervisé.
 - Algorithmes clés de l'apprentissage automatique : régression, classification, regroupement.
 - Mesures d'évaluation (MAE, R^2 , précision).
- Chapitre 3 : Collecte et traitement des données
 - Ingénierie des caractéristiques et techniques de prétraitement des données.
 - Traitement de l'ajustement excessif et de l'ajustement insuffisant.
 - Bases de données sur les matériaux : Materials Project, OQMD, AFLOW.
- Chapitre 4 : Apprentissage automatique (Machine Learning) pratique en sciences de la matière
 - Étude de cas : Prédiction des propriétés des matériaux (bande interdite, etc.).
 - Utilisation de modèles d'apprentissage automatique pour des tâches simples de classification et de régression.
- Chapitre 5 : Fondements de l'apprentissage profond
 - Introduction aux réseaux neuronaux.
 - Principaux cadres d'apprentissage profond : TensorFlow, Keras, PyTorch.
 - Application : Prédiction de la structure cristalline à l'aide de réseaux neuronaux.

Bibliographie :

- *"Hands-On Machine Learning with Scikit-Learn, Keras, and TensorFlow"* by Aurélien Géron (focuses on practical applications of machine learning)
- *"Pattern Recognition and Machine Learning"* by Christopher M. Bishop (provides theoretical foundations of ML)

Outils et bibliothèques :

- Python, Jupyter Notebooks
- Scikit-learn, Pandas, Matplotlib

Materials science tools: Matminer, Pymatgen

Semestre 1

Intitulé de l'unité : Découverte

Intitulé de la matière : Exploration de logiciels libres et open source en Physique Médicale

Objectifs de l'enseignement :

Initier les étudiants à l'usage de logiciels libres dédiés à la modélisation, à la simulation et à l'analyse des phénomènes liés à la physique médicale.

Développer des compétences pratiques en traitement d'image médicale, dosimétrie, planification thérapeutique et simulation de radiations.

Comprendre le rôle des outils numériques open source dans les applications cliniques et de recherche en physique médicale.

Connaissances préalables recommandées :

Bases en physique nucléaire, rayonnement, interaction rayons-matière

Connaissances fondamentales en anatomie et instrumentation biomédicale

Familiarité souhaitée avec Linux et/ou Python

Contenu pédagogique détaillé :

Chapitre I. Introduction aux logiciels open source en physique médicale

Définition et avantages des logiciels libres et open source

Notions de licences (GPL, MIT) et de communautés de développement

Exemples d'environnements libres en médecine : ITK, 3D Slicer, GATE

Chapitre II. Traitement d'images médicales

Introduction à ImageJ/Fiji : histogramme, seuillage, filtres

Segmentation d'images DICOM (scanner, IRM)

Introduction à 3D Slicer : volumes 3D, enregistrement, annotations

Chapitre III. Dosimétrie et planification

Introduction à GATE (Geant4 Application for Tomographic Emission) : structure, géométrie, simulation de sources radioactives

Simulation de la dose dans un fantôme anthropomorphe

Étude de faisceaux externes (photons, protons)

Chapitre IV. Interaction rayonnement-matière

Visualisation et simulation avec PENELOPE, EGSnrc

Cas d'étude : interaction des électrons, photons X, électrons de haute énergie

Outils pour la radioprotection : simulation de blindages

Chapitre V. Analyse de données et visualisation scientifique

Utilisation de Python (NumPy, Matplotlib, Pandas) pour l'analyse d'images et de données dosimétriques

Scripts pour la lecture de fichiers DICOM, courbes dose-volume

Introduction à l'automatisation et au traitement par lots

Chapitre VI. Applications en imagerie et en thérapie

Simulation de la tomographie d'émission (TEP, TEMP)

Reconstruction d'images (algorithmes open source dans STIR)

Introduction à OpenRTK (Reconstruction Tomographique)

Chapitre VII. Mini-projet de simulation ou traitement

Réalisation d'un mini-projet par binôme : application d'un logiciel libre sur un cas réel ou simulé

Rédaction d'un rapport et soutenance orale

Références et ressources recommandées :

Jan S. et al., "GATE: a simulation toolkit for PET and SPECT", Phys Med Biol, 2004.

Schneider C.A. et al., "NIH Image to ImageJ: 25 years of image analysis", Nat Methods, 2012.

PENELOPE, EGSnrc documentation : IAEA, NRC Canada

Documentation de 3D Slicer : <https://slicer.readthedocs.io>

GATE : <https://www.opengatecollaboration.org>

Python libraries : <https://scikit-image.org>, <https://pydicom.github.io>

Semestre : 2

Intitulé du Master : Physique Médicale et Radiophysique

Semestre : 2

Intitulé de l'UE : Unité d'Enseignement Fondamentale (UEF)

Intitulé de la Matière 1 : Dosimétrie des Rayonnements Ionisants

Objectifs de l'enseignement (*Décrire ce que l'étudiant est censé avoir acquis comme compétences après le succès à cette matière*).

Le but de cet enseignement est de donner les bases physiques de la dosimétrie, des différentes théories utilisées et la description du principe de fonctionnement des différents types de dosimètres.

Connaissances préalables recommandées (*descriptif succinct des connaissances requises pour pouvoir suivre cet enseignement*).

Physique Nucléaire, Physique Atomique (niveau licence) et UE PA, PN (S1 du master)

Contenu de la matière

Partie I : Principes de base de la dosimétrie

- 1- Introduction
- 2- Les rayonnements ionisants
- 3- Grandeurs et unités dosimétriques
- 4- Relations entre grandeurs dosimétriques
- 5- Notions de micro-dosimétrie

Partie II : Théorie de la cavité

- 1- Introduction
- 2- Théorie de la cavité (Bragg-Gray, Spencer-Attix, Burlin...)
- 3- Théorie de Fano
- 4- Calcul des pouvoirs d'arrêt (collisionnel, radiatif, restreint)

Partie III : Les dosimètres de rayonnements

- 1- Introduction
- 2- Propriétés et caractéristiques des dosimètres de rayonnements
- 3- Les chambres d'ionisation
- 4- Les dosimètres à luminescence (TLD-OSL)
- 5- Les émulsions photographiques (films radiographiques, gafchromiques, radiochromiques)
- 6- Les dosimètres à semiconducteurs (diodes, mosfet)
- 7- Les dosimètres chimiques
- 8- Les calorimètres (graphite, eau)

9- Autres dosimètres (Gel/IRM, Alanine/EPR, scintillateur plastique, diamant)

Références (*Livres et photocopiés, sites internet, etc*).

Attix, Radiation Dosimetry

Intitulé du Master : Physique Médicale et Radiophysique

Semestre : 2

Intitulé de l'UE : Unité d'Enseignement Fondamentale (UEF)

Intitulé de la Matière: Sources de Rayonnements

Objectifs de l'enseignement (*Décrire ce que l'étudiant est censé avoir acquis comme compétences après le succès à cette matière*).

Donner une description du principe et du mode opératoire des différentes sources de rayonnements ionisants utilisées en radiothérapie en médecine nucléaire et en imagerie.

Connaissances préalables recommandées (*Descriptif succinct des connaissances requises pour pouvoir suivre cet enseignement*).

UE PA, PN du master (semestre 1)

Contenu de la matière

Chapitre I : Introduction

Chapitre II : Rayonnements utilisés en médecine (diagnostic et thérapie)

Chapitre III : Radio-isotopes utilisés en médecine

Production des radio-isotopes (réacteurs, accélérateurs, générateurs de radio-isotopes)

Sources non scellées et générateurs de radio-isotopes

Sources scellées (radiothérapie externe, curiethérapie)

Chapitre IV : Générateurs de rayonnements

Générateurs RX

Bétatrons

Accélérateurs linéaires

Cyclotrons

Microtrons

Références (*Livres et photocopiés, sites internet, etc*).

Intitulé du Master : Physique Médicale et Radiophysique

Semestre : 2

Intitulé de l'UE : Unité d'Enseignement Fondamentale (UEF)

Intitulé de la Matière : Anatomie

Objectifs de l'enseignement (*Décrire ce que l'étudiant est censé avoir acquis comme compétences après le succès à cette matière*).

Permettre aux physiciens médicaux de repérer sur un cliché radiologique les principales structures anatomiques

Connaissances préalables recommandées (*descriptif succinct des connaissances requises pour pouvoir suivre cet enseignement*).

Aucune

Contenu de la matière

Module d'anatomie topographique, avec application à l'anatomie radiologique

Chapitre I : Introduction et Généralité

Chapitre III Tête Et Cou : Crane, encéphale, rachis, moelle, organes ORL

Chapitre II Thorax : Cage thoracique, rachis, organes du thorax

Chapitre IV Abdomen : Organes de l'abdomen

Chapitre V Pelvis: Organe du pelvis (homme et femme), pelvis osseux

Chapitre VI Les différents Appareils : Respiratoire, digestif, Urinaire, Reproducteur, Lymphatique

Chapitre I : Introduction et Généralité

Chapitre II : Tête et Cou

- Crane, Encéphale
- Rachis, Moelle
- Organes ORL

Chapitre III : Thorax

- Cage thoracique
- Rachis
- Organes du thorax (Plèvre, Poumon, Cœur)

Chapitre IV : Abdomen

L'ensemble des organes de l'abdomen

Chapitre V : Pelvis

- Organes du Pelvis chez l'homme
- Organes du Pelvis chez la femme
- Pelvis osseux

Chapitre VI : Les différents Appareils

- Appareil Respiratoire
- Appareil Digestif
- Appareil Urinaire
- Appareil Reproducteur
- Appareils Lymphatique

Références (*Livres et polycopiés, sites internet, etc.*).

Intitulé du Master : Physique Médicale et Radiophysique

Semestre : 2

Intitulé de l'UE : Unité d'Enseignement Fondamentale (UEF)

Intitulé de la Matière : Caractérisation des Rayonnements

Objectifs de l'enseignement (*Décrire ce que l'étudiant est censé avoir acquis comme compétences après le succès à cette matière*).

Définition et utilisation des grandeurs permettant de décrire les champs de rayonnements utilisés en radiothérapie (sources radioactives, faisceaux de photons et d'électrons)

Connaissances préalables recommandées (*descriptif succinct des connaissances requises pour pouvoir suivre cet enseignement*).

UE PA, PN du master (semestre 1)

Contenu de la matière

Chapitre I : Définitions et Grandeurs dosimétriques utilisées dans la caractérisation des champs de rayonnements

Chapitre II : Spécification des sources radioactives scellées émettrices γ et β

Chapitre III : Spécification des sources radioactives non scellées

Chapitre IV : Caractérisation des faisceaux de photons

Chapitre V : Caractérisation des faisceaux d'électrons

Mode d'évaluation :

Contrôle continu (devoirs, comptes rendus de TP, interrogations écrites et orales)

Epreuve finale écrite.

Références (*Livres et polycopiés, sites internet, etc*).

Intitulé du Master : Physique Médicale et Radiophysique

Semestre : 2

Intitulé de l'UE : Unité d'Enseignement Méthodologie (UEF)

Intitulé de la Matière : Introduction à l'Imagerie Médicale

Objectifs de l'enseignement (*Décrire ce que l'étudiant est censé avoir acquis comme compétences après le succès à cette matière*).

Le but de cet enseignement est d'acquérir les principes de l'imagerie médicale

Connaissances préalables recommandées (*descriptif succinct des connaissances requises pour pouvoir suivre cet enseignement*).

Physique nucléaire, physique atomique (niveau licence)

Contenu de la matière

Chapitre 1. Introduction à l'imagerie médicale

A. Caractéristiques des images médicales

- a. Pourquoi différents types de modalités d'imagerie ?
- b. Pourquoi la combinaison de différentes modalités d'imagerie ?
- c. Rôle de l'imagerie médicale dans la pratique clinique actuelle
- d. Pourquoi l'assurance qualité et le contrôle qualité des systèmes d'imagerie médicaux?

B. Principe des Systèmes d'acquisition de l'image

- a. Description des systèmes d'imagerie
- b. Imagerie médicale - les détails
- c. imagerie de transmission
- d. Imagerie d'émission
- e. formation d'images - bases
- F. Représentation des images

C. Historique

- a. Le développement historique de l'imagerie médicale
- b. Les différentes modalités d'imagerie (US, CT, IRM, SPECT, PET)
- c. applications cliniques

D. Techniques de reconstruction d'image en imagerie médicale

- a. Le problème de la reconstruction de l'image
- b. algorithmes de reconstruction analytique
- c. algorithmes de reconstruction itérative
 - i. Méthodes algébriques
 - ii. Méthodes statistiques
- d. Évaluation de la performance des algorithmes de reconstruction

Chapitre 2. Traceurs / radiopharmaceutiques et agents de contraste

- a. Radioisotopes et radiopharmaceutiques
- b. Radiopharmacie
- c. législation connexe
- d. Radionucléides
 - 1. La production de radionucléides
 - 2. Cyclotrons, générateurs et réacteurs
 - 3. Radionucléide biologiquement pertinent
 - 4. Les interactions des radionucléides avec le tissu
 - 5. Mécanismes d'absorption
 - 6. Mécanismes de transport
 - 7. Interactions cellulaires
 - 8. Contrôle de la qualité des radionucléides

e. Les agents de contraste

1. Pourquoi les agents de contraste ?
2. Effets des agents de contraste
3. Les agents de contraste en imagerie IRM
4. Les agents de contraste en imagerie CT
5. Les agents de contraste en imagerie US
6. législations connexes

Chapitre 3. Principes de l'imagerie médicale nucléaire

A. Physique et Instrumentation en imagerie médicale nucléaire

- a. La caméra à scintillation Anger
- b. Imagerie Plane à deux dimensions (2D)
- c. la tomographie d'émission monophotonique (SPECT)
- d. Tomographie par émission de positrons (PET)
 - i. PET Dédié
 - ii. PET à base de caméra
- e. Imagerie Hybrid ou multi-modalité d'imagerie
 - je. SPECT / CT
 - ii. PET / CT
 - iii. PET / IRM et SPECT / IRM
- f. Imagerie du petit animal
- g. Les applications dans le diagnostic clinique et la radiothérapie

B. Procédures quantitatives

- a. imagerie quantitative avec des vues conjugué planes
- b. inversion de matrice assistée par ordinateur
- c. imagerie quantitative avec SPECT et PET
- d. compensation de l'atténuation
- e. correction des diffusés
- f. Correction de l'effet de volume partiel
- g. Segmentation des données des patients dans des volumes d'intérêt

Mode d'évaluation :

Contrôle continu (devoirs, interrogations écrites et orales)

Epreuve finale écrite.

Références (Livres et photocopiés, sites internet, etc).

Radiation Detection and Measurement, Knoll

Intitulé du Master : Physique Médicale et Radiophysique

Semestre : 2

Intitulé de l'UE : Unité d'Enseignement Méthodologie (UEM)

Intitulé de la Matière 1 : Physique de la Radiothérapie Externe

Objectifs de l'enseignement (*Décrire ce que l'étudiant est censé avoir acquis comme compétences après le succès à cette matière*).

Acquérir les éléments essentiels pour la dosimétrie clinique (radiothérapie externe et curiethérapie) tels que la définition des volumes à irradier, l'acquisition des données, le temps de traitement...

Connaissances préalables recommandées (*descriptif succinct des connaissances requises pour pouvoir suivre cet enseignement*).

Contenu de la matière

- 1 Introduction
- 2 Chaîne de traitement en radiothérapie externe
- 3 Définition des volumes et spécification de dose
- 4 Acquisition des données patient et simulation
- 5 Considérations cliniques pour les faisceaux de photons
- 6 Traitements par les faisceaux d'électrons
- 7 Temps de traitement et calcul des unités moniteur.
- 8 Description du matériel informatique du TPS
- 9 Calcul de dose en radiothérapie externe
- 10 Données faisceaux
- 11 Introduction des données, vérification et ajustement des paramètres du faisceau
- 12 Introduction des données patient
- 13 Paramètres du faisceau spécifique au patient
- 14 Transfert des données CT

- 15 Positionnement du faisceau
- 16 Calcul de dose et visualisation
- 17 Algorithmes de calcul de doses faisceaux de photons
- 18 Algorithmes de calcul de doses faisceaux d'électrons
- 19 Optimisation des distributions de doses
- 20 Evaluation des plans de traitement
- 21 Réception et évaluation des performances des systèmes de planning de traitement
- 22 Assurance qualité en radiothérapie externe

Mode d'évaluation :

Contrôle continu (devoirs, comptes rendus de TP, interrogations écrites et orales)

Epreuve finale écrite.

Références (Livres et polycopiés, sites internet, etc.).

Intitulé du Master : Physique Médicale et Radiophysique

Semestre : 2

Intitulé de l'UE : Unité d'Enseignement Méthodologie (UEM)

Intitulé de la Matière : Physique de la Curiethérapie

Objectifs de l'enseignement (*Décrire ce que l'étudiant est censé avoir acquis comme compétences après le succès à cette matière*).

Acquérir les éléments essentiels pour la dosimétrie clinique (radiothérapie externe et curiethérapie) tels que la définition des volumes à irradier, l'acquisition des données, le temps de traitement...

Connaissances préalables recommandées (*descriptif succinct des connaissances requises pour pouvoir suivre cet enseignement*).

Contenu de la matière

- Chapitre I : Caractéristiques des sources utilisées en curiethérapie
- Chapitre II : Utilisation clinique et systèmes dosimétriques
- Chapitre III : Spécification de doses et enregistrement
- Chapitre IV : Distributions de doses autour des sources
- Chapitre V : Procédures de calcul de doses

Chapitre VI : Etalonnage des sources et des chambres puits utilisées en curiethérapie

Chapitre VII : Commissioning des sources

Chapitre VIII : Assurance qualité

Mode d'évaluation :

Contrôle continu (devoirs, comptes rendus de TP, interrogations écrites et orales)

Epreuve finale écrite.

Références (Livres et photocopiés, sites internet, etc.).

Intitulé du Master : Physique Médicale et Radiophysique

Semestre : 2

Intitulé de l'UE : Unité d'Enseignement Méthodologie (UEM)

Intitulé de la Matière 1 : Travaux de Laboratoire 2 : dosimétrie des Rayonnements Ionisants

Objectifs de l'enseignement (*Décrire ce que l'étudiant est censé avoir acquis comme compétences après le succès à cette matière*).

Permettre à l'étudiant d'acquérir la pratique dans l'étalonnage et utilisation des différents types de dosimètres

Connaissances préalables recommandées (*descriptif succinct des connaissances requises pour pouvoir suivre cet enseignement*).

Contenu de la matière

Travaux pratiques de Dosimétrie

Séance 1- Etalonnage d'une chambre d'ionisation en termes de kerma à l'air libre

Séance 2-Etalonnage d'une chambre d'ionisation en termes de dose absorbée dans l'eau

Séance 3-Dosimétrie par photométrie

Séance 4-Dosimétrie par Thermoluminescence

Séance 5-Etalonnage d'une chambre puits et dosimétrie d'une source scellée

Séance 6-Dosimétrie en radiodiagnostic

Mode d'évaluation :

Contrôle continu (devoirs, compte rendus de TP, interrogations écrites et orales)

Epreuve finale écrite de TP.

Références (Livres et polycopiés, sites internet, etc.).

Intitulé du Master : Physique Médicale et Radiophysique

Semestre : 2

Intitulé de l'UE : Unité d'Enseignement Transversale (UET)

Intitulé de la Matière : Reverse Engineering en Physique Médicale

Objectifs de l'enseignement (*Décrire ce que l'étudiant est censé avoir acquis comme compétences après le succès à cette matière*).

L'objectif de cette matière est d'apprendre aux étudiants les techniques de l'utilisation et des copies des logiciels et autres programmes existant en respectant les normes et les règles afin de les utiliser et de les adapter aux besoins de la physique médicale tout en respectant la propriété intellectuelle.

Contenu de la matière

Chapitre I : Introduction- Généralités et Définitions

Chapitre II : Application du Reverse Engineering en Physique Médicale

Chapitre III : Les différentes utilisations des logiciels libres « open source »

- 1) En Dosimétrie Métabolique
- 2) En Dosimétrie
- 3) En Radiothérapie et dans les Planning de traitement
- 4) En Imagerie

Chapitre IV : Précautions à prendre et règles à respecter.

Mode d'évaluation :

Contrôle continu (devoirs, comptes rendus de TP, interrogations écrites et orales)

Epreuve finale écrite.

Intitulé du Master : Physique Médicale et Radiophysique

Semestre : 2

Intitulé de l'UE : Unité d'Enseignement Transversale (UET)

Intitulé de la Matière : Généralités sur l'oncologie

Objectifs de l'enseignement (*Décrire ce que l'étudiant est censé avoir acquis comme compétences après le succès à cette matière*).

Permettre à l'étudiant d'avoir une idée globale de l'Oncologie ou ce qui est communément appelée la cancérologie. (Définition du cancer, méthodes de dépistage et de diagnostic du cancer, protocoles et techniques thérapeutiques, impact social et économique du cancer...etc...)

Connaissances préalables recommandées (*descriptif succinct des connaissances requises pour pouvoir suivre cet enseignement*).

Contenu de la matière

Chapitre I : Diagnostic du cancer

Chapitre II : Nomenclature des tumeurs malignes ou cancers

1. Classification en fonction de l'histologie
2. Classification par appareil

Chapitre III : Les différents stades du cancer

Chapitre IV : Thérapies

1. Radiothérapie
2. Chimiothérapie
3. Hormonothérapie

Chapitre V : Suivi

Chapitre VI : Soins palliatifs, soins de support, accompagnement

Chapitre VII : Aspects éthiques

Chapitre VIII : Progrès et recherche en oncologie

Chapitre IX: Progrès de l'Information des médecins du travail pour prévenir le cancer professionnel

Mode d'évaluation :

Contrôle continu (devoirs, comptes rendus de TP, interrogations écrites et orales)

Epreuve finale écrite.

Références : (Livres et polycopiés, sites internet, etc.).

Semestre : 2

Intitulé de l'UE : Unité d'Enseignement Transversale (UET)

Intitulé de la Matière : Intelligence artificielle et Machine Learning 2

Objectifs du cours :

S'appuyer sur les techniques de base de l'apprentissage automatique (Machine Learning) pour introduire l'apprentissage profond, les réseaux neuronaux et les concepts avancés d'apprentissage automatique pour les applications en sciences de la matière. Les étudiants approfondiront leur compréhension de la découverte et de la conception de matériaux basées sur l'IA.

Contenu du cours :

- Chapitre 1 : Modèles basés sur les graphes dans les sciences de la matière
 - Les matériaux sont des graphes : atomes = nœuds, liaisons = arêtes.
 - Réseaux convolutionnels de graphes de cristaux (CGCNN).
 - Étude de cas : Prédiction des énergies de formation.
- Chapitre 2 : Modèles génératifs pour la conception de matériaux
 - Introduction aux réseaux adversariels génératifs (GAN) et aux auto-encodeurs variationnels (VAE).
 - Application : Conception de nouveaux matériaux et molécules.
- Chapitre 3 : Évaluation des modèles et interprétabilité
 - Techniques d'évaluation des modèles d'apprentissage profond : validation croisée, surajustement.
 - Interprétation des modèles avec SHAP et LIME.
- Chapitre 4 : Techniques avancées de ML
 - Modèles d'ensemble (Random Forests, XGBoost, LightGBM).
 - Modèles avancés de régression et de classification.
 - Réduction de la dimensionnalité : ACP, t-SNE, UMAP.

- Chapitre 5 : Applications avancées en sciences de la matière
 - Conception inverse pour la découverte de matériaux à l'aide de l'IA.
 - Prédiction des propriétés des matériaux (modules élastiques, supraconductivité, etc.).
 - Modélisation multi-échelle : combinaison de l'IA avec la dynamique moléculaire ou la théorie de la fonctionnelle de la densité (DFT).
- Chapitre 6 : Mini-Projet de spécialisation (Capstone Project)

Les étudiants réaliseront un projet dans lequel ils appliqueront l'IA/ML pour résoudre un problème en sciences de la matière, en utilisant les compétences acquises tout au long du semestre.

Outils et bibliothèques :

- Python, Jupyter Notebooks
- TensorFlow, PyTorch
- Matminer, Pymatgen

Bibliographie :

- *"Deep Learning" by Ian Goodfellow, Yoshua Bengio, and Aaron Courville (a comprehensive introduction to deep learning)*
- *"Deep Learning with Python" by François Chollet (applies Keras for hands-on deep learning projects)*
- *"Machine Learning for Materials Science" by Jha et al. (directly relates to AI in materials science)*
- *"Data Science for Materials Discovery" by K. A. Persson, et al. (focused on machine learning applications in materials science)*
- *"Materials Informatics: Methods, Tools, and Applications" by Rajiv S. Mishra (further extends ML into material discovery)*

Semestre : 3

Intitulé du Master : Physique Médicale et Radiophysique

Semestre : 3

Intitulé de l'UE : Unité d'Enseignement Fondamentale (UEF)

Intitulé de la Matière : Physique du Radiodiagnostic

Crédits : 4

Coefficients : 2

Objectifs de l'enseignement

Acquérir les notions liées au radiodiagnostic depuis la production des rayons X, jusqu'à la détection, ainsi que les techniques spéciales en radiodiagnostic.

Connaissances préalables recommandées (*descriptif succinct des connaissances requises pour pouvoir suivre cet enseignement*).

UE du master : SI, DMR , DRI, TS

Contenu de la matière

Chapitre 0 : Introduction et vue d'ensemble

Chapitre 1- Production des rayons X

- Base des RX : Spectre de RX
Facteurs influençant (énergie, courant, tension, filtration...)
- Rappel sur le tube à RX

Chapitre 2- Interaction des rayons X avec le patient

- Processus d'interaction des rayons X avec le patient
- Effet photoélectrique (rappel)
- Effet Compton (rappel)
- Utilisation des différents effets pour la formation de l'image

Chapitre 3- Techniques spéciales en radiodiagnostic et leurs techniques de détection

- La radiographie standard: Radiographie analogique- Radiographie numérique- Radiographie digitale CR/DR
- La mammographie
- Radiographie dentaire
- Radiographie pédiatrique
- La tomodensitométrie : Intérêt du CT scanner - Système de détection- Principe d'acquisition- Lois d'atténuation- Echelle Hounsfield - Génération de scanner
- Système DICOM

- RIS et PACS

Chapitre4- Qualité de l'image radiographique

- Critères de qualité d'image
- Contraste
- Résolution
- Rapport signal sur Bruit
- MTF Fonction de transfert de modulation
- DQE efficacité quantique de détection
- Aliasing et repliement

Chapitre4- Qualité de l'image radiographique

- Critères de qualité d'image
- Contraste
- Résolution
- Rapport signal sur Bruit
- MTF Fonction de transfert de modulation
- DQE efficacité quantique de détection
- Aliasing et repliement

Chapitre 5- Assurance et contrôle qualité en radiodiagnostic

- Outils de contrôle qualité
- Contrôle qualité des scanners : Qualité d'image (Bruit, contraste, résolution, dose)
 - Les nombres CT
 - Épaisseur de coupe
 - Paramètres mécaniques
 - Lasers
- Mesure de dose (CTDI, CTDIw, DLP...)
- Contrôle qualité en radiologie numérique
- Contrôle qualité en mammographie
- Assurance qualité
- Différence entre QA et QC

Mode d'évaluation :

Contrôle continu (devoirs, comptes rendus de TP, interrogations écrites et orales)

Epreuve finale écrite.

Références (Livres et polycopiés, sites internet, etc.).

Intitulé du Master : Physique Médicale et Radiophysique

Semestre : 3

Intitulé de l'UE : Unité d'Enseignement Fondamentale (UEF)

Intitulé de la Matière : Physique de la Médecine Nucléaire

Objectifs de l'enseignement (*Décrire ce que l'étudiant est censé avoir acquis comme compétences après le succès à cette matière*).

Connaissances préalables recommandées (*descriptif succinct des connaissances requises pour pouvoir suivre cet enseignement*).

UE du master : SI, DMR, TS (semestre 1), DRI (semestre 2)

Contenu de la matière :

Chapitre I/ Activimètre

1. Principe de fonctionnement de l'activimètre
2. La tension de polarisation
3. Courant d'ionisation en fonction de l'énergie des gammas
4. Courant d'ionisation et type de conditionnement
5. Courant d'ionisation et densité (et/ou) volume de la solution du radiopharmaceutique
6. L'environnement (bruit de fond ambiant, blindage, ...)
7. Volume d'iso-mesure et le porte-échantillon
8. Facteur d'étalonnage et Facteur de lecture
9. Les tests de contrôle de qualité d'un activimetre

Chapitre II/ Gamma caméra

1. Rappels sur les détecteurs, électroniques utilisés en imagerie SPECT et qualité de l'image
2. Introduction
3. Production de radionucléides et de produits radiopharmaceutiques
4. Période biologique d'un radiopharmaceutique
5. Principe de fonctionnement d'une gamma caméra de type Anger (Instrumentation)
6. Les différents types de collimateurs
7. Les différents modes d'acquisition (Planaire, corps entier, dynamique, Synchronisé « gated », tomographique et liste-mode)
8. Caractéristique des images (Artefacts et bruit)
9. Comparaison d'une caméra gamma numérique à une caméra analogique de type Anger.
10. Caractéristiques des performances des caméras gamma pour les différents modes d'acquisition
11. Programmation avec ImageJ ou autre software: évaluation des caractéristiques des performances à partir d'images obtenus des Tests de contrôles de qualités d'une gamma caméra.
12. Gamma caméra hybride (SPECT/CT et SPECT/IMR)
13. Les tests de contrôle de qualité d'une gamma caméra
14. Rappels sur les détecteurs, électroniques utilisés en imagerie SPECT et qualité de l'image

Chapitre III/ Tomographie d'émission de positons (PET)

1. Rappels sur la radioactivité bêta plus
2. Les radiopharmaceutiques PET
3. Principe de fonctionnement d'une PET 2D et 3D (michelogramme)
4. Détecteurs PET dédiés
5. Caractéristiques des performances du PET 2D et 3D cylindrique
6. Résolution spatiale en PET
7. Principe du PET temps de vol
8. Rappels sur la radioactivité bêta plus
9. Les radiopharmaceutiques PET
10. Principe de fonctionnement d'une PET 2D et 3D (michelogramme)
11. Détecteurs PET dédiés
12. Caractéristiques des performances du PET 2D et 3D cylindrique
13. Résolution spatiale en PET
14. Principe du PET temps de vol
15. Avantages et contraintes du PET temps de vol
16. Quantification en PET (SUV et Principaux phénomènes à corriger : compensation de l'atténuation, correction des diffusés et correction de l'effet de volume partiel.
17. PET Hybride (PET/CT et PET/IRM)
18. Les principaux tests de contrôle de qualité d'une PET

Chapitre VI/ Dosimétrie interne

1. Thérapie en médecine nucléaire
2. Formalisme MIRD (Medical Internal Radiation Dose)
3. Modélisation bio-cinétique et analyse compartimentale
4. Les différents fantômes anthropomorphiques digitaux utilisés en dosimétrie internes
5. Limites du MIRD et dosimétrie interne personnalisée

Mode d'évaluation :

Contrôle continu (devoirs, comptes rendus de TP, interrogations écrites et orales)

Epreuve finale écrite et de TP.

Références (Livres et photocopiés, sites internet, etc.).

Intitulé du Master : Physique Médicale et Radiophysique

Semestre : 3

Intitulé de l'UE : Unité d'Enseignement Fondamentale (UEF)

Intitulé de la Matière : Physiologie et Radiobiologie

Objectifs de l'enseignement : Acquérir les notions des bases biologiques et techniques de la radiobiologie sous l'effet des rayonnements ionisants, et applications à la radiothérapie

Compétences et savoir-faire :

- Compréhension des mécanismes biologiques des radiations appliquées à l'homme
- Prérequis**
- Introduction à la physique nucléaire et des rayonnements
 - Introduction à la biologie moléculaire et cellulaire

Contenu de la matière

Partie I : Introduction générale à la radiobiologie

- Les rayonnements ionisants
- Utilisation des rayonnements ionisants en médecine
- Interactions rayonnements matière
- Pouvoir d'arrêt (S), Pouvoir d'arrêt restreint (L_{Δ}) et Le transfert d'énergie linéique (LET)
- Micro-dosimétrie
- Dose absorbée
- Doses équivalentes et efficace
- Effet des Rayonnements ionisants
- Effets stochastiques et Effets déterministes

Partie II : Effets biologiques des rayonnements ionisants sur les cellules de mammifères

- Rappels de Biologie
 - La cellule animale typique
 - Structure de l'ADN
 - Le cycle cellulaire
 - Lésions radio-induites de l'ADN
 - Mécanisme de Réparations de l'ADN
 - Problème de la cassure double brin
 - La mort cellulaire
 - Cancer radio-induit
- Effets biologiques des rayonnements Ionisants sur la cellule
 - Situation
 - Interaction physique
 - Interaction chimique et radicaux libres
 - Effets biologiques
 - Effets directs et indirects
 - Croissance et réponse aux rayonnements ionisants
- Croissance exponentielle

- Les courbes de TCP et le NTCP
 - Modèle mathématique
 - La Pente gamma
 - Le TCD 50 :
 - Le DMF (Dose Modifying Factor)
 - Implications cliniques

Partie III : Courbes de survie cellulaire et modèles mathématiques

- Courbes de survie cellulaire
 - Exposition aux rayonnements ionisants
 - Capacité à se reproduire
 - Construction des Courbes de survie cellulaire
- La théorie des cibles
 - Modèle «1 cible à 1 coup »
 - Modèle « n cibles à 1 coup »
 - Modèle à 2 composantes
- Le modèle linéaire quadratique LQ
- Modèle LPL /saturation de la réparation
- Modèle Linéaire Quadratique Cubique LQC
- Hyper sensibilité aux faibles doses

Partie IV : Applications du modèle linéaire quadratique à la radiothérapie

- Fractionnement : approche du modèle LQ
 - Effets sur les tissus
 - Courbes de survie théoriques
 - Courbes de survie théoriques
 - Courbes de survie théoriques à bas TEL et à haute TEL
- Les 5R de la radiothérapie
 - Bases de la radiothérapie
 - Réparation, Réarrangement, Repopulation, Ré-oxygénation, Radiosensibilité
 - Autre paramètre : la taille de la tumeur, le débit de dose
- Le modèle LQ en détails
 - Expérience de fractionnement
 - Mise en application du modèle LQ
 - Valeurs de α/β
 - Hyper/Hypo-fractionnement
 - Dose équivalente en fractions de 2 Gy
 - BED : Biologically Effective Dose
 - TE : Total Effect
 - Réparation incomplète
 - Changement du temps de traitement
 - Erreurs de délivrance du traitement
 - Ré-irradiation
 - Limites d'application du modèle LQ

Mode d'évaluation :

Contrôle continu (devoirs, comptes rendus de TP, interrogations écrites et orales)

Epreuve finale écrite.

Références (Livres et photocopiés, sites internet, etc.).

Intitulé du Master : Physique Médicale et Radiophysique

Semestre : 3

Intitulé de l'UE : Unité d'Enseignement Fondamentale (UEF)

Intitulé de la Matière : Radioprotection en milieu clinique

Objectifs de l'enseignement (*Décrire ce que l'étudiant est censé avoir acquis comme compétences après le succès à cette matière*).

Comprendre tous les aspects liés à la radioprotection dans un service de médecine utilisant les rayonnements ionisants : grandeurs, principes, organisation, réglementation, blindage.

Connaissances préalables recommandées (*descriptif succinct des connaissances requises pour pouvoir suivre cet enseignement*).

UE du Master : DMR, DCR, CR du master (semestre 2)

Contenu de la matière

Chapitre I : Nature de l'exposition aux rayonnements

Chapitre II : Organisations internationales de la radioprotection

Chapitre III : Grandeurs et unités en radioprotection

Chapitre IV : Principes de radioprotection.

Chapitre V : Aspects réglementaires

Chapitre VI : Organisation de la radioprotection

Chapitre VII : Blindage d'une salle

Travaux dirigés : Salle accélérateur haute énergie, Salle Curiethérapie HDR, Salle curiethérapie LDR, Salle d'irathérapie, Salle RX conventionnelle, Salle Scanner

Mode d'évaluation :

Contrôle continu (devoirs, comptes rendus de TP, interrogations écrites et orales)

Epreuve finale écrite.

Références (Livres et photocopiés, sites internet, etc.).

Intitulé du Master : Physique Médicale et Radiophysique

Semestre 3

Intitulé de l'UE : Unité d'Enseignement Fondamentale (UEF)

Intitulé de la Matière : Intelligence Artificielle Appliquées en Physique Médicale

Objectifs de l'enseignement (*Décrire ce que l'étudiant est censé avoir acquis comme compétences après le succès à cette matière*).

Cette matière explore l'impact de l'apprentissage automatique et d'autres techniques d'intelligence artificielle sur des millions de patients atteints de cancer et bénéficiant de radiations ionisantes. Il présente des contributions de chercheurs et de cliniciens du monde entier, en se concentrant sur les applications cliniques de l'apprentissage automatique pour la physique médicale.

Connaissances préalables recommandées : Notions de statistiques et d'analyse de données

Connaissance des principes de base en statistique et en informatique. Notions sur l'analyse d'images.

Contenu de la matière

Chapitre I. INTRODUCTION

- I.1 Contexte
- I.2 Objectif
- I.3 Champ d'application
- I.4 Structure

Chapitre II. DÉFINITIONS DES TERMES LIÉS À L'INTELLIGENCE ARTIFICIELLE

- II.1 Intelligence artificielle (IA)
- II.2 Apprentissage machine (ML)
 - II.2.1 Apprentissage en profondeur (DL)
 - II.2.2 Apprentissage supervisé et non supervisé
 - II.2.3 Apprentissage par renforcement
- II.3 Big data

Chapitre III. PROCESSUS DE MÉDECINE RADIOLOGIQUE FONDÉS SUR L'INTELLIGENCE ARTIFICIELLE ET RISQUES ASSOCIÉS

- III.1 Exemples représentatifs de processus de médecine des rayonnements fondés sur l'intelligence artificielle
- III.2 Risques associés à l'application clinique d'outils basés sur l'intelligence artificielle
- III.3 Lignes directrices pour l'élaboration et la communication d'études cliniques et de recherches scientifiques fondées sur l'intelligence artificielle

Chapitre IV. RÔLES ET RESPONSABILITÉS DES PHYSICIENS MÉDICAUX DANS LES APPLICATIONS CLINIQUES FONDÉES SUR L'INTELLIGENCE ARTIFICIELLE

- IV.1 Spécifications techniques
- IV.2 Acceptation et mise en service
- IV.3 Optimisation des aspects physiques des procédures diagnostiques et thérapeutiques
- IV.4 Gestion de la qualité des aspects physiques, techniques et de sécurité
- IV.5 Education et formation des autres professionnels de la santé
- IV.6 Recherche et développement scientifiques

Chapitre V. ACQUISITION DES COMPÉTENCES EN IA

- V.1 Aperçu des méthodes statistiques avancées
 - V.1.1 Sessions pratiques
 - V.1.2 Ressources de connaissances
- V.2 Formation sur les outils basés sur l'IA en Physique Médicale
 - V.2.1 Formation aux principes théoriques de l'IA vue par l'utilisateur
 - V.2.2 Formation donnant un aperçu général des applications cliniques de l'IA
 - V.2.3 Formation sur les meilleures pratiques en matière d'outils basés sur l'IA appliqués à une tâche clinique spécifique
 - V.2.4 Formation sur les principes théoriques de l'IA vue par le développeur

Références

- 1°) INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY, 2023. Artificial Intelligence in Medical Physics, Training Course Series No. 83, IAEA, Vienna.
- 2°) Valdes, G., Xing, L., 2023. Artificial Intelligence in Radiation Oncology and Biomedical Physics, Imaging in Medical Diagnosis and Therapy. CRC Press.
- 3°) Veit-Haibach, P., Herrmann, K. (Eds.), 2022. Artificial intelligence/machine learning in nuclear medicine and hybrid imaging. Springer, Cham.

4°) Chen, Y., Suzuki, K. (Eds.), 2018. Artificial Intelligence in Decision Support Systems for Diagnosis in Medical Imaging, 1st ed. 2018. ed, Intelligent Systems Reference Library. Springer International Publishing : Imprint: Springer, Cham

5°) Annable, C., 2024. Python Machine Learning A Step-by-Step Journey with Scikit-Learn and Tensorflow for Beginners. Editor Chloe Annable.

Mode d'évaluation :

Contrôle continu (devoirs, comptes rendus de TP, interrogations écrites et orales)

Epreuve finale écrite.

Intitulé du Master : Physique Médicale et Radiophysique

Semestre : 3

Intitulé de l'UE : Unité d'Enseignement de Méthodologie (UEM)

Intitulé de la Matière 1 : Stage clinique en Radiothérapie 1

Objectifs de l'enseignement (*Décrire ce que l'étudiant est censé avoir acquis comme compétences après le succès à cette matière*).

Connaissances préalables recommandées

Les matières enseignées en S1, S2 et en S3

Contenu de la matière

L'objectif du programme du stage pratique est de fournir une formation pratique complémentaire en physique médicale dans un environnement clinique structuré pour les étudiants du Master de Physique Médicale et Radiophysique. Les physiciens stagiaires, sous la supervision de physiciens médicaux qualifiés, participeront aux tâches cliniques courantes du physicien médical du service. À la fin du programme le physicien stagiaire sera capable d'accomplir toutes les tâches de physique médicale dans tous les domaines de la physique médicale.

Le programme de stage pratique de physique médicale se déroule dans trois services utilisateurs de rayonnements ionisants : le service de radiothérapie du CPMC, le service de médecine nucléaire du CHU de Bab El Oued et le service d'imagerie médicale du CPMC ainsi que les trois services de l'Hôpital Chahid Mahmoudi de Tizi Ouzou. Les physiciens stagiaires remettront rapport au responsable du programme de stage pratique.

Le stagiaire travaillera en étroite collaboration avec les physiciens médicaux responsables des tâches cliniques. Le stagiaire suivra un programme clinique de rotation (sur les trois services en question) avec des objectifs de formation bien définis. Le stagiaire tient un compte rendu de sa participation à toutes les activités cliniques. Ce compte rendu sera passé en revue par le physicien qui supervise le stage et le responsable du programme des stages pratiques sur une base hebdomadaire. Le travail du stagiaire sera évalué à la fin de chaque rotation. Des séminaires et des conférences additionnels peuvent être donnés pour renforcer les connaissances théoriques de diverses procédures cliniques.

Intitulé du Master : Physique Médicale et Radiophysique

Semestre : 3

Intitulé de l'UE : Unité d'Enseignement Transversale

Intitulé de la Matière : Travaux de Laboratoire 3 : milieux cliniques

Objectifs de l'enseignement (*Décrire ce que l'étudiant est censé avoir acquis comme compétences après le succès à cette matière*).

L'étudiant acquiert les techniques de contrôle de qualité des appareils émetteurs de rayonnements, les techniques de dosimétrie en radiodiagnostic et en médecine Nucléaire, ainsi que les procédures de décontamination des surfaces en radioprotection.

Connaissances préalables recommandées (*descriptif succinct des connaissances requises pour pouvoir suivre cet enseignement*).

Avoir assimilé les notions de dosimétrie clinique en radiothérapie et de radioprotection

Contenu de la matière

Plusieurs travaux pratiques sont au programme dans les services de Radiothérapie, de Médecine Nucléaire et d'Imagerie. Parmi ces travaux pratiques :

- 1-Dosimétrie en radiodiagnostic
- 2-Contrôle de qualité d'un accélérateur linéaire
- 3-Contrôle de qualité d'un simulateur
- 4-Calibreurs de dose
- 5-Décontamination d'une surface de travail

Mode d'évaluation :

Contrôle continu (devoirs, comptes rendus de TP, interrogations écrites et orales)

Epreuve finale écrite de TP.

Références (*Livres et photocopiés, sites internet, etc.*).

Intitulé du Master : Physique Médicale et Radiophysique

Semestre : 3

Intitulé de l'UE : Unité d'Enseignement de Méthodologie (UEM)

Intitulé de la Matière 1 : Stage clinique en Radiothérapie 2

Crédits : 5

Coefficients : 3

Objectifs de l'enseignement (*Décrire ce que l'étudiant est censé avoir acquis comme compétences après le succès à cette matière*).

Connaissances préalables recommandées

Les matières enseignées en S1, S2 et en S3

Contenu de la matière

L'objectif du programme du stage pratique est de fournir une formation pratique complémentaire en physique médicale dans un environnement clinique structuré pour les étudiants du Master de Physique Médicale et Radiophysique. Les physiciens stagiaires, sous la supervision de physiciens médicaux qualifiés, participeront aux tâches cliniques courantes du physicien médical du service. À la fin du programme le physicien stagiaire sera capable d'accomplir toutes les tâches de physique médicale dans tous les domaines de la physique médicale.

Le programme de stage pratique de physique médicale se déroule dans trois services utilisateurs de rayonnements ionisants : le service de radiothérapie du CPMC, le service de médecine nucléaire du CHU de Bab El Oued et le service d'imagerie médicale du CPMC ainsi que les trois services de l'Hôpital Chahid Mahmoudi de Tizi Ouzou. Les physiciens stagiaires remettront un rapport au responsable du programme de stage pratique.

Le stagiaire travaillera en étroite collaboration avec les physiciens médicaux responsables des tâches cliniques. Le stagiaire suivra un programme clinique de rotation (sur les trois services en question) avec des objectifs de formation bien définis. Le stagiaire tient un compte rendu de sa participation à toutes les activités cliniques. Ce compte rendu sera passé en revue par le physicien qui supervise le stage et le responsable du programme des stages pratiques sur une base hebdomadaire. Le travail du stagiaire sera évalué à la fin de chaque rotation. Des séminaires et des conférences additionnels peuvent être donnés pour renforcer les connaissances théoriques de diverses procédures cliniques.

Mode d'évaluation :

Contrôle continu (comptes rendus de stage et de séminaires)

Epreuve finale de stage

Références (*Livres et photocopiés, sites internet, etc*).

Le volume horaire approximatif de 6 heures hebdomadaires pour les deux matières stage clinique en Radiothérapie 1 et stage clinique en Radiothérapie 2 représente le temps présentiel de l'étudiant dans le service clinique concerné à raison de 3 à 4 matinées de 3 ou 4 heures, durant 2 mois de façon intensive. L'organisation de ce stage pratique se fait en rotation avec les autres stages de l'unité d'enseignement et en étroite collaboration avec les partenaires de la formation.

Mode d'évaluation :

Contrôle continu (comptes rendus de stage et de séminaires)

Epreuve finale de stage

Références (*Livres et photocopiés, sites internet, etc*).

Intitulé du Master : Physique Médicale et Radiophysique

Semestre : 3

Intitulé de l'UE : Unité d'Enseignement de Méthodologie (UEM)

Intitulé de la Matière 2 : Stage clinique en Médecine Nucléaire

Crédits : 2

Coefficients : 1

Objectifs de l'enseignement (*Décrire ce que l'étudiant est censé avoir acquis comme compétences après le succès à cette matière*).

Connaissances préalables recommandées

Les matières enseignées en S1, S2 et en S3

Contenu de la matière

L'objectif du programme du stage pratique est de fournir une formation pratique complémentaire en physique médicale dans un environnement clinique structuré pour les étudiants du Master de Physique Médicale et Radiophysique. Les physiciens stagiaires, sous la supervision de physiciens médicaux qualifiés, participeront aux tâches cliniques courantes du physicien médical du service. À la fin du programme le physicien stagiaire sera capable d'accomplir toutes les tâches de physique médicale dans tous les domaines de la physique médicale.

Le programme de stage pratique de physique médicale se déroule dans trois services utilisateurs de rayonnements ionisants : le service de radiothérapie du CPMC, le service de médecine nucléaire du CHU de Bab El Oued et le service d'imagerie médicale du CPMC ainsi que les trois services de l'Hôpital Chahid Mahmoudi de Tizi Ouzou. Les physiciens stagiaires remettront un rapport au responsable du programme de stage pratique.

Le stagiaire travaillera en étroite collaboration avec les physiciens médicaux responsables des tâches cliniques. Le stagiaire suivra un programme clinique de rotation (sur les trois services en question) avec des objectifs de formation bien définis. Le stagiaire tient un compte rendu de sa participation à toutes les activités cliniques. Ce compte rendu sera passé en revue par le physicien qui supervise le stage et le responsable du programme des stages pratiques sur une base hebdomadaire. Le travail du stagiaire sera évalué à la fin de chaque rotation. Des séminaires et des conférences additionnels peuvent être donnés pour renforcer les connaissances théoriques de diverses procédures cliniques.

Le volume horaire de 3 heures hebdomadaires représente le temps présentiel de l'étudiant dans le service clinique concerné à raison de 2 matinées de 3 ou 4 heures, durant 2 mois durant 2 mois de façon intensive. L'organisation de ce stage pratique se fait en rotation avec les autres stages de l'unité d'enseignement et en étroite collaboration avec les partenaires de la formation.

Mode d'évaluation :

Contrôle continu (comptes rendus de stages et de séminaires)

Epreuve finale de stage.

Références (*Livres et photocopiés, sites internet, etc*).

Intitulé du Master : Physique Médicale et Radiophysique

Semestre : 3

Intitulé de l'UE : Unité d'Enseignement Découverte (UET)

Intitulé de la Matière: Stage clinique en Radiodiagnostic

Crédits : 1

Coefficients : 1

Objectifs de l'enseignement (*Décrire ce que l'étudiant est censé avoir acquis comme compétences après le succès à cette matière*).

Connaissances préalables recommandées

Les matières enseignées en S1, S2 et en S3

Contenu de la matière

L'objectif du programme du stage pratique est de fournir une formation pratique complémentaire en physique médicale dans un environnement clinique structuré pour les étudiants du Master de Physique Médicale et Radiophysique. Les physiciens stagiaires, sous la supervision de physiciens médicaux qualifiés, participeront aux tâches cliniques courantes du physicien médical du service. À la fin du programme le physicien stagiaire sera capable d'accomplir toutes les tâches de physique médicale dans tous les domaines de la physique médicale et radiophysique.

Le programme de stage pratique de physique médicale se déroule dans trois services utilisateurs de rayonnements ionisants : le service de radiothérapie du CPMC, le service de médecine nucléaire du CHU de Bab El Oued et le service d'imagerie médicale du CPMC ainsi que les trois services de l'Hôpital Chahid Mahmoudi de Tizi Ouzou. Les physiciens stagiaires font rapport au responsable du programme de stage pratique.

Le stagiaire travaillera en étroite collaboration avec les physiciens médicaux responsables des tâches cliniques. Le stagiaire suivra un programme clinique de rotation (sur les trois services en question) avec des objectifs de formation bien définis. Le stagiaire tient un compte rendu de sa participation à toutes les activités cliniques. Ce compte rendu sera passé en revue par le physicien qui supervise le stage et le responsable du programme des stages pratiques sur une base hebdomadaire. Le travail du stagiaire sera évalué à la fin de chaque rotation. Des séminaires et des conférences additionnels peuvent être donnés pour renforcer les connaissances théoriques de diverses procédures cliniques.

Le volume horaire de 3 heures hebdomadaires représente le temps présentiel de l'étudiant dans le service clinique concerné à raison de 2 matinées de 3 ou 4 heures, durant 2 mois de façon intensive. L'organisation de ce stage pratique se fait en rotation avec les autres stages de l'unité d'enseignement et en étroite collaboration avec les partenaires de la formation.

.

Mode d'évaluation :

Contrôle continu (comptes rendus de stage et de séminaires)

Epreuve finale de stage.

Références (Livres et photocopiés, sites internet, etc).

Intitulé du Master : Physique Médicale et Radiophysique

Semestre : 3

Intitulé de l'UE : Unité d'Enseignement Transversale

Intitulé de la Matière : Entrepreneuriat, Innovation et Startup

Objectifs de l'enseignement :

Donner aux étudiants une vision globale de l'entrepreneuriat moderne, développer leur esprit entrepreneurial et leur capacité à initier un projet.

Contenu de la matière :

Chapitre 1 : Fondements de l'Entrepreneuriat

- Définition, création de valeur par l'innovation et la prise de risque.
- Piliers : opportunité, innovation, gestion du risque, création de valeur.
- Écosystème : chercheurs-entrepreneurs, investisseurs, incubateurs, clusters.
- Processus : Idéation → Validation → Business Plan → Lancement → Croissance.
- Enjeux scientifiques : brevets, normes, financement R&D, équipes pluridisciplinaires.
- Cas pratiques : simulation de dépôt de brevet, recherche de financement.

Chapitre 2 : L'esprit entrepreneurial dans les sciences et technologies

- Comprendre l'entrepreneuriat scientifique et technologique.
- Esprit entrepreneurial : créativité, innovation, résilience, gestion du risque.
- Motivations à entreprendre dans les domaines scientifiques et technologiques.
- Grands secteurs d'opportunités : énergie, santé, matériaux, numérique, environnement, sciences alimentaires.

Chapitre 3 : De la recherche scientifique à l'opportunité entrepreneuriale

- Transformer une découverte scientifique ou technologique en projet entrepreneurial.
- Approche "problème-solution" : identifier un besoin réel.
- Initiation à l'étude de marché pour projets scientifiques.
- Validation rapide d'une idée : prototype minimum viable (MVP), enquêtes, tests utilisateurs.

Chapitre 4 : Construire et modéliser son projet innovant

- Introduction au Business Model Canvas (BMC) pour projets technologiques.
- Définir une proposition de valeur claire et différenciante.
- Identifier ressources, partenaires stratégiques, canaux de distribution.

Chapitre 5 : Lancer son projet scientifique ou technologique

- Étapes clés pour passer de l'idée au projet structuré.
- Sources classiques de financement en phase de démarrage : fonds d'amorçage, concours, soutiens privés.
- Savoir pitcher : vulgariser une innovation pour convaincre investisseurs, partenaires et premiers clients.
- Erreurs fréquentes à éviter : mauvaise évaluation du marché, développement technologique déconnecté du besoin réel.

Chapitre 6 : Réussir et se développer comme entrepreneur scientifique

- Gestion du risque et de l'incertitude dans les projets innovants.
- Stratégies de pivot : adapter son projet selon les retours du marché.
- Leadership scientifique : organiser et animer une équipe pluridisciplinaire.
- Bases de la propriété intellectuelle : brevets, licences, valorisation de l'innovation, protection.
- Entrepreneuriat à impact : répondre aux défis environnementaux, sociaux et économiques.

- Continuer à progresser : réseaux d'innovation, incubateurs, mentors, formations continues.

Références :

1. Verstraete, Thierry, et Fayolle, Alain, *Entrepreneuriat : Fondements et dynamiques*. Édition De Boeck Supérieur, 2005.
2. Julien, Pierre-André, *Entrepreneuriat : devenir entrepreneur : théories et pratiques*. Édition Économica, 2007.
3. Schieb-Bienfait, Nathalie, et Lemoine, Valérie, *Entrepreneuriat : théories et réalités entrepreneuriales*. Édition EMS (Management & Société), 2013.
4. Fayolle, Alain, *Entrepreneuriat : Apprendre à entreprendre*, Édition Dunod, 2014.

Intitulé du Master : Physique Médicale et Radiophysique

Semestre : 3

Intitulé de l'UE : Unité d'Enseignement de UE Transversale

Intitulé de la Matière : Recherche Bibliographique et Techniques de Rédaction

Objectifs de l'enseignement (*Décrire ce que l'étudiant est censé avoir acquis comme compétences après le succès à cette matière*).

Initier l'étudiant à une méthodologie dans la recherche, qui commence par la bibliographie, ainsi qu'à l'utilisation des ressources web.

Connaissances préalables recommandées (*descriptif succinct des connaissances requises pour pouvoir suivre cet enseignement*).

Contenu de la matière

L'étudiant effectue une recherche bibliographique et fait le point sur un thème (aspects théorique et pratique). Il rédige un document de synthèse qui servira de base pour le mémoire qu'il devra préparer durant le semestre 4.

Chapitre I/ Introduction et définitions

Chapitre II/ Méthodes utilisées pour la recherche bibliographique

Chapitre III/ Références bibliographiques

Chapitre IV/ Etude et traitement d'une référence scientifique

Chapitre V/ Normes et Techniques scientifiques de rédaction d'un mémoire

Chapitre VI/ Méthodes et Technique pour présenter un travail scientifique

Mode d'évaluation :

Présentation orale du rapport bibliographique

Références (*Livres et photocopiés, sites internet, etc.*).