

Master Physique Fondamentale et Applications

Parcours Physique et Instrumentation

Objectifs

Tel. 02 98 01 62 37

M1 (S7-S8) : Tronc commun à tous les parcours (Physique et Instrumentation, Photonique, Nanosciences) propre à l'UBO.

M2 : Parcours "Physique et Instrumentation" partiellement mutualisé avec l'Université de Rennes 1. Parmi les 4 UE disciplinaires du S9 (30 ECTS), 2 UE sont mutualisées, dont l'une enseignée à distance par Rennes 1. Le S10 correspond au stage de fin d'études (4 mois minimum - 30 ECTS).

M1 (S7-S8) : Tronc commun à tous les parcours (Physique et Instrumentation, Photonique, Nanosciences) propre à l'UBO.

La 1ère année du Master mention "Physique Fondamentale et Applications" propose une formation généraliste de haut niveau en Physique qui permet aux étudiants de poursuivre dans les différents parcours-types de M2 mais aussi dans la plupart des M2 nationaux de Physique, hors mécanique.

M2 : Parcours "Physique et Instrumentation" partiellement mutualisé avec l'Université de Rennes 1. Parmi les 4 UE disciplinaires du S9 (30 ECTS), 2 UE sont mutualisées, dont l'une enseignée à distance par Rennes 1. Le S10 correspond au stage de fin d'études (4 mois minimum - 30 ECTS).

La 2ème année du Master mention "Physique Fondamentale et Applications", parcours "Physique et Instrumentation" propose une formation dans le domaine de la mesure (métrologie, capteurs, acquisition et analyse des données...) et de l'instrumentation appliquée à la physique ou à la médecine et à l'environnement (UE "spécialisation" au choix).



Conditions d'accès

En Master 1 : bac+3.

En Master 2 : bac+4 ou sur validation des acquis de l'expérience (VAE).

Poursuite d'études

Poursuite d'études possible en thèse dans un des laboratoires du dispositif d'appui ou dans un laboratoire industriel (Contrat Doctoral d'Etablissement, bourse Région, ou contrat CIFRE)

Insertion professionnelle

Ingénieur/cadre en R&D ou technico-commercial dans les domaines de l'instrumentation de laboratoire, industrielle et biomédicale.

Chercheur ou enseignant-chercheur après une thèse dans le domaine de la physique expérimentale.

Infos pratiques

Faculté des Sciences et Techniques à Brest

Contacts

Responsable pédagogique

LE GRAND Yann

Yann.Legrand@univ-brest.fr

Programme

M1

Semestre 7

Matière condensée 1	48h
Physique statistique	36h
Optique et matériaux	36h
Signal	48h
Matériaux et micro-ondes	36h
Préparation à la vie professionnelle	
- Communication	22h
- Anglais	
- Entreprise	

Semestre 8

Matière condensée 2	48h
Physique des lasers	48h
Travaux Pratiques	48h
Modélisation / Eléments finis	36h
Options 1 (2 ECTS au choix)	
- Nanophysique	24h
- Mesures, capteurs	24h
- Physique nucléaire et atomique	24h
Option 2 (1 parmi 2)	

- Biophotonique	24h
- Physique Médicale (UFR Médecine)	24h

Stage (2 mois en laboratoire ou entreprise)	245h
--	------

Préparation à la vie professionnelle

- Anglais	
- Communication	22h
- Entreprise	10h

M2

Semestre 9

Métrologie et Capteurs	60h
Acquisition et traitement de données (niveau avancé)	60h
Instrumentation pour la Physique	60h
Option	
- Santé et Environnement	60h
- Ondes et matière	60h
Préparation à la vie professionnelle	
- Communication	22h
- Anglais	
- Entreprise	

Semestre 10

Stage

Dernière mise à jour le 07 janvier 2025

Matière condensée 1

Présentation

- > Cristallographie (Histoire de la Cristallographie - État cristallin, groupes ponctuels, groupes d'espace : la maille, le réseau ponctuel, les groupes de symétrie et d'espace)
- > Diffraction des RX (Histoire des rayons x et de la diffraction - interaction des rayons X avec la matière, géométrie et intensité des rayons diffractés, conditions limitant la diffraction, extinctions systématiques - Techniques expérimentales : production des rayons X, méthode de Debye-Scherrer, diffractomètre à poudre et exploitation).
- > liaison cristalline
- > propriétés tensorielles des cristaux
- > élasticité dans les milieux continus
- > vibrations dans les solides (phonons),
- > propriétés thermiques

6 crédits ECTS

Volume horaire

Cours Magistral : 20h

Travaux Pratiques : 8h

Travaux Dirigés : 20h

Objectifs

Formation de base en cristallographie géométrique, en radiocristallographie. Propriétés anisotropes de la matière condensée, propriétés thermiques.

Pré-requis nécessaires

- > physique de licence
- > outils mathématiques standards

Compétences visées

Exploiter un diagramme de diffraction des rayon X sur poudre - Utilisation du logiciel VESTA

Manipuler les tenseurs et leurs transformations par les opérations de symétrie

Comprendre l'influence de la symétrie cristalline sur les propriétés physiques de la matière

Appréhender la notion de phonon, comprendre les courbes de dispersion des phonons acoustiques et optiques

Bibliographie

- > The basics of crystallography and diffraction, (Fourth Edition), Christopher Hammond
- > Early Days of X-ray Crystallography , André Authier
- > C. Kittel, J.Wiley Physique de l'état solide
- > N.W. Ashcroft, N. D.Mermin Physique des solides
- > C.Malgrange, C.Ricolleau, F. Lefaucheux : Symétrie et propriétés physiques des cristaux
- > R.E.Newnham : Properties of Materials. Anisotropy, Symmetry, Structure

Modalités de contrôle des connaissances

Session 1 ou session unique - Contrôle de connaissances

Nature de l'enseignement	Modalité	Nature	Durée (min.)	Coefficient	Remarques
	CT	Ecrit - devoir surveillé	180	50%	
	Autre modalité	Oral	20	30%	
	CC	Travaux Pratiques		20%	Evaluation des comptes rendus de TP

Session 2 : Contrôle de connaissances

Nature de l'enseignement	Modalité	Nature	Durée (min.)	Coefficient	Remarques
	CT	Ecrit - devoir surveillé	120	100%	

Physique statistique

Présentation

- > le gaz parfait polyatomique (translation, rotation, vibration)
- > situation grand canonique ((système en contact avec un réservoir de chaleur et de particules). Statistiques quantiques
- > Gaz de fermions indépendants, électrons dans les solides
- > Gaz de bosons, condensation de Bose-Einstein
- > Gaz de photons, corps noir

4 crédits ECTS

Volume horaire

Travaux Pratiques : 8h

Travaux Dirigés : 14h

Cours Magistral : 14h

Objectifs

Cet enseignement poursuit celui de licence. Les concepts abordés sont utilisés pour des applications dans différents domaines de la physique (matière condensée, physico-chimie, ...)

Pré-requis nécessaires

- > Outils mathématiques standards
- > Physique statistique de L3 :
 - > Description des états d'un système. Dénombrement des états. Densité d'états.
 - > Postulat fondamental de la physique statistique. Situation microcanonique.
 - > Situation canonique. Fonction de partition, énergie libre, énergie moyenne. Description des systèmes de particules indépendantes. Théorème d'équipartition de l'énergie.
 - > Quelques applications de la description canonique

Compétences visées

- > Déterminer les propriétés macroscopiques d'un système à partir de ses éléments microscopiques
- > Appliquer les formalismes canonique et grand canonique pour calculer les propriétés thermodynamiques de systèmes physiques
- > Prédire et comprendre les comportements asymptotiques aux très hautes ou très basses températures

Bibliographie

- > B. DIU, C. GUTHMANN, D. LEDERER, B. ROULET Physique Statistique
- > S. J. BLUNDELL AND K. M. BLUNDELL Concepts in Thermal Physics
- > C.TEXIER, G.ROUX Physique statistique ; des processus élémentaires aux phénomènes collectifs

Modalités de contrôle des connaissances

Session 1 ou session unique - Contrôle de connaissances

Nature de l'enseignement	Modalité	Nature	Durée (min.)	Coefficient	Remarques
	CT	Ecrit - devoir surveillé	180	50%	
	CT	Oral	20	30%	
	CC	Travaux Pratiques		20%	Evaluation des comptes rendus de TP

Session 2 : Contrôle de connaissances

Nature de l'enseignement	Modalité	Nature	Durée (min.)	Coefficient	Remarques
	CT	Ecrit - devoir surveillé	120	100%	

Optique et matériaux

Présentation

4 crédits ECTS

Volume horaire

Cours Magistral : 18h

Travaux Dirigés : 18h

- > Chapitre 1 : Description du rayonnement optique
- > Chapitre 2 : Processus d'interaction photon-électron
- > Chapitre 3 : Propagation dans un milieu anisotrope

Equation de propagation sous forme matricielle, surface des indices/vitesses, ellipsoïde des indices, propagation dans un milieu uniaxe (structure de l'onde et tracés de rayons), anisotropies provoquées (effets électro-optiques, magnéto-optiques et photo-élastiques).

- > Chapitre 4 : Propagation dans un milieu non-linéaire

Polarisation non-linéaire d'ordre 2 et 3. Génération de second harmonique et accord de phase par biréfringence. Mélange à 3 ondes et amplification/oscillation paramétrique. Génération de troisième harmonique, effet Kerr optique et effet Raman stimulé.

- > Chapitre 5 : Propagation dans un milieu inhomogène

Objectifs

Cet enseignement vise à appréhender la propagation de la lumière dans la matière : propagation dans un milieu DLHI (dispersion/absorption), propagation dans un milieu anisotrope (milieux uniaxes), propagation dans un milieu non-linéaire (ordres 2 et 3) et propagation dans un milieu inhomogène. Cet enseignement sert de base à l'étude des lasers et à la propagation de la lumière en milieux complexes au niveau M1 puis M2.

Pré-requis nécessaires

Optique ondulatoire en L3.

Electromagnétisme de licence.

Tenseurs, matrices, équations différentielles.

Compétences visées

Milieux isotropes: établir l'expression de l'indice de réfraction d'un matériau à partir du modèle microscopique de l'électron élastiquement lié, exprimer le champ électrique d'une onde plane et d'une impulsion lumineuse après traversée d'un milieu dispersif.

Milieux anisotropes : établir la structure de l'onde optique se propageant dans un milieu uniaxe (orientation des champs de l'onde, tracés de rayons), anisotropies provoquées : exprimer l'ellipsoïde des indices d'un matériau soumis à une contrainte extérieure (champ électrique, champ magnétique, contrainte mécanique) et déterminer les indices principaux, les axes principaux et le déphasage vu par l'onde optique.

Milieux non-linéaires : établir l'équation de propagation dans des milieux d'ordres 2 et 3 dans le cadre de l'interaction faible, accord de phase. Exprimer les intensités des différentes ondes issues des oscillateurs et amplificateurs paramétriques optiques, et dans le cas de mélanges à quatre ondes (effet Kerr optique, Raman stimulé, ...).

Milieux inhomogènes : établir l'équation eikonale et l'équation des rayons dans le cas de milieux possédant différentes symétries (axiale, sphérique, ..).

Bibliographie

Électromagnétisme : Fondements et applications - Exercices et problèmes, [J.P. Pérez](#), [R. Carles](#), [R. Fleckinger](#) - Ed. Dunod

Optique géométrique, ondulatoire et polarisation, [J.P. Pérez](#) - Ed. Masson

Polarisation de la lumière, Serge Huard - Ed. Masson

Manuel d'optique, G. Chartier - Ed. Hermes
Optique non-linéaire, F. Sanchez - Ed. Ellipses
Lasers et optique non-linéaire, C. Delsart

Modalités de contrôle des connaissances

Session 1 ou session unique - Contrôle de connaissances

Nature de l'enseignement	Modalité	Nature	Durée (min.)	Coefficient	Remarques
	CT	Ecrit - devoir surveillé	180	70%	
	CT	Oral	20	30%	

Session 2 : Contrôle de connaissances

Nature de l'enseignement	Modalité	Nature	Durée (min.)	Coefficient	Remarques
	CT	Ecrit - devoir surveillé	120	100%	

Signal

Présentation

Présenter les méthodes descriptives des principales classes de signaux continus déterministes et aléatoires, et leurs interactions avec des systèmes linéaires. Applications à la caractérisation quantitative des signaux en Physique.

Objectifs

Modéliser les grandes classes de signaux en Physique, Analyse du Bruit.

Pré-requis nécessaires

Maîtrise des transformées de Fourier et de Laplace, Théorie des distributions, Théorie des variables aléatoires.

Compétences visées

Appréhender les mesures quantitatives d'analyse des signaux

Bibliographie

Éléments de théorie du signal : les signaux déterministes, J. P. Delmas, Signaux et systèmes discrets Binet

Modalités de contrôle des connaissances

Session 1 ou session unique - Contrôle de connaissances

Nature de l'enseignement	Modalité	Nature	Durée (min.)	Coefficient	Remarques
	CT	Ecrit - devoir surveillé	180	50%	
	CT	Oral	20	30%	
	CC	Travaux Pratiques		20%	

Session 2 : Contrôle de connaissances

Nature de l'enseignement	Modalité	Nature	Durée (min.)	Coefficient	Remarques
	CT	Ecrit - devoir surveillé	120	100%	

6 crédits ECTS

Volume horaire

Travaux Dirigés : 20h

Cours Magistral : 18h

Travaux Pratiques : 10h

Matériaux et micro-ondes

Présentation

L'UE porte sur la caractérisation micro-ondes des matériaux. Pour cela, dans une première partie, la théorie des lignes est traitée de façon traditionnelle (transmission / réflexion; adaptation d'impédance,...). Le lien avec les équations de Maxwell est également considéré. Dans un second temps, les résultats obtenus sont appliqués à la caractérisation de matériaux par les méthodes micro-ondes (sonde coaxiale ouverte,...). Une description des effets physico-chimiques observés dans cette région fréquentielle est menée. L'application à la réalisation de capteurs micro-ondes est finalement discutée.

4 crédits ECTS

Volume horaire

Cours Magistral : 12h

Travaux Pratiques : 12h

Travaux Dirigés : 12h

Objectifs

- > Maîtriser la propagation guidée des ondes électromagnétiques (parties théorique et expérimentale)
- > Caractérisation expérimentale de matériaux dans le domaine micro-onde

Pré-requis nécessaires

- > Electromagnétisme dans les milieux infinis linéaires
- > Electricité

Compétences visées

- Expérimentales et théoriques dans la discipline
- Production d'un exposé oral avec support numérique
- Autonomie
- Travail collaboratif

Modalités de contrôle des connaissances

Session 1 ou session unique - Contrôle de connaissances

Nature de l'enseignement	Modalité	Nature	Durée (min.)	Coefficient	Remarques
	CT	Ecrit - devoir surveillé	180	50%	
	CT	Oral	20	30%	
	CC	Travaux Pratiques		20%	évaluation des comptes rendus de TP

Session 2 : Contrôle de connaissances

Nature de l'enseignement	Modalité	Nature	Durée (min.)	Coefficient	Remarques
	CT	Ecrit - devoir surveillé	120	100%	

Préparation à la vie professionnelle

6 crédits ECTS

Communication

Présentation

L'UE communication est destinée aux étudiants de master au semestre 7.

2 crédits ECTS

Volume horaire

Cours Magistral : 7h

Travaux Dirigés : 15h

Objectifs

L'objectif est de maîtriser une culture scientifique de spécialité, d'initier une réflexion sur l'épistémologie et l'histoire des sciences et de savoir communiquer sur ses travaux de recherche en les vulgarisant.

Un autre objectif est celui de l'insertion professionnelle par le biais de la rédaction d'une fiche de poste dans leur spécialité et la sélection de candidats aptes à y répondre.

Compétences visées

Les étudiants développent leurs capacités rédactionnelles par la rédaction d'un article scientifique ou de médiation scientifique.

Modalités de contrôle des connaissances

Session 1 ou session unique - Contrôle de connaissances

Nature de l'enseignement	Modalité	Nature	Durée (min.)	Coefficient	Remarques
EC	CC	Ecrit et/ou Oral		1/1	

Session 2 : Contrôle de connaissances

Nature de l'enseignement	Modalité	Nature	Durée (min.)	Coefficient	Remarques
EC	Contrôle ponctuel	Oral	15	1/1	

Anglais

Objectifs

Intégration dans le monde du travail.

3 crédits ECTS

Compétences visées

Préparer une candidature à l'embauche / Comprendre l'organisation d'une entreprise / Participer et animer une réunion / Prendre des notes / Rédiger un compte-rendu

Modalités de contrôle des connaissances

Session 1 ou session unique - Contrôle de connaissances

Nature de l'enseignement	Modalité	Nature	Durée (min.)	Coefficient	Remarques
EC	CT	Ecrit - devoir surveillé	90	1/2	
EC	CC	Ecrit et/ou Oral		1/2	

Session 2 : Contrôle de connaissances

Nature de l'enseignement	Modalité	Nature	Durée (min.)	Coefficient	Remarques
EC	CT	Ecrit - devoir surveillé	30	1/1	

Entreprise

1 crédits ECTS

Modalités de contrôle des connaissances

Session 1 ou session unique - Contrôle de connaissances

Nature de l'enseignement	Modalité	Nature	Durée (min.)	Coefficient	Remarques
Autres	Autre modalité	Ecrit et/ou Oral		1/1	validation par "badge" - Pas de session 2 -

Matière condensée 2

Présentation

Présentation des grands principes de l'analyse des propriétés diélectriques, magnétiques et supraconductrices de phases condensées de la matière.

Objectifs

Déterminer à partir des premiers principes de la Physique des lois qui permettent de caractériser les propriétés statique et dynamique dans les matériaux diélectriques et magnétiques.

4 crédits ECTS

Volume horaire

Travaux Dirigés : 24h

Cours Magistral : 24h

Pré-requis nécessaires

Cristallographie, Théorie des bandes, Physique statistique, Electromagnétisme, Thermodynamique, Transitions de phase

Compétences visées

Analyse des propriétés de polarisation et d'aimantation des solides; caractérisation des propriétés de transport électriques des semi-conducteurs; lois de la supraconductivité.

Bibliographie

Physique des Semi-conducteurs Ngo et Ngo; Physique de la Matière Condensée Diep, Physique de la Matière Condensé Héritier

Modalités de contrôle des connaissances

Session 1 ou session unique - Contrôle de connaissances

Nature de l'enseignement	Modalité	Nature	Durée (min.)	Coefficient	Remarques
	CT	Ecrit - devoir surveillé	180	70%	
	CT	Oral	20	30%	

Session 2 : Contrôle de connaissances

Nature de l'enseignement	Modalité	Nature	Durée (min.)	Coefficient	Remarques
	CT	Ecrit - devoir surveillé	120	100%	

Physique des lasers

Présentation

- > Chapitre 1 : Le processus Laser : interactions photon-atome, amplification de lumière, milieu amplificateur en cavité, équations temporelles du laser (modèle « rate equation »), régime stationnaire, stabilité de la cavité.
 - > Chapitre 2 : Les propriétés Laser : spectrales, spatiales et temporelles
 - > Chapitre 3 : Les différents types de Laser : propriétés optiques et caractéristiques techniques des lasers à gaz, lasers à liquide (colorant), lasers à solide (ions dans une matrice cristalline, diodes laser, lasers à fibre).
 - > Chapitre 4 : Les applications des Laser : communication, métrologie, applications scientifiques majeures, industrie des matériaux, médecine, sécurité laser.
-
- > TP1 : Réalisation d'un laser Nd:Yag continu pompé par diode
 - > TP2 : Réalisation et caractérisation d'un laser He:Ne continu
 - > TP3 : Régimes temporels d'un laser Nd:Yag pompé par diode
 - > TP4 : Amplificateur à fibre dopée Erbium

4 crédits ECTS

Volume horaire

Cours Magistral : 16h

Travaux Dirigés : 16h

Travaux Pratiques : 16h

Objectifs

L'objectif principal de cet enseignement est de se familiariser avec le concept de source laser d'un point de vue fondamental et applicatif. Il s'agit d'un enseignement d'introduction à la physique des lasers qui pourra être approfondi en fonction du choix de la spécialité de M2. A la fin de cet enseignement, l'étudiant devra être capable:

- de décrire le principe de fonctionnement d'un laser en maîtrisant le vocabulaire associé,
- d'appréhender les propriétés d'un faisceau laser et connaître les ordres de grandeurs associés,
- de faire le lien entre les propriétés d'un laser et les applications qui en découlent,
- de mettre en œuvre expérimentalement un dispositif laser (Nd:YAG, He-Ne) et de caractériser le rayonnement.

Pré-requis nécessaires

- > Optique ondulatoire en L3
- > Optique et matériaux en S7

Compétences visées

- effectuer un bilan d'énergie lumineuse sur un aller-retour dans une cavité laser.
- effectuer un bilan sur la population des niveaux d'énergie mis en jeu dans une transition laser et appliquer des approximations.
- estimer si une cavité laser est stable.
- connaître les caractéristiques techniques (dimensions, mode de pompage,...) et optiques (spectrale, spatiale, puissance, temporel) des principaux types de laser.
- décrire quelques exemples de lasers couramment utilisés.
- décrire quelques exemples d'application des lasers en justifiant l'intérêt d'utiliser tel ou tel laser pour tel type d'application.

Bibliographie

- > C. Delsart, « Lasers et optique non-linéaire », Ellipses
- > B. Cagnac et J.P. Faroux, « Lasers, interaction lumière -atomes », EDP Sciences
- > D. Dangoisse, D. Hennequin, V. Zehnlé-Dhaoui, « Les lasers », Dunod
- > F. Bretenaker, N. Treps, « Le Laser », EDP Sciences
- > A.E. Siegman, « Lasers », University Science Book

Modalités de contrôle des connaissances

Session 1 ou session unique - Contrôle de connaissances

Nature de l'enseignement	Modalité	Nature	Durée (min.)	Coefficient	Remarques
	CT	Ecrit - devoir surveillé	180	50%	
	CT	Oral	30	50%	

Session 2 : Contrôle de connaissances

Nature de l'enseignement	Modalité	Nature	Durée (min.)	Coefficient	Remarques
	CT	Ecrit - devoir surveillé	120	100%	

Travaux Pratiques

Présentation

Quelques propriétés de semi-conducteurs - Effet Hall - Magnéto-résistance
 Influence de la température sur la résistance d'un métal précieux et d'un semi-conducteur
 Détermination des pertes par hystérésis - cycle d'hystérésis des matériaux doux
 Spectres en fréquence de la perméabilité magnétique complexe de matériaux ferromagnétiques
 Spectres atomiques
 Spectres de vibration-rotation moléculaires
 Effets électro-optiques et magnéto-optiques
 Effet Zeeman
 Pompage optique

3 crédits ECTS

Volume horaire

Travaux Pratiques : 48h

Objectifs

Capacité à mettre en oeuvre une démarche expérimentale de mise en oeuvre des phénomènes abordés et d'analyse des données obtenues

Pré-requis nécessaires

- > UE "Optique et matériaux" M1 Physique
- > UE "Physique statistique" M1 Physique

Compétences visées

Réaliser des études et analyses et les interpréter
 Mettre en oeuvre les principales techniques de caractérisation électrique et magnétique de différents matériaux
 Mettre en oeuvre des techniques de caractérisation optique de différents matériaux, modéliser et analyser des données expérimentales.
 Rédiger des rapports de synthèse, communiquer à l'écrit ses résultats
 Mise en oeuvre d'une méthodologie scientifique expérimentale rigoureuse

Modalités de contrôle des connaissances

Session 1 ou session unique - Contrôle de connaissances

Nature de l'enseignement	Modalité	Nature	Durée (min.)	Coefficient	Remarques
	CC	Travaux Pratiques		100%	évaluation des comptes rendus de TP

Session 2 : Contrôle de connaissances

Nature de l'enseignement	Modalité	Nature	Durée (min.)	Coefficient	Remarques
	Report de notes	Travaux Pratiques		100%	

Modélisation / Eléments finis

Présentation

Mettre en œuvre le langage Python pour utiliser les bibliothèques scientifiques qu'il intègre afin de résoudre numériquement un problème physique énoncé du plus simple (intégration numérique) au plus complexe (domaine d'étude complexe, équations aux dérivées partielles, méthode des éléments finis).

Objectifs

S'approprier les bases du langage Python scientifique pour les étudiants n'ayant pas ce pré-requis.

S'approprier l'usage des principales méthodes de calculs numériques dans le cadre de la programmation Python et de l'utilisation des bibliothèques scientifiques numpy et scipy.

Comprendre les principes de la méthode basée sur les éléments finis (MEF) pour appliquer cette méthode à des problèmes physiques régis par des équations différentielles aux dérivées partielles et des conditions aux limites.

Pré-requis nécessaires

Langage de programmation Python (souhaitable), Fortran ou C

Compétences visées

Python scientifique : définir le problème étudié, faire état des méthodes dont on dispose pour traiter le problème énoncé et mettre en œuvre les méthodes retenues des bibliothèques Python par l'écriture de programmes Python qui permettent de résoudre numériquement le problème. Stocker et traiter (tracer, classer, interpoler, fitter) les résultats ou données stockés dans fichiers texte ou binaire.

Méthode des éléments finis : pouvoir mettre en œuvre des calculs simples basés sur la MEF et des programmes de maillage (mesher) du domaine d'étude permettant de modéliser le comportement et l'évolution d'un système physique.

Modalités de contrôle des connaissances

Session 1 ou session unique - Contrôle de connaissances

Nature de l'enseignement	Modalité	Nature	Durée (min.)	Coefficient	Remarques
Cours Magistral	CT	Ecrit - devoir surveillé	180	66%	
Travaux Pratiques	CC	Travaux Pratiques		33%	Evaluation des compte rendus de TP

Session 2 : Contrôle de connaissances

Nature de l'enseignement	Modalité	Nature	Durée (min.)	Coefficient	Remarques
Cours Magistral	CT	Ecrit - devoir surveillé	120	66%	
Travaux Pratiques	CC	Ecrit - devoir surveillé		33%	Report de notes session 1

3 crédits ECTS

Volume horaire

Travaux Pratiques : 12h

Travaux Dirigés : 12h

Cours Magistral : 12h

Options 1 (2 ECTS au choix)**2 crédits ECTS**

Nanophysique

Présentation

- > Chapitre 1 : Historique de nanomatériaux

- > Chapitre 2 : Caractérisation des propriétés magnétiques de nanomatériaux

- > Chapitre 3 : Croissance et Caractérisation des propriétés structurales de nanomatériaux

2 crédits ECTS

Volume horaire

Travaux Dirigés : 12h

Cours Magistral : 12h

Objectifs

Cet enseignement vise à appréhender les nanosciences et les nanomatériaux : croissance, structure et propriétés magnétiques. Cet enseignement sert de base à des études bibliographiques incluant des publications ou/et brevets au niveau du M1

Pré-requis nécessaires

Base de la physique du solide.

Calcul intégral, équations différentielles.

Compétences visées

Analyse et caractérisation des propriétés structurales dans l'espace réel et dans l'espace réciproque à l'échelle du nanomètre. Analyse et caractérisation des propriétés magnétiques à l'échelle du nanomètre. Effets de la réduction de taille sur des propriétés magnétiques et structurales.

Bibliographie

Physique du Solide by Rosenberg, X Ray Diffraction By Cullity, Microscopy Techniques Rietdorf, Nanoscience and Its Applications by De Oliveira Jr & Osvaldo

Modalités de contrôle des connaissances

Session 1 ou session unique - Contrôle de connaissances

Nature de l'enseignement	Modalité	Nature	Durée (min.)	Coefficient	Remarques
	CT	Oral	15	100%	

Session 2 : Contrôle de connaissances

Nature de l'enseignement	Modalité	Nature	Durée (min.)	Coefficient	Remarques
	CT	Oral	15	100%	

Mesures, capteurs

Présentation

L'UE porte sur la physique des capteurs et à la mise en place de chaînes de mesures. L'accent est mis sur une application expérimentale sous la forme de TP/projets.

2 crédits ECTS

Volume horaire

Travaux Pratiques : 12h

Cours Magistral : 12h

Objectifs

Physique des capteurs / matériaux fonctionnels

Savoir mettre en place une chaîne d'acquisition incluant des capteurs

Programmation informatique associée (LabVIEW ou autre)

Pré-requis nécessaires

Electronique analogique

Physique des matériaux

Compétences visées

Compétences disciplinaires

Travail collaboratif

Présentation orale à l'aide d'outils numériques

Modalités de contrôle des connaissances

Session 1 ou session unique - Contrôle de connaissances

Nature de l'enseignement	Modalité	Nature	Durée (min.)	Coefficient	Remarques
Travaux Pratiques	CC	Autre nature	60	50%	Evaluation des comptes-rendus de TP

Session 2 : Contrôle de connaissances

Nature de l'enseignement	Modalité	Nature	Durée (min.)	Coefficient	Remarques
Travaux Pratiques	CC	Oral	15	50%	Report notes de TP session 1

Physique nucléaire et atomique

2 crédits ECTS

Volume horaire

Travaux Dirigés : 12h

Cours Magistral : 12h

Modalités de contrôle des connaissances

Session 1 ou session unique - Contrôle de connaissances

Nature de l'enseignement	Modalité	Nature	Durée (min.)	Coefficient	Remarques
	CT	Ecrit - devoir surveillé	120	100%	

Session 2 : Contrôle de connaissances

Nature de l'enseignement	Modalité	Nature	Durée (min.)	Coefficient	Remarques
	CT	Ecrit - devoir surveillé	120	100%	

Option 2 (1 parmi 2)

Biophotonique

Présentation

- > propriétés optiques des milieux biologiques
- > propagation en milieu diffusant (transfert radiatif, théorie de la diffusion, simulation Monte Carlo)
- > mesure des paramètres optiques des milieux biologiques
- > méthodes d'imagerie (microscopies standards et avancées, tomographie de cohérence optique)
- > méthodes optiques thérapeutiques

2 crédits ECTS

Volume horaire

Travaux Dirigés : 12h

Cours Magistral : 12h

Pré-requis nécessaires

- > optique ondulatoire L3 Physique et Physique-Chimie
- > calcul intégral et différentiel

Bibliographie

- 1- Introduction to biophotonics, Paras N. Prasad, Wiley, 2003.
- 2- Biomedical Optics: Principles and Imaging, Lihong V. Wang, Hsin-I Wu, Wiley, 2007.
- 3- Biomedical Photonics Handbook, Tuan Vo-Dinh, SPIE Press, 2003.
- 4- Handbook of Biomedical Diagnosis, Valery V. Tuchin, SPIE Press, 2002.
- 5- Tissue Optics, Valery V. Tuchin, SPIE Press, 2000.

Modalités de contrôle des connaissances

Session 1 ou session unique - Contrôle de connaissances

Nature de l'enseignement	Modalité	Nature	Durée (min.)	Coefficient	Remarques
	CT	Ecrit - devoir surveillé	120	70%	
	CT	Oral	20	30%	

Session 2 : Contrôle de connaissances

Nature de l'enseignement	Modalité	Nature	Durée (min.)	Coefficient	Remarques
	CT	Ecrit - devoir surveillé	120	100%	

Physique Médicale (UFR Médecine)

Présentation

Principes d'interaction rayonnement - matière
Imagerie par Résonance Magnétique
Imagerie Ultrasonore
Imagerie X
Imagerie Nucléaire

2 crédits ECTS

Volume horaire

Cours Magistral : 12h

Travaux Dirigés : 12h

Objectifs

Formation de base en imagerie médicale, principes physique de l'imagerie médicale, modalités d'imagerie médicale, capteurs, formation d'images

Pré-requis nécessaires

- > physique de licence
- > outils mathématiques standards

Compétences visées

Comprendre les principes de la formation d'images
Connaissances des principes physiques en lien avec interactions rayonnement - matière
Comprendre le rôle d'un détecteur dans la performance d'un système d'imagerie

Bibliographie

<https://www.cea.fr/multimedia/Documents/publications/livrets-thematiques/livret-imagerie-medicale.pdf>

Physique - Imagerie médicale - Rayons X, IRM, échographie, scintigraphie, tomographies - Phénomènes, techniques, utilisation; Bernard Lamy (Auteur) Claude Chèze (Direction) Ellipses

Stage (2 mois en laboratoire ou entreprise)

Présentation

Stage de 7 semaines (245 heures) en laboratoire de recherche ou industrie

6 crédits ECTS

Volume horaire

Stages : 245h

Objectifs

Découverte de la recherche, approche scientifique

Compétences visées

- > savoir s'intégrer dans une équipe de recherche
- > comprendre la démarche scientifique
- > savoir cerner un problème scientifique
- > mener des expériences en autonomie
- > savoir rédiger un rapport scientifique
- > savoir présenter oralement ses résultats

Modalités de contrôle des connaissances

Session 1 ou session unique - Contrôle de connaissances

Nature de l'enseignement	Modalité	Nature	Durée (min.)	Coefficient	Remarques
Stages	CT	Rapport écrit et soutenance orale	15	100%	245h=35h/semaine x 7 semaines

Session 2 : Contrôle de connaissances

Nature de l'enseignement	Modalité	Nature	Durée (min.)	Coefficient	Remarques
Stages	Report de notes	Autre nature		100%	

Préparation à la vie professionnelle

6 crédits ECTS

Anglais

Objectifs

Intégration dans le monde du travail.

3 crédits ECTS

Compétences visées

Présenter des résultats et argumenter / Conseiller / Simplifier / Vulgariser / Rédiger une note de synthèse / Présentation orale d'un objet technique ou d'une campagne d'information

Modalités de contrôle des connaissances

Session 1 ou session unique - Contrôle de connaissances

Nature de l'enseignement	Modalité	Nature	Durée (min.)	Coefficient	Remarques
EC	CT	Ecrit - devoir surveillé	90	1/2	
EC	CC	Autre nature		1/2	

Session 2 : Contrôle de connaissances

Nature de l'enseignement	Modalité	Nature	Durée (min.)	Coefficient	Remarques
EC	CT	Oral	10		

Communication

Présentation

L'UE communication est destinée aux étudiants de master au semestre 8.

Objectifs

L'objectif est de développer une analyse critique des médias par l'étude du monde de l'édition scientifique et de la presse généraliste et de spécialité.

Compétences visées

Les étudiants sont amenés à développer leurs capacités rédactionnelles à travers la réalisation d'une revue de presse puis d'un dossier de presse mais également d'expression orale par la conception de podcasts.

Modalités de contrôle des connaissances

Session 1 ou session unique - Contrôle de connaissances

Nature de l'enseignement	Modalité	Nature	Durée (min.)	Coefficient	Remarques
EC	CC	Ecrit et/ou Oral		1/1	

Session 2 : Contrôle de connaissances

Nature de l'enseignement	Modalité	Nature	Durée (min.)	Coefficient	Remarques
EC	CT	Oral	15	1/1	

2 crédits ECTS

Volume horaire

Travaux Dirigés : 15h

Cours Magistral : 7h

Entreprise

1 crédits ECTS

Volume horaire

Travaux Dirigés : 10h

Modalités de contrôle des connaissances

Session 1 ou session unique - Contrôle de connaissances

Nature de l'enseignement	Modalité	Nature	Durée (min.)	Coefficient	Remarques
EC	CC	Autre nature		1	Pas de session 2

Métrologie et Capteurs

Présentation

Métrologie générale, capteurs de température: 21h (14hCM+7hTD) – M. Le Menn: métrologie et grandeurs, théorie de la mesure, évaluation des incertitudes de mesure, métrologie et mesure des températures

Capteurs acoustiques et applications: 8h (6hCM+2hTD) – S. Bazin : principes de transduction pour l'acoustique, caractéristiques des transducteurs, exemples d'applications

Capteurs hyperfréquences et antennes: 8h (6hCM+2hTD) – T. Le Gouguec

Capteurs magnétiques et mécaniques : 10h (7hCM+3hTD) – J.P. Jay

Capteurs optiques: photodétecteurs quantiques et thermiques : 13h (9hCM+4hTD) – Y. Le Grand

6 crédits ECTS

Volume horaire

Travaux Dirigés : 18h

Cours Magistral : 42h

Objectifs

Formation de base en métrologie générale et sur les principes physiques des capteurs et leurs applications (capteurs de grandeurs mécaniques, acoustiques, électriques, magnétiques, électromagnétiques, thermiques)

Pré-requis nécessaires

Niveau fin de M1 Physique

Compétences visées

Connaissance de base en métrologie et sur les différents types de capteurs et leurs applications

Modalités de contrôle des connaissances

Session 1 ou session unique - Contrôle de connaissances

Nature de l'enseignement	Modalité	Nature	Durée (min.)	Coefficient	Remarques
	CT	Ecrit - devoir surveillé	360	100%	enseigné par UBO et mutualisé avec Rennes 1

Session 2 : Contrôle de connaissances

Nature de l'enseignement	Modalité	Nature	Durée (min.)	Coefficient	Remarques
	CT	Ecrit - devoir surveillé	360	100%	enseigné par UBO et mutualisé avec Rennes 1

Acquisition et traitement de données (niveau avancé)

Présentation

Traitement de données et modélisation - DataFit (I. Sims)

General Introduction

- > Data fitting and error estimation in the physical sciences

Error estimation and statistical description of data

- > Introduction: uncertainties in measurement (accuracy and precision)
- > Distributions and averages
- > Error analysis – internal and external errors
- > Simple error estimation
- > Chauvenet's criterion

Least-squares data fitting

- > χ^2 minimisation
- > Straight line fit
- > Generalised linear least-squares fitting
- > Limitations of least squares fitting
- > Non-linear least squares data fitting
- > Confidence limits on estimated model parameters

Other methods of data fitting

- > Least absolute deviation
- > Maximum likelihood method
- > Maximum entropy method

Testing the fit

- > Tests
- > Correlations
- > Problem cases

Pre-fit data treatments

- > Data smoothing
- > Fourier transforms
- > Digital filtering

Convolution and deconvolution

- > Introduction
- > A simple guide to the use of convolution techniques
- > Practical examples
- > Failure of deconvolution in presence of experimental noise
- > Forward convolution fitting

Acquisition et interfaçage LabVIEW - DataAcq(E. Schaub)

1. Initiation à LabVIEW

Environnement LabVIEW

- > Instruments virtuels (VIs)
- > Explorateur de projet

6 crédits ECTS

Volume horaire

Travaux Dirigés : 30h

Cours Magistral : 30h

- > Palette de contrôles, de fonctions, d'outils
- > Flux de données

Première application

Débogage des VIs

- > Utilisation de l'aide LabVIEW
- > Outils de débogage: pas à pas, sondes, points d'arrêt
- > Gestion automatique des erreurs

Implémentation des VIs

- > Conception de la face avant
- > Types de données
- > Documentation du code
- > Boucles: while, for
- > Gestion du temps
- > Registres à décalage
- > Affichage des courbes: les charts et les graphs
- > structure condition, case

Tableaux, clusters, définition de types

- > Tableaux
- > Clusters
- > Définition de types

Gestion des fichiers

- > Types de fichiers
- > Fonctions d'accès

Organisation hiérarchique, sous-VIs

- > Modularité
- > Icône et panneau de connecteurs

Modèles de conception classique

- > Programmation séquentielle
- > Machine d'états

2. Programmation avancée, interfaçage et acquisition

Mise en œuvre pratique de la programmation

Objectifs

Former aux concepts et pratiques de l'acquisition (sous Labview) et du traitement des données (sous Igor Pro) pour la physique

Pré-requis nécessaires

Bagage mathématique et informatique de fin de Master 1 Physique

Compétences visées

Etre capable de mettre en œuvre des outils pour l'acquisition (sous Labview) et le traitement des données (sous Igor Pro) pour la physique et l'instrumentation en général

Modalités de contrôle des connaissances

Session 1 ou session unique - Contrôle de connaissances

Nature de l'enseignement	Modalité	Nature	Durée (min.)	Coefficient	Remarques
	CT	Ecrit - devoir surveillé	180	100%	enseigné par Rennes 1 et mutualisé avec UBO

Session 2 : Contrôle de connaissances

Nature de l'enseignement	Modalité	Nature	Durée (min.)	Coefficient	Remarques
	CT	Ecrit - devoir surveillé	180	100%	enseigné par Rennes 1 et mutualisé avec UBO

Instrumentation pour la Physique

Présentation

Technologie laser avancée (10h):

Introduction : rappel sur les effets d'optique non-linéaire d'ordre 2 et 3, formulation tensorielle, accord de phase

Effets non-linéaire utilisés dans les lasers accordables (OPO, OPA, SHG,...)

Lasers femtosecondes (principe, technologie et applications)

Quelques laser "exotiques" (laser à fibre, supercontinuum, Raman,...)

Caractérisation d'un faisceau laser (temporelle, spatiale et spectrale)

Grandeurs photométriques associées au faisceau laser / sécurité laser

Structures magnétiques (8h) : Instrumentation pour propriétés microstructurales des matériaux

Techniques de microscopie, AFM, STM, TEM, DRX

Grand instruments : Neutron, Synchrotron

Caractérisation magnétique statique et dynamique des matériaux

VSM, SQUID, MOKE, Magnétoélasticité, FMR...

Matériaux pour les capteurs (6h) :

TD (16h) : formation sur les plateformes technologiques de l'UBO (PIMM (microscopie), RMN, et DRX)

TP Capteurs (20h) :

Capteurs de température (4H)

Capteurs mécaniques (4H)

Capteurs optique - photométrie (4H)

Interférométrie de speckle pour mesures des déplacements (4H)

Interfaçage d'instruments et acquisition de données (4H)

Objectifs

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

Pré-requis nécessaires

Niveau fin de M1 Physique

Compétences visées

Connaissance des techniques et instruments employés pour l'analyse et la mesure en physique

Modalités de contrôle des connaissances

Session 1 ou session unique - Contrôle de connaissances

Nature de l'enseignement	Modalité	Nature	Durée (min.)	Coefficient	Remarques
	CT	Ecrit - devoir surveillé	180	40%	
	CC	Ecrit - devoir maison		30%	
	CC	Travaux Pratiques		30%	évaluation des comptes rendus de TP

Session 2 : Contrôle de connaissances

Nature de l'enseignement	Modalité	Nature	Durée (min.)	Coefficient	Remarques
	CT	Ecrit - devoir surveillé	180	40%	
	Report de notes	Autre nature		30%	
	Report de notes	Autre nature		30%	

6 crédits ECTS

Volume horaire

Cours Magistral : 24h

Travaux Pratiques : 20h

Travaux Dirigés : 16h



Université de Bretagne Occidentale

Option

Santé et Environnement

Présentation

Equipe P-Y. Salaun CM : Introduction à l'imagerie médicale (1h), Bases physiques des rayonnements/Intéactions rayonnements matière (2h), Approche de l'échographie (2h), Imagerie par rayons X (Radiologie standard/TDM) (2h), Imagerie en médecine nucléaire (scintigraphie, tomographie par émissions de positons) (4h), Approche de la RMN (IRM) (2h), Imagerie optique (1h).

Equipe D. Visvikis :

1. **Imagerie multimodale TEP/TDM, bases physiques et applications en oncologie et radiothérapie (4h)**: bases physiques de l'imagerie scanner et de l'imagerie de tomographie par émission de positons, des interactions particules-matière à la reconstruction d'images volumiques / Particularités de l'imagerie multi modale TEP/TDM, applications et défis en oncologie et en radiothérapie

2. **Simulations, traitements et analyses d'images en TEP/TDM (1/2) (3h)**: simulations réaliste en imagerie d'émission / problématique et défis de la quantification en imagerie TEP/TDM

3. **Simulations, traitements et analyses d'images en TEP/TDM (2/2) (4h)**: traitements d'images TEP : filtrage du bruit, correction des effets de volume partiels / analyse des images TEP : segmentation statistique d'images, caractérisation de l'hétérogénéité tumorale par analyse de textures / prise en compte et correction des mouvements respiratoires en imagerie TEP/TDM

4. **Traitements et analyses d'images en TEP/IRM (3h)**: problématique et défis de la quantification en imagerie TEP/IRM / correction d'atténuation et du mouvement respiratoire en TEP/IRM (comparaison avec l'imagerie TEP/TDM)

5. **Projet sous Matlab (6h)**

Equipe C. Delacourt

Enjeux de l'Instrumentation pour le suivi environnemental du littoral : Du capteur à la donnée

- Introduction à la Télédétection : Du Rayonnement Electromagnétique à la donnée environnementale (4hCM)

- Les Drones imageurs : Intégration de capteurs / mesures et traitement de données (2hCM - 3hTD - 3hTP)

- Contraintes sur la mise en œuvre de l'instrumentation marine : Exemple de la mesure de la turbidité (2hCM - 3hTP)

- Gestion des données Environnementales (3hTD)

Objectifs

Connaître les principes de base des différentes techniques d'imagerie médicale (approche théorique et pratique)

Comprendre les enjeux de l'instrumentation pour le suivi environnemental du littoral et acquérir les bases pour la mise en œuvre et le traitement de mesures multisources.

Pré-requis nécessaires

Niveau fin de M1 Physique

Compétences visées

Maîtrise des techniques de l'instrumentation en santé et environnement

Connaître les bases physiques, interactions rayonnements matières, principe de détection des rayonnements ionisants et non ionisants utilisés en imagerie médicale et les bases de l'instrumentation pour le suivi environnemental du littoral et pour la mise en œuvre et le traitement de mesures multisources.

Modalités de contrôle des connaissances

Session 1 ou session unique - Contrôle de connaissances

Nature de l'enseignement	Modalité	Nature	Durée (min.)	Coefficient	Remarques
	CT	Ecrit - devoir surveillé	300	100%	

6 crédits ECTS

Volume horaire

Travaux Pratiques : 12h

Travaux Dirigés : 12h

Cours Magistral : 36h



Université de Bretagne Occidentale

Session 2 : Contrôle de connaissances

Nature de l'enseignement	Modalité	Nature	Durée (min.)	Coefficient	Remarques
	CT	Ecrit - devoir surveillé	270	100%	

Ondes et matière

Présentation

Optique (15hCM):

Microscopies optiques avancées (3h) : champ large et à balayage, linéaires et non-linéaires, au-delà de la limite de diffraction en champ lointain...

Polarimétrie (3h) : Présentation de techniques optiques linéaires basées sur le formalisme de Stokes-Mueller pour l'exploration laser de milieux biologiques

Techniques de speckle (3h)

Lidar (3h) : Principe de la mesure lidar, les différents types de systèmes, description d'un instrument type, équation lidar, bilan de liaison, inversion de l'équation lidar. Exemples d'applications : lidar pour l'étude de l'atmosphère et lidar topographique/bathymétrique".

Spectroscopies (3h) : Spectroscopie moléculaire et atomique (fluorescence, plasma) en excitation laser et application à l'analyse environnementale.

Magnétisme (5hCM) : les phénomènes de couplages à l'échelle nanométrique seront exposés. Les couplages magnétostatique, magnéto-élastique, magnéto-électrique, unidirectionnelle, RKKY et spin-orbite seront abordées. Les techniques expérimentales utilisées pour caractériser ces phénomènes seront discutées ainsi que leurs retombées industrielles

RF/HF (10hCM) : Interaction ondes et matières - applications médicales et environnementales

30h projet : projet tutoré dans un laboratoire du site (OPTIMAG – LabSTICC)

6 crédits ECTS

Volume horaire

Cours Magistral : 30h

Travaux Dirigés : 30h

Objectifs

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)

Pré-requis nécessaires

Niveau fin de M1 Physique

Compétences visées

Maîtrise des techniques expérimentales mises en œuvre et développées dans les laboratoires de recherche du site

Modalités de contrôle des connaissances

Session 1 ou session unique - Contrôle de connaissances

Nature de l'enseignement	Modalité	Nature	Durée (min.)	Coefficient	Remarques
	CT	Ecrit - devoir surveillé	180	50%	
	CC	Rapport écrit et soutenance orale	20	50%	projet tutoré

Session 2 : Contrôle de connaissances

Nature de l'enseignement	Modalité	Nature	Durée (min.)	Coefficient	Remarques
	CT	Ecrit - devoir surveillé	180	50%	
	Report de notes	Rapport écrit et soutenance orale		50%	

Préparation à la vie professionnelle

6 crédits ECTS

Communication

Présentation

Deux programmes distincts en fonction du choix de la voie orientée professionnalisante ou recherche.

Objectifs

Master professionnel

L'objectif est de cibler le marché du travail afin d'affiner son projet professionnel pour trouver l'offre de stage de fin d'études la plus adaptée au cursus et aux objectifs de carrière. Les étudiants sont amenés à se créer un réseau professionnel, à valoriser leur profil universitaire afin de postuler auprès des entreprises.

Master recherche

L'objectif est d'acquérir une connaissance de soi, des métiers et de l'environnement de la recherche, des débouchés du master, du doctorat ou post-doctorat afin de candidater efficacement, de construire son insertion professionnelle ou sa poursuite d'études dans un contexte concurrentiel.

2 crédits ECTS

Volume horaire

Travaux Dirigés : 15h

Cours Magistral : 7h

Compétences visées

Master professionnel

Les étudiants sont amenés à se créer un réseau professionnel, à valoriser leur profil universitaire afin de postuler auprès des entreprises. Ils affinent leurs compétences à l'oral pour maîtriser leur entretien de recrutement. Ils développent également leurs compétences rédactionnelles par une préparation à l'élaboration du rapport de stage. Des notions de management et de gestion de projet leur sont dispensées afin qu'ils puissent s'insérer rapidement dans leur équipe professionnelle.

Master recherche

Les étudiants sont amenés à construire leur projet de doctorat et à appréhender la méthodologie de la thèse par l'utilisation d'outils de recherche et de communication. Ils travaillent à organiser une réflexion personnelle objective à partir d'une recherche bibliographique et d'hypothèses scientifiques et développent leur esprit critique. Ce travail est complété par une réflexion sur la propriété intellectuelle, la fraude ou l'erreur scientifique, l'analyse des mécanismes de l'innovation, les enjeux des rapports entre scientifiques et société et l'éthique de la recherche dans un contexte compétitif. Les travaux comportent des exposés sur le monde de la recherche, la présentation d'un état de l'art en lien médiatisant leur sujet de stage de recherche et une présentation de leur projet professionnel.

Modalités de contrôle des connaissances

Session 1 ou session unique - Contrôle de connaissances

Nature de l'enseignement	Modalité	Nature	Durée (min.)	Coefficient	Remarques
EC	CC	Ecrit et/ou Oral		1/1	

Session 2 : Contrôle de connaissances

Nature de l'enseignement	Modalité	Nature	Durée (min.)	Coefficient	Remarques
EC	CT	Oral	15	1/1	

Anglais

3 crédits ECTS

Modalités de contrôle des connaissances

Session 1 ou session unique - Contrôle de connaissances

Nature de l'enseignement	Modalité	Nature	Durée (min.)	Coefficient	Remarques
	CC	Ecrit et/ou Oral		100	

Session 2 : Contrôle de connaissances

Nature de l'enseignement	Modalité	Nature	Durée (min.)	Coefficient	Remarques
	CT	Oral	15	100	

Entreprise

1 crédits ECTS

Modalités de contrôle des connaissances

Session 1 ou session unique - Contrôle de connaissances

Nature de l'enseignement	Modalité	Nature	Durée (min.)	Coefficient	Remarques
Autres	Autre modalité	Ecrit et/ou Oral		1/1	validation par "badge" - Pas de session 2 -

Stage

30 crédits ECTS

Modalités de contrôle des connaissances

Session 1 ou session unique - Contrôle de connaissances

Nature de l'enseignement	Modalité	Nature	Durée (min.)	Coefficient	Remarques
Stages	CT	Rapport écrit et soutenance orale	20	100%	stage de fin d'études de 4 mois

Session 2 : Contrôle de connaissances

Nature de l'enseignement	Modalité	Nature	Durée (min.)	Coefficient	Remarques
Stages	Report de notes	Autre nature		100%	