

## MASTER EN PHYSIQUE DES CAPTEURS ET INSTRUMENTATION

## Options:

**Radiophysique médicale**  
**Capteurs et instrumentation**

## Langue principale d'enseignement :

Français  Anglais  Arabe

Campus où le programme est proposé : CST

## OBJECTIFS

**M1 (S1-S2)** : Tronc commun aux 2 options : Radiophysique médicale (RPM) et Capteurs et instrumentation (CI). La 1<sup>re</sup> année du Master en physique des capteurs et instrumentation propose une formation généraliste de haut niveau en physique qui permet aux étudiants de poursuivre dans les différentes options de M2, mais aussi dans la plupart des M2 nationaux et internationaux de physique.

**M2 (S3-S4)** : option Radiophysique médicale

L'option RPM a pour objectifs de :

- Former des scientifiques spécialisés en radiophysique médicale
- Préparer les étudiants en vue d'accéder au métier de radiophysicien
- Préparer les étudiants en vue de préparer une thèse de doctorat.

**M2 (S3-S4)** : option Capteurs et instrumentation (CI) (en double diplomation avec l'Université de Bretagne occidentale).

L'option CI a pour objectifs de :

- Former des scientifiques travaillant dans les entreprises utilisatrices de systèmes de capteurs ou celles qui développent des capteurs ou des systèmes de capteurs
- Former des scientifiques pour les départements de recherche et développement du milieu industriel développant ou utilisant des capteurs intelligents, des systèmes d'acquisition, les modélisations et l'analyse des données et l'intelligence artificielle en imagerie
- Former des étudiants en vue de préparer des études doctorales dans tous les domaines de la physique appliquée.

## COMPÉTENCES

- Gérer le parc instrumental des entreprises utilisatrices de systèmes ou de réseaux de capteurs, en milieu industriel et hospitalier  
Garantir la qualité et la sécurité de l'utilisation médicale des rayonnements ionisants  
Optimiser les applications médicales des rayonnements ionisants en thérapie et diagnostic dans les services de radiothérapie, médecine nucléaire ou imagerie du secteur hospitalier, public ou privé
- Intégrer une formation doctorale dans un domaine de la physique appliquée  
Mener des recherches et des études de développement en milieu industriel et hospitalier  
Piloter un projet technologique
- Résoudre des problèmes complexes en physique.

## CONDITIONS D'ADMISSION

Étudiants titulaires d'une Licence en physique ou d'un Diplôme d'ingénieur de l'USJ ou de l'extérieur (jugé équivalent par la Commission d'équivalence de l'USJ).

## UE/CRÉDITS ATTRIBUÉS PAR ÉQUIVALENCE

048DRLTM1 - Droit et législation (2 Cr.). 048IICPM1 - Informatique industrielle (2 Cr.). 048ATCPM1 - Physique atomique et moléculaire (6 Cr.). 048SCOPM1 - Physique du solide et des semi-conducteurs (6 Cr.). 048NUCPM1 - Physique nucléaire (6 Cr.). 048QACPM1 - Physique quantique avancée (2 Cr.). 048TADTM1 - Traitement et analyse de données (6 Cr.). 048ETPTM2 - Entrepreneurship (6 Cr.). 048PMCPM2 - Physique de la matière condensée (4 Cr.). 048MECPM2 - Physique médicale (6 Cr.). 048PEXCM2 - Plan d'expérience (2 Cr.). 048PVPTM2 - Préparation à la vie professionnelle (4 Cr.). 048PRMTM2 - Project Management (4 Cr.). 048DSCPM2 - Data science en physique (4 Cr.). 048OPCPM2 - Optique et matériaux (4 Cr.).

## EXIGENCES DU PROGRAMME

### Option RPM :

#### UE obligatoires (116 crédits)

Anatomie et physiologie (4 Cr.). Droit et législation (2 Cr.). Entrepreneurship (6 Cr.). Informatique industrielle (2 Cr.). Physique atomique et moléculaire (6 Cr.). Physique de la matière condensée (4 Cr.). Physique de la radiothérapie (8 Cr.). Physique des rayonnements ionisants (4 Cr.). Physique du solide et des semi-conducteurs (6 Cr.). Physique médicale (6 Cr.). Physique nucléaire (6 Cr.). Physique quantique avancée (2 Cr.). Plan d'expérience (2 Cr.). Préparation à la vie professionnelle (4 Cr.). Project Management (4 Cr.). Projet de fin d'études (30 Cr.). Radiobiologie (2 Cr.). Radioprotection et systèmes de détection (6 Cr.). Techniques d'imagerie en médecine (6 Cr.). Traitement et analyse de données (6 Cr.).

#### UE optionnelles fermées (4 crédits)

Data science en physique (4 Cr.). Optique et matériaux (4 Cr.). Projet Long intégrateur niveau Master (6 Cr.).

#### UE optionnelles fermées (4 crédits)

Data science en physique (4 Cr.). Optique et matériaux (4 Cr.).

### Option CI :

#### UE obligatoires (110 crédits)

Acquisition, conditionnement et traitement des signaux (6 Cr.). Droit et Législation (2 Cr.). Électronique numérique et système de mesure en temps réel (6 Cr.). Entrepreneurship (6 Cr.). Informatique industrielle (2 Cr.). Physique atomique et moléculaire (6 Cr.). Physique de la matière condensée (4 Cr.). Physique du solide et des semi-conducteurs (6 Cr.). Physique médicale (6 Cr.). Physique nucléaire (6 Cr.). Physique quantique avancée (2 Cr.). Plan d'expérience (2 Cr.). Préparation à la vie professionnelle (4 Cr.). Principes généraux des capteurs (6 Cr.). Project Management (4 Cr.). Projet de fin d'études (30 Cr.). Traitement et analyse de données (6 Cr.).

#### UE optionnelles fermées (10 crédits)

Capteurs en environnement et santé (6 Cr.). Data science en physique (4 Cr.). Instrumentation pour la physique (6 Cr.). Ondes et matière (6 Cr.). Optique et matériaux (4 Cr.). Physique de la radiothérapie (8 Cr.). Physique des rayonnements Ionisants (4 Cr.). Radiobiologie (2 Cr.). Radioprotection et systèmes de détection (6 Cr.). Techniques d'imagerie en médecine (6 Cr.).

## PLAN D'ÉTUDES PROPOSÉ

### Semestre 1

Code	Intitulé de l'UE	Crédits
048DRLTM1	Droit et législation	2
048IICPM1	Informatique industrielle	2
048ATCPM1	Physique atomique et moléculaire	6
048SCOPM1	Physique du solide et des semi-conducteurs	6
048NUCPM1	Physique nucléaire	6
048QACPM1	Physique quantique avancée	2
048TADTM1	Traitement et analyse de données	6
	<b>Total</b>	<b>30</b>

### Semestre 2

Code	Intitulé de l'UE	Crédits
048ETPTM2	Entrepreneurship	6
048PMCPM	Physique de la matière condensée	4
048MECPM2	Physique médicale	6
048PEXCM2	Plan d'expérience	2
048PVPTM2	Préparation à la vie professionnelle	4

048PRMTM2	Project Management	4
048DSCPM2 048OPCPM2	Data science en physique Optique et matériaux	4
	<b>Total</b>	<b>30</b>

### Semestre 3 : Option RPM

Code	Intitulé de l'UE	Crédits
048APCPM3	Anatomie et physiologie	4
048PRDPM3	Physique de la radiothérapie	8
048PRIPM3	Physique des rayonnements ionisants	4
048RDBPM3	Radiobiologie	2
048RPRPM3	Radioprotection et systèmes de détection	6
048TIMPM3	Techniques d'imagerie en médecine	6
	<b>Total</b>	<b>30</b>

### Semestre 3 : Option CI

Code	Intitulé de l'UE	Crédits
048ASCPM3	Acquisition, conditionnement et traitement des signaux	6
048SMCPM3	Électronique numérique et système de mesure en temps réel	6
048PGCPM3	Principes généraux des capteurs	6
048INCPM3	Instrumentation pour la physique	6
048CSCPM3 048OMCPM3	Capteurs en environnement et santé Ondes et matière	6
	<b>Total</b>	<b>30</b>

### Semestre 4

Code	Intitulé de l'UE	Crédits
048PFETM4	Projet de fin d'études	30
	<b>Total</b>	<b>30</b>

## DESCRIPTIFS DES UE

<b>048ASCPM3</b>	<b>Acquisition, conditionnement et traitement des signaux</b>	<b>6 Cr.</b>
------------------	---	--------------

L'objectif du cours se décompose en deux parties : une présentation rapide des différents composants d'une chaîne d'acquisition et de leurs limitations (partie acquisition conditionnement), suivie d'une partie plus détaillée sur l'étude des signaux et systèmes, tant dans le domaine temporel que fréquentiel. Le cours est complété par 2 à 3 sessions de TP sur MATLAB pour familiariser les étudiants avec les problèmes d'échantillonnage ainsi que le calcul de la sortie d'un système LTI.

<b>048DRLTM1</b>	<b>Droit et législation</b>	<b>2 Cr.</b>
------------------	-----------------------------	--------------

La première partie de ce cours a pour but de définir la PI (propriété intellectuelle,) ce domaine qui comporte l'ensemble des droits exclusifs accordés sur des créations intellectuelles, droit juridique à une idée, à une invention ou à une création des domaines industriel, scientifique, littéraire et artistique. Il s'agit de présenter les intérêts et les avantages d'une telle notion avant de présenter les modalités de l'enregistrement d'invention ou de produit. La deuxième partie de ce cours de droit a pour objectif de donner à l'étudiant l'ensemble des règles qui gouvernent les échanges avec le citoyen ; il couvre le droit du consommateur, des entreprises, le droit social, le droit du travail

ainsi que celui de l'environnement. Ces règles sont codifiées, l'étudiant doit savoir identifier les textes relatifs à chaque domaine pour savoir s'y repérer. Ce cours comportera :

- Le droit de l'environnement international et celui au Liban
- Le droit du travail
- Le droit de la sécurité sociale
- Le droit commercial
- Le droit des sociétés, des industries.

<b>048SMCPM3</b>	<b>Électronique numérique et système de mesure en temps réel</b>	<b>6 Cr.</b>
------------------	--	--------------

L'électronique numérique est un domaine scientifique qui s'intéresse aux systèmes électroniques dont les états parcourent un ensemble fini de possibilités. Le déterminisme dans les changements d'état (transitions) permet de disposer de systèmes qui se comportent de manière stable et fiable. Elle permet en particulier de s'affranchir de parasites et autres déformations.

Ce type d'électronique est opposé à l'électronique analogique, qui, elle, traite des systèmes électroniques opérant sur des grandeurs (tension, courant, charge) variant de manière continue.

Un système embarqué est défini comme un système électronique et informatique autonome, souvent temps réel, qui est spécialement conçu pour un type d'application particulier, contrairement aux ordinateurs personnels ou station de travail qui sont d'usage plus général.

Les systèmes embarqués utilisent généralement des microprocesseurs à basse consommation d'énergie ou des microcontrôleurs, dont la partie logicielle est en partie ou entièrement programmée dans le matériel, généralement dans une mémoire morte ROM, EPROM, etc.

Les distributeurs automatiques de boissons, les automobiles, les équipements médicaux, les caméras, les avions, les téléphones portables et les PDA sont des exemples de systèmes qui abritent des systèmes embarqués.

<b>048ETPTM2</b>	<b>Entrepreneurship</b>	<b>6 Cr.</b>
------------------	-------------------------	--------------

Ce cours initie les étudiants à l'entrepreneuriat et leur fournit les outils clés nécessaires à tout entrepreneur pour réussir, y compris des notions en comptabilité et en finance. La première partie du cours décrit le rôle des entrepreneurs, analyse l'action de création de richesse et/ou d'emploi par la création ou la reprise d'une entreprise, explique les différentes formes d'entrepreneuriat, aborde les concepts de créativité, d'innovation et de bénéfice pour le marché et soutient l'idée de prendre des risques pour l'entrepreneur.

La deuxième partie offre un aperçu du cadre conceptuel et réglementaire qui sous-tend la comptabilité financière, ainsi qu'une compréhension du contenu et de la structure des états financiers pour pouvoir les lire et comprendre ce que les états financiers peuvent et ne peuvent pas révéler sur une institution commerciale ou industrielle. Elle aborde également les différents types d'informations de comptabilité financière rencontrées dans la vie managériale, constituant un guide de base pour partir de la comptabilité afin de couvrir tous les concepts comptables et les outils de reporting managérial importants qui soutiennent la prise de décisions managériales appropriées.

La dernière partie vise à familiariser les étudiants avec les concepts de la finance et à leur expliquer les éléments de base des marchés financiers. Des exemples aideront à appliquer en pratique les théories discutées.

<b>048IICPM1</b>	<b>Informatique industrielle</b>	<b>2 Cr.</b>
------------------	----------------------------------	--------------

LabVIEW (Laboratory Virtual Instrument Engineering Workbench) est le cœur d'une plate-forme de conception de systèmes de mesure et de contrôle, basée sur un environnement de développement graphique de National Instruments. Il est utilisé principalement pour la mesure par acquisition de données, pour le contrôle d'instruments et pour l'automatisme industriel.

<b>048ATCPM1</b>	<b>Physique atomique et moléculaire</b>	<b>6 Cr.</b>
------------------	---	--------------

La physique atomique est une branche de la physique qui offre, à l'échelle macroscopique, microscopique et atomique, une vaste gamme de phénomènes et d'applications de la physique classique et de la physique quantique. L'objectif de ce cours est d'étudier la structure des atomes, les processus et propriétés physiques et chimiques à l'échelle microscopique et les interactions avec le rayonnement électromagnétique. De plus, ce cours couvre les différents aspects de la physique atomique, à savoir la physique de l'atome, la physique des atomes (physique des molécules et processus interatomiques) et les applications fondamentales et appliquées de la physique atomique.

<b>048PMCPM2</b>	<b>Physique de la matière condensée</b>	<b>4 Cr.</b>
------------------	---	--------------

Ce cours complète le cours « Physique du solide et des semi-conducteurs », ayant pour but principal de montrer les effets des phénomènes observés à l'échelle atomique sur les propriétés macroscopiques des matériaux. Ainsi au début, la fonction de réponse diélectrique est traitée et son influence sur les propriétés optiques des matériaux est expliquée. Ensuite, les propriétés magnétiques et électriques des matériaux sont détaillées théoriquement à l'échelle atomique et à l'échelle macroscopique. Des exemples d'applications industrielles sont insérés dans le cours pour permettre à l'étudiant d'estimer l'utilité des modèles théoriques étudiés.

<b>048SCOPM1</b>	<b>Physique du solide et des semi-conducteurs</b>	<b>6 Cr.</b>
------------------	---	--------------

La physique de l'état solide est la branche de la physique qui offre à l'échelle macroscopique, microscopique et atomique une vaste gamme de phénomènes et d'applications de la physique classique et de la physique quantique. Depuis plusieurs décennies, on lui consacre des efforts considérables de recherche et développement dont les retombées ont un impact direct et indéniable sur le développement technologique de la société. Les sujets traités sont : les propriétés des solides cristallins, les états électroniques dans les solides, les propriétés des semi-conducteurs cristallins, etc.

<b>048MECPM2</b>	<b>Physique médicale</b>	<b>6 Cr.</b>
------------------	--------------------------	--------------

La physique médicale est une science interdisciplinaire qui couvre toutes les applications de la physique en médecine, tant pour les aspects diagnostiques que thérapeutiques, et plus particulièrement, dans les domaines de la dosimétrie des rayonnements ionisants, de l'instrumentation, de la radioprotection, etc. Cette branche de la physique, par la variété de ses thématiques, permet des débouchés à la fois cliniques, industriels et dans le milieu de la recherche.

Une part importante du cours concerne la physique des rayonnements ionisants, en particulier leurs interactions avec la matière vivante ainsi que leurs détections. Les exemples présentés en cours sont choisis parmi les différents champs d'applications auxquels le physicien est susceptible d'être confronté, par exemple, la dosimétrie relative et absolue des accélérateurs linéaires, les traitements en radiothérapie, la manipulation des sources radioactives, etc.

La deuxième partie de l'UE concerne l'imagerie médicale, notamment tous les phénomènes physiques à la base de l'imagerie médicale utilisant des rayonnements ionisants ainsi que le principe et l'application des techniques utilisées actuellement.

<b>048NUCPM1</b>	<b>Physique nucléaire</b>	<b>6 Cr.</b>
------------------	---------------------------	--------------

La physique nucléaire est une discipline qui couvre aujourd'hui un domaine de recherche aussi vaste que varié : astrophysique, médecine, sciences de la vie, sciences de l'ingénieur, etc. Son développement fut extrêmement rapide grâce à ses applications militaires et énergétiques, ce qui a permis aux chercheurs de disposer actuellement des moyens expérimentaux considérables. Les thèmes abordés dans ce cours couvrent les principes de base de la physique nucléaire et ses principales applications. L'enseignement aborde les propriétés du noyau, de sa structure et de l'énergie de liaison de nucléons, les transformations et émissions nucléaires ainsi que les modèles nucléaires.

<b>048QACPM1</b>	<b>Physique quantique avancée</b>	<b>2 Cr.</b>
------------------	-----------------------------------	--------------

La mécanique quantique, conçue pour expliquer la structure atomique, a été rapidement appliquée avec succès à l'étude des molécules et des solides. Elle a révélé une grande fécondité pour l'étude de la structure du noyau et des réactions nucléaires ainsi que pour la physique des particules élémentaires. L'informatique quantique fait actuellement l'objet d'une intense activité de recherche. Ce cours doit permettre aux étudiants de poursuivre des études spécialisées dans l'un des nombreux domaines nécessitant une bonne base en mécanique quantique. Il vise également à les familiariser avec les méthodes d'approximation les plus importantes dans les nombreuses applications de la mécanique quantique à la mécanique contemporaine.

<b>048PEXCM2</b>	<b>Plan d'expérience</b>	<b>2 Cr.</b>
------------------	--------------------------	--------------

Cette matière est une approche de l'étude de la méthodologie des plans d'expériences qui sont des méthodes de mesure robustes et validés moyennant des régressions linéaire multiples, des analyses de la variance (ANOVA), etc. Plusieurs plans sont étudiés : plans factoriels complets à deux niveaux, plans pour modèles de second degré : plans factoriels complets à trois niveaux, plans composite centré avec étoiles, plans composites centrés dans

les Faces, etc. La stratégie d'étude permet une organisation des essais afin de minimiser le coût de l'étude. Le traitement des résultats permet la détection des effets significatifs et des interactions entre les paramètres opératoires. Elle permet également la modélisation empirique, l'obtention de surfaces de réponses et la recherche d'un optimum. Cette méthodologie est très utile dans les industries agroalimentaire, biologique et chimique. Les plans d'expériences pour la formulation sont également abordés : plans de mélanges sans contraintes (type I), plan de mélanges avec contraintes sur les limites inférieures (type II), plan de mélanges avec contraintes sur les limites inférieures et supérieures avec déformation du domaine de variation des paramètres (type III). Le logiciel Statgraphics est utilisé pour la réalisation des plans d'expériences.

<b>048PVPTM2</b>	<b>Préparation à la vie professionnelle</b>	<b>4 Cr.</b>
------------------	---	--------------

Les visites industrielles ont pour but de montrer les différentes étapes d'une production industrielle déterminée. Elles permettent d'apprendre le fonctionnement de l'unité de production, la gestion de la production et les contrôles effectués durant les différentes étapes et enfin les tests nécessaires à la conformité du produit final. Ce cours traite aussi des principes d'élaboration des méthodes analytiques.

En M1 PCI, cette UE consiste en un stage effectué sous la direction d'un directeur de stage. À la fin de ce stage, l'étudiant rédigera un rapport détaillé sur le travail personnel effectué et le soutiendra devant un jury composé d'enseignants du master et de représentants du monde professionnel.

Les règles de déroulement de soutenances et de notation sont les suivantes :

1. Le temps de présentation orale est limité à 20 min. maximum (plus 20 min. pour les questions et 15 min. pour la délibération du jury).
2. La note finale de soutenance prend en compte :
  - La présentation orale, y compris les réponses aux questions
  - Le rapport du directeur de stage
  - Le fond et la forme du rapport évalué par les rapporteurs.

<b>048PGCPM3</b>	<b>Principes généraux des capteurs</b>	<b>6 Cr.</b>
------------------	--	--------------

Ce cours présente de façon claire et didactique toutes les données qui président au choix et à la mise en œuvre d'un capteur dans l'industrie. Après une présentation des différentes familles de capteurs (actifs ou passifs, intégrés, composites, etc.), le cours propose, pour les diverses grandeurs physiques à mesurer (lumière, température, position, déformation, etc.), les types de capteurs les plus adaptés aux conditions de mesure imposées. Il présente notamment : leurs principes physiques de fonctionnement ; leurs caractéristiques métrologiques : sensibilité, linéarité, rapidité, fidélité, précision, les procédures de mise en œuvre, les montages électriques dits « conditionneurs » (ponts, amplificateurs, convertisseurs, etc.) qui leur sont associés pour optimiser leurs performances.

<b>048PRMTM2</b>	<b>Project Management</b>	<b>2 Cr.</b>
------------------	---------------------------	--------------

Ce cours représente une initiation aux fondamentaux de gestion de projet, connaissances, techniques, méthodes et pratiques. Il est complètement aligné avec les standards internationaux les plus connus mondialement, ceux de « Project Management Institute », basés sur les deux dimensions de gestion de projet, le cycle de vie composé en 5 phases ; initier, planifier, exécuter, contrôler et clôturer un projet et les 10 catégories de connaissances.

<b>048PFETM4</b>	<b>Projet de fin d'études</b>	<b>30 Cr.</b>
------------------	-------------------------------	---------------

Cette UE représente le projet de fin d'études pour les étudiants durant laquelle ils effectueront un stage en industrie ou en laboratoire de recherche de 4 à 7 mois. À la fin de ce stage, l'étudiant rédigera un rapport détaillé sur le travail personnel effectué et le soutiendra devant un jury composé d'enseignants du Master et de représentants du monde professionnel.

Les règles de déroulement de soutenances et de notation sont les suivantes :

1. Le temps de présentation orale est limité à 20 min. maximum (plus 20 min. pour les questions et 15 min. pour la délibération du jury).
2. La note finale de soutenance prend en compte :
  - La présentation orale, y compris les réponses aux questions
  - Le rapport du directeur de stage
  - Le fond et la forme du rapport évalué par les rapporteurs.

<b>048TADTM1</b>	<b>Traitement et analyse de données</b>	<b>6 Cr.</b>
------------------	---	--------------

Le cours « Traitement et analyse de données » s'articule autour de trois parties principales.

- La première partie, « Métrologie », consiste à sensibiliser les étudiants à la métrologie, science qui a pour objet d'étude les mesures, en leur donnant les informations nécessaires à la gestion et la maîtrise des processus et équipements de mesure.
- La deuxième partie, « Statistique », consiste à sensibiliser les étudiants à l'importance de la statistique dans l'analyse des données, la planification des études, et la compréhension de la littérature scientifique.
- La troisième partie, « Analyse multivariée », consiste à fournir aux étudiants les compétences nécessaires pour l'utilisation des outils statistiques afin d'extraire de l'information et de créer de nouvelles connaissances à partir de bases de données complexes obtenues par des méthodes analytiques ou par un autre moyen. Il s'agit d'analyser simultanément un ensemble de variables explicatives et de construire de modèles multivariés qui permettent de décrire, de comparer, de classer et de prédire les caractéristiques d'échantillons d'individus. L'analyse multivariée est largement utilisée dans tous les domaines de la science, de l'ingénierie, de la pharmacologie, de la médecine, de l'économie et de la sociologie.

<b>048CSCPM3</b>	<b>Capteurs en environnement et santé</b>	<b>6 Cr.</b>
------------------	---	--------------

Ce cours comporte deux parties : l'une relative au domaine de l'environnement et l'autre au domaine de la santé. Dans la première partie, l'objectif est de comprendre les phénomènes physiques liés à la variabilité naturelle des caractéristiques spécifiques des milieux terrestres et marins, de concevoir l'ensemble des méthodes liées à la surveillance en temps réel de la qualité du milieu et l'exploitation des stations de mesure. Et enfin, d'acquérir les connaissances physiques liées la télédétection atmosphérique. La deuxième partie couvre les applications des capteurs dans le domaine de la santé, plus particulièrement en milieu hospitalier et dans les laboratoires d'analyses médicales.

<b>048DSCPM2</b>	<b>Data science en physique</b>	<b>4 Cr.</b>
------------------	---------------------------------	--------------

Ce cours a pour but de préparer les étudiants à l'analyse des données scientifiques. Les types de données rencontrés dans le domaine de la physique sont aujourd'hui connus et les outils d'analyse correspondants sont aussi disponibles. Ainsi, ce cours pourra servir de base pour que l'étudiant prenne conscience des méthodes d'analyse de données spécifiques du domaine de la recherche appliquée, couvrant les données considérées gérables sur un simple ordinateur personnel et les données massives qui requiert des algorithmes de traitement plus spécifiques.

<b>048INCPM3</b>	<b>Instrumentation pour la physique</b>	<b>6 Cr.</b>
------------------	---	--------------

Apprentissage des technologies lasers avancées, des outils de caractérisation microstructurale et magnétique des matériaux et de l'instrumentation dans le domaine des radiofréquences.

<b>048OMCPM3</b>	<b>Ondes et matière</b>	<b>6 Cr.</b>
------------------	-------------------------	--------------

Apprentissage des différentes techniques d'investigation laser et RF/HF et leurs applications au domaine biomédical et environnemental. Compréhension des phénomènes de couplages à l'échelle nanométrique à travers l'expérience (CPCE).

<b>048OPCPM2</b>	<b>Optique et matériaux</b>	<b>4 Cr.</b>
------------------	-----------------------------	--------------

L'optique est la branche de la physique qui traite de la lumière et de ses propriétés, du rayonnement électromagnétique, de la vision ainsi que les systèmes utilisant ou émettant de la lumière. Le cours consiste à donner les grands principes d'interaction entre le rayonnement et la matière et d'introduire les différents niveaux de cette interaction.

<b>048APCPM3</b>	<b>Anatomie et physiologie</b>	<b>4 Cr.</b>
------------------	--------------------------------	--------------

Le cours comprend une série de cours magistraux couvrant la description anatomique et physiologique des principaux organes du corps humain.

<b>048PRDPM3</b>	<b>Physique de la radiothérapie</b>	<b>8 Cr.</b>
------------------	-------------------------------------	--------------

Le cours consiste à donner une bonne formation en physique des rayonnements ionisants dans le milieu médical. Il vise à appliquer la théorie des mesures et de calculs de doses absorbées suite aux irradiations avec des photons et des électrons.

<b>048PRIPM3</b>	<b>Physique des rayonnements ionisants</b>	<b>4 Cr.</b>
------------------	--	--------------

Le cours consiste à détailler les processus d'interaction des particules avec la matière tenant compte des différents types de particules et des différents domaines d'énergie incidente. Ce cours magistral est nécessaire pour comprendre les mécanismes d'interaction des rayonnements et de les extrapoler aux cas des applications médicales.

<b>048RDBPM3</b>	<b>Radiobiologie</b>	<b>2 Cr.</b>
------------------	----------------------	--------------

Ce cours est un prérequis essentiel pour toute autre UE concernant les applications des rayonnements ionisants en médecine comme la radiothérapie. Le contenu se concentre surtout sur les effets à l'échelle moléculaire, puisque tout effet macroscopique observable n'est qu'une manifestation des processus ayant lieu à l'échelle nanométrique. Ainsi, le contenu donné sous forme d'un cours magistral fournira les bases de connaissances nécessaires aux étudiants pour la poursuite de leur formation en physique appliquée à la médecine.

<b>048RPRPM3</b>	<b>Radioprotection et systèmes de détection</b>	<b>6 Cr.</b>
------------------	---	--------------

Le cours consiste à avoir un aperçu général sur tous les aspects de la radioprotection du patient, du public, du personnel et de l'environnement en milieu hospitalier.

<b>048TIMPM3</b>	<b>Techniques d'imagerie en médecine</b>	<b>6 Cr.</b>
------------------	--	--------------

Le cours consiste à comprendre les bases physiques, la technologie et le fonctionnement des techniques d'imagerie les plus utilisées en médecine.