Université de Bretagne Occidentale

Faculté des Sciences & Techniques

Master Physique Fondamentale et Applications

Parcours Photonique

Objectifs

L'ensemble des cours pour les étudiants inscrits à Brest se déroule sur le site brestois.

Le Master 1 Physique de Brest est généraliste et commun aux 3 spécialités de Master 2 (PCI, Photonique, C'Nano).

Le M2 propose, au S9 un tronc commun aux 6 partenaires composé de 3 UE de 24h et 3 parcours au choix des étudiants, également composés de 3 UE de 24h.

L'autre partie du S9 est spécifique à chaque Etablissement et, est composé de 3 modules intitulés Ouverture Technologique, Ouverture Scientifique, Ouverture Professionnelle.

L'étudiant choisit parmi chaque socle d'ouverture 1 UE. Au semestre 10, 4 mois de stage au minimum sont à effectuer.

L'objectif de ce Master est d'offrir une formation en physique et photonique en M2 avec des spécialisations dans les domaines des télécommunications optiques, des composants photoniques et de leurs applications, de la Photonique pour les Sciences du vivant et l'Environnement.

DIPLÔME NATIONAL DE MASTER CONTRÔLÉ PAR L'ÉTAT

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. (bourse MENRT, CIFRE ou région).

Insertion professionnelle

Les étudiants diplômés peuvent rentrer sur le marché du travail comme ingénieur de recherche et développement dans des PMI/PME qui utilisent l'optique dans les domaines des télécoms optiques, da la biophotonique ou des composants et systèmes optiques.

Les étudiants diplômés peuvent exercer leur activité dans les universités, les grands centres de recherche, les entreprises utilisant la photonique (automobile, aérospatial, biologie, énergie, médecine, télécommunications...).

Le secteur de la photonique est un secteur en croissance à plus de 10 % par an.

Le secteur de la photonique est reconnue depuis janvier 2010 par la commission européenne comme l'une des 5 technologies clé de l'Europe (ou plus exactement technologie clé générique « key enabling technology » .

Infos pratiques

Faculté des Sciences et Techniques à Brest
Ouvert en stage

Contacts

Responsable pédagogique

LE BRUN Guy
guy.lebrun@univ-brest.fr

Université de Bretagne Occidentale

Faculté des Sciences & Techniques

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	22h
- Entreprise	10h

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	22h
- Communication	22h
- Entreprise	10h

M2

Semestre 9

Propagation optique en espace libre et Fonctions optiques spatiales	24h
Sources laser	24h
Optique intégrée et micro-ondes	24h
Parcours au choix (1 parmi 3)	72h
- Parcours A -Technologies de l'information et de la communication	
- A1a-Amplification optique et propagation non linéaire A1b-Transmissions optiques	24h
- A2a-Fonctions optiques à base de SOA A2b-Dispositifs dynamiques pour les réseaux	24h
- Parcours B - Nanotechnologies	
- B1a-Résonateurs et couplages de modes 1 B1b-Résonateurs et couplages de modes 2	24h
- B2a-Propriétés électroniques des nanostructures B2b-Propriétés optiques des nanostructures	24h
- B3a-Optique non linéaire B3b-Hybrid integrated photonics	24h
- Parcours C - Imagerie pour le vivant et l'environnement	
- C1a-Traitement optique bidimensionnel C1b-Bruit et information dans les images	24h
- C2a-Biophotonique C2b-Photonique pour l'environnement	24h
- C3a-Méthodes statistiques d'analyse de données biomédicales C3b-Méthodes de diagnostic biomédical	24h
Ouverture technologique	20h
Ouverture scientifique	
- Initiation à la recherche	24h
Préparation à la vie professionnelle (Photonique)	
- Communication (Photonique)	22h
- Entreprise	10h
- Anglais	22h

Semestre 10

Stage (4 mois)	

Dernière mise à jour le 02 mars 2026

Université de Bretagne Occidentale

Matière condensée 1

Présentation

6 crédits ECTS

Volume horaire

Cours Magistral : 20h
Travaux Pratiques : 8h
Travaux Dirigés : 20h

> 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

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	80%	
UE	Report de notes	Travaux Pratiques		20%	

Université de Bretagne Occidentale

Physique statistique

Présentation

4 crédits ECTS

Volume horaire

Travaux Pratiques : 8h
Travaux Dirigés : 14h
Cours Magistral : 14h

> 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

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	80%	
UE	Report de notes	Travaux Pratiques		20%	

Université de Bretagne Occidentale

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

Université de Bretagne Occidentale

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
UE	CT	Oral	30	100%	

Université de Bretagne Occidentale

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.

6 crédits ECTS

Volume horaire

Travaux Dirigés : 20h
Cours Magistral : 18h
Travaux Pratiques : 10h

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	80%	
UE	Report de notes	Travaux Pratiques		20%	

Université de Bretagne Occidentale

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	80%	
UE	Report de notes	Travaux Pratiques		20%	

Université de Bretagne Occidentale

Préparation à la vie professionnelle

6 crédits ECTS

Université de Bretagne Occidentale

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	

Université de Bretagne Occidentale

Anglais

Objectifs

Intégration dans le monde du travail.

3 crédits ECTS

Volume horaire

Cours Magistral : 8h
Travaux Dirigés : 14h

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	

Université de Bretagne Occidentale

Entreprise

1 crédits ECTS

Volume horaire

Autres : 10h

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 -

Université de Bretagne Occidentale

Matière condensée 2

Présentation

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

4 crédits ECTS

Volume horaire

Travaux Dirigés : 24h
Cours Magistral : 24h

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.

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%	

Université de Bretagne Occidentale

Physique des lasers

Présentation

4 crédits ECTS

Volume horaire

Cours Magistral : 16h
Travaux Dirigés : 16h
Travaux Pratiques : 16h

> 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

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

Université de Bretagne Occidentale

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
UE	CT	Oral	30	100%	

Université de Bretagne Occidentale

Travaux Pratiques

Présentation

3 crédits ECTS

Volume horaire

Travaux Pratiques : 48h

Quelques propriétés de semi-conducteurs - Effet Hall - Magnétorésistance
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

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 œuvre les principales techniques de caractérisation électrique et magnétique de différents matériaux
Mettre en œuvre des techniques de caractérisation optique de différents matériaux, modéliser et analyser des donnés expérimentales.
Rédiger des rapports de synthèse, communiquer à l'écrit ses résultats
Mise en œuvre 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%	

Université de Bretagne Occidentale

Modélisation / Eléments finis

Présentation

Mettre en œuvre le langage Python pour utiliser les librairies 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).

3 crédits ECTS

Volume horaire

Travaux Pratiques : 12h
Travaux Dirigés : 12h
Cours Magistral : 12h

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 librairies 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 librairies 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

Université de Bretagne Occidentale

Options 1 (2 ECTS au choix)

2 crédits ECTS

Université de Bretagne Occidentale

Nanophysique

Présentation

2 crédits ECTS

Volume horaire

Travaux Dirigés : 12h
Cours Magistral : 12h

> Chapitre 1 : Historique de nanomatériaux

> Chapitre 2 : Caractérisation des propriétés magnétiques de nanomatériaux

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

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%	

Université de Bretagne Occidentale

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
	CT	Ecrit - devoir surveillé	60	50%	
Travaux Pratiques	CC	Autre nature		50%	Evaluation des comptes-rendus de TP

Session 2 : Contrôle de connaissances

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

Université de Bretagne Occidentale

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%	

Université de Bretagne Occidentale

Option 2 (1 parmi 2)

Université de Bretagne Occidentale

Biophotonique

Présentation

2 crédits ECTS

Volume horaire

Travaux Dirigés : 12h
Cours Magistral : 12h

> 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

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%	

Université de Bretagne Occidentale

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

Université de Bretagne Occidentale

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%	

Université de Bretagne Occidentale

Préparation à la vie professionnelle

6 crédits ECTS

Université de Bretagne Occidentale

Anglais

Objectifs

Intégration dans le monde du travail.

3 crédits ECTS

Volume horaire

Cours Magistral : 8h
Travaux Dirigés : 14h

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		

Université de Bretagne Occidentale

Communication

Présentation

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

2 crédits ECTS

Volume horaire

Travaux Dirigés : 15h
Cours Magistral : 7h

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	

Université de Bretagne Occidentale

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

Université de Bretagne Occidentale

Propagation optique en espace libre et Fonctions optiques spatiales

Présentation

3 crédits ECTS

Volume horaire

Cours Magistral : 24h

- Notions de photométrie traditionnelle et généralisée.
- Notions de polarisation
- Notions de cohérences temporelle et spatiale
- Notions de spectrométrie
- Notions de diffusion (photons balistiques et multi-diffusés)

Objectifs

Procurer la base des outils théoriques et pratiques pour étudier les paramètres portés par l'onde optique en fonction des propriétés des sources (ponctuelles, étendues, cohérentes), des propriétés des milieux traversés (homogènes, inhomogènes, faiblement ou fortement diffusants) et des configurations de détection.

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 - devoir surveillé	180	100%	12h/24h non enseignées par UBO mais mutualisées à l'échelle régionale

Session 2 : Contrôle de connaissances

Nature de l'enseignement	Modalité	Nature	Durée (min.)	Coefficient	Remarques
	CC	Oral	20	100%	

Université de Bretagne Occidentale

Sources laser

Présentation

3 crédits ECTS

Volume horaire

Cours Magistral : 24h

Introduction aux lasers à semi-conducteurs

Milieu amplificateur et cavité, bases pour les milieux semi-conducteurs ; Différents types de structures, lasers mono et multi-section ; Structures accordables en longueur d'onde ; Modélisation et paramètres des lasers à semi-conducteurs ; Modulation et contrôle des propriétés dynamiques ; Association et intégration avec d'autres structures, applications (récupération d'horloge, lasers à fibre).

Propriétés statiques et dynamiques des sources lasers

Introduction aux lasers ; fonctionnement continu ; modulation de la lumière (modulation externe, commutation de gain, déclenchements de pertes, absorbant saturable, blocage de modes, lasers impulsionnels) et ingénierie de l'impulsion ; injection optique, contre-réaction optique ; caractérisation en bruit, bruit d'intensité, bruit de fréquence, cohérence, métrologie ; Une brève comparaison des lasers à fibres et des lasers à semi-conducteurs ; Exemple de sources pour les applications télécom, les sciences du vivant, l'environnement, capteur optique laser.

Objectifs

Aborder la physique des lasers, des lasers à semi-conducteurs et de la modulation.

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 - devoir surveillé	180	100%	Non enseigné par UBO mais mutualisé

Session 2 : Contrôle de connaissances

Nature de l'enseignement	Modalité	Nature	Durée (min.)	Coefficient	Remarques
	CC	Oral	20	100%	

Université de Bretagne Occidentale

Optique intégrée et micro-ondes

Présentation

3 crédits ECTS

Volume horaire

Cours Magistral : 24h

> *Le guide d'onde diélectrique*. Physique du guide d'onde diélectrique plan par l'optique géométrique et l'électromagnétisme. Introduction aux méthodes de résolutions de problèmes 2 et 3D. Physique de la fibre optique. Principe des pertes par courbures.

> *Théorie des modes couplés*. Principe des coupleurs co- et contra-directionnels par l'approche perturbative. Principe du miroir de Bragg et du coupleur externe.

> *Composants photoniques*. Illustration des chapitres précédents par l'étude d'exemple de la photonique : Interféromètre de Mach Zehnder, filtre en anneau (all-pass et add-drop), AWG. Introduction aux méthodes de fabrication.

Objectifs

Acquérir les notions de bases assurant la compréhension des phénomènes physique à la base de dispositifs photoniques à l'état de l'art et permettant leur design.

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 - devoir surveillé	180	100%	Non enseigné par UBO mais mutualisé

Session 2 : Contrôle de connaissances

Nature de l'enseignement	Modalité	Nature	Durée (min.)	Coefficient	Remarques
	CC	Oral	20	100%	

Université de Bretagne Occidentale

Parcours au choix (1 parmi 3)

Université de Bretagne Occidentale

Parcours A -Technologies de l'information et de la communication

Présentation

Cette option vise l'acquisition de savoirs pointus dans le domaine des systèmes de transmission d'information par voie optique, et plus spécifiquement dans le secteur des télécommunications optiques. Ce domaine est un axe fort en région Bretagne, avec la présence de laboratoires de recherche CNRS reconnus (FOTON, Lab-STICC, IPR,...), du pôle de compétitivité Image & Réseaux, et du Labex Comin Labs.

0 crédits ECTS

Objectifs

Ce module a pour objectif de fournir aux étudiants les clés pour comprendre les systèmes et réseaux de communications optiques : de la physique des composants à l'architecture des réseaux d'opérateur. Le fonctionnement complet d'une chaîne de transmission optique au niveau système est analysé. Les principaux composants et dispositifs qui se placent dans ces réseaux sont examinés (émetteurs, amplificateurs optiques, commutateurs, dispositifs de filtrage, récepteurs, ...). Ce module est complété par une ouverture sur les réseaux de transport optiques (architectures, principaux protocoles), les réseaux FTTH, et leurs évolutions (WDM flexible, paquets optiques).

Université de Bretagne Occidentale

A1a-Amplification optique et propagation non linéaire A1b-Transmissions optiques

Présentation

3 crédits ECTS

Volume horaire

Cours Magistral : 24h

Module A1a:

Introduction to optical communication systems

Why optics?

Brief review of the evolution of optical fibre communications systems. How impairments trigger progress.

Digital communications basics

Direct vs coherent detection

Transmission impairments and their compensation

Group-velocity dispersion

Optical fibre nonlinearities

Polarization effects

Management of dispersion and nonlinearities in optical fibre links

Optical amplification and its impact on system performance

Erbium-doped fibre amplifiers

Raman amplification

Amplifier noise

Noise accumulation over amplified fibre links

Modern systems

High-order modulation and pulse-shaping

Coding

Gaussian-noise model

Digital coherent detection

Possible evolutions: wideband systems, space division multiplexing,...

Module A1b:

1. Motivation de l'optique hyperfréquence
2. Facteurs de mérite en optique hyperfréquence
3. Spécificités et optimisation des composants optoélectroniques pour l'optique micro-ondes
4. Conception et optimisation des liaisons optiques micro-ondes

Objectifs

Module A1a:

In this series of lectures, we will study how physical effects that are specific to the optical fibre channel have shaped modern communication systems with multi-terabit-per-second capacity.

Module A1b:

Introduction à l'optique microonde. Ce module constitue une première sensibilisation aux spécificités des transmissions analogiques sur porteuse optique comparées à celles des transmissions numériques optiques. Les outils de base pour modéliser de telles transmissions y sont présentés en montrant comment les spécificités des liaisons analogiques dictent le choix des composants opto utilisés. Ce module se propose finalement d'aborder les techniques les plus récentes mises au point pour le déport, la distribution et le traitement tout optique des signaux analogiques dans le domaine RF et micro-onde.

Modalités de contrôle des connaissances

Université de Bretagne Occidentale

Session 1 ou session unique - Contrôle de connaissances

Nature de l'enseignement	Modalité	Nature	Durée (min.)	Coefficient	Remarques
	CC	Ecrit - devoir surveillé	180	100%	Non enseigné par UBO mais mutualisé

Session 2 : Contrôle de connaissances

Nature de l'enseignement	Modalité	Nature	Durée (min.)	Coefficient	Remarques
	CT	Oral	20	100%	

Université de Bretagne Occidentale

A2a-Fonctions optiques à base de SOA A2b-Dispositifs dynamiques pour les réseaux

Présentation

3 crédits ECTS

Volume horaire

Cours Magistral : 24h

Module A2a:

> Structures et principales propriétés statiques des SOA, Non-linéarités (auto-modulation et modulation croisée du gain, de la phase, de polarisation, mélange à quatre ondes),
> Modélisation et réponse dynamique en petit signal,
> Fonctions tout-optiques et optoélectroniques à base de SOA (conversion en longueur d'onde, fonctions logiques, commutation et modulation, photo-détection en ligne, mélange des signaux millimétriques et radiofréquences).

Module A2b:

> Dispositifs d'émission/réception optiques pour les formats de modulation avancés et dispositifs de conversion en longueur d'onde : principe de fonctionnement, architectures types et paramétrage « système »,
> Dispositifs de commutation de paquets optiques et de filtres en longueur d'onde basés sur l'interaction acousto-optique : du modèle physique à l'architecture.

Objectifs

L'objectif des **modules A2a et A2b** est de fournir aux étudiants les principaux éléments sur les amplificateurs optiques à semi-conducteurs (SOA) et les dispositifs dynamiques équipant les systèmes et réseaux de communications optiques. Le SOA est un composant clé pour l'évolution future de ces réseaux notamment au niveau du réseau d'accès : les différentes structures de SOA, ses non-linéarités ainsi que ses caractéristiques statiques et dynamiques seront étudiées. Les fonctions et les applications à base de SOA seront traitées dans le contexte des télécommunications optiques. Les dispositifs dynamiques au niveau de la modulation, du filtrage, de la conversion en longueur d'onde ou de la commutation des signaux optiques véhiculés deviennent des éléments fondamentaux et de plus en plus « intelligents » et complexes dans les nouvelles générations de réseaux optiques. Ceci afin de doter le réseau d'une agilité toujours croissante, dans un contexte de canaux multiplexés et portant des formats de modulation avancés/complexes. Un focus sera donné sur les architectures de ces nouveaux dispositifs, notamment sur la technologie acousto-optique utilisée dans les fonctions de filtrage et de commutation.

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 - devoir surveillé	180	100%	Non enseigné par UBO mais mutualisé

Session 2 : Contrôle de connaissances

Nature de l'enseignement	Modalité	Nature	Durée (min.)	Coefficient	Remarques
	CT	Oral	20	100%	

Université de Bretagne Occidentale

Parcours B - Nanotechnologies

Présentation

0 crédits ECTS

Cette option concerne un secteur innovant, les nanotechnologies, reconnu par la Commission Européenne. Il propose une formation orientée vers le domaine tant des matériaux que de leur mise en œuvre pour la réalisation de composants, et tournée vers l'analyse et la compréhension des effets physiques aussi bien des nano-objets que de ces mêmes composants. Une ouverture aux technologies quantiques est proposée. Ainsi, les enseignements proposés couvrent : l'optique des résonateurs, du couplage, et la photonique intégrée hybride, les propriétés électroniques, optiques, et quantiques, des nanostructures semi-conductrices, l'optique non linéaire et quantique. Les nanotechnologies optiques associent les nanosciences à l'optique. Elles répondent aux défis actuels de différents domaines d'applications : énergie, télécommunications, environnement, santé, etc. et permettent de faire émerger des applications quantiques de rupture.

Université de Bretagne Occidentale

B1a-Résonateurs et couplages de modes 1 B1b-Résonateurs et couplages de modes 2

Présentation

3 crédits ECTS

Volume horaire

Cours Magistral : 24h

Module B1a:

Ce module se propose de décrire des exemples d'applications pratiques des micro-résonateurs en optique et photonique. Après une introduction des propriétés de base et une description des propriétés physiques du composant, l'accent sera mis sur les applications et notamment celles relevant des fonctions optiques pour les télécommunications.

> Optique des Résonateurs. Deux approches complémentaires sont proposées, l'une temporelle et l'autre spectrale.
> Résonateurs à haut facteur de qualité ; les différents types de cavités : sphères, sphéroïdes, tores, disques anneaux, à CP ; Techniques de couplages.
> Effets linéaires et effets non-linéaires dans ces cavités ; les régimes de dispersion associés ; effets thermiques ; couplage de modes ; caractérisation des propriétés ; approche temporelle ; méthode de caractérisation hybride spectrale temporelle
> Applications : Ligne à retard optique ; amplification sélective ; les fonctions logiques, bistabilité et multistabilité ; restauration du signal : remise en forme, resynchronisation
> Atome photonique et résonateurs actifs
> Approche spectrale ; fonction(s) de transfert, matrices étendues, densité spectrale de puissance
> Couplage : couplage localisé, couplage distribué, couplage périodique ; couplonique et couplage de cavités
> Structure modale et son ingénierie ; applications

Module B1b:

1. Introduction to integrated photonics, overview
2. Theory of advanced electromagnetic waveguides
3. Micro-photonics components and hybrid process for sensors and optical telecommunication applications
4. Nanophotonic / sub-wavelength photonics by coupling hybrid thin layer process:

- Examples of photonic structures based on photonic crystals (filters, detectors, VCSEL).

Objectifs

Comprendre les résonateurs à haut facteur de qualité, les techniques de couplage, les fonctions de transfert, les régimes de dispersion, la linéarité et non-linéarité dans les microcavités, les applications aux fonctions optiques, les résonateurs actifs, les fonctions de transfert, la couplonique.

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 - devoir surveillé	180	100%	Non enseigné par UBO mais mutualisé

Session 2 : Contrôle de connaissances

Nature de l'enseignement	Modalité	Nature	Durée (min.)	Coefficient	Remarques
	CT	Oral	20	100%	

Université de Bretagne Occidentale

B2a-Propriétés électroniques des nanostructures B2b-Propriétés optiques des nanostructures

Présentation

3 crédits ECTS

Volume horaire

Cours Magistral : 24h

Module B2a:

> Exemples d'applications pratiques des notions de base d'élaboration de nanostructures, d'épitaxie...
> Rappel sur les semi-conducteurs massifs : structure de bande et phénomènes de transport
> Croissance des hétérostructures (épitaxie par jets moléculaires) et propriétés électroniques des interfaces (sauts de bandes)
> Calcul des états électroniques : présentation des différentes méthodes : LCAO, k.p... Prise en compte de la contrainte
> Modélisation et effet du confinement dans les semi-conducteurs
> Composants à hétérostructures et leurs applications : propriétés de transport dans les hétérostructures, quelques transistors, quelques composants quantiques
> Rappels sur les transitions optiques, règle d'or de Fermi
> Transitions optiques dans les semi-conducteurs massifs
> Transitions optiques dans les puits quantiques (2 D) (transitions optiques interbandes ou intrabandes, effets excitoniques, effet Stark)
> Les lasers semi-conducteurs : lasers cascade, laser à boîtes quantiques, recherches actuelles

Objectifs

Module B2a:

Aborder les propriétés électroniques et optiques des nanostructures à semi-conducteurs, d'acquérir des notions de base de mécanique quantique, des savoirs en composants électroniques et propriétés optiques des matériaux.

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 - devoir surveillé	180	100%	Non enseigné par UBO mais mutualisé

Session 2 : Contrôle de connaissances

Nature de l'enseignement	Modalité	Nature	Durée (min.)	Coefficient	Remarques
	CT	Oral	20	100%	

Université de Bretagne Occidentale

B3a-Optique non linéaire B3b-Hybrid integrated photonics

Présentation

3 crédits ECTS

Volume horaire

Cours Magistral : 24h

Module B3a:

- Introduction à l'optique non linéaire
- Effets non linéaires du second ordre
- Effets non linéaires du troisième ordre
- Présentation succincte de l'intérêt de l'optique non linéaire pour la biologie :
- Introduction à la microscopie multi-photonique et à ses applications dans le domaine de la biologie

Objectifs

Module B3a:

Aborder la physique des effets optiques non linéaires et les développements majeurs résultant de cette discipline. Cet enseignement constitue un complément essentiel à toute formation en relation avec les télécommunications optiques, le traitement optique de l'information, les composants photoniques.

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 - devoir surveillé	180	100%	Non enseigné par UBO mais mutualisé

Session 2 : Contrôle de connaissances

Nature de l'enseignement	Modalité	Nature	Durée (min.)	Coefficient	Remarques
	CT	Oral	20	100%	

Université de Bretagne Occidentale

Parcours C - Imagerie pour le vivant et l'environnement

Présentation

0 crédits ECTS

Cette option concerne le traitement optique de l'information et les méthodes de traitement d'images, les principes de la biophotonique et les etchniques associées, ainsi que les techniques photoniques pour l'environnement, aussi bien les lidars que les techniques émergentes dans lemoyen infra-rouge. L'acquisition de savoirs pointus dans ces domaines donne des débouchés en R&D notamment pour la conception de systèmes d'imagerie passive et active, l'imagerie biophotonique, la télédétection aéroportée & spatiale, l'imagerie active pour la défense et la sécurité, le traitement de signal/image, l'imagerie & le contrôle non-destructif pour l'industrie, etc.

Université de Bretagne Occidentale

C1a-Traitement optique bidimensionnel C1b-Bruit et information dans les images

Présentation

3 crédits ECTS

Volume horaire

Cours Magistral : 24h

Module C1a:

Après des rappels sur le formalisme de Fourier à 2 dimensions, nous abordons la théorie scalaire de la diffraction jusqu'à la formation des images : formation d'une image par une lentille mince, fonction de transfert d'un système limité par la diffraction, système optique en lumière cohérente et incohérente. Puis nous présentons l'holographie et les principes de l'imagerie holographique : les supports holographiques et les différents types d'hologrammes, les applications industrielles de l'holographie et l'holographie numérique. Nous terminons par des notions de traitement des images avec le filtrage des fréquences spatiales et la reconnaissance des formes.

Module C1b:

> Probabilités discrètes et continues: Distributions de probabilité, changements de variable, somme de variables aléatoires, théorème limite central. Lois dérivées de la loi gaussienne. Propagation des erreurs par linéarisation.
> Statistique descriptive: Notions d'estimateurs, moyenne, variance, médiane, quartiles, boxplot...
> Les intervalles de confiance et leurs interprétations
> Notions de tests statistiques : principes, P-value, puissance, test paramétriques et non paramétriques. Les écueils des tests statistiques. Quelques tests statistiques usuels, et pourquoi il est recommandé d'utiliser des intervalles de confiance plutôt que des tests statistiques.
> Corrélation et Régression

Objectifs

Module C1a:

La théorie du signal et des systèmes multidimensionnels joue un rôle fondamental dans l'analyse et la mise en œuvre des systèmes modernes de traitement optique de l'information. Ce cours se focalise sur le traitement optique du signal bidimensionnel que constitue l'image.

Module C1b:

Toute mesure comprend une part d'aléas, prise en compte dans la notion d'intervalle de confiance. Mais quelle est la signification d'un intervalle de confiance, comment le calculer et l'interpréter ? Peut-on dire qu'un traitement a un effet significatif, ou pas d'effet ? Deux mesures sont-elles égales ? Autant de questions qu'il faut d'abord savoir poser avant d'y répondre... Ce cours voudrait introduire les rudiments d'outils statistiques nécessaires à la gestion et au partage de données avec le milieu médical, des biologistes, des industriels.

Compétences visées

Probabilités de base, statistique descriptive, intervalles de confiance, test statistiques rudimentaires, corrélation/régression

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 - devoir surveillé	180	100%	Non enseigné par UBO mais mutualisé

Session 2 : Contrôle de connaissances

Nature de l'enseignement	Modalité	Nature	Durée (min.)	Coefficient	Remarques
	CT	Oral	20	100%	

Université de Bretagne Occidentale

C2a-Biophotonique C2b-Photonique pour l'environnement

Présentation

3 crédits ECTS

Volume horaire

Cours Magistral : 24h

Module C2a:

> Interaction lumière-matière biologique : constituants et propriétés optiques des tissus vivants, régimes de propagation, effets bénéfiques et délétères.
> Techniques d'imagerie à l'échelle cellulaire : les différents types de microscopies et les contrastes optiques associés, performances et limitations.
> Techniques évoluées (FCS, FLIM, FRET, FRAP, TIRF, illumination structurée, super-résolution, non-linéaire, champ proche optique...).

Module C2b:

> Polarimétrie de Mueller.
> Méthodes linéaires cohérentes : speckle, techniques homodynes / hétérodynes, OCT.
> Méthodes basées sur le transfert radiatif à travers un milieu diffusant.
> Méthodes non linéaires cohérentes (amplification paramétrique d'images, imagerie par conjugaison de phase, ...).

Objectifs

Module C2a:

Aborder les aspects physiques des méthodes photoniques permettant l'analyse ou le contrôle d'objets d'intérêt biologique ou biomédical à l'échelle microscopique.

Module C2b:

> Présentation de techniques optiques linéaires et non linéaires d'exploration biophysique non invasive.
> Étude des modifications des propriétés de polarisation et de cohérence d'un rayonnement laser à la traversée de tissus et de fluides biologiques.
> Utilisation de la cohérence et de l'optique non linéaire pour amplifier ou filtrer un signal optique.
> Étude de la répartition angulaire de la lumière diffusée.
> Détermination des propriétés physiologiques des milieux étudiés par l'analyse des transformations observées.

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 - devoir surveillé	180	100%	enseigné par UBO et mutualisation régionale

Session 2 : Contrôle de connaissances

Nature de l'enseignement	Modalité	Nature	Durée (min.)	Coefficient	Remarques
	CT	Oral	20	100%	

Université de Bretagne Occidentale

C3a-Méthodes statistiques d'analyse de données biomédicales C3b-Méthodes de diagnostic biomédical

Objectifs

3 crédits ECTS

Volume horaire

Cours Magistral : 24h

Module C3a:

Ce module propose une première partie portant sur les techniques Lidar (marin et aérien), une deuxième partie concernera les techniques analytiques pour le monitoring en environnement

Programme du module : Principes, détection et localisation de cible, bathymétrie, métrologies des grandeurs physiques (température, salinité, turbidité), techniques d'imagerie (imagerie globale, à balayage), détection et quantification de polluants organiques dans l'environnement). Fluorescences, LIBS,...

Module C3b:

Introduction au Moyen Infrarouge

Compétences visées

Probabilités de base, statistique descriptive, intervalles de confiance, test statistiques rudimentaires, corrélation/régression

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 - devoir surveillé	180	100%	12h/24h non enseignées par UBO mais mutualisées à l'échelle régionale

Session 2 : Contrôle de connaissances

Nature de l'enseignement	Modalité	Nature	Durée (min.)	Coefficient	Remarques
	CT	Oral	20	100%	

Université de Bretagne Occidentale

Ouverture technologique

Présentation

3 crédits ECTS

Volume horaire

Travaux Pratiques : 20h

L'UE d'ouverture technologique (UE OT) offre un accès unique et mutualisé entre tous les établissements participant au master photonique à plusieurs plates-formes technologiques reconnues de premier plan (**NanoRennes**, **Perfos**, **Persyst**), à des services communs (microscopie confocale et multiphotonique) ou à des bancs de laboratoire (techniques d'imagerie en régimes dynamiques ; caractérisation d'amplificateurs optiques à semi-conducteurs, de cellules acousto-optiques; mesures des paramètres fréquentiels, spatiaux, temporels, des lasers).

L'étudiant remplit le questionnaire pour lister par ordre de préférence 3 ateliers parmi les 5 proposés. L'équipe pédagogique répartit les étudiants en respectant les limites d'effectif par atelier et au mieux les desiderat des étudiants. Ces ateliers d'ouverture technologique se déroulent sur 4 jours, fin janvier – début février, dans les laboratoires à Brest, Lannion, ou Rennes suivant l'OT suivie.

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%	

Université de Bretagne Occidentale

Ouverture scientifique

Présentation

6 crédits ECTS

Cette UE est constituée d'un projet de recherche/développement en laboratoire et du suivi, en formation à distance, du module « ZoLiLaPlot » de niveau 2.

Université de Bretagne Occidentale

Initiation à la recherche

6 crédits ECTS

Volume horaire

Travaux Pratiques : 24h

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 - rapport		50%	

Session 2 : Contrôle de connaissances

Nature de l'enseignement	Modalité	Nature	Durée (min.)	Coefficient	Remarques
	Report de notes	Autre nature		50%	

Université de Bretagne Occidentale

Préparation à la vie professionnelle (Photonique)

3 crédits ECTS

Université de Bretagne Occidentale

Communication (Photonique)

Présentation

1 crédits ECTS

Volume horaire

Travaux Dirigés : 15h
Cours Magistral : 7h

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.

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	

Université de Bretagne Occidentale

Entreprise

1 crédits ECTS

Volume horaire

Autres : 10h

Modalités de contrôle des connaissances

Session 1 ou session unique - Contrôle de connaissances

Nature de l'enseignement	Modalité	Nature	Durée (min.)	Coefficient	Remarques
	Autre modalité	Autre nature			Validation par "Badge"

Université de Bretagne Occidentale

Anglais

3 crédits ECTS

Volume horaire

Cours Magistral : 8h
Travaux Dirigés : 14h

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	

Université de Bretagne Occidentale

Stage (4 mois)

Présentation

30 crédits ECTS

Le stage de fin d'études est réalisé au deuxième semestre. C'est le point d'orgue du master, dont le choix, laboratoire ou entreprise, sujet expérimental, numérique, poursuite en thèse ou non, etc., est discuté avec l'équipe pédagogique et soutenu par des activités de recherche de stage (forum de la photonique, travail sur le CV, etc.). Les étudiant.e.s trouvent des stages en laboratoire ou en entreprise, dans toute la France comme à l'étranger.

Modalités de contrôle des connaissances

Session 1 ou session unique - Contrôle de connaissances

Nature de l'enseignement	Modalité	Nature	Durée (min.)	Coefficient	Remarques
	CT	Rapport écrit et soutenance orale	20	100%	

Session 2 : Contrôle de connaissances

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