

Programme d'enseignement de l'Institut d'Optique – Graduate School Année 2013-2014

Première année : pages 1 – 27

Deuxième année Palaiseau : pages 28 - 58

Deuxième année Saint-Etienne : pages 59 - 85

Deuxième année Bordeaux : pages 86 – 122

Troisième année Palaiseau : pages 123 - 168

Troisième année Saint-Etienne : pages 169 - 205

Troisième année Palaiseau : pages 206 - 229



Paris Saclay



St Etienne



Bordeaux

Programme de la première année

Programme d'enseignement

Semestre / UE / Matière	Coef.	Heures	Page
Semestre 1			
UE : Physique S1	ECTS de cette UE = 6		
Optique Physique	65	47,5 h	002
Mécanique Quantique	35	27,0 h	003
UE : Optique instrumentale	ECTS de cette UE = 7		
Matlab Formation	0	6,0 h	004
Optique Instrumentale	65	46,0 h	005
TP - Optique - semestre 1	35	27,0 h	006
UE : Langues S1	ECTS de cette UE = 5		
Anglais - semestre 1	50	24,0 h	007
Anglais renforcé - semestre 1	0	16,0 h	008
UE : Traitement de l'information S1	ECTS de cette UE = 10		
Mathématiques et Signal	25	66,5 h	009
Electronique pour trait. info. - S1	25	34,0 h	010
Informatique	20	22,0 h	011
TP - Elec. pour trait. info. - semestre 1	30	27,0 h	012
Semestre 2			
UE : Physique S2	ECTS de cette UE = 5		
Physique du Semiconducteur	30	24,0 h	013
Electromagnétisme	30	27,0 h	014
Traitement du Signal	40	33,0 h	015
UE : Optique	ECTS de cette UE = 7		
Polarisation	20	24,0 h	016
TP - Optique - semestre 2	40	27,0 h	017
Test of Optical Knowledge - 1A	15	3,0 h	018
Lasers	25	33,0 h	019
UE : Traitement de l'information S2	ECTS de cette UE = 8		
Electronique pour trait. info. - S2	25	27,0 h	020
TP - Elec. pour trait. info. - semestre 2	15	18,0 h	021
CFA - Séances Tutorées Scientifiques 1	60	150,0 h	022
UE : Langues S2	ECTS de cette UE = 3		
Anglais - semestre 2	50	28,0 h	023
Anglais renforcé - semestre 2	0	14,0 h	024
UE : CFA - Acquis en Entreprise	ECTS de cette UE = 9		
CFA - Evaluation 1	100	400,0 h	025
UE : Vie Associative	ECTS de cette UE = 3		
Vie Associative	100	30,0 h	026

Unité d'enseignement : **Physique S1**Volume horaire : **47,5 h**Coordinateur : **Mr Henri BENISTY**

Intervenants :

Examens : Examen écrit, Examen écrit

Objectifs et compétences

Maîtriser les raisons physiques et les conditions d'obtention des interférences à deux ondes et à N Ondes.
 Maîtriser les raisons physiques et les régimes d'obtention de la diffraction de Fresnel et de Fraunhofer
 Comprendre le lien avec les instruments usuels et leur conception (Michelson, Fabry-Perot, réseaux)
 Initiation aux applications de ces interférences dans des dispositifs réels (laser, spectromètres, optique intégrée)

Plan du cours**INTERFÉRENCES***

Interférences à deux ondes

Conditions d'interférences : introduction à la cohérence spatiale et temporelle.

Les interféromètres à séparation spatiale.

Les interféromètres à séparation de luminance : surface de localisation, interféromètre de Michelson, interféromètre de Twyman Green, Interféromètre de Mach Zehnder.

Les principales sources de lumière : propriétés spectrales.

Les interférences à ondes multiples : ondes stationnaires ; interféromètre de Fabry-Pérot et son pouvoir résolvant, applications à la spectroscopie

DIFFRACTION

Principe d'Huygens-Fresnel : formulation et expression analytique.

Diffraction de Fresnel et de Fraunhofer.

Formation des images en éclairage cohérent, applications au filtrage des fréquences spatiales, fonction de transfert en éclairage cohérent.

Étude des réseaux de diffraction.

APPLICATIONS : initiation aux applications de ces interférences dans des dispositifs réels (laser, spectromètres, optique intégrée)

Polycopié ou notes de cours disponibles

Polycopiés disponibles : Optique Physique I (interférences) et II (diffraction).

BibliographieOptique de Eugene Hecht, Ed. [Pearson Education](#)**Pré-requis**

Utilisation des ondes planes sous forme complexe : module, phase, vecteur d'onde.

Unité d'enseignement : **Physique S1**Volume horaire : **27,0 h**Coordinateur : **Mr Gaëtan MESSIN**

Intervenants :

Examens : Examen écrit

Objectifs et compétences

L'objectif de ce cours est l'introduction des principes fondamentaux de la mécanique quantique.

Les compétences visées sont la capacité à comprendre et utiliser les concepts et formalisme de la mécanique quantique, pour pouvoir aborder avec les outils nécessaires de nombreux domaines de la photonique.

Plan du cours

- I. Introduction : corps noir, photons, atome de Bohr, dualité ondes-corpuscules, interférences d'ondes de matière
- II. Mécanique ondulatoire : fonction d'onde, interférences, paquet d'onde libre, impulsion, équation de Schrödinger
- III. Notations de Dirac : espace de Hilbert, bras et kets, opérateurs hermitiens, projecteurs, bases, décomposition spectrale,
- IV. Grandeurs physiques et mesure : principe de correspondance, valeurs moyennes et probabilités, état après une mesure
- V. Principes de la mécanique quantique : principe de superposition, principes de la mesure, équation d'évolution
- VI. Commutation des observables : relations de commutation, relation d'incertitude, théorème d'Ehrenfest, constantes du mouvement, ECOC
- VII. L'oscillateur harmonique : opérateurs création et annihilation, observable nombre, énergies propres, états de Fock
- VIII. Moment angulaire : propriétés, états propres, moment cinétique orbital, spin, addition de moments
- IX. Particules identiques : bosons et fermions, postulat de symétrisation, principe d'exclusion de Pauli

Polycopié ou notes de cours disponibles

Transparents du cours

Bibliographie

" Mécanique quantique ", C. Cohen-Tannoudji, B. Diu, F. Laloé, Hermann ed.

Pré-requis

Unité d'enseignement : **Optique instrumentale**

Volume horaire :

6,0 hCoordinateur : **Mr Matthieu BOFFETY**

Intervenants : Mr Matthieu BOFFETY

Mr Hervé SAUER

Mr Mondher BESBES

Mme Agnes FERTE

Examens :

Mr Benjamin VEST

Objectifs et compétences

Cet ensemble de cours/TD est une première initiation au logiciel Matlab, comme outil de calcul scientifique, de visualisation de données et de programmation.

L'objectif est de permettre aux étudiants de pouvoir commencer à utiliser cet outil pour résoudre ou étudier des problèmes simples rencontrés dans les TD et TP d'autres matières, comme Mathématique ou Traitement du signal.

Plan du cours

Les objets Matlab de base: scalaires, vecteurs, matrices. Les expressions de type tableau.

Graphiques 2D. Affichage d'images

Éléments de programmation (notions de scripts et de fonctions, boucles for, ...)

Polycopié ou notes de cours disponibles

Copie des transparents de cours

Accès au polycopié du cours 2A-P de *Calcul Scientifique avec Matlab*

Bibliographie**Pré-requis**

Notions de mathématique du premier cycle universitaire.

Des rudiments de manipulation informatique et de programmation peuvent être utiles.

Unité d'enseignement : **Optique instrumentale**Volume horaire : **46,0 h**Coordinateur : **Mr Sébastien DE ROSSI**

Intervenants : Mr Sébastien DE ROSSI

Mr Lionel JACUBOWIEZ

Mr Raymond MERCIER

Mr Guillaume DUPUIS

Examens : Examen écrit, Examen écrit

Objectifs et compétences

Comprendre les bases de la propagation de la lumière en termes de rayons lumineux pour la conception des instruments d'optiques utilisés pour la formation des images dans le cadre de l'approximation géométrique linéaire.

Compétences

Utiliser des dispositifs de mesure

Caractériser des dispositifs optiques ou électroniques

Choisir des dispositifs en fonction d'un cahier des charges

Réaliser des dispositifs techniques

Mettre en œuvre des systèmes

Plan du cours

Introduction générale

Principes fondamentaux en optique

Stigmatisme, aplanétisme, optique partielle, notion d'aberrations

Propriétés des instruments d'optique (ouverture, champ, résolution)

Photométrie dans les instruments

Systèmes dioptriques et catoptriques (microscope, viseur, lunette afocale, objectifs photographiques, oculaire, télescope, oeil...)

Polycopié ou notes de cours disponibles

Transparents du cours (distribué sur serveur web)

Bibliographie

Optique géométrique - Bernard Balland

Optique - J. Ph. Pérez

Optique - Eugene Hecht

Les instruments d'optique, étude théorique, expérimentale et pratique - Luc Dettwiller

Optics - Eugene Hecht

Principles of optics - Born and Wolf

Pré-requis

Unité d'enseignement : **Optique instrumentale**Volume horaire : **27,0 h**Coordinateur : **Mr Lionel JACUBOWIEZ**

Intervenants :

Examens : **Compte-rendu****Objectifs et compétences**

A l'issue de ces 6 séances de travaux pratiques de 4h30 les étudiants auront assimiler un grand nombre de techniques expérimentales concernant les systèmes optiques (alignements, autocollimations, pointés visuels, conditions d'obtention de franges d'interférence...). Cet enseignement apprend aux étudiants à faire des mesures rigoureuses les plus précises possibles, de les interpréter clairement et d'analyser les incertitudes de mesures.

3 séances, mesures sur banc et goniomètre, sont consacrées aux premiers exemples de mesures optiques visuelles. On s'attachera d'une part à la qualité des réglages optiques, d'autre part, à l'analyse précise des incertitudes sur les mesures effectuées.

Les 2 séances consacrées à l'interféromètre de Michelson permettent d'approfondir les notions du cours d'optique physique de 1^{ère} année, en particulier en ce qui concerne les concepts difficiles de cohérences spatiale et temporelle.

La séance « contrôles interférométriques de surfaces optiques » sur un Zygo (interféromètre de Fizeau à glissement de phase) est un premier exemple d'application de l'interférométrie dans son utilisation pour le contrôle des systèmes optiques.

A l'issue de cet enseignement les étudiants seront capables de :

- Régler un montage optique sur banc ou un interféromètre
- Effectuer des mesures optiques rigoureuses et analyser les incertitudes de mesure
- Présenter leur travail sous forme d'un compte rendu clairement présenté et rédigé

Plan du cours

6 manipulations effectuées en binômes:

1-MESURES DE FOCALES ET DE RAYONS DE COURBURE : 2 Séances

- Étude des caractéristiques optiques d'objectifs simples et d'un objectif photographique dans le cadre de l'approximation de Gauss.
- Mesures de la distance focale de ces systèmes et des frontales avant et arrière. Position des plans principaux.
- Mesures de rayons de courbure sur banc. Utilisation de viseurs autocollimateurs.

2-MESURES D'ANGLES AU GONIOMETRE : 1 Séance

- a) Étude de prismes dispersifs : Étude d'un goniomètre, réglage, mesure d'angles, autocollimation. Mesure de l'indice d'un verre en lumière visible. Étude de la dispersion de ce verre.

3- MESURES ET CONTROLES INTERFÉROMÉTRIQUES de surfaces optiques: 1 séance

Comparaison des mesures effectuées avec les interféromètres de Fizeau et de Zygo.
Contrôles de miroirs plans et de lames à faces parallèles : mesures de défauts d'épaisseur (parallélisme) et de planéité à l'aide de calibre plans de référence.

4- INTERFÉROMÈTRE DE MICHELSON : 2 Séances

Réglage complet de l'interféromètre. Étude des cohérences spatiale et temporelle. Franges localisées sur les miroirs et à l'infini. Étude du battement du doublet jaune du mercure. Étude des défauts d'épaisseur d'une lame de verre. Interférences en lumière blanche.

Polycopié ou notes de cours disponibles

Polycopié : "TP d'Optique 1^{er} semestre"

Bibliographie**Pré-requis**

Unité d'enseignement : **Langues S1**Volume horaire : **24,0 h**Coordinateur : **Mme Annick MANCO**

Intervenants :

Examens : **Contrôle continu****Objectifs et compétences**

En conformité avec les instructions de la CTI, l'anglais doit être un outil de travail et d'étude efficace pour l'élève ingénieur. L'objectif des deux premières années est d'atteindre ce niveau, quelle que soit la première langue vivante acquise dans le secondaire.

La première année est celle où doivent être comblées toutes les principales lacunes grammaticales et lexicales. Ensuite, le travail de perfectionnement pourra se construire sur des bases solides. Toutes les compétences sont travaillées, en conformité avec le Cadre Européen de Référence de Compétences en Langues

Un test de niveau est ainsi prévu afin de déterminer le groupe dans lequel l'étudiant pourra le mieux s'épanouir. La promotion est divisée en 4 groupes de niveau. Les élèves moins entraînés ont donc un travail personnel de rattrapage à effectuer c'est pourquoi des cours de consolidation sont proposés tout le long de la première année.

Plan du cours

Les thèmes dominants des deux semestres sont respectivement :

- a) presse et média, travail d'écoute intensive, structures orales principales, prise de parole spontanée, enrichissement lexical.
- b) révisions grammaticales, travail sur la prononciation.

Notation :

Pour chaque semestre, au moins 3 épreuves sont notées et la moyenne donne la note de contrôle continu, pondérée par une note de participation. Les absences non justifiées sont sanctionnées.

Si la moyenne de fin d'année est inférieure à 10, un examen de rattrapage sera imposé.

Les cours sont de deux heures, sur deux semestres d'environ 13 semaines.

Polycopié ou notes de cours disponibles

Distribués par les professeurs

Libres Savoirs est aussi une source précieuse de fiches techniques et grammaticales.

Bibliographie

Business Results (OUP), Intelligent Business (OUP), New Scientist, the Economist.

Pré-requis

Le niveau de compétence linguistique normalement exigible en début de cycle est le B1, mais des exceptions subsistent.

Unité d'enseignement : **Langues S1**Volume horaire : **16,0 h**Coordinateur : **Mme Annick MANCO**

Intervenants :

Examens :

Objectifs et compétences

Les élèves dont l'anglais était LV2 auparavant ou dont le niveau n'est pas suffisant, au regard d'un test standardisé, sont inscrits à ces cours de consolidation. Les tâches données en cours ou comme devoir travaillent les quatre compétences, écrite et orales, en compréhension et en expression.

Ceci comprend donc un travail personnel régulier, sur toute la première année. A la fin de cette première année, une bonne autonomie linguistique peut être exigée.

Plan du cours

Le programme est établi en fonction des besoins des élèves mais comprend la grammaire générale et tout travail permettant d'aborder la deuxième année avec le niveau B1 du Cadre de Référence Européen, c'est à dire le niveau intermédiaire, au minimum.

Polycopié ou notes de cours disponibles

Donné par le professeur

Bibliographie**Pré-requis**

Unité d'enseignement : **Traitement de l'information S1**Volume horaire : **66,5 h**Coordinateur : **Mr François GOUDAIL**

Intervenants : Mr Gaëtan MESSIN

Mr Matthieu BOFFETY

Examens : Examen écrit, Compte-rendu

Objectifs et compétences

Ce cours introduit les notions essentielles de mathématiques pour la représentation des signaux en physique. Il fournit les bases mathématiques nécessaires à de nombreux autres cours de l'école (optique physique, électronique, traitement du signal et des images, automatique, TP d'optique, ...).

Ce cours est structuré en deux grandes parties :

- Signaux déterministes : l'accent est mis sur les notions qui doivent être maîtrisées par tout ingénieur : transformée de Fourier, convolution et corrélation, distributions, échantillonnage ...
- Variables aléatoires : notions de probabilités et variables aléatoire

Ce cours est accompagné d'un grand nombre de séances de travaux dirigés sur table mais aussi sur ordinateur, car l'assimilation des notions enseignées est grandement facilitée par la réalisation de simulations informatiques simples.

A l'issue de ce cours, les élèves savent concevoir et analyser le modèle mathématique pour un phénomène physique simple, qu'il soit déterministe ou aléatoire.

Plan du cours**Partie 1 : Signaux déterministes (F. Goudail)**

Notions sur l'intégration de Lebesgue, espaces de fonctions, bases d'un espace de Hilbert

Transformation de Fourier des fonctions

Convolution et corrélation

Introduction à la théorie des distributions : propriétés de base, transformation de Fourier, convolution

Théorie de l'échantillonnage

La transformée de Fourier discrète, éléments d'analyse spectrale

Introduction à l'analyse temps-fréquence

Partie 2 : Variables aléatoires (G. Messin)

Espace probabilisé, probabilités. Tirage répétés et lois asymptotiques.

Variable aléatoire, fonction d'une variable aléatoire. Paire de variables aléatoires, corrélations.

Généralisations : vecteur aléatoire. Loi d'addition des variances, théorème central limite.

Polycopié ou notes de cours disponibles

Partie 1 : Transparents de cours (F. Goudail)

Partie 2 : Notes de cours (G. Messin)

2 photocopies de Travaux Dirigés

Bibliographie

F. Roddier, *Distributions et transformation de Fourier*, McGraw Hill

R. Petit, *L'outil mathématique pour la physique*, Dunod

N. Boccara, *Intégration*, Ellipses et *Distributions*, Ellipses

L. Schwartz, *Méthodes mathématiques pour les sciences physiques*, Hermann

A. Papoulis, *Probability, Random Variables, and Stochastic Processes*, McGraw-Hill

Ph. Réfrégier, *Théorie du Signal*, Masson (1993).

Pré-requis

Unité d'enseignement : **Traitement de l'information S1**Volume horaire : **34,0 h**Coordinateur : **Mr Franck DELMOTTE**

Intervenants : Mme Sylvie LEBRUN

Mr Henri BENISTY

Mr Julien MOREAU

Examens : Examen écrit, Examen écrit

Objectifs et compétences

L'objectif de ce cours est de fournir aux étudiants les notions fondamentales en électronique pour le traitement de l'information, de l'acquisition à l'aide de capteurs jusqu'à la restitution d'un signal mis en forme. Une place importante est accordée aux capteurs optiques (photodiodes, cellules solaires...). Des travaux dirigés associés au cours, ainsi que des séances de travaux pratiques permettent aux étudiants d'assimiler les notions importantes de chaque chapitre. En parallèle au cours, des séances de remise à niveau sont organisées autour des notions de base d'électronique analogique (calcul de circuit, analyse temporelle et fréquentielle...) et numérique (algèbre de Boole, simplification de fonction logique, codage,...).

Plan du cours

Chap 1. Diodes, Photodiodes, cellules solaires et applications

Diode : principe, mise en œuvre de base

Photodiode, du signal optique au signal électrique (incl. CCD/CMOS)

LEDs : spectre, mise en œuvre, éclairage, tendance, enjeux,

Energie Photovoltaïque

Silicium, rendement, densité de courant

CIS (CuInSe₂/DCSIG), CdTe

dimensionnement, concentration

protection panne partielle/obscurité partielle

Spectre, cellules tandem

Chap 2. Les signaux issus de capteurs, leur acquisition, et leur mise en forme

Introduction :

- chaîne d'acquisition de données

- composants passifs : modélisation et facteur de qualité

Capteurs

- classification : actifs/passif, analogique/numérique

- principes physiques

- performances

- mise en œuvre : exemples

Circuits de conditionnement

- conditionneurs de capteurs passifs

- amplificateurs à ampli-op

- amplificateurs d'instrumentation

- amplificateurs monotension

- comparateurs / triggers

Chap 3. Filtrage

Notion de filtrage : Passe-haut, bas, bande et réjecteur

Filtres actifs : structures de Rauch, de Sallen-Key et filtres à variables d'états

Filtres à capacités commutées

Polycopié ou notes de cours disponibles

Polycopié disponible : RAPPELS D'ELECTRONIQUE ANALOGIQUE ET NUMERIQUE, F. Delmotte.

Copie des diapositives du cours.

Bibliographie

« Principes et applications de l'électronique T1 : calcul des circuits & fonctions. », DIEULEVEULT (François) De ; FANET (Hervé). , 1997. - X - 331p., ISBN 2-10-003162-7 (disponible à la bibliothèque de l'IO, Cote : B1200)

"The art of electronics", Horowitz and Hill, Cambridge Univ. Press

"Principes d'électronique", Albert Paul Malvino, Mc-Graw-Hill.

Pré-requis

Unité d'enseignement : **Traitement de l'information S1**Volume horaire : **22,0 h**Coordinateur : **Mme Sylvie LEBRUN**Intervenants : Mr Nouari KEBAILI
Mr Martin PIPONNIERMme Flavie GILLANT
Mr Quentin BOUTON

Examens : Examen écrit

Objectifs et compétences

Ce cours a pour objectif d'acquérir les bases d'un langage de programmation structuré, très utilisé dans l'industrie et dans la recherche, le langage C. Les connaissances sont évaluées par des comptes-rendus, un travail sur machine et un mini-projet. A la fin de ce cours, les élèves doivent être capables d'utiliser le langage C afin d'apporter des solutions sur des thématiques telles que le traitement d'images.

Plan du cours**Séance 1**

Travail sur des mémoires. Variables – types – adresses - Opérateurs - priorités
Structure d'un programme de base en C

Séance 2

Prise en main de l'environnement – Structures de choix - boucles

Séance 3

Fonctions

Séance 4

Tableaux et fonctions (CR)

Séance 5

Pointeurs, pointeurs et tableaux

Séance 6

Allocation dynamique de mémoire

Séance 7

Modularité (CR)

Séance 8

Fichiers

Séance 9

Structures

Séance 10

Test sur machine

Séance 11

Mini-projet

Polycopié ou notes de cours disponibles

Transparents de cours, polycopiés

Bibliographie**Pré-requis**

Unité d'enseignement : **Traitement de l'information S1**Volume horaire : **27,0 h**Coordinateur : **Mme Fabienne BERNARD**

Intervenants : Mr Lionel JACUBOWIEZ

Mme Fabienne BERNARD

Examens : Compte-rendu, Examen écrit

Objectifs et compétences

A l'issue de cet enseignement et du cours associé, les élèves seront capables de :

- ⤴ Décomposer les différentes fonctions d'électronique analogique et logique (combinatoire et séquentielle simple) à l'œuvre dans un dispositif technique ou scientifique
- ⤴ Quantifier les ordres de grandeurs des signaux, des fréquences et des puissances nécessaires à la réalisation des différentes fonctions,
- ⤴ Identifier les sources de bruits et en quantifier les ordres de grandeurs en puissance,
- ⤴ Mettre en œuvre, associer entre eux et tester des dispositifs (comportant de l'électronique) commerciaux.

L'enseignement expérimental d'ETI consiste à la conception, la mise en œuvre et le test de circuits réalisant des fonctions simples de l'électronique.

Il comporte 10 séances de TP sur l'année et 1 module de projet sur 4 séances. Il est construit en lien avec le cours magistral mais il est dispensé selon un rythme qui lui est propre.

Les TP s'organisent autour de 3 thèmes : Au premier semestre : Thème 1 Les diodes. (4 séances) , Thème 2 L'analyse spectrale (2 séances) .

Au deuxième semestre : Thème 3 : Liaison numérique sur fibre optique (4 séances)

L'année se clôt par un projet en 4 séances. Il est l'aboutissement de l'année de formation en ETI. Il consiste à concevoir et à construire un dispositif électronique capable de résoudre un problème technique précis.

Plan du cours**Thème 1 Les diodes (4 séances)**

- TP1 Instrumentation, capteur optique.
- TP2 Mesure de la température d'une LED de puissance.
- TP3 Capteurs à photodiode. Limites en fréquence.
- TP4 Cellules photovoltaïques.

Thème 2 Analyse spectrale. (2 séances)

- TP1 Mesure d'une composante fréquentielle.
- TP2 Analyseur de spectre à balayage.

Polycopié ou notes de cours disponibles

Polycopiés : "Travaux Pratiques d'Electronique. Première année - Premier Semestre"

Bibliographie

Anglais : "The art of electronics", Horowitz and Hill, Cambridge Univ. Press

Français : La traduction du précédent complété de travaux pratiques :

- Traité théorie et pratique de l'électronique analogique et numérique.
- Volume 1 : techniques analogiques. Volume 2 : Techniques numériques ; Elektor, 1996,
- Travaux pratiques du traité de l'électronique analogique et numérique. Tome 1 : labo analogique ; Tome 2 : labo numérique. Elektor , 1997,
- Expériences d'électronique. Agrégation de sciences physique. Lievre, Duffait ; Breal 1999
- Circuits fondamentaux de l'électronique analogique. Tran Tien, Lavoisier , 1996.
- VHDL / Du langage au circuit du circuit au langage, cours et exercices. Weber , Meaudre. Dunod , 2001

Pré-requis

Unité d'enseignement : **Physique S2**Volume horaire : **24,0 h**Coordinateur : **Mme Gaëlle LUCAS-LECLIN**

Intervenants : Mme Elizabeth BOER-DUCHEMIN

Mme Sylvie LEBRUN

Mme Gaëlle LUCAS-LECLIN

Mme Jessica BARRIENTOS BARRIA

Examens : Examen écrit

Objectifs et compétences

Ce cours expose les principes de la physique des semiconducteurs et la théorie des électrons dans les solides cristallins. Sans détailler les modèles théoriques complexes, le cours donne les éléments permettant d'en comprendre les principes sous-jacents. Le but est de permettre de comprendre le fonctionnement des composants optoélectroniques en s'appuyant sur les diagrammes de bandes énergétiques et les courants de porteurs. Dans ce cours, l'accent est mis sur les détecteurs (photodiode, cellule photovoltaïque, ...).

A l'issue de ce cours, les étudiants connaissent les principales propriétés des composants à semiconducteur, en particulier pour les capteurs. Ils ont acquis les bases de la physique de ces composants, et sont en mesure de comprendre une spécification technique simple d'un photodétecteur.

Plan du cours

STRUCTURE CRISTALLINE DES SEMICONDUCTEURS USUELS

Propriétés électroniques et cristallines du Si/Ge et des alliages SC

Le réseau réciproque

DESCRIPTION DE L'ETAT D'UN ELECTRON DANS UN CRISTAL PARFAIT ISOLE

Distribution des électrons dans un cristal

Bandes d'énergie

Densités de porteurs mobiles dans un semiconducteur

HÉTÉROJONCTIONS

Diagramme d'énergie

Jonction PN

Exemples d'hétérojonctions : jonction Schottky, capacité MOS

DYNAMIQUE DES PORTEURS

Courants de porteurs de charges dans les semi-conducteurs

Génération et recombinaison des porteurs mobiles

processus radiatifs et non-radiatifs

QUELQUES COMPOSANTS

Transistors bipolaires, à effet de champ

Cellule photoconductrice

Photodiodes PN, PIN, à avalanche

Cellules photovoltaïques

Technologie de fabrication des composants

Polycopié ou notes de cours disponiblesPhysique des semiconducteurs, G. Lucas-Leclin (poly)

Transparents de cours (distribués en amphi)

BibliographieLes semiconducteurs, de l'électron aux dispositifs, Ngô (Dunod)Physique de l'état solide, C. Kittel (Dunod)Optoélectronique, Rosencher & Vinter (Masson)Physique des semiconducteurs et des dispositifs électroniques, Mathieu (Masson)Semiconductor Device Fundamentals, Pierret (Addison-Wesley-Longman)**Pré-requis**

Mécanique Quantique

notions de Physique Atomique

Électronique

Unité d'enseignement : **Physique S2**Volume horaire : **27,0 h**Coordinateur : **Mr François MARQUIER**Intervenants : Mr Julien MOREAU
Mme Marie-christine DHEUR

Mr Daniele COSTANTINI

Examens : Examen écrit

Objectifs et compétences

L'objectif du cours d'électromagnétisme est de reconstruire pas à pas, à partir des équations de Maxwell microscopiques et sur la base d'exemples concrets, les notions fondamentales qui sont utilisées en optique : émission de lumière par des charges en mouvement, propagation dans le vide et dans la matière, reconstruction des principes de l'optique géométrique : indice optique, réflexion et réfraction, définition et caractéristiques d'un rayon lumineux. Le traitement de la matière et des charges est un traitement classique et non quantique. C'est un cours de base qui permet d'introduire des notions approfondies dans d'autres cours de l'école : optique non linéaire, optique guidée, diffusion de la lumière, radiométrie, physique atomique, ... Les TD sont l'occasion d'utiliser les outils vus en cours pour comprendre une application (rayonnement d'antennes radio, réflexion et transmission de couches minces, absorption et diffusion de nanoparticules...)

A l'issue de ce cours, les étudiants doivent être capables de : manipuler des concepts complexes liés à la propagation de la lumière (propagation, diffraction, diffusion, propagation dans la matière), manipuler des notions élémentaires sur le rayonnement d'une source (dipôle, directivité d'une source, calcul exact et approché des champs rayonnés), écrire des ordres de grandeurs et réaliser des approximations adéquates pour résoudre les problèmes, comprendre des notions complexes de l'optique moderne à l'aide des outils vus en cours et en TD (microscopie de champ proche, plasmons de surface, optique des milieux complexes etc.). En termes plus généraux, le cours vise à développer les compétences des étudiants pour faire une analyse critique d'un système physique, savoir comparer modèle et expérience (établir un modèle physique), proposer des solutions alternatives, réaliser une veille scientifique ou technologique.

Plan du cours

1. Rayonnement d'une source électromagnétique - potentiels retardés - directivité d'une antenne (2 cours)
2. Introduction à la diffusion
3. Démonstration des équations de Maxwell dans la matière
4. Relations constitutives
5. Propagation des ondes dans un milieu linéaire, dispersif, absorbant
6. Réflexion - réfraction à une interface entre deux milieux diélectriques ou métalliques
7. Limite grande longueur d'onde : de l'électromagnétisme à l'optique géométrique
8. Les plasmons de surface

Polycopié ou notes de cours disponibles

Polycopié : "Electromagnétisme" de François Marquier

Bibliographie

Français : "Electromagnétisme", R. Petit, Masson Ed. (1989).
"Electrodynamique classique", Jackson
Anglais : " Optics ", Klein and Furtak, John Wiley, New York, 1986.
" Principles of Optics", Born et Wolf

Pré-requis

Les points ci-dessous sont tous réintroduits et revus en début de cours, mais de manière rapide : Transformation de Fourier - Notions simples de distributions (Distribution de Dirac principalement) - Notion de champs - Equations de Maxwell dans le vide, opérateurs de type rotationnel, divergence, laplacien etc. - Equation de propagation

Unité d'enseignement : **Physique S2**Volume horaire : **33,0 h**Coordinateur : **Mr François GOUDAIL**

Intervenants : Mr François GOUDAIL

Mr Matthieu BOFFETY

Examens : Examen écrit, Compte-rendu

Objectifs et compétences

Le signal provenant de tout système de mesures physiques doit subir un traitement afin d'en extraire l'information utile. Tout scientifique, qu'il soit ingénieur ou chercheur, doit donc maîtriser les notions fondamentales de traitement du signal. Ce cours introduit les méthodes permettant de représenter les propriétés d'un signal aléatoire et d'en extraire une information. Il présente la théorie des fonctions aléatoires et la notion de bruit. Il introduit les méthodes de bases en estimation, détection, restauration de signal, ainsi que les bases de la théorie de l'information. Ces concepts sont ensuite appliqués au domaine de la transmission des signaux numériques.

A l'issue de ce cours, les élèves sont capables de modéliser un signal perturbé par du bruit et de mettre en place une stratégie élémentaire d'estimation de ses paramètres et d'extraction de l'information qu'il contient

Plan du cours

1. **Fonctions aléatoires**
Stationarité et ergodicité, filtrage des fonctions aléatoires stationnaires, bruit thermique et bruit de photons.
2. **Filtrage adapté et estimation de paramètres**
Optimalité du filtre adapté, biais et variance d'un estimateur, application à l'estimation de retard, compression d'impulsion.
3. **Filtrage adapté et détection**
Critères d'optimalité d'un détecteur, détection en présence de bruit additif gaussien.
4. **Restauration d'un signal : le filtre de Wiener**
Optimalité du filtre de Wiener, application à la déconvolution.
5. **Bases de la théorie de l'information**
Entropie d'une source, introduction au codage
6. **Transmission d'un signal numérique**
Conversion analogique-numérique, transmission numérique sur porteuse (ASK, PSK, QAM).

Polycopié ou notes de cours disponibles

Polycopié de cours « Introduction au traitement du signal »

Bibliographie

Ph. Réfrégier, *Théorie du signal, signal information fluctuations* (Masson, Paris, 1993)
 Ph. Fraisse, R. Protière, D. Marty-Dessus, *Transmission de l'information* (Ellipses, Paris, 1999)
 J. G. Proakis, *Digital Communications* (Mc Graw Hill, New York, 2001)
 T. M. Cover and J. A. Thomas, *Elements of Information Theory* (John Wiley and Sons, New York, 1991).

Pré-requis

Unité d'enseignement : **Optique**Volume horaire : **24,0 h**Coordinateur : **Mr François GOUDAIL**

Intervenants : Mme Nathalie WESTBROOK

Examens : Examen écrit

Objectifs et compétences

La polarisation de la lumière intervient à différents niveaux dans le métier d'ingénieur :

- C'est une propriété fondamentale de la lumière, et donc une notion essentielle en optique théorique
 - Le fonctionnement de nombreux systèmes optiques repose sur des phénomènes de polarisation (écrans à cristaux liquides, ellipsomètres, ...).
- Une bonne connaissance de ce domaine est donc un élément essentiel de la créativité de l'ingénieur SupOptique
- Même s'il n'utilise pas de manière explicite la polarisation, l'ingénieur opticien a besoin de prendre en compte ses effets dans la grande majorité des applications qu'il a à traiter. Il utilise au quotidien des composants modifiant la polarisation.

L'objectif de ce cours est de présenter les outils essentiels dans l'étude des phénomènes de polarisation. On insiste en particulier sur les différentes représentations de l'état de polarisation de la lumière et de son interaction avec la matière. On traite en détail la propagation de la lumière dans les milieux anisotropes, et on donne de nombreuses applications pratiques des phénomènes de polarisation.

A l'issue de ce cours, les élèves sont capable de concevoir et analyser des dispositifs optiques simple utilisant la polarisation de la lumière.

Plan du cours

1. Lumière purement polarisée :
Représentation : vecteur de Jones, sphère de Poincaré
Interaction avec la matière : matrices de Jones
2. Propagation dans les milieux anisotropes :
Surface des indices, surfaces d'onde, milieux uniaxes, construction des rayons réfractés
Pouvoir rotatoire
3. Lumière partiellement polarisée
Représentation : matrice de cohérence, vecteur de Stokes, notion de dépolarisation
Interaction avec la matière : matrice de Mueller
4. Interférences en lumière polarisée
Teintes de Newton, interférences en lumière convergente, applications
5. Anisotropie induite et applications
Effet photoélastiques, électrooptiques, magnétooptiques - Cristaux liquides
6. Composants et instruments utilisés en optique anisotrope
Polariseurs, déphaseurs, dépolariseurs, ellipsomètres, systèmes d'imagerie.

Polycopié ou notes de cours disponibles

Photocopies des transparents de cours

Bibliographie

Français : "Polarisation de la lumière", Serge Huard, Masson Ed..
Anglais : "Optical waves in crystals", Yariv and Yeh, Wiley ed..

Pré-requis

Unité d'enseignement : **Optique**Volume horaire : **27,0 h**Coordinateur : **Mr Lionel JACUBOWIEZ**

Intervenants :

Examens : **Compte-rendu, Examen écrit****Objectifs et compétences**

Les sujets de travaux pratiques de ce trimestre permettent d'illustrer et d'appliquer sur des exemples concrets les concepts d'optique instrumentale, d'optique physique et Laser (cours de 1^{ère} année).

Les sujets Diffraction, filtrage-détramage et holographie portent sur les notions essentielles d'optique de Fourier. Microscope et lunette afocale sont deux exemples d'étude des caractéristiques de systèmes optiques visuels. Enfin, une première approche expérimentale d'un laser à gaz (He-Ne) est proposée en TP.

Ces 6 séances doivent aussi permettre aux étudiants d'acquérir un grand nombre de méthodes expérimentales très courantes en optique.

A l'issue de cet enseignement les étudiants seront capables de :

- Régler au mieux un microscope, une lunette afocale et d'analyser les qualités et les limites de ces instruments d'optiques
- Analyser la résolution de systèmes optiques limités par la diffraction
- D'analyser les méthodes de filtrage spatial et de granulométrie
- D'identifier et analyser les modes longitudinaux et transversaux des laser
- Présenter leur travail expérimental sous forme d'un compte rendu clairement présenté et rédigé

Plan du cours

6 manipulations effectuées en binôme :

1 - **MICROSCOPIE :**

Etude des différents éléments d'un microscope biologique. Etude et réalisation pratique de l'éclairage Köhler. Détermination expérimentale de diverses caractéristiques géométriques du microscope (grossissement, puissance, ouverture numérique,...). Etude expérimentale des spécificités de l'imagerie sous forte ouverture numérique (compensation de lamelle comme objet- longueur de tube,...). Influence de la cohérence de l'éclairage.

2 - **ETUDE DES CHAMPS D'UNE LUNETTE ASTRONOMIQUE :**

Détermination des caractéristiques d'une lunette afocale. Etudes expérimentales des champs de la lunette. Comparaison avec les constructions théoriques déduites des caractéristiques géométriques de l'instrument.

3- **ETUDE D'UN LASER HELIUM-NEON :**

Analyse des modes longitudinaux d'un laser He-Ne commercial à l'aide d'un Fabry-Perot confocal : polarisation, écart en fréquence de ces modes.

Etude des battements entre les modes longitudinaux à l'aide d'un analyseur de spectre électrique.

Réglage d'une cavité ouverte. Etude de sa stabilité. Analyse des modes transverses de cette cavité.

4- **DIFFRACTION :**

Diffraction à l'infini par des ouvertures circulaires, rectangulaires, des trous d'Young, etc...

Etude des figures obtenues par Matlab. Comparaison avec les résultats de l'optique de Fourier.

Illustration du Théorème de Babinet. Application à la granulométrie.

5- **FILTRAGE DES FREQUENCES SPATIALES – CONTRASTE DE PHASE ET STRIOSCOPIE :**

Filtrage – Détramage en éclairage cohérent. Mise en évidence expérimentale de la Transformée de Fourier.

Étude sur banc du contraste de phase et de la strioscopie. Visualisation de défauts de surface.

6- **INITIATION A L'HOLOGRAPHIE :**

Prise d'un hologramme par réflexion. Analyse de cet hologramme. Étude de déformations par un hologramme à double exposition.

Polycopié ou notes de cours disponibles

Polycopié : "TP d'Optique 1A 2^{ème} semestre"

Bibliographie**Pré-requis**

Unité d'enseignement : **Optique**Volume horaire : **3,0 h**Coordinateur : **Mr Raymond MERCIER**

Intervenants :

Examens : Examen écrit

Objectifs

Vérifier et contribuer à l'approfondissement d'un corpus minimum de connaissances considérées comme fondamentales pour un ingénieur en optique.
Faire acquérir un vocabulaire technique en anglais.

Plan du cours

Deux travaux dirigés de 1h30 chacun, précèdent l'examen proprement dit. Les TD commencent par un examen blanc, comprenant vingt à vingt-cinq questions, couvrant le programme préétabli. Un tiers environ des questions sont en anglais, la réponse devant alors être formulée en anglais. Suit une correction, permettant d'approfondir les notions non encore acquises.

Polycopié ou notes de cours disponibles

Un fascicule définit précisément le programme ainsi que le vocabulaire technique anglais exigé, sous la forme d'un glossaire anglais français et français anglais.

Bibliographie**Pré-requis**

Cours d'optique géométrique et physique de 1^{ère} année couverts par le programme.

Unité d'enseignement : **Optique**Volume horaire : **33,0 h**Coordinateur : **Mr François BALEMBOIS**

Intervenants :

Examens : Examen écrit

Objectifs et compétences

Ce cours donne les grands principes de fonctionnement des lasers. Il est basé sur les équations de débits gérant les populations des niveaux dans un milieu laser. Les oscillateurs et les amplificateurs laser sont abordés en régime de fonctionnement continu et en régime impulsionnel. Les faisceaux gaussiens et la stabilité des cavités sont traitées grâce à l'utilisation des matrices de transfert paraxiales. Les propriétés générales du rayonnement laser sont exposées ainsi que leurs conséquences concernant la sécurité laser.

Le cours est conçu pour donner une grille de lecture permettant de s'orienter dans le monde des lasers : une bonne connaissance des principes physiques et des points de repère technologiques. A la fin du cours, les élèves doivent être capables de concevoir des cavités laser de comprendre une fiche de spécification d'un laser, de lire un schéma optique comprenant des systèmes laser et de faire de la veille sur les sources laser.

Plan du cours**I - ATOMES ET PHOTONS**

- 1) Absorption, émission spontanée, émission stimulée
- 2) Elargissement spectral : formes de raie
- 3) Sections efficaces
- 4) Équations de débit, systèmes à 2, 3 et 4 niveaux

Application : Laser à saphir dopé au titane

II - AMPLIFICATION OPTIQUE

- 1) Intensité en sortie d'un milieu amplificateur
- 2) Etude du gain en fonction de la fréquence

Application : Amplificateur dopé à l'erbium

III - L'OSCILLATEUR LASER

- 1) Conditions d'oscillation
- 2) Intensité en sortie d'oscillateur
- 3) Cas des cavités linéaires
- 4) Spectre de l'oscillateur laser

Applications : Gain et pertes d'un oscillateur laser, Etude d'un laser Nd :YAG

IV - LASERS IMPULSIONNELS

- 1) Régimes transitoires, régime déclenché
- 2) Synchronisation des modes en phase

Application : caractérisation d'un laser déclenché

V - OPTIQUE DES LASERS

- 1) L'onde sphérido-gaussienne, matrices ABCD et loi ABCD
- 2) Cavités stables
- 4) Modes d'ordre supérieurs

Applications : études de différentes cavités laser : plan-concave, anneau, cavité en Z

VI - SECURITE LASER**Polycopié ou notes de cours disponibles**

Polycopié : « lasers : fondamentaux »

Bibliographie

"Fundamentals of Photonics", B.E.A. Saleh and M.C. Teich

« Principles of laser », Orazio SVELTO

« Lasers et optique non linéaire », Christian DELSART

www.optique-ingenieur.org/**Pré-requis**

Unité d'enseignement : **Traitement de l'information S2**Volume horaire : **27,0 h**Coordinateur : **Mr Franck DELMOTTE**

Intervenants : Mme Sylvie LEBRUN

Examens : Examen écrit

Objectifs et compétences

L'électronique numérique intervient couramment dans les systèmes optiques ou optroniques, de l'objet de grande consommation au matériel de pointe. C'est un élément clef qui confère au dispositif sa puissance de traitement tout en permettant de plus en plus souvent une grande souplesse d'évolution grâce aux composants reprogrammables. Un ingénieur opticien, sans prétendre être un spécialiste de cette discipline très pointue et en perpétuelle évolution, se doit de connaître les fonctions de celle-ci afin d'être capable de dialoguer en connaissance de cause avec un spécialiste du sujet et d'opérer le cas échéant les choix des grandes lignes technologiques adaptées à ses développements. Cet enseignement a donc pour objet de fournir aux futurs ingénieurs opticiens une connaissance générale des possibilités et des technologies actuelles.

Dans une deuxième partie est abordé la notion de transmission de signaux, en particulier les modulations analogiques classiques.

Des travaux dirigés viennent compléter chacun des cours.

Plan du cours**PARTIE A : Fonctions numériques**

Chapitre 1 : De l'analogique au numériques & intérêts du numérique.

Chapitre 2 : Circuits mixtes analogiques-numériques

Comparateurs électroniques, comparateurs à hystérésis, applications.

Codages binaire et hexadécimal. Convertisseurs analogique-numérique et numérique-analogique. Exemple de structures pratiques.

Chapitre 3 : Fonctions logiques combinatoires

Codeurs, décodeurs et transcodeurs. Multiplexeurs et démultiplexeurs. Circuits arithmétiques. Notion d'ALU. Etat haute impédance et application à la structure de bus.

Chapitre 4 : Circuits logiques séquentiels

Définition et modes de fonctionnements. Composants élémentaires : les bascules et les verrous.

Circuits standards : registres et compteurs.

Chapitre 5 : Initiation au Langage VHDL pour la synthèse des circuits logiques

Notion de circuit programmable et cycle de conception en VHDL

Dualité entité-architecture. Types de base et instructions d'affectation. Instruction concurrentes et séquentielles. Notion de process. Instruction de choix et affectations conditionnelles. Codage des fonctions séquentielles. Notion de Vhdl structurel.

Chapitre 6 : Circuits matriciels

Exemple des capteurs CCD et CMOS. Typologie des mémoires. Structures des mémoires vives : décodage, décodage lignes et colonnes. Les différents types de circuits programmables en VHDL : PLD, CPLD, FPGA.

PARTIE B : Transmissions des informations

Chapitre 1 : Présentation et transmissions série de signaux numériques

Notion de half et full duplex. Notion de détection d'erreur.

Chapitre 2 : Modulation d'amplitude

Modulation avec ou sans porteuse. Notion de taux de modulation

Circuits modulateurs. Modulation BLU.

Démodulation d'amplitude et circuits démodulateurs. Applications

Chapitre 3 Modulations angulaires

Modulation de phase et modulation de fréquence à porteuse sinusoïdale. Etude temporelle et fréquentielle.

Circuit modulateurs et démodulateurs. Applications.

Polycopié ou notes de cours disponibles

Copie des transparents de cours.

Bibliographie

T.T. Lang, *Electronique numérique*, Masson – 1995 (disponible à la bibliothèque de l'IOTA, cote B1265).

P. Horowitz et W. Hill, *Traité théorique et pratique d'électronique - Volume 2 : Techniques numériques and analogiques*, Elector - 1996 (disponible à la bibliothèque de l'IOTA, cote B1200).

P. Larcher, *Initiation à la synthèse logique* – Eyrolles – 1998.

M. Aumiaux, *Initiation au langage VHDL*, Dunod – 2000 (disponible à la bibliothèque de l'X).

Pré-requis

Le cours de 1^{er} semestre qui a été conçu en concordance avec ce cours de second semestre.

Unité d'enseignement : **Traitement de l'information S2**Volume horaire : **18,0 h**Coordinateur : **Mme Fabienne BERNARD**

Intervenants : Mr Lionel JACUBOWIEZ

Mme Fabienne BERNARD

Examens : Compte-rendu, Examen écrit

Objectifs et compétences

A l'issue de cet enseignement et du cours associé, les élèves seront capables de :

- ⤴ Décomposer les différentes fonctions d'électronique analogique et logique (combinatoire et séquentielle simple) à l'œuvre dans un dispositif technique ou scientifique
- ⤴ Quantifier les ordres de grandeurs des signaux, des fréquences et des puissances nécessaires à la réalisation des différentes fonctions,
- ⤴ Identifier les sources de bruits et en quantifier les ordres de grandeurs en puissance,
- ⤴ Mettre en œuvre, associer entre eux et tester des dispositifs (comportant de l'électronique) commerciaux.

L'enseignement expérimental d'ETI consiste à la conception, la mise en œuvre et le test de circuits réalisant des fonctions simples de l'électronique.

Il comporte 10 séances de TP sur l'année et 1 module de projet sur 4 séances. Il est construit en lien avec le cours magistral mais il est dispensé selon un rythme qui lui est propre.

Les TP s'organisent autour de 3 thèmes : Au premier semestre : Thème 1 Les diodes. (4 séances) , Thème 2 L'analyse spectrale(2 séances) .

Au deuxième semestre : Thème 3 : Liaison numérique sur fibre optique (4 séances)

L'année se clôt par un projet en 4 séances. Il est l'aboutissement de l'année de formation en ETI. Il consiste à concevoir et à construire un dispositif électronique capable de résoudre un problème technique précis.

Plan du cours**Thème 3 – Liaison numérique sur fibres optiques – (4 séances)**

1 Production et émission d'un code numérique

2 Contrôle par un FPGA

3 Réception du signal numérique

4 Décodage des données transmises

Ces quatre séances de TP sont une introduction pratique aux communications numériques. Le travail demandé ici fait appel à la fois aux notions apprises en TP sur les circuits à DEL/Photodiodes et aux fonctions de l'électronique logique décrites en VHDL.

L'ensemble des circuits réalisés au cours de ces 4 séances permet de transmettre une valeur en Volt, une fois convertie en un code numérique. La transmission numérique construite dans ce TP contient les éléments suivants :

- ⤴ Un module de conversion analogique-numérique, piloté par un composant logique reconfigurable (FPGA).
- ⤴ La liaison optique : LED dans le visible et photodiode reliées par une fibre optique plastique.
- ⤴ Le circuit de détection qui à partir du signal (analogique) de la photodiode doit restituer la suite de '0' et de '1' émise.
- ⤴ Le circuit de pilotage en puissance de la LED.

Polycopié ou notes de cours disponibles

Polycopié : Travaux Pratiques d'Électronique. Première année – Deuxième semestre

Bibliographie

Anglais : "The art of electronics", Horowitz and Hill, Cambridge Univ. Press

Français : La traduction du précédent complété de travaux pratiques :

· Traité théorie et pratique de l'électronique analogique et numérique.

Volume 1 : techniques analogiques. Volume 2 : Techniques numériques ; Elektor, 1996,

· Travaux pratiques du traité de l'électronique analogique et numérique. Tome 1 : labo analogique ; Tome 2 : labo numérique. Elektor , 1997,

· Expériences d'électronique. Agrégation de sciences physique. Lievre, Duffait ; Breal 1999

· Circuits fondamentaux de l'électronique analogique. Tran Tien, Lavoisier , 1996.

VHDL / Du langage au circuit du circuit au langage, cours et exercices. Weber , Meaudre. Dunod , 2001

Pré-requis

TP électronique Première année – Premier semestre.

Institut d'Optique - 1e année - Palaiseau
CFA - Séances Tutorées Scientifiques 1**2013-2014****Coefficient : 60**Unité d'enseignement : **Traitement de l'information S2**Volume horaire : **150,0 h**Coordinateur : **Mr Denis BOIRON**

Intervenants :

Examens : Evaluation Maître d'apprentissage, Examen oral

Objectifs et compétences

Il s'agit de présenter un sujet technique en lien avec le projet en apprentissage. L'apprenti devra s'attacher à identifier les lois de la physique à l'œuvre. Il devra également essayer de prendre du recul sur ce sujet technique, en évoquant en particulier les différentes possibilités techniques existantes. Exemples : expliquer le fonctionnement détaillé du produit ou du composant sur lequel l'apprenti travaille, expliquer le dimensionnement d'un appareil à la conception duquel l'apprenti a participé...

De manière générale, ces soutenances sont l'occasion pour chaque apprenti de présenter aux autres apprentis un aspect de son travail en entreprise et du cadre dans lequel il se situe. **Il est donc essentiel de faire preuve de pédagogie, afin que l'exposé soit compréhensible par tous.**

Compétences ciblées :

- Communiquer clairement et de façon adéquate à l'écrit comme à l'oral
- Analyser un problème technique.

Plan du cours

La soutenance se déroulera au CFA devant les autres apprentis.

Le jury sera composé du responsable pédagogique des apprentis et d'un enseignant du CFA.

L'exposé durera 15 minutes, suivi par 15 minutes de questions.

Polycopié ou notes de cours disponibles**Bibliographie****Pré-requis**

Institut d'Optique - 1^{ère} année - Palaiseau**2013-2014****Anglais - semestre 2****Coefficient : 50**Unité d'enseignement : **Langues S2**Volume horaire : **28,0 h**Coordinateur : **Mme Annick MANCO**

Intervenants :

Examens : **Contrôle continu****Objectifs et compétences**

En conformité avec les instructions de la CTI, l'anglais est un outil de travail et d'étude pour l'élève ingénieur. En fin de 1^{ère} année, l'objectif est que « l'anglais ne soit (presque) plus une langue étrangère », selon l'expression de la CTI elle-même.

Les groupes de niveaux A, B et C permettent une pédagogie adaptée afin que les élèves plus faibles puissent rattraper leur retard et être tout à fait autonomes en fin de 1^{ère} année – par exemple pour être capables de suivre les cours de science en anglais en deuxième année. Les cours de consolidation se poursuivent donc au deuxième semestre.

Le travail personnel est important, et la pédagogie intègre de plus en plus de compétences transverses.

Plan du cours

Les thèmes dominants des deux semestres sont:

- a) presse et média, travail d'écoute intensive, structures orales principales, prise de parole spontanée, enrichissement lexical.
- b) révisions grammaticales, travail sur la prononciation.

Notation :

Pour chaque semestre, au moins 3 épreuves sont notées et la moyenne donne la note de contrôle continu, pondérée par une note de participation. Les absences non justifiées sont sanctionnées.

Si la moyenne de fin d'année est inférieure à 10, un examen de rattrapage sera imposé.

Les cours sont de deux heures, sur deux semestres d'environ 14 semaines.

Polycopié ou notes de cours disponibles

Distribués par les professeurs

Bibliographie

English for Science (A.Kempton), Intelligent Business (OUP) New Scientist, the Economist, A Practical English Grammar (Murphy), Business Grammar (Duckworth)

Pré-requis

Unité d'enseignement : **Langues S2**Volume horaire : **14,0 h**Coordinateur : **Mme Annick MANCO**

Intervenants :

Examens :

Objectifs et compétences

Les dont les résultats du 1^{er} semestre dénotent quelques lacunes en anglais bénéficient de cours de consolidation au 2^{ème} semestre.
Ceci comprend des devoirs et un travail personnel régulier.

Plan du cours

Le programme est établi en fonction des besoins des élèves mais comprend la grammaire générale et tout travail permettant d'aborder la deuxième année avec le niveau B1 du Cadre de Référence Européen, c'est à dire le niveau intermédiaire, au minimum.

Polycopié ou notes de cours disponibles**Bibliographie**

A Practical English Grammar (Murphy), Business Grammar (Duckworth)

Pré-requis

Unité d'enseignement : **CFA - Acquis en Entreprise**Volume horaire : **400,0 h**Coordinateur : **Mr Vincent JOSSE**

Intervenants :

Examens : Evaluation Maître d'apprentissage, Examen oral, Validation d'acquis en entreprise

Objectifs et compétences

Les objectifs sont doubles :

- Il s'agit d'une part de faire **une synthèse de l'activité en entreprise** lors de la première année en entreprise. Cette synthèse portera sur le contenu scientifique, mais aussi sur les aspects relatifs à la place de l'apprenti au sein de l'entreprise (compréhension de son environnement).
- Il s'agit également de **valider les acquis en entreprise** identifiés lors de la signature du contrat tripartite. Une compétence transverse ainsi qu'une compétence métier devront être validées. Notez qu'une compétence n'est réellement acquise que si elle est utilisable, à bon escient, dans un autre contexte. C'est cela qui sera jugé et non pas les résultats que vous avez obtenus.

Compétences ciblées :

- Communiquer clairement et de façon adéquate à l'écrit comme à l'oral
- S'insérer dans un réseau et un environnement professionnel
- Maîtriser des concepts techniques simples (à la base de systèmes plus complexes)

Plan du cours

L'évaluation se fera en entreprise, en présence du maître d'apprentissage et du tuteur académique. Aucune forme particulière n'est imposée a priori par le CFA, celle-ci devant être définie d'un commun accord entre l'apprenti et les tuteurs. Toutefois, pour la synthèse de l'activité en entreprise, une présentation orale d'environ 20-30 minutes semble raisonnable.

Concernant l'évaluation des acquis en entreprise, il est par exemple possible de rompre avec une présentation classique et de privilégier la démonstration sur le terrain. C'est l'occasion de faire preuve d'imagination pour illustrer ces acquisitions d'un genre nouveau. Les exemples concrets, les témoignages et les expérimentations de terrain s'avèrent souvent plus démonstratifs et convaincants qu'une présentation entièrement en salle.

Polycopié ou notes de cours disponibles**Bibliographie****Pré-requis**

Unité d'enseignement : **Vie Associative**Volume horaire : **30,0 h**Coordinateur : **Mr François GOUDAIL**

Intervenants :

Examens : Soutenance

Objectifs et compétences

Reconnaissance d'une implication dans la vie associative de l'école.

Plan du cours

Le but de cette « matière » est de reconnaître l'implication des élèves dans la vie associative, en donnant une visibilité administrative à l'action. Il s'agit d'une reconnaissance a posteriori et optionnelle.

Les élèves qui souhaitent faire reconnaître leur action a posteriori font acte de candidature adressé au directeur des études (un mail décrivant le travail) puis présentent oralement leur travail.

Le jury, composé d'enseignants et de responsables administratifs, met une note à l'élève.

La note permet de donner une visibilité à l'action au moment des jurys.

L'action est également indiquée dans le supplément au diplôme.

Polycopié ou notes de cours disponibles**Bibliographie****Pré-requis**

Programme de la deuxième année

Site de Paris-Saclay

Programme d'enseignement

Semestre / UE / Matière	Coef.	Heures	Page
Semestre 1			
UE : Optique avancée S1	ECTS de cette UE = 7		
Optique de Fourier	30	30,0 h	002
Lasers	30	27,0 h	003
TP - Optique - semestre 1	40	36,0 h	004
UE : Systèmes	ECTS de cette UE = 10		
Conception de Systèmes Optiques	40	60,0 h	005
Radiométrie	20	29,0 h	006
Initiation à LabView	10	13,5 h	007
Calcul Scientifique	30	32,0 h	008
UE : Langues S1	ECTS de cette UE = 4		
Anglais - semestre 1	50	22,0 h	009
Etudiant - 2e Langue - semestre 1	50	20,0 h	010
UE : Compétences transverses	ECTS de cette UE = 5		
Gestion	40	18,0 h	011
CFA - Analyse de l'entreprise	60	12,0 h	012
Semestre 2			
UE : Optique avancée S2	ECTS de cette UE = 7		
Optique Non-Linéaire	20	21,0 h	013
Optique des Ondes Guidées	20	21,0 h	014
TP - Optique - semestre 2	60	54,0 h	015
UE : Formation scientifique	ECTS de cette UE = 6		
Systèmes de détection	25	21,0 h	016
Rayons X et applications industrielles	25	18,0 h	017
Statistical Physics	25	18,0 h	018
Electro- & Acousto-Optique	25	18,0 h	019
Electronique rapide	25	18,0 h	020
Holographie et Speckle	25	18,0 h	021
Optique et biologie	25	18,0 h	022
Sources à Semiconducteur	25	18,0 h	023
Interaction Matière Rayonnement	25	18,0 h	024
UE : Langues S2	ECTS de cette UE = 4		
Anglais - semestre 2	50	26,0 h	025
Etudiant - 2e Langue - semestre 2	50	22,0 h	026
UE : Formation de l'ingénieur	ECTS de cette UE = 7		
Procédés de Traitement de l'Information et du Signal	60	48,0 h	027
CFA - Séances Tutorées Scientifiques 2	40	12,0 h	028
UE : CFA - Acquis en Entreprise	ECTS de cette UE = 10		
CFA - Evaluation 2	100	700,0 h	029
UE : Vie Associative	ECTS de cette UE = 3		
Vie Associative	100	30,0 h	030

Unité d'enseignement : **Optique avancée S1**Volume horaire : **30,0 h**Coordinateur : **Mr Arnaud DUBOIS**

Intervenants : Mr Arnaud DUBOIS

Mr Hervé SAUER

Mr Yann FERREC

Mr Antoine FEDERICI

Examens : Examen écrit

Objectifs et compétences

La propagation de la lumière et la formation des images peuvent être modélisées, dans le cadre de l'optique ondulatoire scalaire, au moyen d'un formalisme s'appuyant sur l'analyse mathématique de Fourier.

L'objectif du cours est de présenter aux élèves les concepts fondamentaux de ce modèle et de leur fournir les outils de calculs utiles dans de nombreux domaines de l'optique : systèmes d'imagerie, holographie, lasers, communications optiques, etc.

Ce cours d'optique de Fourier traite en particulier de la diffraction en régimes de Fresnel et de Fraunhofer. Le filtrage des fréquences spatiales et l'imagerie en éclairages cohérent et incohérent sont également abordés. Enfin, les notions de cohérences temporelle et spatiale sont introduites et reliées au phénomène d'interférence.

Le cours magistral est illustré par 5 travaux dirigés.

Plan du cours

1. POSTULATES OF WAVE OPTICS
2. MONOCHROMATIC WAVES
3. ELEMENTARY WAVES
4. TRANSMISSION THROUGH OPTICAL COMPONENTS
5. PROPAGATION OF LIGHT IN FREE SPACE
6. OPTICAL FOURIER TRANSFORM
7. DIFFRACTION
8. SPATIAL FILTERING
9. IMAGE FORMATION WITH COHERENT AND INCOHERENT ILLUMINATION
10. STATISTICAL PROPERTIES OF RANDOM LIGHT
11. INTERFERENCE OF PARTIALLY COHERENT LIGHT

TD1 : Propagation d'un faisceau Gaussien

TD2 : Diffraction par une ouverture circulaire

TD3 : Lentille diffractive

TD4 : Cohérence spatiale

TD5 : Imagerie en éclairage incohérent

Polycopié ou notes de cours disponibles

Polycopié du cours (en anglais) distribué aux élèves et disponible sur « Libres-Savoirs ».

Bibliographie

- "Fundamentals of Photonics" (Wiley Series in Pure and Applied Optics). Bahaa E. A. Saleh, Malvin Carl Teich. John Wiley & Sons, 1st edition (August 15, 1991)
- "Introduction to Fourier Optics", J.W. Goodman (Stanford University). Second edition Mc Graw-Hill (1996)
- "Principles of Optics", Born and Wolf (Pergamon Press 6th edition)

Pré-requis

Optique Physique (cours 1A)

Analyse de Fourier (cours « Mathématique et Signal » en 1A)

Unité d'enseignement : **Optique avancée S1**Volume horaire : **27,0 h**Coordinateur : **Mr François BALEMBOIS**

Intervenants :

Examens : Examen écrit

Objectifs et compétences

Ce cours donne les grands principes de fonctionnement des lasers. Il est basé sur les équations de débits gérant les populations des niveaux dans un milieu laser. Les oscillateurs et les amplificateurs laser sont abordés en régime de fonctionnement continu et en régime impulsionnel. Les faisceaux gaussiens et la stabilité des cavités sont traitées grâce à l'utilisation des matrices de transfert paraxiales. Les propriétés générales du rayonnement laser sont exposées ainsi que leurs conséquences concernant la sécurité laser.

Le cours est conçu pour donner une grille de lecture permettant de s'orienter dans le monde des lasers : une bonne connaissance des principes physiques et des points de repère technologiques. A la fin du cours, les élèves doivent être capables de concevoir des cavités laser de comprendre une fiche de spécification d'un laser, de lire un schéma optique comprenant des systèmes laser et de faire de la veille sur les sources laser.

Plan du cours**I - ATOMES ET PHOTONS**

- 1) Absorption, émission spontanée, émission stimulée
- 2) Elargissement spectral : formes de raie
- 3) Sections efficaces
- 4) Équations de débit, systèmes à 2, 3 et 4 niveaux

Application : Laser à saphir dopé au titane

II - AMPLIFICATION OPTIQUE

- 1) Intensité en sortie d'un milieu amplificateur
- 2) Etude du gain en fonction de la fréquence

Application : Amplificateur dopé à l'erbium

III - L'OSCILLATEUR LASER

- 1) Conditions d'oscillation
- 2) Intensité en sortie d'oscillateur
- 3) Cas des cavités linéaires
- 4) Spectre de l'oscillateur laser

Applications : Gain et pertes d'un oscillateur laser, Etude d'un laser Nd :YAG

IV - LASERS IMPULSIONNELS

- 1) Régimes transitoires, régime déclenché
- 2) Synchronisation des modes en phase

Application : caractérisation d'un laser déclenché

V - OPTIQUE DES LASERS

- 1) L'onde sphérido-gaussienne, matrices ABCD et loi ABCD
- 2) Cavités stables
- 4) Modes d'ordre supérieurs

Applications : études de différentes cavités laser : plan-concave, anneau, cavité en Z

VI - SECURITE LASER**Polycopié ou notes de cours disponibles**

Polycopié : « lasers : fondamentaux »

Bibliographie

"Fundamentals of Photonics", B.E.A. Saleh and M.C. Teich

« Principles of laser », Orazio SVELTO

« Lasers et optique non linéaire », Christian DELSART

www.optique-ingenieur.org/**Pré-requis**

Unité d'enseignement : **Optique avancée S1**Volume horaire : **36,0 h**Coordinateur : **Mr Lionel JACUBOWIEZ**

Intervenants :

Examens : **Compte-rendu****Objectifs et compétences**

A l'issue du bloc de travaux pratiques « Photométrie », les élèves seront en particulier capables de :

- concevoir un dispositif de mesure de grandeurs photométriques visuelles (luminance, flux)
- concevoir un dispositif de mesure des caractéristiques photométriques d'un objectif (Transmission, lumière parasite, vignettage,...).
- relier l'efficacité lumineuse (lm/W) d'une source avec son spectre d'émission
- réaliser un bilan photométrique sur un système optique complet
- évaluer et prendre en compte toutes les incertitudes d'un dispositif de mesure photométrique

A l'issue du bloc de travaux pratiques « Polarisation », les élèves seront en particulier capables de :

- maîtriser l'utilisation de lames simples (demi-onde, quart d'onde) - produire et analyser une polarisation donnée
- mesurer une biréfringence linéaire et circulaire - comprendre les principes de base de l'ellipsométrie

Plan du cours

L'évaluation des Travaux Pratiques repose en général sur 3 points :

- l'habilité, l'autonomie et l'esprit d'initiative des étudiants pendant la séance
- une brève explication orale du dispositif étudié
- la rédaction d'un compte rendu détaillé.

De plus, un examen sur l'ensemble de l'année est organisé fin mai.

Bloc Polarisation**1 – Polarisation, notions de base** : Etude de lames simples (demi-onde, quart d'onde). Etude et production d'une polarisation donnée**2 – Mesures de biréfringence** : Spectre cannelé, compensateur de Babinet, méthode λ sur quatre**3 – Etude d'un modulateur électro-optique** : Etude d'un composant électrooptique (KD^*P ou LiNbO_3) pour des fonctions de modulation d'intensité.Mesure de la tension V_{π} , du taux d'extinction et de la bande passante. Transmission d'un signal audio**4 – Polarimétrie à analyseur tournant** : Polarimétrie par la méthode de l'analyseur tournant. Acquisition et traitement de données par ordinateur.Mesure de polarisation elliptique. Introduction à l'ellipsométrie: détermination des paramètres Θ et Ψ sur un échantillon simple et interprétation des mesures.**Bloc Photométrie****1 - Mesures de luminances:**Correspondances entre les diverses grandeurs photométriques. Calibration d'un détecteur visuel (cellule au silicium avec filtre $V(\lambda)$) avec une lampe étalon d'intensité. Mesures de luminances de diverses sources.**2 - Mesures de flux totaux (sur 4π stéradians):**

Calibration d'une sphère intégrante avec une lampe étalon de flux. Mesures du flux total émis par diverses sources.

3 - Etude photométrique d'un objectif:

Mesures de transmission, des nombres d'ouverture, du vignettage et du taux de lumière parasite.

4 – Télémétrie laser par mesure de temps de vol

Etude d'un télémètre laser utilisant un microlaser à 1.5 microns, Etude de la résolution du télémètre, Etude de la propagation dans les câbles BNC et des problèmes d'adaptation d'impédance.

Polycopié ou notes de cours disponiblesPolycopié de TP de 2^{ème} année 1^{er} semestre**Bibliographie****Pré-requis**

Unité d'enseignement : **Systèmes**Volume horaire : **60,0 h**Coordinateur : **Mme Gaëlle LUCAS-LECLIN**

Intervenants : Mme Gaëlle LUCAS-LECLIN

Mr Yvan SORTAIS

Mr Raymond MERCIER

Mme Catherine BURCKLEN

Examens : Compte-rendu, Examen écrit, Compte-rendu

Mr Benjamin VEST

Objectifs et compétences

Le cours expose l'origine des aberrations chromatiques et géométriques des systèmes optiques, et évalue leur importance pour des systèmes simples (lentilles, miroirs, ...). Il donne les outils nécessaires à la caractérisation des aberrations, en s'appuyant en particulier sur les notions d'écart normal, de réponse percussionnelle et de fonction de transfert de modulation. Les méthodes générales d'évaluation et de compensation des aberrations sont étudiées. Les principes de l'optimisation de systèmes optiques sont abordés sur un logiciel de conception optique. Enfin, les principales méthodes expérimentales de caractérisation sont décrites. Le cours donne lieu, au 2^{ème} semestre, à un projet de conception optique.

A l'issue de ce cours, les étudiants ont acquis les connaissances leur permettant d'évaluer la qualité d'un système optique d'imagerie, selon plusieurs critères, et de concevoir, modéliser et optimiser des systèmes simples ; ils seront en mesure de comprendre ou de rédiger un cahier des charges d'un dispositif d'imagerie. Ils auront enfin été formé à l'utilisation des logiciels de conception de systèmes optiques.

Plan du coursCours (32h)**Méthodes d'évaluation des aberrations**

Approche géométrique - Ecart normal et surface d'onde

Approche ondulatoire (*réponse percussionnelle, rapport de Strehl et critère de Maréchal*)**Aberrations des systèmes centrés**Développements limités de l'écart normal - Les aberrations du 3^{ème} ordre :*Aberration sphérique, Coma - Astigmatisme, Courbure de champ, Distorsion***Evaluation des aberrations géométriques de systèmes classiques**

Les optiques simples - Association de systèmes

Les outils de la conception de systèmes optiques

Fonction de transfert de modulation - Modélisation et optimisation numérique des systèmes optiques

Défauts des systèmes réels : aberrations d'excentrement & tolérancement

Méthodes expérimentales de caractérisation des systèmes optiques

Travaux dirigés (29,5h)

13,5h de TD sur papier ("traditionnels") et 14h de TD sur ordinateur

- Les TD sur papier sont l'occasion d'étudier des configurations classiques simples, de mettre en pratique les méthodes d'évaluation des aberrations d'un système optique et de donner les lignes directrices de conception.

- Les TD sur machine ont pour objectif l'étude de systèmes dont le calcul "à la main" serait trop fastidieux, d'initier à la conception optique et de visualiser les caractéristiques typiques (réponses percussionnelles, front d'onde, ...) de systèmes. Le logiciel de conception optique est OSLO.

Devoir à la maison et mini-projet

Pendant le semestre, les étudiants réalisent un devoir corrigé et un mini-projet de conception optique, qui sont l'occasion d'approfondir les connaissances de cours et de mettre en pratique les notions ; le temps de travail personnel estimé est de l'ordre de 10h.

Polycopié ou notes de cours disponibles

Polycopiés : Notes de cours (G. Lucas-Leclin, Y. Sortais)

Mode d'emploi simplifié OSLO (G. Lucas-Leclin)

Copies des transparents de cours

Bibliographie

Français : Traité d'optique Instrumentale, Maréchal & Françon

Anglais : Rudolph Kingslake "Lens Design Fundamentals"; Warren Smith "Modern optical Engineering"; "Handbook of Optics".

Pré-requis

Optique Instrumentale

Optique de Fourier

Unité d'enseignement : **Systèmes**Volume horaire : **29,0 h**Coordinateur : **Mr Julien MOREAU**

Intervenants : Mr Julien MOREAU

Mr Hervé SAUER

Examens : Examen écrit

Objectifs et compétences

Donner les notions de base en radiométrie géométrique et en colorimétrie qui sont indispensables à la conception de systèmes de détection optique (capteurs de flux ou d'imagerie). Ce cours doit permettre aux futurs ingénieurs ou scientifiques **de spécifier et caractériser les éléments optiques ou optoélectroniques** de tels systèmes : sources, milieux de propagation et surfaces, composants optiques, et détecteurs. Dans ce but, le modèle théorique de rayonnement du corps noir et la description des phénomènes d'absorption et de diffusion des milieux de propagations sont aussi abordées

Plan du cours

1. Introduction générale.
2. Grandeurs et relations fondamentales de radiométrie géométrique. Unités et grandeurs visuelles.
3. Propriétés radiométriques des systèmes optiques.
4. Notions de spectro-radiométrie.
5. Introduction à la colorimétrie.
6. Modèle du corps noir et rayonnement par incandescence.
7. Propriétés radiométriques des surfaces et des milieux

Polycopié ou notes de cours disponibles

Notes de cours ainsi que les énoncés et corrigés des TD disponibles en ligne sur Libres Savoirs

Bibliographie

«Bases de radiométrie optique » J.L. Meyzonnette, T. Lépine, édition Cépaduès

«Introduction to Radiometry and Photometry » R.McCluney, Optoelectronics library

Pré-requis

Optique géométrique
Optique Instrumentale

Unité d'enseignement : **Systèmes**Volume horaire : **13,5 h**Coordinateur : **Mr Frédéric CAPMAS**

Intervenants :

Examens : **Contrôle continu****Objectifs et compétences**

Ce cours a pour principal objectif l'enseignement des bases de la programmation graphique avec LabVIEW, qui est un environnement de développement graphique permettant de créer rapidement, à moindres coûts, des applications modulaires et évolutives pour le test, la mesure et le contrôle. Vous serez donc capable d'acquérir et générer des signaux du monde physique, analyser les données acquises pour en extraire les informations pertinentes, et partager les résultats obtenus, ainsi que les applications elles-mêmes.

Plan du cours

Le cours se décompose principalement en deux parties :

1. Cours (20 heures)

Dans cette partie, les différents concepts clés liés à la programmation graphique sont introduits et directement illustrés au moyen d'exemples applicatifs précis :

- Création des applications d'acquisition de données, d'analyse et d'affichage ;
- Création des interfaces utilisateur avec des commandes, des graphes, des menus déroulants ;
- Utilisation des structures de programmation spécifiques (boucle while, for, séquentielle, événementielle...) et les différents types de données existant ;
- Enregistrement vos données dans des fichiers ;
- Création des applications qui utilisent des cartes d'acquisition de données (DAQ) ;
- Utilisation des VIs Express pour démarrer rapidement votre application ;
- ...

À l'issue de cette partie, vous êtes opérationnel sur la programmation graphique et pouvez commencer à développer vos propres projets.

2. Projet (8 heures)

Ce projet vous permet de développer une application complète et d'envergure à partir d'un cahier des charges donné par l'instructeur. Il est réalisé en équipe-projet et exploite la programmation modulaire.

D'un point de vue technique, l'objectif est d'interfacer des capteurs et instruments de mesure (par exemple, ceux d'une station météorologique) et de rendre disponible via le réseau l'ensemble des informations acquises.

Au final, vous avez développé votre premier projet d'interfaçage en équipe.

Polycopié ou notes de cours disponibles

Cours disponible en ligne sur l'intranet.

Bibliographie

www.ni.com

Pré-requis

Aucun pré requis

Unité d'enseignement : **Systèmes**Volume horaire : **32,0 h**Coordinateur : **Mr Hervé SAUER**Intervenants : Mr Hervé SAUER
Mr Mondher BESBES
Examens : Contrôle continu, Examen écritMr Charles CIRET
Mr Gabriel PRUDHOMME**Objectifs et compétences**

Cet enseignement a pour objet d'initier les élèves à l'utilisation raisonnée des ordinateurs dans un contexte scientifique. Il concerne essentiellement la résolution de problèmes numériques classiques avec les outils logiciels et matériels dont disposent couramment les scientifiques d'aujourd'hui, accompagnée d'une large sensibilisation aux possibilités mais aussi aux limitations du calcul numérique.

Pour une bonne assimilation des concepts, cet enseignement s'appuie exclusivement sur des «cours-TD» en salle d'informatique, avec une large participation pratique des élèves sur ordinateur avec le logiciel Matlab®, très utilisé dans le monde scientifique et industriel.

À la fin du semestre, un élève est normalement en mesure de commencer à utiliser de manière efficace et avisée le logiciel Matlab (ou des logiciels similaires) comme un outil de résolution de problèmes typiques d'ingénierie ou de physique, comme il peut rencontrer dans d'autres TD ou TP, en stage ou dans sa carrière d'ingénieur ou de physicien.

Plan du cours**Utilisation du logiciel Matlab [~8h] :**

- Les objets Matlab de base: scalaires, vecteurs, matrices. Les expressions de type tableau.
- Graphiques 2D et 3D. Affichage d'images
- Éléments de programmation (notions de justesse, efficacité, robustesse, maintenabilité, modularité, lisibilité – fonctions, notions de variables locales et d'arguments formels et actuels, structures de contrôle, structures de données, ...)

Éléments de calcul numérique [~24h] :

- Codage en virgule flottante et erreur d'arrondi. Erreur de méthode. Stabilité numérique des algorithmes.
- Résolution des systèmes linéaires de Cramer. Notion sur le nombre de condition des matrices.
- Résolution des systèmes linéaires au sens des moindres carrés.
- Décomposition en valeurs singulières [SVD] et nombre de condition
- TFD (FFT) 1D et 2D
- Résolution de problèmes non linéaires (Recherche de zéro, utilisation d'outils d'intégration numérique, utilisation d'outils d'optimisation locale ou globale, ...)
- Résolution d'équations différentielles et introduction élémentaire à la résolution d'équations aux dérivées partielles

L'exposition des diverses notions est faite au travers de cours et d'exercices pratiques mélangeant la prise en main progressive du logiciel Matlab et la découverte et manipulation des concepts et méthodes du calcul numérique.

Polycopié ou notes de cours disponibles

Copie des transparents de cours.

Polycopié: H.Sauer, *Calcul numérique, visualisation et programmation avec Matlab®*, v2013-2014**Bibliographie**

C. B. Moler, *Numerical Computing with MATLAB*, 2nd Ed., Cambridge University Press, 2010.
W. H. Press et al., *NUMERICAL RECIPES - The Art of Scientific Computing*, Cambridge University Press, (2nd Ed,1992) (3rd Ed, 2007)
S. J. Chapman., *MATLAB Programming with Applications for Engineers*, 1st International Ed., Nelson Engineering 2013

Pré-requis

Connaissances de mathématiques générales et de mathématiques de base pour l'ingénieur (comme données par le 1er cycle universitaire scientifique français CPGE+1A, L1+L2+L3, ...): analyse générale, algèbre linéaire, transformée de Fourier et transformée de Fourier discrète, équations différentielles, ...Des connaissances préalables de base en programmation (par exemple, pratique du langage C) sont utiles.

Unité d'enseignement : **Langues S1**Volume horaire : **22,0 h**Coordinateur : **Mme Annick MANCO**

Intervenants :

Examens : **Contrôle continu****Objectifs et compétences**

L'objectif de la deuxième année est de donner aux élèves-ingénieurs la capacité à être pleinement opérationnels , à étudier en anglais avec autonomie et aisance, à effectuer des recherches et travailler dans cette langue sans aucune difficulté.

Perfectionner toutes les compétences linguistiques et transverses de façon intégrée et se préparer à la vie professionnelle découlent tout naturellement de cet objectif.

Plan du cours

Les notes de fin de première année déterminent les groupes (ANG., B ou C).

Les deux filières ont les mêmes cours, de deux heures hebdomadaires, qui s'articulent sur deux semestres de 11 semaines environ. L'un des deux semestres est davantage axé sur les CV, les entretiens, la correspondance et la culture d'entreprise, par exemple à l'aide d'études de cas, en préparation à la vie professionnelle. Une introduction à la rédaction scientifique est également prévue. Quelques aspects de l'interculturel sont abordés, de façon à préparer les élèves à la dimension internationale de leur futur travail.

Le travail personnel encadré prévoit que les élèves travaillent en groupe sur un mémoire original, et sur une problématique de leur choix. Des réunions d'avancement permettent un suivi du travail des élèves, de leur première rédaction, et des corrections en amont de leur présentation à la classe. Les compétences écrites et orales sont donc développées parallèlement. Par ailleurs, un vrai travail d'équipe avec gestion du temps, partage des tâches et échange d'idées est mis en place et suivi, d'autant plus productif que les groupes sont constitués pour bien intégrer les étudiants internationaux.

Le système de notation en vigueur est le contrôle continu.

Polycopié ou notes de cours disponibles

Un fascicule reprenant tous les points importants des cours, proposant des lectures complémentaires et permettant les révisions en vue des contrôles, est remis aux élèves en début de semestre.

Bibliographie

Communicating in Science (Vernon BOOTH) , The Fifth Discipline (Peter SENGE), Riding the Waves of Culture (Fons TROMPENAARS)

Pré-requis

Tous les élèves devront avoir un bon niveau en compréhension et en expression à la fin de la première année, c'est-à-dire comprendre facilement un cours en anglais, s'exprimer clairement, poser des questions et participer de façon constructive. La CTI demande que le niveau C1 (du Cadre de Référence Européen) soit atteint en fin de scolarité, ce qui implique que toutes les compétences de type B2 soient acquises en début de deuxième année, ou au cours de celle-ci.

Unité d'enseignement : **Langues S1**Volume horaire : **20,0 h**Coordinateur : **Mme Annick MANCO**

Intervenants :

Examens : **Contrôle continu****Objectifs et compétences**

L'apprentissage d'une deuxième langue est obligatoire, sur deux années.

Les cours, de deux heures, sont organisés par niveau en espagnol et en allemand. Les élèves ayant débuté en chinois, japonais ou suédois l'année précédente, peuvent poursuivre ou bien reprendre leur LV2 de lycée, mais pas au niveau débutant.

Selon les recommandations de la CTI, la LV2 vise à donner une vraie ouverture culturelle, une meilleure sensibilité interculturelle et une compréhension de l'actualité

Les étudiants de langue maternelle autre que le français sont invités à suivre des cours de FLE (Français Langue Etrangère)

Plan du cours

Les cours sont articulés autour des 4 compétences principales et contribuent à préparer les élèves à leurs stages à l'étranger. Les méthodes sont variées mais toujours d'un authentique intérêt culturel.

L'évaluation se fait par contrôle continu et donc l'assiduité est exigée.

Polycopié ou notes de cours disponibles

En fonction de la langue choisie et du niveau de la classe, divers supports sont proposés.

Bibliographie

En fonction de la langue choisie et du niveau de la classe.

Pré-requis

Unité d'enseignement : **Compétences transverses**Volume horaire : **18,0 h**Coordinateur : **Mr Olivier FORTIN**

Intervenants : Mr Olivier FORTIN

Mme Nadine CHARTRAIN

Examens : Examen écrit

Objectifs et compétences

Donner aux élèves les notions et le vocabulaire de base nécessaires pour appréhender les problèmes de flux financiers internes et externes à l'entreprise et auxquels ils seront confrontés dans l'exercice de leur métier ;

Ces notions doivent leur permettre d'une part de pouvoir comprendre la structure des principaux documents comptables (bilan, compte d'exploitation et soldes intermédiaires de gestion), mais également de se familiariser aux notions de coûts (de production, de revient et de vente) et de budget (d'un service, d'un projet) et de comprendre les mécanismes d'établissement de ces coûts.

Plan du cours

Introduction

- la fonction financière et les différentes sources de financement accessibles à l'entreprise

1^{ère} partie : La comptabilité générale.

- définition, exigences et postulats.
- notion des enregistrements comptables.
- les outils de suivi économique en comptabilité générale :
 - Le bilan.
 - les postes du bilan.
 - la notion d'amortissement des immobilisations.
 - l'affectation du résultat.
 - quelques principes d'analyse économique et financière du bilan (les grands équilibres, notions de fond de roulement, de besoin en fonds de roulement et de trésorerie).
 - Le compte d'exploitation.
 - les postes de charges et de produits.
 - Les soldes intermédiaires de gestion.
 - description du contenu de 8 indicateurs courants.

2^{ème} partie : le Contrôle de gestion

- Définition et objectifs du contrôle de gestion ;
- Les principes de la comptabilité analytique ;
 - la notion de coût et les différents types de coûts.
 - la différence des objectifs recherchés par la comptabilité générale et la comptabilité analytique.
 - La méthode des coûts complets ou des « sections homogènes ».
 - notions sur les charges directes et indirectes.
 - les centres d'analyse.
 - les unités d'œuvre.
 - les méthodes de valorisation des stocks et en cours.
 - les inconvénients de la méthode.
 - L'établissement des budgets de centre d'analyse.
 - notions de taux horaires et de coefficient d'approvisionnement.
 - L'établissement des budgets de développement et de production de produits ou de projets.
 - Quelques notions sur les méthodes basées sur l'analyse de la variabilité des coûts.
 - intérêts de ces méthodes.
 - principes du « Direct Costing », notions du seuil de rentabilité.

Des exemples simples et chiffrés sont traités en cours afin d'illustrer les principes énoncés durant le cours. Des cas plus complet sont donnés en fin de séance et corrigés au début de la séance suivante

Polycopié ou notes de cours disponibles

Une copie de l'ensemble des planches projetées en cours est remise aux élèves

Bibliographie

Mémento Comptable Francis Lefebvre

Pré-requis

Cours de 1A : Initiation à l'entreprise

Unité d'enseignement : **Compétences transverses**Volume horaire : **12,0 h**Coordinateur : **Mr Vincent JOSSE**

Intervenants :

Examens : Soutenance, Rapport

Objectifs et compétences

Il s'agit ici d'inciter l'apprenti à comprendre le fonctionnement, ainsi que le contexte industriel et économique de son entreprise. Cette évaluation est en lien direct avec le cours de gestion suivi au CFA par les apprentis.

Les questions suivantes devront être abordées dans un rapport écrit et lors d'une soutenance orale :

- structure de l'entreprise (statut, localisation, nombre d'employés, chiffre d'affaire, bilan social (mixité, diversité), activités principales,...)
- organigramme faisant apparaître le service ou l'équipe projet dans lesquels est inséré l'apprenti et ses liens avec les autres composantes de l'entreprise ;
- nature du projet (recherche exploratoire, R&D, développement, contrôle et tests, commercialisation, ...), de son financement ; planning du projet

Compétences ciblées :

- Communiquer clairement et de façon adéquate à l'écrit comme à l'oral
- Rechercher et analyser de manière critique des documents
- S'insérer dans un réseau et un environnement professionnel

Plan du cours

Cette évaluation se compose :

- d'un rapport écrit (10 pages maximum) remis une semaine avant la soutenance (date limite communiquée en cours d'année).
- d'une présentation orale de 10 minutes (+ 5 minutes de questions) au CFA **en présence de tous les apprentis**. Le jury sera constitué du responsable pédagogique des apprentis et d'un enseignant en gestion et économie d'entreprise. Le maître d'apprentissage et le tuteur académique sont bien sûr invités à assister aux présentations, mais ils ne participeront pas à la notation.

Les apprentis appartenant aux mêmes entreprises pourront éventuellement regrouper leurs évaluations, rapport et soutenance, suivant les modalités discutées avec le responsable pédagogique du CFA.

Polycopié ou notes de cours disponibles**Bibliographie****Pré-requis**

Cours de gestion de l'unité d'enseignement "Formation de l'Ingénieur"

Unité d'enseignement : **Optique avancée S2**Volume horaire : **21,0 h**Coordinateur : **Mr Nicolas DUBREUIL**

Intervenants :

Examens : Examen écrit

Objectifs et compétences

Avec l'apparition des lasers est apparue une nouvelle branche de l'optique : l'optique non linéaire. Les effets nouveaux qui en découlent (génération de second harmonique, mélange de fréquences, effet Kerr, ...) ouvrent la voie à de très nombreuses applications qui ont révolutionné l'optique moderne et les télécommunications optiques. L'objectif de ce cours est d'apporter les notions de base de l'optique non linéaire et de permettre aux étudiants de maîtriser ses concepts et ses applications.

Plan du cours

- I- Introduction à l'optique non linéaire
 - Rappels d'optique linéaire
 - Susceptibilités non linéaires
- II - Equation de propagation non linéaire
 - Equations de Maxwell
 - Propagation nonlinéaire en régime stationnaire
- III- Nonlinéarités du deuxième ordre
 - Relations de Manley Rowe
 - Génération de second harmonique – Accord de phase
 - Amplification et oscillation paramétriques optiques
 - Matériaux à quasi-accord de phase
- IV- Nonlinéarités du troisième ordre
 - Effet Kerr, mélange à quatre ondes
 - Propagation d'impulsions courtes, solitons
 - Diffusion Raman spontanée, et stimulée
 - Diffusion Brillouin spontanée et stimulée

Polycopié ou notes de cours disponiblesNotes de cours consultables sur : <http://paristech.iota.u-psud.fr/site.php?id=26>**Bibliographie**

Optique non linéaire, F. Sanchez, Ellipses, 1999.
 Nonlinear Optics, R. W. Boyd, Academic Press, 1992 ou 2003.

Pré-requis

Notions de bases de l'électromagnétisme linéaire (équations de Maxwell, propagation des ondes, indices de réfraction, ...)

Unité d'enseignement : **Optique avancée S2**Volume horaire : **21,0 h**Coordinateur : **Mr Jean Michel JONATHAN**

Intervenants :

Examens : Examen écrit

Objectifs et compétences

Le but du cours est une assimilation des concepts de base permettant la compréhension et la modélisation des éléments essentiels que sont, dans un système de communications par fibres optiques, la dispersion et l'atténuation. Les propriétés principales des fibres à faible nombre de modes doivent être assimilées dans une optique de leurs applications aux télécommunications. Les élèves doivent à l'issue du cours être capables d'analyser un article scientifique ou une documentation technique sur les fibres optiques. Ils doivent être en particulier capables d'en définir les propriétés en termes de confinement et de dispersion. Ils sauront aussi utiliser les notions de couplage entre modes, pour comprendre les composants passifs ou actifs de gestion de la couche optique des réseaux de communication tels que coupleurs, multiplexeurs ou interféromètres.

Plan du cours**Optique guidée planaire**

Le guide plan diélectrique à saut d'indice à une dimension

Notion de mode transverse, condition de guidage, constante de propagation longitudinale, fréquence de coupure ; Résolution graphique.

Résolution des équations de Maxwell. Equation de dispersion. Modes TE, TM, pairs et impairs, notations des modes, amplitude du champ.

Confinement du mode, indice effectif. Vitesse de groupe, temps de transit, déplacement de Goos-Hänchen.

Guide à profil d'indice quadratique

Fibres optiques dans l'approximation du guidage faible

Le champ électromagnétique dans les fibres optiques monomodes. Notion de guidage faible.

Approximation scalaire de l'équation de propagation, description et classification des modes, fréquence de coupure, dégénérescence des modes

Les modes LP, indice effectif, facteur de confinement ; approximation gaussienne du mode LP₀₁ et application aux pertes de couplage entre fibres.Dispersion du mode LP₀₁ (dispersion intramodale), effet de la dispersion chromatique du matériau et des paramètres de la fibre

Perturbations et atténuation

Couplage de modes

Origines du couplage entre modes de propagation. Equations de propagations couplées, constante de couplage, condition d'accord de phase.

Couplage entre les modes de deux guides monomodes voisins. Applications : coupleurs 3dB, multiplexeurs, interféromètres.

Couplage entre deux modes d'une même fibre : couplage par un réseau de surface ou d'indice. Couplage co-directionnel ou contra-directionnel.

Application au couplage entre un mode guidé et un mode rayonnant, application aux diodes laser DBR et DFB. Réseaux de Bragg de petit pas :

application aux filtres de Bragg.

Polycopié ou notes de cours disponibles

Cours polycopié en anglais : « Guided and Coupled waves : an overview of optical fibers and derived component for Optical communications », Jean-Michel Jonathan., mise à jour janvier 2013. Disponible aussi au format pdf.

Transparents de cours en Français et en Anglais

Bibliographie

Introduction to fiber optics. THYAGARAJAN (K.) ; GHATAK (Ajoy K.)., 1998. - XVI - 565p.

Pré-requis

Optique physique de base, Electromagnétisme et équations de Maxwell

Unité d'enseignement : **Optique avancée S2**Volume horaire : **54,0 h**Coordinateur : **Mr Lionel JACUBOWIEZ**

Intervenants :

Examens : **Compte-rendu, Examen écrit****Objectifs et compétences**

Ce semestre de Travaux Pratiques est divisé en 3 blocs de quatre TP (aberrations, laser, bruits et détecteurs).

A l'issue des Travaux Pratiques du bloc « **Aberrations** », les élèves seront capables de mesurer les performances d'un système optique d'imagerie par

- une méthode du point lumineux (analyse de la tache image)
- une mesure de défaut de front d'onde (interféromètre Zygo ou analyse de front d'onde HASO).

A l'issue des Travaux Pratiques du bloc « **Lasers** », les élèves seront capables de :

- régler une cavité laser – mesurer des puissances et des rendements de laser – identifier des modes longitudinaux et transversaux
- analyser un spectre optique avec un OSA et Fabry-Perrot confocal – utiliser un amplificateur à fibre

A l'issue des Travaux Pratiques du bloc « **Bruits et détecteurs** », les élèves seront capables de :

- mesurer les performances de différents détecteurs dans l'infrarouge et le visible, – faire la différence entre un offset gênant et un bruit dans un système de détection, – vérifier qu'un détecteur est limité par le bruit de photons – mesurer correctement les bruits dans un système de détection optique.

L'évaluation des Travaux Pratiques repose en général sur 3 points : l'habilité, l'autonomie et l'esprit d'initiative des étudiants pendant la séance, une brève explication orale du dispositif étudié et la rédaction d'un compte rendu détaillé. De plus, un examen sur l'ensemble de l'année est organisé fin mai.

Plan du cours**Mesures des aberrations des systèmes optiques (4 séances)**

Les différents types d'aberrations sont étudiés sur plusieurs systèmes optiques par deux types de méthodes : étude visuelle de la tache image d'un point lumineux et étude du front d'onde aberrant transmis (méthode interférométrique : ZYGO ou par analyse du front d'onde : HASO).

- 1 – Aberration sphérique et chromatique : Etude de ces aberrations au point lumineux sur l'axe de systèmes optiques
- 2 – Astigmatisme et coma : Etude de ces aberrations au point lumineux en fonction de l'angle de champ
- 3 – Analyse de fronts d'onde aberrants avec un HASO - Etude d'un objectif. Mesure du défaut de front d'onde. Calcul de la PSF et de la FTM.
- 4 – Utilisation de l'interféromètre Zygo pour l'étude des aberrations - Etude de divers systèmes optiques. Mesure du défaut de front d'onde. Calcul de la PSF et de la FTM.

Étude de différents types de lasers (4 séances)

Étude des différentes caractéristiques de l'effet laser (pompage, seuil, modes, ...) à travers plusieurs types de lasers couramment utilisés (gaz, solide, semi-conducteur, fibre dopée):

- 5 – Lasers à gaz : hélium-néon - Etude des modes longitudinaux, Laser à cavité ouverte- Etude la stabilité- Etude des modes transversaux
- 6 – Diode laser - Mesures de caractéristiques de puissance et de longueur d'onde, Modulation haute fréquence,
- 7 – Laser Nd:YAG pompé par diode laser - Etude de la durée de vie du niveau excité, Mode laser pulsé par absorbant saturable, Doublement intracavité
- 8 – Amplificateur à fibre dopé Erbium - Mesure du gain, étude de la saturation du gain, étude de l'émission spontanée amplifiée

Bruits et Détecteurs (4 séances)9 – Bruits d'un système de photodétection

Étude et mesure du bruit d'amplification, étude du bruit thermique d'une résistance, étude et réduction du bruit de

- 10 – Caractérisation d'un Détecteur Infrarouge (InSb ou HgCdTe) - Etude d'un détecteur BLIP, Mesure de la réponse corps noir, Mesure du bruit du détecteur, Mesure de la sensibilité spectrale relative, Notion de détectivité spectrale et de NEP.

11 – Le photomultiplicateur :

Étude de l'influence sur le gain de la tension d'alimentation. Étude du bruit de photons dans le domaine temporel.

- 12 – Étude d'une caméra Infrarouge : - Prise en main d'une caméra IR. Rayonnement du corps noir. Émissivité. Mesure du bruit. Évaluation du minimum de température détectable. Mesure de résolution spatiale

Polycopié ou notes de cours disponibles

Polycopié de TP 2A 2S

Bibliographie**Pré-requis**

Unité d'enseignement : **Formation scientifique**Volume horaire : **21,0 h**Coordinateur : **Mr Riad HAIDAR**

Intervenants : Mr Riad HAIDAR

Mr Julien MOREAU

Examens : Examen écrit

Objectifs et compétences

Connaitre et savoir évaluer les caractéristiques de base des capteurs optroniques. Comprendre et répondre à un cahier des charges en utilisant une approche système généralement suivie par un responsable de projet, par exemple en Recherche et Développement. **Optimiser la conception de capteurs en calculant leur rapport signal à bruit**, paramètre fondamental des systèmes de détection optique. Le cas particulier des caméras numérique pour l'imagerie est traité, aussi bien du point de vue technologique que sur leurs performances et limitations.

Plan du cours

1. Grandes familles de capteurs optroniques (thermiques et quantiques).
2. Caractéristiques de base (sensibilité spectrale, flux équivalent au bruit, détectivité spécifique).
3. Calcul du signal utile au capteur et du bruit.
4. Calcul du rapport signal à bruit et son optimisation.
5. Caméras numériques: architecture, mode d'opération et sensibilité;
6. Bruit et RSB dans les caméras numériques

Polycopié ou notes de cours disponibles

Notes de cours ainsi que les énoncés et corrigés des TD disponibles en ligne sur Libres Savoirs

Bibliographie

« IR/EO systems handbook », SPIE Press
 « Thermal imaging systems », Lloyd, Plenum
 "Holst's practical Guide to Electro-Optical systems", G. C. Holst, JCD publishing

Pré-requis

Bases d'optique géométrique et instrumentale
 Notions de traitement du signal

Unité d'enseignement : **Formation scientifique**Volume horaire : **18,0 h**Coordinateur : **Mr Franck DELMOTTE**

Intervenants : Mr Franck DELMOTTE,

Mr Jérôme PRIMOT

Examens : Examen écrit

Objectifs et compétences

Le cours comprend 6 séances de 3h et se base sur la physique de l'interaction rayons X/matière pour étudier les composants optiques existants dans cette gamme spectrale et leur utilisation dans des applications industrielles. Des séances de TD avec utilisation de logiciels de simulation permettent aux élèves de se familiariser avec les performances et les limites de différents types de composants.

Un des objectifs de ce cours est de fournir aux élèves des connaissances suffisantes afin qu'ils appréhendent les enjeux industriels et le potentiel d'innovation existants dans ce domaine spectral particulier et en pleine croissance.

Les secteurs d'activité concernés sont les suivants: médical, énergie, spatial, aéronautique, matériaux, semiconducteurs...

Plan du cours**A- Interaction Rayons X / Matière**

Propriétés optiques de la matière dans le domaine spectral X et Extrême UV

Les indices de réfraction dans le domaine X

Réflexion et réfraction des rayons X à une interface

B- Composants optiques X : principes et technologie

Filtres en transmission

Miroirs en réflexion totale

Miroir Interférentiels Multicouches

Composants diffractifs : Réseaux lamellaires, réseau de phase, lentilles de Fresnel

C- Applications

Imagerie X pour le médical : imagerie de phase

Imagerie X et Extrême UV pour le spatial

Lithographie Extrême UV

Analyse des matériaux par rayons X : diffraction X, réflectométrie X

Polycopié ou notes de cours disponibles

Copie des supports de cours

Bibliographie

Soft X-Ray Optics, E. Spiller, SPIE 1994.

Soft X-Rays and EUV Radiation, D. Attwood, Cambridge Univ. Press 1999.

Elements of Modern X-ray Physics, Wiley, John & Sons, 2011

X-ray data Booklet sur <http://xdb.lbl.gov>**Pré-requis**

Cours d'électromagnétisme de 1A. Cours d'optique physique de 1A et d'optique instrumentale de 1A.

Unité d'enseignement : **Formation scientifique**Volume horaire : **18,0 h**Coordinateur : **Mr Jean Jacques GREFFET**

Intervenants : Mr Laurent SANCHEZ PALENCIA

Examens : Examen écrit

Objectifs et compétences

L'objectif du cours est de fournir une introduction à la physique statistique. Trois objectifs sont poursuivis :

- Introduire les principes de la physique statistique. Il s'agit d'une approche de la description des phénomènes naturels très particulière et très féconde. Il s'agit d'une approche permettant d'extraire les lois de comportement moyen de systèmes à l'aide d'une connaissance minimale des propriétés microscopiques de systèmes complexes.

- Utiliser la physique statistique pour retrouver (et comprendre enfin !) la thermodynamique classique.

- Décrire le rayonnement thermique d'une part, le comportement des systèmes électroniques d'autre part à l'aide des statistiques quantiques. Les lois de Bose-Einstein d'une part, de Fermi-Dirac d'autre part sont indispensables à la compréhension de la notion de gain, du fonctionnement des dispositifs à semiconducteur, etc.

En termes de compétences, ce cours a deux objectifs. Le premier est d'illustrer ce qu'est le processus de modélisation d'une réalité complexe: par essence, la physique statistique a pour objectif de réduire à quelques paramètres macroscopiques une réalité sous jacente extraordinairement complexe. Le second objectif est de fournir des outils conceptuels transverses qui permettent de traiter de nombreux autres problèmes tels que le traitement d'images ou les fluctuations des marchés.

Plan du cours

1. Cours introductif. Principe fondamental. Irréversibilité. TD : Approximation classique.
2. Système en contact avec un thermostat. Ensemble canonique. TD: Gaz parfait.
3. Ensemble Grand canonique. TD : Capacité calorifique d'un gaz.
4. Limite thermodynamique. Paramagnétisme. TD : Adsorption.
5. Statistiques quantiques. Limite classique. TD : effet thermionique. Loi de Richardson.
6. Rayonnement corps noir. TD : Condensation de Bose-Einstein.

Polycopié ou notes de cours disponibles

Cours polycopié et TD disponibles sur le site Libre Savoirs.

Bibliographie

Physique statistique et illustrations en physique du solide, C Hermann, Editions de l'école polytechnique, 2003

Pré-requis

Introduction à la mécanique quantique.

Unité d'enseignement : **Formation scientifique**Volume horaire : **18,0 h**Coordinateur : **Mr Jean Michel JONATHAN**

Intervenants :

Examens : Examen écrit

Objectifs et compétences

Cet enseignement familiarise les élèves avec les effets électro-optiques et acousto optiques utilisés pour réaliser des modulateurs de lumière, des déflecteurs ou des filtres commandés électroniquement.

A l'issue de ce cours, les élèves maîtriser les concepts fondamentaux mis en œuvre et sont capables de modéliser les composants et les systèmes qui utilisent ces effets. Ils doivent savoir en caractériser les avantages et les limitations. Ils disposent des compétences fondamentales et pratiques qui leur permettront d'innover dans le domaine.

Plan du cours**FORMALISME TENSORIEL**

Les propriétés optiques : permittivité et imperméabilité diélectrique. Modifications tensorielles des propriétés optiques d'un milieu :

EFFETS ELECTRO-OPTIQUES ET DISPOSITIFS

Effets électro-optiques linéaire et quadratique. Modulation de la polarisation, de l'amplitude, et de la phase d'une onde optique.

Les modulateurs longitudinaux, transverses. Dispositifs massifs et à guides d'ondes. Bande passante. Dispositifs à ondes progressives.

EFFET ACOUSTO-OPTIQUE

Rappels sur les ondes acoustiques (milieux unidimensionnels). Les différents types d'ondes acoustiques et leur production. L'effet photo-élastique.

Modification des propriétés optiques des milieux à 3 dimensions par les ondes acoustiques. Réseau d'indice créé par la propagation d'une onde acoustique dans un matériau

DIFFRACTION D'UNE ONDE OPTIQUE PAR UN RESEAU D'INDICE

Condition d'accord de phase transverse (réseaux minces) et longitudinale (réseaux épais)

Condition de Bragg dans les milieux isotropes. Théorie des ondes couplées.

Condition de Bragg dans les milieux anisotropes

DISPOSITIFS ACOUSTO-OPTIQUES

Les modulateurs et déflecteurs ; modélisation de leur bande passante. Principes et caractéristiques des analyseurs de spectres et des systèmes dérivés. Principes et caractéristiques des filtres accordables acousto-optiques anisotropes.

Polycopié ou notes de cours disponibles

Cours polycopié rédigé en français : « Introduction aux effets électro-optiques et acousto-optiques », Jean-Michel Jonathan et Yvan Sortais, mise à jour 2011

Exercices de travail disponibles en anglais et en français sur libres savoirs»

Transparents de cours disponibles en anglais et en français sur libres savoirs»

Bibliographie

Optical Waves in Crystals , propagation and control of laser radiation, Amnon Yariv et Pochi Yeh, John Wiley and sons

Lasers and Electro-Optics , Fundamentals and Engineering, Christopher C. Davis, Cambridge University Press,

Physical Properties of Crystals, their representation by tensors and matrices, J.F. Nye, Oxford Science Publications

Pré-requis

Etats de polarisation des ondes optiques et leur description par les vecteurs de Jones. Ellipsoïde des indices. Propagation d'une onde plane de polarisation quelconque, dans un milieu biréfringent. Optique Physique.

Unité d'enseignement : **Formation scientifique**Volume horaire : **18,0 h**Coordinateur : **Mr Frederic ANIEL**

Intervenants :

Examens : Examen écrit

Objectifs et compétences

Le cours " hyperfréquences ou électronique rapide " est une introduction à l'électronique de très haute fréquence qui est à la frontière entre l'électronique et l'optique. Ce domaine de fréquence présente des spécificités qui imposent des démarches de conceptions bien différentes des techniques utilisées à plus basse fréquence. Le cours vise l'apprentissage des techniques de bases de synthèse de fonctions hyperfréquences (HF) (amplification, mélange, synthèse de fréquence) qu'un ingénieur en optoélectronique ne peut ignorer. A cela s'ajoute une initiation au bruit et aux traitements du bruit en électronique haute fréquence. En effet, les signaux captés dans les « front end » des systèmes telecom et qui doivent être amplifiés puis mélangés avant d'être traités en fréquence intermédiaire, sont de très faibles niveaux et se retrouvent, par conséquent, très sensibles aux différentes sources de bruit.

Plan du cours

Introduction : le domaine des micro-ondes
 Initiation/rappels : guide d'onde TEM et équation du télégraphiste, paramètres S, Abaque de Smith, adaptation d'impédances
 Amplificateurs bande étroite : stabilité et oscillation, Facteur de Rollet, cercles de stabilité, gain
 Oscillateurs : 3 configurations typiques seront envisagées
 Bruit : Les sources de bruit, les paramètres de bruit mesurés en HF
 Guides micro-usinés : micro-ruban, coplanaire, ligne à fente, triplaque,...les antennes seront évoquées dans cette section
 Filtrage (Démarche de conception, réalisation d'un filtre à l'aide de tronçons de guides)
 Coupleur : coupleur TEM et non TEM
 Les diodes HF : Schottky, Varicap, PIN, Gunn, IMPATT
 Le transistor P-HEMT GaAs : Description succincte de l'empilement des couches et modèle HF incluant le bruit
 Mélangeur : mélangeur à base de diodes et de transistors

Polycopié ou notes de cours disponibles

Un polycopié sera distribué en cours

Bibliographie

- [1] T.C. EDWARDS « Conception des circuits micro-ondes », ed. Masson, 1984
- [2] R.P. OWENS, « Predicted frequency dependance of microstrip characteristic impedance using the waveguide model » Electron. Letters, 12 pp 269-270, 1976.
- [3] K.C. GUPTA et al., " Microstrip Lines and Slotlines", Second Edition, Artech House, 1996
- [4] R. BADOUAL et al. « Les Micro-ondes », Tome I, 2^{ème} édition, Collection Technologies, série électronique, ed. Masson, 1993
- [5] I.J. BAHL et al « Microstrip Antennas » Artech House, 1980
- [6] C. GENTILI, « Amplificateurs et Oscillateurs Micro-ondes » Ed. Masson. 1984
- [7] K. ZHANG et al. « Electromagnetic Theory for Microwaves and optoelectronics" Springer, 1998
- [8] H. MATHIEU, Physique des semi-conducteurs et des composants électroniques, Dunod, 2001.
- [9] Sh. KOGAN, « Electronic Noise and fluctuations in Solids », Cambridge, 1996
- [9] P. POUVIL, Composants semi-conducteurs micro-ondes, Masson, 1994.
- [10] D. PASQUET, Hermes Science - Lavoisier "Les transistors pour les applications hyperfréquences, 2005
- [11] R.N. SIMONS « Coplanar Waveguide Circuits, Components, and Systems », 2001
- [12] D.M. POZAR « Microwave Engineering », 2005

Pré-requis

Les bases de l'électronique
 Les bases de l'électromagnétisme
 Des notions de physique des composants à semi-conducteurs
 Quelques notions de technologie opto-électronique et/ou microélectrique

Unité d'enseignement : **Formation scientifique**Volume horaire : **18,0 h**Coordinateur : **Mr Hervé SAUER**

Intervenants : Mr Hervé SAUER Mr François GOUDAIL

Examens : Mr Pierre CHAVEL
Examen écrit**Objectifs et compétences**

Ce module électif du 2^{ème} semestre, qui peut être vu dans un certain sens comme un prolongement des enseignements d'Optique de Fourier du premier semestre, présente, en deux parties de volumes similaires, les bases de l'optique statistique permettant de comprendre le phénomène de speckle d'un côté et des éléments sur les réseaux de diffraction, minces et épais, et le principe de base de l'holographie de l'autre.

Ces enseignements, constitués de cours, de démonstrations expérimentales, de TD et de TP de simulation sur ordinateur (avec le logiciel Matlab[®]), ont pour objectifs de donner les outils mathématiques et les clefs de la compréhension physique des phénomènes de base afin de permettre aux étudiants de réellement appréhender ces deux sujets et d'être à même de caractériser, prévoir ou contrôler les paramètres les décrivant ou régissant.

Plan du cours**SPECKLE :**

Rappels sur les variables et les fonctions aléatoires.

Propriétés statistiques du premier et du deuxième ordre de l'amplitude complexe et de l'éclairement pour un speckle complètement développé.

Speckle de Fourier

Notions de diffuseurs forts et faibles.

Effet de la corrélation spatiale du diffuseur.

Speckle en imagerie cohérente

Réduction du bruit de speckle (dépoli tournant, moyennage spatial ou temporel, ...)

*(dont démonstrations expérimentales et simulations numériques des différentes configurations évoquées).***RÉSEAUX DE DIFFRACTION & HOLOGRAPHIE :**Réseaux de diffraction minces et épais:

Théorème de Flochet - Loi des réseaux - Efficacités de diffraction

Condition de Bragg

Holographie:

Principe de base de l'enregistrement et de la restitution.

Holographie analogique et numérique.

Hologramme de Fourier

*(dont présentations expérimentales de différents hologrammes, et simulations numériques d'enregistrement et restitution)***Polycopié ou notes de cours disponibles**

Copies des transparents du cours "Speckle" (François Goudail)

Notes de cours "Réseaux & holographie" (Pierre Chavel)

Textes et corrigés des TD (Hervé Sauer)

BibliographieJoseph W. Goodman, *Speckle Phenomena in Optics - Theory and Applications*, Roberts & Company Publishers 2007Joseph W. Goodman, *Introduction to Fourier Optics*, 3rd Ed, Roberts & Company Publishers 2005S. Lowenthal, Y. Belvaux, «Progrès récents en optique cohérente : filtrage des fréquences spatiales, holographie», *Revue d'Optique Théorique et Instrumentale*, Paris, **46**(1), 1-64, 1967**Pré-requis**

Bonnes notions de mathématiques pour l'ingénieur (transformée de Fourier, Variables et fonctions aléatoires, ...) - Maîtrise des bases de l'Optique de Fourier - Manipulation pratique de l'outil Matlab et connaissance de la TFD/FFT 2D pour les TP de simulation en salle d'informatique.

Unité d'enseignement : **Formation scientifique**Volume horaire : **18,0 h**Coordinateur : **Mme Nathalie WESTBROOK**

Intervenants : Mme Karen PERRONET

Examens : Examen écrit

Objectifs et compétences

Aborder la biologie par le biais des méthodes optiques permettant d'en étudier les mécanismes ou de faire des diagnostics. Le cours s'intéressera principalement à la biologie moléculaire et cellulaire, avec une ouverture vers les applications biomédicales.

A l'issue de ce cours, les étudiants devront être capables d'avoir suffisamment de connaissance de base en biologie et en méthodes optiques associées pour **dialoguer avec les spécialistes de ce domaine**. Ils pourront ainsi tirer un meilleur parti d'un stage ou d'un approfondissement d'études qui seront nécessaires pour poursuivre dans cette voie. Ils auront les compétences pour réaliser **une veille scientifique et technologique** dans les domaines d'application de l'optique en biologie et en médecine, et pour comprendre les enjeux des travaux de recherche à l'interface entre l'optique et la biologie. Ils sauront **analyser de manière critique des documents**, plus particulièrement **extraire des informations pertinentes d'articles scientifiques, rédigés en anglais** et pour des spécialistes. Ils auront aussi appris à **ne pas sous estimer la difficulté de travailler à l'interface** avec un domaine qu'ils ne maîtrisent pas

Plan du cours

- 1) Connaissances de base en biologie cellulaire et moléculaire: structure de la cellule, réplication, transcription, traduction, structure des protéines, métabolisme, signalisation
 - 2) Propriétés optiques des milieux biologiques - Méthodes optiques en biologie et en médecine (revue)
 - 3) Microscopie et fluorescence: résolution et superrésolution, méthodes de contraste, marqueurs fluorescents, microscopie confocale et TIRF.
 - 4) Méthodes de base en biologie moléculaire: criblage, Polymer Chain Reaction (PCR), gel d'électrophorèse, utilisation des protéines fluorescentes, culture cellulaire
 - 5) Pincettes optiques : dispositifs expérimentaux, mesure de force et applications à l'étude de cellules, d'ADN et de moteurs moléculaires
 - 6) Microscopie à force atomique et application en biologie; introduction à la cytométrie en flux; Séquençage de l'ADN
 - 7) Applications biomédicales: imagerie en profondeur (microscopie non linéaire, tomographie par cohérence optique, tomographies optique diffuse et photoacoustique), biopsie optique et endoscopie, photothérapie dynamique, application des lasers en ophtalmologie et dermatologie.
- Outre les cours proprement dits, trois articles présentant des résultats expérimentaux à l'interface entre optique et biologie (Biophysical Journal, Human Molecular Genetics, Nature) sont discutés et analysés sous forme de TD.

Polycopié ou notes de cours disponibles

Des transparents au format pdf sont mis en ligne pour chaque cours, avec mise à jour après chaque séance.
En complément des articles de vulgarisation et des liens vers des animations pédagogiques sont fournis.

Bibliographie

Introduction to biophotonics, Paras N. Prasad, Wiley 2003
L'essentiel de la biologie cellulaire, (traduction de Essential Cell Biology) Alberts, Bray, Hopkin, Johnson, Lewis, Raff, Roberts, Walter, Médecine-Sciences, Flammarion, 2^e ed 2004

Pré-requis

Des connaissances de base en optique instrumentale, microscopie, optique de Fourier, interférométrie et polarisation sont souhaitables. Des connaissances en biologie acquises en collège et lycée peuvent faciliter l'accès au cours mais ne sont pas indispensables.

Unité d'enseignement : **Formation scientifique**Volume horaire : **18,0 h**Coordinateur : **Mme Gaëlle LUCAS-LECLIN**

Intervenants : Mme Gaëlle LUCAS-LECLIN

Mme Sylvie LEBRUN

Mr Paul DUMONT

Examens : Examen écrit

Objectifs et compétences

Ce cours développe le principe de fonctionnement des sources à semiconducteur (diodes électroluminescentes, diodes laser, VCSEL, ...), et leurs propriétés spécifiques. Les propriétés physiques fondamentales d'émission de lumière des matériaux semiconducteurs sont étudiées. Différentes solutions technologiques sont présentées, et leurs avantages sont comparés en fonction des applications visées. Les perspectives d'évolution sont évoquées, dans le contexte du marché global des sources.

A l'issue de ce cours, les étudiants sont en mesure de comprendre et d'analyser une spécification technique ou un cahier des charges d'une source à semiconducteur ; ils connaissent l'état de l'art dans ce domaine, et les marchés accessibles. Ils ont eu l'occasion de comparer les modèles aux expériences et d'analyser l'origine des différences.

Plan du cours**INTRODUCTION**

Marchés, Applications (LED, DL), Historique

INTERACTIONS PHOTONS/ELECTRONS-TROUS DANS UN SEMICONDUCTEUR

Description d'un SC hors équilibre

Taux d'absorption et d'émission de lumière dans un semiconducteur à gap direct

DIODES ELECTROLUMINESCENTES

Description du composant

Propriétés optiques, Spectre d'émission

DESCRIPTION D'UNE DIODE LASER

La cavité laser (structure à émission latérale, à émission verticale) - Couche active structurée (puits quantiques)

Injection de porteurs & confinement transverse - Gain optique dans une jonction PN polarisée

Technologie de fabrication - Exemples : conception d'une diode laser à puits quantiques

PROPRIETES DE L'EMISSION DES DIODES LASERCaractéristique $P_{opt} = f(I)$

Propriétés du mode transverse

Analyse d'exemples et des performances typiques

Propriétés spectrales (spectre d'émission, largeur de raie, stabilisation spectrale)

Caractéristiques de modulation

Travaux dirigés

Les travaux dirigés sont l'occasion d'étudier différentes technologies de sources à semiconducteur, et en particulier de commenter des données techniques.

Polycopié ou notes de cours disponibles

Notes de cours "Sources à semiconducteur" (G. Lucas-Leclin).

Copies des transparents (G. Lucas-Leclin)

Bibliographie

Français : "Optoélectronique", Rosencher & Vinter (Masson)

Anglais : "Diode Lasers and Photonic Integrated Circuits", Coldren & Corzine (Wiley & Sons)

"Semiconductor Lasers", Agrawal & Dutta Kluwer, Academic Publishers

"Optical electronics in modern communications", Yariv, Oxford University Press.

Pré-requis

Physique du Semiconducteur

Physique des lasers

Optique des ondes guidées

Unité d'enseignement : **Formation scientifique**Volume horaire : **18,0 h**Coordinateur : **Mr Alain ASPECT**

Intervenants : Mr Alain ASPECT

Mr Denis BOIRON

Examens : Examen écrit

Objectifs et compétences

Ce cours est un approfondissement du cours de mécanique quantique de première année consistant à tenir compte de processus dissipatifs tel que l'émission spontanée. Ces processus sont essentiels pour expliquer quantitativement et, bien souvent même qualitativement, l'interaction d'un atome ou d'un ensemble d'atomes avec un champ lumineux. Le lien entre l'approche quantique et semi-classique (équations de taux d'un laser et modèle de l'électron élastiquement lié en électromagnétisme) sera développé. L'émission spontanée est un bruit responsable de la largeur spectrale intrinsèque d'un laser. Ce point sera traité via le concept d'optique statistique et d'une équation de Langevin. Ce type d'équation sera également appliqué au refroidissement d'atomes par laser.

A la fin du cours, les élèves doivent être capables de comprendre le rôle de l'émission spontanée dans un système laser et son importance dans les diagnostics optiques de type spectroscopie atomique ou moléculaire. L'analyse de processus dissipatif par équation de Langevin est transverse et doit permettre aux élèves de transposer cette technique dans d'autres domaines scientifiques.

Plan du cours

- I. Rappel sur les perturbations dépendantes du temps – Oscillation de Rabi – Règle d'or de Fermi
- II. Interaction d'un atome à deux niveaux avec la lumière en présence de relaxation
- III. Optique statistique - Equation de Langevin - Application aux fluctuations fondamentales dans un laser
- IV. Application au refroidissement d'atomes par laser.

Polycopié ou notes de cours disponibles**Bibliographie****Pré-requis**

Cours de mécanique quantique
Cours de physique atomique et de laser souhaitable

Unité d'enseignement : **Langues S2**Volume horaire : **26,0 h**Coordinateur : **Mme Annick MANCO**

Intervenants :

Examens : **Contrôle continu, Rapport****Objectifs et compétences**

L'objectif du deuxième semestre est le perfectionnement de toutes les compétences pour arriver au niveau C1 ou C2 du Cadre de Référence Européen. Les élèves-ingénieurs doivent avoir atteint un niveau de vraie autonomie. Afin de se préparer à la vie professionnelle, des conditions proches de l'immersion sont créées afin de non seulement travailler l'anglais mais surtout de travailler en anglais – surtout pour le groupe suivant un cursus scientifique en anglais.

Les compétences transverses ne sont pas oubliées : travail en équipe, préparation à l'international, compétences interculturelles, recherche d'informations, réflexion et analyse critique, esprit de synthèse.

Plan du cours

Un étudiant qui risque de ne pas atteindre le niveau TOEIC 785 en troisième année peut bénéficier d'un suivi particulier, mais devra aussi effectuer des devoirs supplémentaires.

Les deux filières ont les mêmes cours, de deux heures, qui s'articulent sur deux semestres d'environ 11 semaines. Les thèmes importants tels que la rédaction de CV, les entretiens ou la culture d'entreprise sont traités dans au moins un des semestres. L'autre semestre (l'ordre dépend des groupes) traitera de points culturels et linguistiques complémentaires.

Le système de notation en vigueur est le contrôle continu et lors du deuxième semestre, les notes du mini-mémoire (écrit et oral) seront intégrées au module.

Pycopié ou notes de cours disponibles

Un fascicule reprenant tous les points importants des cours, proposant des lectures complémentaires et permettant les révisions en vue des contrôles, est remis aux élèves en début de semestre.

Bibliographie

Communicating in Science (Vernon BOOTH), The Fifth Discipline (Peter SENGE), Riding the Waves of Culture (Fons TROMPENAARS)

Pré-requis

Tous les élèves devront avoir acquis les compétences de niveau C1 (du Cadre de Référence Européen) en fin de deuxième année, pour pouvoir en troisième année se perfectionner davantage et donc améliorer leur score à l'examen Toeic.

Unité d'enseignement : **Langues S2**Volume horaire : **22,0 h**Coordinateur : **Mme Annick MANCO**

Intervenants :

Examens : **Contrôle continu****Objectifs**

L'apprentissage d'une deuxième langue est obligatoire, sur deux années.

Les cours, de deux heures, sont organisés par niveau en espagnol et allemand. Les élèves peuvent poursuivre en chinois, japonais ou suédois.

Les étudiants de langue maternelle autre que le français sont invités à suivre des cours de FLE (Français Langue Etrangère)

Un test est généralement prévu en fin d'année pour évaluer la progression et préparer l'éventuelle inscription à des examens (Bulats) de certification en troisième année.

Plan du cours

Les cours visent à élargir et approfondir la culture des élèves et à les préparer à leurs stages à l'étranger. Les objectifs sont variés mais toujours d'un authentique intérêt culturel.

L'évaluation se fait par contrôle continu et donc l'assiduité est exigée.

Polycopié ou notes de cours disponibles

Les supports sont variés et proposés en fonction de la langue choisie et du niveau de l'élève.

Bibliographie

Des manuels sont proposés en fonction de la langue choisie et du niveau de l'élève.

Pré-requis

Unité d'enseignement : **Formation de l'ingénieur**Volume horaire : **48,0 h**Coordinateur : **Mme Fabienne BERNARD**

Intervenants : Mr Lionel JACUBOWIEZ

Mme Fabienne BERNARD

Examens : Examen écrit, Projet

Objectifs et compétences

A l'issue du module d'enseignement les élèves seront capables de concevoir et de mettre en œuvre sur une cible temps réel un algorithme linéaire de traitement du signal. Ils seront capables, de plus, de présenter un travail expérimental sous forme de poster scientifique et d'ordonner leurs connaissances sous forme de « MindMap ».

Plan du cours**Cours/TDs (12h)**

- 1) Rappel de notions indispensables sur les bruits.
- 2) Quelques applications du filtrage numérique en signal et en image : problèmes de détection et d'estimation sous hypothèse de bruit gaussien.
- 3) Prise en compte des contraintes de mise en œuvre pour le signal (pas pour l'image)
- 4) Comparaison critique des performances de différents filtres et arguments de choix.

Travaux Pratiques (18h)

TP1 - Piloter la couleur de LEDs

TP2 - Afficher l'évolution d'un signal en temps réel

TP3 - Supprimer un signal parasite

TP4 - Filtrer des signaux sonores

Projet (18h) - Exemples de sujets

Régulation en température d'une LED de puissance.

Détermination du point de rosée par procédé optique

Tracker de spot lumineux

Spectromètre à barrette 64 pixels

Asservissement numérique de la position d'un spot laser

Traitement du son. Annulation d'écho.

Régulation de couleur d'un éclairage à LED

Traitement de la voix.

Polycopié ou notes de cours disponibles

Copie des transparents des cours.

Polycopié de Filtrage numérique.

Polycopié de Travaux Pratiques ProTIS

Polycopié de présentation des sujets de projets

Tutoriel du logiciel de développement Microchip MPLAB

Bibliographie

J. Max - Méthodes et techniques de traitement du signal et applications aux mesures physiques – Masson – 1998

R.DERICHE Techniques d'extraction de contours. Document de cours. (Disponible sur le site de l'auteur :

www.sop.inria.fr/members/Rachid.Deriche/index.fr.html)J. O. SMITH Introduction to digital filtering. (Livre disponible en ligne sur le site de l'université de Stanford : ccrma.stanford.edu/jos/fp/)Technical documents of the manufacturer of the digital card : <http://www.microchip.com/pagehandler/en-us/family/16bit/architecture/dspic30f.html> .**Pré-requis**Les enseignements d'Electronique pour le Traitement de l'Information et de Maths et Signal de 1^{ère} année.

Unité d'enseignement : **Formation de l'ingénieur**Volume horaire : **12,0 h**Coordinateur : **Mr Vincent JOSSE**

Intervenants :

Examens : **Soutenance****Objectifs et compétences**

Cette évaluation a des objectifs similaires à l'évaluation « Séances Tutorées Scientifiques 1 » du CFA-1A. Il s'agit de présenter une composante technique particulière du projet en entreprise, **en lien avec l'optique**, mais pas la globalité du travail en entreprise.

Ces présentations, techniques, ont pour but de compléter la formation académique des apprentis, par des exemples concrets d'applications. Ces séances sont donc dans la continuité des enseignements dispensés en optique, et sont à envisager comme un lien entre la formation académique et la formation par l'entreprise. **C'est aussi le moment pour les apprentis de prendre du recul sur une partie spécifique de leur projet.** Le point décrit par l'apprenti peut être le centre de son travail d'apprentissage, auquel cas il est vraisemblable que certains points techniques ne seront pas encore élucidés ou définis : c'est alors la discussion, les questions de l'enseignant ou des étudiants qui peuvent attirer l'attention de l'apprenti sur un point qu'il n'a pas cerné, ou mal compris. Il peut aussi s'agir d'un outil avec lequel il travaille, d'une expérience similaire à celle sur laquelle il travaillera et dont l'étude (bibliographique, théorique ou pratique) lui permet de mieux comprendre le travail qu'il aura à réaliser; ou encore d'un produit mis au point par son entreprise, dont la présentation aux autres apprentis illustre et complète les cours.

De manière générale, ces soutenances sont l'occasion de présenter aux autres apprentis un aspect de son travail en entreprise, ou du cadre dans lequel il se situe. **Il est donc essentiel de faire preuve de pédagogie, afin que l'exposé soit compréhensible par tous.**

Compétences ciblées :

- Communiquer clairement et de façon adéquate à l'écrit comme à l'oral
- Analyser un problème technique.

Plan du cours

La soutenance se déroulera au CFA devant les autres apprentis. L'exposé durera 15 minutes, suivi par 15 minutes de questions.

Ces soutenances seront regroupées suivant les grands thèmes de l'optique enseigné au CFA : Conception Optique, Radiométrie, Laser, Optique Physique et Traitement des images.

Le jury sera composé du responsable pédagogique des apprentis et d'un enseignant du CFA spécialiste pour chaque thématique.

Polycopié ou notes de cours disponibles**Bibliographie****Pré-requis**

Unité d'enseignement : **CFA - Acquis en Entreprise**Volume horaire : **700,0 h**Coordinateur : **Mr Vincent JOSSE**

Intervenants :

Examens : Validation d'acquis en entreprise, Evaluation Maître d'apprentissage

Objectifs et compétences

Les objectifs sont doubles :

- Il s'agit d'une part de faire **une synthèse de l'activité en entreprise** lors de la deuxième année en entreprise. Cette synthèse portera sur le contenu scientifique, mais aussi sur les aspects relatifs à la place de l'apprenti au sein de l'entreprise (compréhension de son environnement).
- Il s'agit également de **valider les acquis en entreprise** identifiés lors de la signature du contrat tripartite. Une compétence transverse ainsi qu'une compétence métier devront être validées. Notez qu'une compétence n'est réellement acquise que si elle est utilisable, à bon escient, dans un autre contexte. C'est cela qui sera jugé et non pas les résultats que vous avez obtenus.

Compétences ciblées :

- Communiquer clairement et de façon adéquate à l'écrit comme à l'oral
- S'insérer dans un réseau et un environnement professionnel
- Maîtriser des concepts techniques complexes

Plan du cours

L'évaluation se fera en entreprise, en présence du maître d'apprentissage et du tuteur académique. Il est possible de rompre avec une présentation classique et de privilégier la démonstration sur le terrain.

C'est l'occasion de faire preuve d'imagination pour illustrer ces acquisitions d'un genre nouveau. Les exemples concrets, les témoignages et les expérimentations de terrain s'avèrent souvent plus démonstratifs et convaincants qu'une présentation entièrement en salle.

Polycopié ou notes de cours disponibles**Bibliographie****Pré-requis**

Institut d'Optique - 2e année - Palaiseau

2013-2014

Vie Associative

Coefficient : 100

Unité d'enseignement : **Vie Associative**

Volume horaire : **30,0 h**

Coordinateur : **Mr François GOUDAIL**

Intervenants :

Examens : Soutenance

Objectifs et compétences

Reconnaissance d'une implication importante dans la vie associative de l'école.

Plan du cours

Le but de cette « matière » est de reconnaître l'implication des élèves dans la vie associative, en donnant une visibilité administrative à l'action. Il s'agit d'une reconnaissance a posteriori et optionnelle.

Les élèves qui souhaitent faire reconnaître leur action a posteriori font acte de candidature adressé au directeur des études (un mail décrivant le travail) puis présentent oralement leur travail.

Le jury, composé d'enseignants et de responsables administratifs, met une note à l'élève.

La note permet de donner une visibilité à l'action au moment des jurys.

L'action est également indiquée dans le supplément au diplôme.

Polycopié ou notes de cours disponibles

Bibliographie

Pré-requis

Programme de la deuxième année

Site de St Etienne

Programme d'enseignement

Semestre / UE / Matière	Coef.	Heures	Page
Semestre 1			
UE : Fondamentaux d'optique	ECTS de cette UE = 6		
Optique de Fourier	17	14,0 h	002
Optique Physique et Simulation Matlab	33	23,0 h	003
Bases of Radiometry	17	12,0 h	004
TP Optique	33	20,0 h	005
UE : Systèmes optiques	ECTS de cette UE = 6		
Conception de Systèmes Optiques	68	39,0 h	006
Mini projet technique en optique	32	20,0 h	007
UE : Bases scientifiques de l'image numérique	ECTS de cette UE = 7		
Image processing and analysis	60	62,0 h	008
Morphologie mathématique	40	30,0 h	009
UE : Compétences transverses et humaines - S1	ECTS de cette UE = 6		
Anglais - S1	28	24,0 h	010
CFA - Gestion	28	18,0 h	011
CFA - Analyse de l'entreprise	44	12,0 h	012
Semestre 2			
UE : Conception de systèmes d'imagerie	ECTS de cette UE = 6		
Méthodes de Conception Optique	12,5	27,0 h	013
Projet de conception sous Zemax	37,5	12,0 h	014
TP projets en optique et/ou imagerie	50	40,0 h	015
UE : Radiométrie	ECTS de cette UE = 5		
Radiométrie des Systèmes Optiques	40	24,0 h	016
Caractérisation des surfaces et des milieux	20	12,0 h	017
Mesure et représentation des Couleurs	40	24,0 h	018
UE : Photonique théorique et appliquée	ECTS de cette UE = 4		
Laser, ONL, Optique guidée	75	33,0 h	019
TP (Haso, Zygo, Laser)	25	12,0 h	020
UE : Ouverture scientifique	ECTS de cette UE = 4		
Théorie de l'information appliquée	100	48,0 h	021
Transferts thermiques	100	48,0 h	022
UE : Compétences transverses - S2	ECTS de cette UE = 6		
Anglais - S2	29	24,0 h	023
CFA - Séances Tutorées Scientifiques 2	71	12,0 h	024
UE : CFA - Acquis en entreprise	ECTS de cette UE = 10		
CFA - Evaluation 2	100	700,0 h	025
UE : Vie Associative	ECTS de cette UE = 3		
Vie Associative	100	30,0 h	026

Unité d'enseignement : **Fondamentaux d'optique**Volume horaire : **14,0 h**Coordinateur : **Mr Arnaud DUBOIS**

Intervenants : Mr Arnaud DUBOIS

Examens : Examen écrit

Objectifs et compétences

La propagation de la lumière et la formation des images peuvent être modélisées, dans le cadre de l'optique ondulatoire scalaire, au moyen d'un formalisme s'appuyant sur l'analyse mathématique de Fourier.

L'objectif du cours est de présenter les concepts fondamentaux de ce modèle et de fournir les outils de calculs utiles dans de nombreux domaines de l'optique : systèmes d'imagerie, holographie, lasers, communications optiques, etc.

Ce cours d'optique de Fourier traite en particulier de la diffraction en régimes de Fresnel et de Fraunhofer. Le filtrage des fréquences spatiales et l'imagerie en éclairages cohérent et incohérent sont également abordés.

Le cours magistral est illustré par 4 travaux dirigés.

Plan du cours

1. POSTULATES OF WAVE OPTICS
2. MONOCHROMATIC WAVES
3. ELEMENTARY WAVES
4. TRANSMISSION THROUGH OPTICAL COMPONENTS
5. PROPAGATION OF LIGHT IN FREE SPACE
6. OPTICAL FOURIER TRANSFORM
7. DIFFRACTION
8. SPATIAL FILTERING
9. IMAGE FORMATION WITH COHERENT AND INCOHERENT ILLUMINATION

TD1 : Propagation d'un faisceau Gaussien

TD2 : Diffraction par une ouverture circulaire

TD3 : Filtrage des fréquences spatiales

TD4 : Imagerie en éclairage incohérent

Polycopié ou notes de cours disponibles

Polycopié du cours (en anglais) distribué aux élèves et disponible sur « Libres-Savoirs ».

Bibliographie

- "Fundamentals of Photonics" (Wiley Series in Pure and Applied Optics). Bahaa E. A. Saleh, Malvin Carl Teich. John Wiley & Sons, 1st edition (August 15, 1991)
- "Introduction to Fourier Optics", J.W. Goodman (Stanford University). Second edition Mc Graw-Hill (1996)
- "Principles of Optics", Born and Wolf (Pergamon Press 6th edition)

Pré-requis

Optique Physique (cours 1A)

Analyse de Fourier (cours « Mathématique et Signal » en 1A)

Unité d'enseignement : **Fondamentaux d'optique**Volume horaire : **23,0 h**Coordinateur : **Mr Pierre CHAVEL**

Intervenants : Mr Pierre CHAVEL

Mme Corinne FOURNIER

Examens : Rapport

Objectifs et compétences

Cet enseignement complète le cours d'Optique de Fourier en introduisant les techniques de modélisation de la propagation de la lumière en Optique de Fourier, ce qui sert en même temps à pratiquer l'outil de simulation Matlab.

La première partie est constituée de quatre séances de pratique de Matlab sur des images auxquelles sont appliquées des opérations de l'optique de Fourier : pratique de la manipulation d'images, propagation d'une onde cohérente en espace libre, lentilles minces, holographie de Gabor.

La deuxième partie couvre trois prolongements importants de l'optique physique en application de l'optique « de Fourier » et au-delà, très importants par leurs applications et intéressants par l'éclairage qu'ils apportent sur la propagation de la lumière : les réseaux de diffraction, l'holographie et le speckle.

Plan du cours

Diffraction par un réseau

Principe de l'holographie

Mise en pratique de l'optique de Fourier dans un système d'imagerie quelconque

Simulation numérique en optique de Fourier

Notions sur le speckle

Polycopié ou notes de cours disponibles**Bibliographie****Pré-requis**

Signaux déterministes (1ère année)

Optique physique (1ère année)

Signaux aléatoires (1ère année)

Optique de Fourier (2ème année)

Unité d'enseignement : **Fondamentaux d'optique**Volume horaire : **12,0 h**Coordinateur : **Mr Mathieu HEBERT**

Intervenants : Mr Mathieu HEBERT

Examens : Contrôle continu

Objectifs et compétences

Ce cours a pour objectif de donner les bases élémentaires de radiométrie et de photométrie:

- grandeurs radiométriques et concepts géométriques associés
- relations entre grandeurs
- étude de systèmes simples comprenant une source, des surfaces Lambertiennes et un détecteur

Plan du cours

- Les grandeurs radiométriques de base
- Les relations entre grandeurs
- Facteur de réflexion et de transmission
- Les instruments de mesure
- Exercices (6h)

Polycopié ou notes de cours disponibles

Notes de cours disponibles sur Libres Savoirs.

Bibliographie**Pré-requis**

Unité d'enseignement : **Fondamentaux d'optique**Volume horaire : **20,0 h**Coordinateur : **Mr Thierry LEPINE**

Intervenants : Mr Emmanuel MARIN

Examens : Rapport

Objectifs et compétences

Ce module de formation pratique permet d'aborder par l'expérience les notions de physique relatives à la photométrie, la polarisation de la lumière et la diffusion lumineuse.

Plan du cours

- photométrie : calibrage d'une sphère intégrante et mesure du flux (lumineux et spectrique) de sources LED (4h)
- polarisation
- propagation de la lumière en milieu diffusant
- microscope polarisant

Polycopié ou notes de cours disponibles**Bibliographie****Pré-requis**

Unité d'enseignement : **Systèmes optiques**Volume horaire : **39,0 h**Coordinateur : **Mr Thierry LEPINE**

Intervenants : Mr Thierry LEPINE

Examens : Contrôle continu, Examen écrit

Objectifs et compétences

Ce cours de 2e année IOGS est une introduction à la conception des systèmes optiques. Il se poursuit en 3e année à un niveau plus avancé. Les aberrations optiques sont introduites et décrites dans le formalisme de Seidel, puis en utilisant les polynômes de Zernike. Dans les deux cas, les notations utilisées sont aussi celles des logiciels de conception et des appareils de métrologie (interféromètre Zygo par exemple). Le cours est donc directement utilisable !

Ce cours est en liaison direct avec deux travaux pratiques : l'un dédié à l'interféromètre de Zygo, l'autre à l'analyseur de surface d'onde de type Shack-Hartmann.

Plan du cours

- Back to basics : rappels d'optique géométrique
- Introduction aux aberrations, formalisme, définitions
- Critères de qualité, en particulier WFE et rapport de Strehl
- Les aberrations géométriques : introduction au 3e ordre, formalisme de Seidel
- Les aberrations chromatiques, achromatisme, apochromatisme
- Description des aberrations avec les polynômes de Zernike
- La fonction de transfert de modulation

Polycopié ou notes de cours disponibles

Présentations PPT sur libres savoirs

Bibliographie

- Aberrations of optical systems, W. T. Welford, Adam Hilger (1991)
- Modern optical engineering, W. J. Smith, Mac Graw-Hill
- Optical system design, R. E. Fisher, B. Tadic-Galeb, Mac Graw-Hill
- Handbook of optical design, D. Malacara, Z. Malacara, Marcel Dekker
- Lens design, M. Laikin, Marcel Dekker
- Optical shop testing, D. Malacara, Wiley – Interscience
- Principles of optics, M. Born and E. Wolf, Cambridge University Press
- Optics, E. Hecht, Addison Wesley

Pré-requis

Cours d'optique géométrique, bases en optique physique et en optique de Fourier

Unité d'enseignement : **Systèmes optiques**Volume horaire : **20,0 h**Coordinateur : **Mr Thierry LEPINE**Intervenants : Mr Mathieu HEBERT
Mr Victorien RAULOT

Mr Benjamin BOUTHINON

Examens : Rapport

Objectifs et compétences

Aborder les problèmes théoriques et pratiques d'un domaine de l'optique et/ou de l'image
Gérer de façon autonome toutes les phases d'une expérimentation ou de nouvelles fonctions logicielles: conception, réalisation, tests.

Il est conseillé d'adopter une démarche de type « gestion de projet » dont les grandes étapes pourraient être les suivantes :

Bibliographie : Tous les moyens disponibles seront utilisés : supports de cours, bibliothèques, Internet, contacts avec des spécialistes du domaine, ...

Planning : Le planning permettra de structurer les actions de chacun dans le temps. Il faudra bien séparer les différents domaines de travail : optique, imagerie, programmation, mécanique, électronique,... Il sera important de se fixer des buts réalistes à atteindre. Ce planning pourra ensuite évoluer un peu en fonction de la réalité du terrain. L'avancement du projet sera jugé par des réunions régulières avec le responsable.

Conception : En fonction du cahier des charges disponible, le dispositif sera conçu et dimensionné en utilisant tous les moyens disponibles : Matlab, logiciels de conception optique, logiciels de systèmes d'acquisition...

Montage et tests : La phase précédente doit permettre de choisir les bons composants qu'il faudra éventuellement approvisionner (lentilles, réseaux...) et les bons instruments de mesure qu'il faudra paramétrer (modes d'acquisition, géométries de mesure...). Puis le dispositif sera monté et testé en laboratoire. On prendra soin de bien préciser les procédures mises en jeu. Les tests permettront de savoir si le cahier des charges est effectivement satisfait.

De nombreux domaines peuvent être abordés sous des aspects variés : Aberrations, étude de fronts d'onde, optique adaptative, Laser, Imagerie, photométrie, colorimétrie, polarisation à travers les caractéristiques de caméra (optique et détecteurs) ou de surfaces (revêtements, imprimés, filtres, etc).

Plan du cours

Le projet se déroule sur 5 séances de 4h. Un bref compte-rendu de séance décrit les travaux effectués pendant la séance et détermine les objectifs de la séance suivante.

Le projet est évalué sur la base d'un rapport final

Polycopié ou notes de cours disponibles**Bibliographie****Pré-requis**

Unité d'enseignement : **Bases scientifiques de l'image numérique**Volume horaire : **62,0 h**Coordinateur : **Mr Mathieu HEBERT**

Intervenants : Mr Hubert KONIK

Mr David NEBOUY

Examens : Examen écrit, Rapport

Objectifs et compétences

Ce cours de niveau master est une introduction aux fondamentaux du traitement numérique des images. Il met l'accent sur les grands principes plutôt que sur des applications spécifiques. Les notions abordées dans ce cours sont: définition de l'image numérique, transformations de base, échantillonnage et discrétisation, opérations ponctuelles, filtrages linéaire, spatial, fréquentiel, et non-linéaire d'images, traitement par transformées et par histogramme, segmentation d'image, analyse de texture, représentation des couleurs et espaces colorimétriques, restauration d'image, extraction et reconnaissance de formes simples.

Les phases de programmation se feront de préférence avec Matlab et l' Image Processing Toolbox de Matlab, mais d'autres langages de programmation peuvent être acceptés. Des notions plus avancées telles que la compression d'image, la reconstruction, les ondelettes et l'imagerie multirésolution seront présentées sous forme de séminaires en annexe du cours.

Plan du cours

Introduction au traitement des images: formation des images et acquisition; échantillonnage et discrétisation; connectivité des pixels; format numérique d'image; opérations logiques et arithmétiques; traitement d'images binaire et à niveaux de gris.

Traitement par histogramme, égalisation d'histogramme, seuillage, transformations sur les niveaux de gris

Filtrage spatial, lissage, aiguisage, opérateur Laplacien, gradient et autres filtres différentiels

Filtrage fréquentiel, filtres passe-bas ou passe-haut, Transformée de Fourier

Restauration d'image, filtrages spatial et fréquentiel appliqués à la réduction du bruit, dégradation d'image, filtres inverses.

Détection de pics, de lignes, de contours et opérateurs associés.

Segmentation d'image, croissance de region, division ou agregation de régions, graph d'adjacence de régions

Imagerie couleur, espaces couleur, transformations colorimétriques,

Analyse d'image, analyse de texture, extraction d'information, analyse de formes

Reconnaissance de formes et d'objets, corrélation.

Polycopié ou notes de cours disponibles**Bibliographie**

Digital Image Processing, 3rd Edition (DIP/3e), by Rafael C. Gonzalez and Richard E. Woods, Prentice Hall (2008)

Color Image Processing: Methods and Applications (Image Processing), by Rastislav Lukac & Kostantinos N. Plataniotis, CRC (2006)

The Image Processing Handbook, Fifth Edition (Image Processing Handbook), by John C. Russ, CRC (2006)

Image Processing: Analysis and Machine Vision by Sonka, V and Hlavac and R.Boyle, 3rd edition, Thomson (2008)

Pré-requis

Scientific graduate level. Matlab/C++ basic knowledge

Unité d'enseignement : **Bases scientifiques de l'image numérique**Volume horaire : **30,0 h**Coordinateur : **Mr Mathieu HEBERT**

Intervenants : Mme Cécile BARAT

Examens : Contrôle continu

Objectifs et compétences

Le but de ce cours est de faire connaître les notions d'érosion et dilatation en image et de faire pratiquer les différents outils de traitement des images issus de ces opérateurs morphologiques: filtrage morphologique, homotopies, transformation géodésiques...

Plan du cours**Introduction**

- Définitions d'une image : Définition images binaires, images niveaux de gris, images couleur, quantification, échantillonnage.
- Chaîne de traitement d'image : Positionnement de la morphologie mathématique par rapport à la chaîne de T.I.

Concepts de base

- Fondements et principes de la morphologie mathématique : Historique, concepts, principe
- Morphologie mathématique binaire : élément structurant, transformées binaires ensemblistes et tout-ou-rien, conditions d'Hadwiger, propriétés
- Du binaire aux niveaux de gris : conversion des opérateurs, éléments structurants

Erosion & Dilatation

- Cadre binaire : Erosion & dilatation binaires, Propriétés, Effets de bord
- Cadre fonctionnel : Erosion & dilatation à niveaux de gris, Propriétés, Effets de bord
- Applications : Binaire : Fonction distance, Erodé ultime / Niveaux de gris : gradients, laplacien, lissage, réhaussement de contraste, covariance

Filtrage morphologique

- Introduction au filtrage morphologique : Parallèle filtrage morphologique / filtrage linéaire
- Filtres standards, ouverture et fermeture : Définitions, Propriétés, Effets
- Top-Hat : Définition et applications
- Analyse granulométrique : Définition, interprétation de courbes granulométriques Construction de nouveaux filtres : Sup d'ouvertures / FAS, Applications
- Exemple applicatif de synthèse

Hit-or-miss et opérateurs dérivés

- Transformations Hit-or-Miss : Définition, illustration
- Amincissement / épaissement : Définition, application à la réduction de bruit poivre et sel, obtention de l'enveloppe convexe d'une forme par épaissement
- Homotopie : Rappel de la définition, notion d'opérateurs homotopiques, notion de point simple, point destructible, point constructible
- Amincissement / épaissement homotopiques : Définitions, Famille d'éléments structurants homotopes, Exemples d'application
- Squelettisation : Différents squelettes cas continu et cas discret (boule maximale, Lantuéjoul, amincissement homotopique), SKIZ

Transformations géodésiques

- Introduction à la géodésie
- Distance géodésique et boule géodésique : Définitions mathématiques
- Erosion et Dilatation géodésiques : Définition, Exemples sur des ensembles et sur des profils
- Reconstruction : Définition, Exemples
- Applications : Analyse individuelle d'objets, Filtrage, Suppression des objets touchant le bord, Bouchage de trous, Erodé ultime, Seuillage par hystérésis, Ouverture / Fermeture par reconstruction, TopHat par Reconstruction, Extrema régionaux

Ligne de partage des eaux

- Rappels sur la segmentation et approches classiques : approches globales, régions, contours
- Principe de la LPE : Principe de montée des eaux et construction de barrages
- Algorithme et Applications de la LPE : Segmentation, problème de sursegmentation
- LPE sous contraintes : Principe de l'imposition de minima, LPE et fonction distance pour la séparation d'objets convexes, Segmentation par marqueurs externes et internes

Polycopié ou notes de cours disponibles**Bibliographie****Pré-requis**

Institut d'Optique - 2e année - Saint-Etienne
Anglais - S1**2013-2014****Coefficient : 28**Unité d'enseignement : **Compétences transverses et humaines - S1**Volume horaire : **24,0 h**Coordinateur : **Mme Annick MANCO**

Intervenants : Mr Andom IYASSU

Examens : Contrôle continu

Objectifs et compétences

L'objectif de la deuxième année est de donner aux élèves-ingénieurs la capacité d'être opérationnel et d'étudier en anglais avec autonomie et aisance. Travailler toutes les compétences de façon intégrée et se préparer à la vie professionnelle découlent tout naturellement de cet objectif.

Plan du cours

Le premier semestre est davantage axée sur les CV, les entretiens, l'actualité et la culture d'entreprise, principalement à l'aide d'études de cas.

Polycopié ou notes de cours disponibles**Bibliographie****Pré-requis**

Unité d'enseignement : **Compétences transverses et humaines - S1**Volume horaire : **18,0 h**Coordinateur : **Mr Vincent JOSSE**

Intervenants :

Examens : Examen écrit

Objectifs et compétences

Donner aux élèves les notions et le vocabulaire de base nécessaires pour appréhender les problèmes de flux financiers internes et externes à l'entreprise et auxquels ils seront confrontés dans l'exercice de leur métier ;

Ces notions doivent leur permettre d'une part de pouvoir comprendre la structure des principaux documents comptables (bilan, compte d'exploitation et soldes intermédiaires de gestion), mais également de se familiariser aux notions de coûts (de production, de revient et de vente) et de budget (d'un service, d'un projet) et de comprendre les mécanismes d'établissement de ces coûts.

Plan du cours

Introduction

- la fonction financière et les différentes sources de financement accessibles à l'entreprise

1ère partie : La comptabilité générale.

- définition, exigences et postulats. - notion des enregistrements comptables.
- les outils de suivi économique en comptabilité générale :
- Le bilan. - les postes du bilan.
- la notion d'amortissement des immobilisations.
- l'affectation du résultat.
- quelques principes d'analyse économique et financière du bilan (les grands équilibres, notions de fond de roulement, de besoin en fonds de roulement et de trésorerie).
- Le compte d'exploitation.
- les postes de charges et de produits. - Les soldes intermédiaires de gestion.
- description du contenu de 8 indicateurs courants.

2ème partie : le Contrôle de gestion

- Définition et objectifs du contrôle de gestion ; - Les principes de la comptabilité analytique ; - la notion de coût et les différents types de coûts.
- la différence des objectifs recherchés par la comptabilité générale et la comptabilité analytique.
- La méthode des coûts complets ou des « sections homogènes ». - notions sur les charges directes et indirectes.
- les centres d'analyse. - les unités d'œuvre. - les méthodes de valorisation des stocks et en cours. - les inconvénients de la méthode.
- L'établissement des budgets de centre d'analyse.
- notions de taux horaires et de coefficient d'approvisionnement.
- L'établissement des budgets de développement et de production de produits ou de projets.
- Quelques notions sur les méthodes basées sur l'analyse de la variabilité des coûts.
- intérêts de ces méthodes.
- principes du « Direct Costing », notions du seuil de rentabilité.

Polycopié ou notes de cours disponibles**Bibliographie****Pré-requis**

Unité d'enseignement : **Compétences transverses et humaines - S1**Volume horaire : **12,0 h**Coordinateur : **Mr Vincent JOSSE**

Intervenants :

Examens : Rapport, Soutenance

Objectifs et compétences

Il s'agit ici d'inciter l'apprenti à comprendre le fonctionnement, ainsi que le contexte industriel et économique de son entreprise. Cette évaluation est en lien direct avec le cours de gestion suivi au CFA par les apprentis.

Les questions suivantes devront être abordées dans un rapport écrit et lors d'une soutenance orale :

- structure de l'entreprise (statut, localisation, nombre d'employés, chiffre d'affaire, bilan social (mixité, diversité), activités principales,...)
- organigramme faisant apparaître le service ou l'équipe projet dans lesquels est inséré l'apprenti et ses liens avec les autres composantes de l'entreprise ;
- nature du projet (recherche exploratoire, R&D, développement, contrôle et tests, commercialisation, ...), de son financement ; planning du projet

Compétences ciblées :

- Communiquer clairement et de façon adéquate à l'écrit comme à l'oral
- Rechercher et analyser de manière critique des documents
- S'insérer dans un réseau et un environnement professionnel

Plan du cours

Cette évaluation se compose :

- d'un rapport écrit (10 pages maximum) remis une semaine avant la soutenance (date limite communiquée en cours d'année).
- d'une présentation orale de 10 minutes (+ 5 minutes de questions) au CFA **en présence de tous les apprentis**. Le jury sera constitué du responsable pédagogique des apprentis et d'un enseignant en gestion et économie d'entreprise. Le maître d'apprentissage et le tuteur académique sont bien sûr invités à assister aux présentations, mais ils ne participeront pas à la notation.

Les apprentis appartenant aux mêmes entreprises pourront éventuellement regrouper leurs évaluations, rapport et soutenance, suivant les modalités discutées avec le responsable pédagogique du CFA.

Polycopié ou notes de cours disponibles**Bibliographie****Pré-requis**

Cours de gestion de l'unité d'enseignement "Formation de l'Ingénieur"

Unité d'enseignement : **Conception de systèmes d'imagerie**Volume horaire : **27,0 h**Coordinateur : **Mr Thierry LEPINE**

Intervenants : Mr Thierry LEPINE

Mr Eric RUCH

Examens : Contrôle continu

Objectifs et compétences

A la suite du cours du premier semestre où les bases théoriques ont été abordées, on donne des éléments de culture générale concernant les instruments, puis l'initiation à la conception optique commence. Ce cours se veut concret et pratique. Son ambition est de rendre nos élèves ingénieurs réellement capables de concevoir des systèmes optiques simples.

On apprend donc à utiliser le logiciel Zemax et surtout les méthodes de conception, depuis le cahier des charges et le choix du point de départ jusqu'à l'optimisation et le tolérancement. Les exemples traités sont très variés : télescopes (Newton, Cassegrain), doublet (avec lequel on aborde le tolérancement), triplet de Cooke et double-Gauss. Les aberrations d'excentrement sont également traitées dans un exemple.

Plan du cours

1. Instruments d'optiques : éléments de culture générale
2. Le cours d'initiation à la conception optique se déroule sur 7 séances de 3 h :
 - prise en main du logiciel, lentille simple et variations
 - doublet achromatique, puis apochromatique, tolérancement
 - télescope de Newton, notion de « coordinate break », correcteurs de champ
 - télescope de Cassegrain, correcteurs de champ
 - triplet de Cooke courte focale (objectifs photographiques)
 - triplets de Cooke longue focale (lunettes astronomiques)
 - double Gauss pour application photo

Pour chacune des 4 dernières séances, il est demandé un compte-rendu ramassé et noté.

L'ensemble du cours est validé par un mini-projet sur place en 3 h, complété par un mini-rapport à rendre sous 3 semaines.

Polycopié ou notes de cours disponibles

Présentations PPT sur libres savoirs

Bibliographie

- Aberrations of optical systems, W. T. Welford, Adam Hilger (1991)
- Modern optical engineering, W. J. Smith, Mac Graw-Hill
- Optical system design, R. E. Fisher, B. Tadic-Galeb, Mac Graw-Hill
- Handbook of optical design, D. Malacara, Z. Malacara, Marcel Dekker
- Lens design, M. Laikin, Marcel Dekker
- Optical shop testing, D. Malacara, Wiley – Interscience
- Principles of optics, M. Born and E. Wolf, Cambridge University Press
- Optics, E. Hecht, Addison Wesley

Pré-requis

Cours d'optique géométrique et optique physique de première année, cours de conception optique 2A S1

Unité d'enseignement : **Conception de systèmes d'imagerie**Volume horaire : **12,0 h**Coordinateur : **Mr Thierry LEPINE**

Intervenants : Mr Thierry LEPINE

Examens : Rapport

Objectifs et compétences

Le projet de conception optique permet de mettre en pratique l'ensemble des notions et concepts abordés tout au long de l'année. Les élèves travaillent en temps limité (3 h) sur un exemple concret avec un cahier des charges et un point de départ fournis. Ensuite, ils ont 3 semaines pour rédiger un mini-rapport.

Plan du cours**Polycopié ou notes de cours disponibles****Bibliographie****Pré-requis**

Unité d'enseignement : **Conception de systèmes d'imagerie**Volume horaire : **40,0 h**Coordinateur : **Mr Thierry LEPINE**Intervenants : Mr Mathieu HEBERT
Mr Thierry FOURNELMr Raphaël CLERC
Mr Victorien RAULOT

Examens : Rapport

Objectifs et compétences

Aborder les problèmes théoriques et pratiques d'un domaine de l'optique et/ou de l'image

Gérer de façon autonome toutes les phases d'une expérimentation ou de nouvelles fonctions logicielles: conception, réalisation, tests.

Il est conseillé d'adopter une démarche de type « gestion de projet » dont les grandes étapes pourraient être les suivantes :

Bibliographie : Tous les moyens disponibles seront utilisés : supports de cours, bibliothèques, Internet, contacts avec des spécialistes du domaine, ...

Planning : Le planning permettra de structurer les actions de chacun dans le temps. Il faudra bien séparer les différents domaines de travail : optique, imagerie, programmation, mécanique, électronique,... Il sera important de se fixer des buts réalistes à atteindre. Ce planning pourra ensuite évoluer un peu en fonction de la réalité du terrain. L'avancement du projet sera jugé par des réunions régulières avec le responsable.

Conception : En fonction du cahier des charges disponible, le dispositif sera conçu et dimensionné en utilisant tous les moyens disponibles : Matlab, logiciels de conception optique, logiciels de systèmes d'acquisition...

Montage et tests : La phase précédente doit permettre de choisir les bons composants qu'il faudra éventuellement approvisionner (lentilles, réseaux...) et les bons instruments de mesure qu'il faudra paramétrer (modes d'acquisition, géométries de mesure...). Puis le dispositif sera monté et testé en laboratoire. On prendra soin de bien préciser les procédures mises en jeu. Les tests permettront de savoir si le cahier des charges est effectivement satisfait.

De nombreux domaines peuvent être abordés sous des aspects variés : Aberrations, étude de fronts d'onde, optique adaptative, Laser, Imagerie, photométrie, colorimétrie, polarisation à travers les caractéristiques de caméra (optique et détecteurs) ou de surfaces (revêtements, imprimés, filtres, etc).

Plan du cours

Le projet se déroule sur 8 séances de 4h. Un bref compte-rendu de séance décrit les travaux effectués pendant la séance et détermine les objectifs de la séance suivante.

Le projet est évalué sur la base d'un rapport final.

Polycopié ou notes de cours disponibles**Bibliographie****Pré-requis**

Unité d'enseignement : **Radiométrie**Volume horaire : **24,0 h**Coordinateur : **Mr Thierry LEPINE**

Intervenants : Mr Thierry LEPINE

Examens : Examen écrit

Objectifs et compétences

Les objectifs de ce cours sont doubles :

1) donner les notions de base en radiométrie et en détecteurs qui sont indispensables à la conception de systèmes de détection optique (collecteurs de flux ou capteurs d'images). Cette partie doit permettre aux futurs ingénieurs ou scientifiques de spécifier et caractériser les éléments optiques ou optoélectroniques de tels systèmes : sources, milieux de propagation et surfaces, composants optiques, et détecteurs.

2) Montrer l'approche système qui est généralement suivie, à partir du cahier des charges, par un responsable de projet, par exemple en Recherche et Développement, pour optimiser la conception de tels capteurs, en calculant leur rapport signal à bruit, paramètre fondamental des systèmes de détection optique.

Plan du cours

- Les relations entre grandeurs photométriques spécifiques aux instruments d'optiques
- Le corps noir
- Les détecteurs :
 - détecteurs quantiques : caractéristiques de base (réponse spectrale, flux équivalent au bruit ou NEP, détectivité spécifique); détection directe; détecteurs matriciels
 - détecteurs thermiques : principe, familles (thermopile, pyroélectrique, bolomètre), NETD, MRTD

Polycopié ou notes de cours disponibles

Notes de cours sur libres Savoirs

Bibliographie

R. W. Boyd, « *Radiometry and the detection of optical radiation* », Wiley and sons, 1983.
 R. J. Keyes , « *Optical and infrared detectors* », Springer – Verlag.
 R. H. Kingstone, « *Detection of optical and infrared radiation* », Springer – Verlag.
 Websites : Hamamatsu, Kodak...

Pré-requis

Cours d'optique géométrique, notions sur les semi-conducteurs

Unité d'enseignement : **Radiométrie**Volume horaire : **12,0 h**Coordinateur : **Mr Mathieu HEBERT**

Intervenants : Mr Mathieu HEBERT

Examens : Examen écrit

Objectifs et compétences

Ce cours aborde les notions de photométrie spécifiques à la caractérisation des surfaces (réflexion) et des milieux (absorption et diffusion).

Plan du cours

1) Radiométrie des surfaces

- notions de facteur de réflexion, facteur de luminance, BRDF
- instruments de mesure
- facteur de réflexion d'interfaces planes, diélectriques et métallique (formules de Fresnel)
- influence de la polarisation
- modèles de réflexion par les surfaces rugueuses
- Application : simulation du rendu visuel de billes métalliques rugueuses sous un éclairage collimaté

2) Radiométrie des milieux

- absorption : loi de Beer et paramètre pour décrire l'absorption (facteur de transmission, densité)
- différents types de diffusion lumineuse (simple, multiple)
- paramètre pour décrire la diffusion (coefficient de diffusion, indicatrice de diffusion, fonction de phase, facteur d'anisotropie, section efficace)
- modèle Kubelka-Munk
- diffusion atmosphérique et notion de contraste.

Polycopié ou notes de cours disponibles

Les notes de cours sont disponibles sur Libres Savoir

Bibliographie**Pré-requis**

Notions de base de la photométrie (Introduction to radiometry au premier semestre)

Unité d'enseignement : **Radiométrie**Volume horaire : **24,0 h**Coordinateur : **Mr Mathieu HEBERT**

Intervenants : Mr Mathieu HEBERT

Mr Juan MARTINEZ

Examens : Examen écrit

Objectifs et compétences

Appropriation des concepts d'attribut perceptuel et des mécanismes de la vision

Connaître les méthodes de mesure et les systèmes de description de la couleur.

Savoir caractériser la couleur de sources lumineuses.

Maîtriser les relations entre les valeurs colorimétriques et les grandeurs spectrales, découvrir les méthodes de calibrage d'imageurs en couleur.

Plan du cours

- 1) Perception des couleur
- 2) Notions élémentaires de colorimétrie (trichromatisme, espaces RGB and XYZ)
- 3) Normes CIE pour les sources et illuminants
- 4) Espaces uniformes, distances entre couleurs
- 5) Métamérie and rendu des couleurs
- 6) Calibration colorimétrie de systèmes d'imagerie

Polycopié ou notes de cours disponibles

Les notes de cours sont disponibles sur Libres Savoirs.

Bibliographie

"Colorimetry. Fundamentals and Applications" by Ohta and Robertson. Wiley, 2005

"Color Science: concepts and methods, quantitative data and formulae". Wyszecki and Stiles, Wiley, 1982

"Principles of Color Technology". Billmeyer, Saltzman and Berns. Wiley, 2000.

"Colorimetry. Understanding the CIE System". János Schanda (Ed). CIE. Wiley, 2007.

"Computational Color Science using Matlab". Westland and Ripamonti. Wiley, 2004.

Pré-requis

Unité d'enseignement : **Photonique théorique et appliquée**Volume horaire : **33,0 h**Coordinateur : **Mr Raphaël CLERC**Intervenants : Mr Raphaël CLERC
Mr Jean Michel JONATHAN

Mr Sylvain GIRARD

Examens : Examen écrit

Objectifs et compétences

Fournir à l'étudiant les éléments essentiels pour l'étude de l'interaction Laser - matière. Un descriptif détaillé des différentes sources Laser pose les bases du fonctionnement général d'un laser et identifie les différents modes de fonctionnement. Les principales technologies laser associées seront abordées par l'étude des mécanismes d'interaction de la lumière avec la matière en particulier en régime non linéaire.

Acquis et savoir-faire

- Comprendre le fonctionnement général d'un laser et savoir reconnaître les différents types de laser.
- Connaître les différents secteurs d'applications des lasers.
- Savoir faire le lien entre les caractéristiques laser (énergie, longueur d'onde, nature continue ou impulsionnelle) et les différentes applications.
- Comprendre les principaux mécanismes à la base des effets non linéaires.
- Comprendre les bases de l'optique guidée.

Plan du cours**Sources laser (12h)**

- Les faisceaux gaussiens
- Bases physiques de l'émission stimulée
- Physique du Laser : inversion de population et pompage optique, cavité laser.
- Principales technologies laser utilisées (gaz, solides, diodes, fibres ..)

Optique non linéaire et Applications (12h)

- Oscillateurs harmonique et anharmonique.
- Calcul semi-classique des susceptibilités non linéaires.
- Polarisation non linéaire induite, tenseurs de susceptibilité, symétries, propagation dans un diélectrique non linéaire et systèmes d'équations couplées.
- Effets non linéaires « typiques » du 2ème et 3ème ordre : génération d'harmoniques, accord de phase, mélange de fréquences, amplification paramétriques, propagation d'impulsion en régime soliton, modulation de l'indice de réfraction, diffusion stimulées, auto-modulation de phase, auto-focalisation, filamentation, génération de supercontinuum.

Optique guidée (9h)

- Avantages et limitations de l'optique guidée
- Propagation dans un guide plan: approche électromagnétique et géométrique, exemples d'applications
- Propagation dans les guides cylindriques: applications aux fibres monomodes et multimodes, exemples d'applications

Polycopié ou notes de cours disponibles

Polycopiés sur les lasers, notes de cours sur l'optique non-linéaire et sur l'optique guidée.

Bibliographie**Pré-requis**

Unité d'enseignement : **Photonique théorique et appliquée**Volume horaire : **12,0 h**Coordinateur : **Mr Thierry LEPINE**

Intervenants : Mme Isabelle VERRIER

Examens : Rapport

Objectifs et compétences

Ce module de formation pratique comprend deux TP en caractérisation de systèmes optiques et un TP sur les Lasers.

Plan du cours

- laser : modes transverses (4h)
- Haso
- Zygo

Polycopié ou notes de cours disponibles**Bibliographie****Pré-requis**

Unité d'enseignement : **Ouverture scientifique**Volume horaire : **48,0 h**Coordinateur : **Mr Thierry FOURNEL**

Intervenants : Mr Thierry FOURNEL

Examens : Contrôle continu

Objectifs et compétences

Introduire les concepts fondamentaux relatifs à la génération d'un message et à sa transmission via un canal, le message étant ici, suivant le cas, une séquence alphanumérique ou un code graphique, Mettre en œuvre des outils opérationnels dans les cadres applicatifs concrets que sont la compression sans perte, la correction d'erreurs et le chiffrement symétrique.

Plan du cours

Les différentes notions sont abordées au travers de six sessions, les outils travaillés étant indiqués entre parenthèses :

- Définition et mesure de l'information (Générateurs pseudo-aléatoires)
- Sources discrètes (Chaînes de Markov)
- Codage d'une source et adaptation au canal (Codage de Huffman)
- Principe de la détection / correction d'erreurs (Codes à barres)
- Etudes de différents codes (datamatrix)
- Chiffrement par blocs (DES,AES)

Polycopié ou notes de cours disponibles**Bibliographie****Pré-requis**

Unité d'enseignement : **Ouverture scientifique**Volume horaire : **48,0 h**Coordinateur : **Mr Raphaël CLERC**

Intervenants : Mr Pierre Olivier CHAPUIS

Examens : Contrôle continu

Objectifs et compétences

Le but de ce cours est de présenter les principales formes de transfert thermique ainsi que leurs origines microscopiques, et de proposer des méthodes de dimensionnement d'équipements. Une attention particulière est accordée à l'analyse énergétique de certains composants et/ou appareils utilisés dans le domaine de l'optique.

La maîtrise des transferts thermiques est primordiale au XXIème siècle. Le coût associé à la génération et à l'utilisation de l'énergie est tel que le « transfert de chaleur », son stockage, ou l'isolation sont des phénomènes qui nécessitent généralement des études poussées. Celles-ci permettent d'optimiser la consommation d'énergie dans les procédés industriels ou chez le particulier. Ce cours, constitué de cours magistraux (22h), de travaux dirigés (12h), d'études de cas sous environnement numérique (9h) et d'une journée de travaux pratiques (7h), a pour but de comprendre et d'analyser les transferts thermiques dans diverses situations.

Plan du cours**Polycopié ou notes de cours disponibles****Bibliographie****Pré-requis**

Thermodynamique simple ; Eléments de physique du solide ; Notions de physique statistique

Institut d'Optique - 2e année - Saint-Etienne
Anglais - S2**2013-2014****Coefficient : 29**Unité d'enseignement : **Compétences transverses - S2**Volume horaire : **24,0 h**Coordinateur : **Mme Annick MANCO**

Intervenants : Mr Andom IYASSU

Examens : Contrôle continu

Objectifs et compétences

L'objectif de la deuxième année est de donner aux élèves-ingénieurs la capacité d'être opérationnel et d'étudier en anglais avec autonomie et aisance. Travailler toutes les compétences de façon intégrée et se préparer à la vie professionnelle découlent tout naturellement de cet objectif.

Plan du cours

Les élèves de la filière classique travaillent en groupe sur leur mémoire, alors que les filières CFA et FIE se concentrent sur le travail individuel, organisé à partir des « Reith lectures ».

Polycopié ou notes de cours disponibles

"The Apprentice" BBC 2 business reality show
Financial Times
No Logo by Naomi KLEIN
Debate : "Maggie Thatcher saved Britain" DVD
Preparation series for the TOEIC - Longman
English File OUP

Bibliographie**Pré-requis**

Unité d'enseignement : **Compétences transverses - S2**Volume horaire : **12,0 h**Coordinateur : **Mr Vincent JOSSE**

Intervenants :

Examens : Soutenance

Objectifs et compétences

Cette évaluation a des objectifs similaires à l'évaluation « Séances Tutorées Scientifiques 1 » du CFA-1A. Il s'agit de présenter une composante technique particulière du projet en entreprise, **en lien avec l'optique**, mais pas la globalité du travail en entreprise.

Ces présentations, techniques, ont pour but de compléter la formation académique des apprentis, par des exemples concrets d'applications. Ces séances sont donc dans la continuité des enseignements dispensés en optique, et sont à envisager comme un lien entre la formation académique et la formation par l'entreprise. **C'est aussi le moment pour les apprentis de prendre du recul sur une partie spécifique de leur projet.** Le point décrit par l'apprenti peut être le centre de son travail d'apprentissage, auquel cas il est vraisemblable que certains points techniques ne seront pas encore élucidés ou définis : c'est alors la discussion, les questions de l'enseignant ou des étudiants qui peuvent attirer l'attention de l'apprenti sur un point qu'il n'a pas cerné, ou mal compris. Il peut aussi s'agir d'un outil avec lequel il travaille, d'une expérience similaire à celle sur laquelle il travaillera et dont l'étude (bibliographique, théorique ou pratique) lui permet de mieux comprendre le travail qu'il aura à réaliser; ou encore d'un produit mis au point par son entreprise, dont la présentation aux autres apprentis illustre et complète les cours.

De manière générale, ces soutenances sont l'occasion de présenter aux autres apprentis un aspect de son travail en entreprise, ou du cadre dans lequel il se situe. **Il est donc essentiel de faire preuve de pédagogie, afin que l'exposé soit compréhensible par tous.**

Compétences ciblées :

- Communiquer clairement et de façon adéquate à l'écrit comme à l'oral
- Analyser un problème technique.

Plan du cours

La soutenance se déroulera au CFA devant les autres apprentis. L'exposé durera 15 minutes, suivi par 15 minutes de questions.

Ces soutenances seront regroupées suivant les grands thèmes de l'optique enseigné au CFA : Conception Optique, Radiométrie, Laser, Optique Physique et Traitement des images.

Le jury sera composé du responsable pédagogique des apprentis et d'un enseignant du CFA spécialiste pour chaque thématique.

Polycopié ou notes de cours disponibles**Bibliographie****Pré-requis**

Unité d'enseignement : **CFA - Acquis en entreprise**Volume horaire : **700,0 h**Coordinateur : **Mr Vincent JOSSE**

Intervenants :

Examens : Evaluation Maître d'apprentissage, Validation d'acquis en entreprise

Objectifs et compétences

Les objectifs sont doubles :

- Il s'agit d'une part de faire **une synthèse de l'activité en entreprise** lors de la deuxième année en entreprise. Cette synthèse portera sur le contenu scientifique, mais aussi sur les aspects relatifs à la place de l'apprenti au sein de l'entreprise (compréhension de son environnement).
- Il s'agit également de **valider les acquis en entreprise** identifiés lors de la signature du contrat tripartite. Une compétence transverse ainsi qu'une compétence métier devront être validées. Notez qu'une compétence n'est réellement acquise que si elle est utilisable, à bon escient, dans un autre contexte. C'est cela qui sera jugé et non pas les résultats que vous avez obtenus.

Compétences ciblées :

- Communiquer clairement et de façon adéquate à l'écrit comme à l'oral
- S'insérer dans un réseau et un environnement professionnel
- Maîtriser des concepts techniques complexes

Plan du cours

L'évaluation se fera en entreprise, en présence du maître d'apprentissage et du tuteur académique. Il est possible de rompre avec une présentation classique et de privilégier la démonstration sur le terrain.

C'est l'occasion de faire preuve d'imagination pour illustrer ces acquisitions d'un genre nouveau. Les exemples concrets, les témoignages et les expérimentations de terrain s'avèrent souvent plus démonstratifs et convaincants qu'une présentation entièrement en salle.

Polycopié ou notes de cours disponibles**Bibliographie****Pré-requis**

Unité d'enseignement : **Complément de formation en informatique (M1-OIV)**Volume horaire : **30,0 h**Coordinateur : **Mr François GOUDAIL**

Intervenants :

Examens : soutenance

Objectifs et compétences

Reconnaissance d'une implication importante dans la vie associative de l'école.

Plan du cours

Le but de cette « matière » est de reconnaître l'implication des élèves dans la vie associative, en donnant une visibilité administrative à l'action. Il s'agit d'une reconnaissance a posteriori et optionnelle.

Les élèves qui souhaitent faire reconnaître leur action a posteriori font acte de candidature adressé au directeur des études (un mail décrivant le travail) puis présentent oralement leur travail.

Le jury, composé d'enseignants et de responsables administratifs, met une note à l'élève.

La note permet de donner une visibilité à l'action au moment des jurys.

L'action est également indiquée dans le supplément au diplôme.

Polycopié ou notes de cours disponibles**Bibliographie****Pré-requis**

Programme de la deuxième année

Site de St Bordeaux

Programme d'enseignement

Semestre / UE / Matière	Coef.	Heures	Page
Semestre 1			
UE : Fondamentaux de la conception optique	ECTS de cette UE = 7		
Optique de Fourier	20	15,0 h	002
Aberrations / Conception optique	30	31,0 h	003
Code V	30	24,0 h	004
TP Conception optique	20	12,0 h	005
UE : Caractérisation du champ lumineux	ECTS de cette UE = 4		
Photométrie	25	15,0 h	006
Colorimétrie	25	15,0 h	007
TP Photométrie	50	20,0 h	008
UE : Méthodes numériques de l'ingénieur	ECTS de cette UE = 7		
Algorithmique et programmation d'objet	35	30,0 h	009
Méthodes numériques sous Matlab	35	36,0 h	010
Projets dirigés	30	20,0 h	011
UE : Compétence transverses et humaines - S1	ECTS de cette UE = 5		
Gestion - Semestre 1	20	18,0 h	012
Journées entrepreneuriales	20	12,0 h	013
Anglais - Semestre 1	30	24,0 h	014
Etudiant - 2e Langue - Semestre 1	30	24,0 h	015
UE : Compétences projet - S1	ECTS de cette UE = 2		
CFA - Gestion	40	30,0 h	016
CFA - Analyse de l'entreprise	60	12,0 h	017
UE : Vie Associative	ECTS de cette UE = 3		
Vie Associative	100	30,0 h	018
Semestre 2			
UE : Ondes et Matière	ECTS de cette UE = 6		
Lasers	20	15,0 h	019
Optique Non Linéaire	20	15,0 h	020
Electromagnétisme des modes	20	15,0 h	021
Optique du Solide	20	15,0 h	022
TP Ondes et Matière	20	8,0 h	023
UE : CFA - Acquis en Entreprise	ECTS de cette UE = 10		
CFA - Evaluation 2	100	700,0 h	024
UE : Systèmes optiques	ECTS de cette UE = 5		
Physique des Détecteurs	25	15,0 h	025
Conception Optique 2	25	15,0 h	026
Méthodes optiques pour la biologie	25	16,0 h	027
Light Tools	25	16,0 h	028
TP Systèmes Optiques	25	8,0 h	029
UE : Modèles numériques en imagerie	ECTS de cette UE = 7		
Introduction to Image Processing & Computer Vision	25	20,0 h	030
Programmation 3D haute performance	25	20,0 h	031
Travaux dirigés images numériques	50	40,0 h	032
UE : Compétence transverses et humaines - S2	ECTS de cette UE = 5		
Anglais - Semestre 2	30	24,0 h	033
Etudiant - 2e Langue - Semestre 2	30	24,0 h	034
Gestion et Projet d'affaire	40	30,0 h	035
UE : Compétences Projet - S2	ECTS de cette UE = 2		
CFA - Séances Tutorées Scientifiques 2	100	12,0 h	036

Unité d'enseignement : **Fondamentaux de la conception optique**Volume horaire : **15,0 h**Coordinateur : **Mr Arnaud DUBOIS**

Intervenants : Mr Jean AUGEREAU

Mr Lionel JACUBOWIEZ

Examens : Examen écrit

Objectifs et compétences

La propagation de la lumière et la formation des images peuvent être modélisées, dans le cadre de l'optique ondulatoire scalaire, au moyen d'un formalisme s'appuyant sur l'analyse mathématique de Fourier.

L'objectif du cours est de présenter les concepts fondamentaux de ce modèle et de fournir les outils de calculs utiles dans de nombreux domaines de l'optique : systèmes d'imagerie, holographie, lasers, communications optiques, etc.

Ce cours d'optique de Fourier traite en particulier de la diffraction en régimes de Fresnel et de Fraunhofer. Le filtrage des fréquences spatiales et l'imagerie en éclairages cohérent et incohérent sont également abordés.

Le cours magistral est illustré par 4 travaux dirigés.

Plan du cours

1. POSTULATES OF WAVE OPTICS
2. MONOCHROMATIC WAVES
3. ELEMENTARY WAVES
4. TRANSMISSION THROUGH OPTICAL COMPONENTS
5. PROPAGATION OF LIGHT IN FREE SPACE
6. OPTICAL FOURIER TRANSFORM
7. DIFFRACTION
8. SPATIAL FILTERING
9. IMAGE FORMATION WITH COHERENT AND INCOHERENT ILLUMINATION

TD1 : Propagation d'un faisceau Gaussien

TD2 : Diffraction par une ouverture circulaire

TD3 : Filtrage des fréquences spatiales

TD4 : Imagerie en éclairage incohérent

Polycopié ou notes de cours disponibles

Polycopié du cours (en anglais) distribué aux élèves et disponible sur « Libres-Savoirs »

Bibliographie

- Fundamentals of Photonics" (Wiley Series in Pure and Applied Optics). Bahaa E. A. Saleh, Malvin Carl Teich. John Wiley & Sons, 1st edition (August 15, 1991)
- "Introduction to Fourier Optics", J.W. Goodman (Stanford University). Second edition Mc Graw-Hill (1996)
- "Principles of Optics", Born and Wolf (Pergamon Press 6th edition)

Pré-requis

Optique Physique (cours 1A)

Analyse de Fourier (cours « Mathématique et Signal » en 1A)

Unité d'enseignement : **Fondamentaux de la conception optique**Volume horaire : **31,0 h**Coordinateur : **Mr Yvan SORTAIS**

Intervenants :

Examens : Examen écrit

Objectifs et compétences

Ce cours expose l'origine des aberrations géométriques des systèmes optiques, et évalue leur importance pour des systèmes simples (lentilles, miroirs, ...). Il donne les outils nécessaires à la caractérisation des aberrations, en s'appuyant en particulier sur les notions d'écart normal et de réponse percussionnelle. Les méthodes générales d'évaluation des performances d'un système optique en termes d'imagerie sont étudiées. Ceci permettra ultérieurement d'apprendre à optimiser les systèmes optiques en connaissance de cause, à l'aide d'un logiciel de conception optique.

Plan du cours**Méthodes d'évaluation des aberrations**

Approche géométrique

Ecart normal et surface d'onde

Approche ondulatoire : réponse percussionnelle, rapport de Strehl et critère de Maréchal

Aberrations des systèmes centrés

Développements limités de l'écart normal : polynômes de Seidel et de Zernike, lien avec le critère de Maréchal, tolérances sur les aberrations

Les aberrations chromatiques paraxiales

Les aberrations géométriques (en général, puis au 3ème ordre) :

Aberration sphérique

Coma

Astigmatisme & Courbure de champ

Distorsion

Variation des aberrations avec la position de la pupille

Evaluation des aberrations géométriques de systèmes classiques

Les optiques simples : dioptries, miroirs, lentilles

Association de systèmes : télescopes, doublet

Polycopié ou notes de cours disponibles

Transparents de cours

Polycopié

Bibliographie**Ouvrages présents à la bibliothèque de l'IOGS (Palaiseau)**

« Handbook of optical systems », Vol. 1-3, H. Gross ed. (Wiley-VCH, 2007)

« Optical imaging and aberrations », Part 1, V.N. Mahajan (SPIE, 1998)

« Aberration theory made simple », Tutorial texts in Optical Engineering Vol. TT6, V.N. Mahajan (SPIE, 1991)

« Principles of Optics », M. Born and E. Wolf, 7th ed. (Pergamon, 1999)

« Imagerie géométrique – Aberrations », A. Maréchal, Traité d'Optique Instrumentale Vol. 1 (Revue d'Optique théorique et instrumentale, 1952)

E-books (depuis la plateforme Dawsonera) : ouvrages en version numérique téléchargeable (essentiellement en langue anglaise) Optique, Hecht**Pré-requis**

Unité d'enseignement : **Fondamentaux de la conception optique**Volume horaire : **24,0 h**Coordinateur : **Mr Quentin KUPERMAN LEBIHAN**

Intervenants :

Examens : **Contrôle continu****Objectifs et compétences**

Introduction au logiciel CodeV etude de différents cas et approche d'une optimisation à l'aide du logiciel codeV

Utiliser des langages informatiques

Caractériser des dispositifs optiques ou électroniques

Comprendre ou rédiger un cahier des charges

Choisir des dispositifs en fonction d'un cahier des charges

Savoir comparer modèle et expérience

Mettre en oeuvre les calculs et les traitements de données nécessaires, par l'utilisation appropriée de logiciels

Concevoir, modéliser et représenter en utilisant les outils adéquats de CAO, des systèmes optiques complexes et des instrumentations hybridant des technologies optiques, mécaniques, électroniques, informatiques

Plan du cours

Prise en main du logiciel

Optique paraxiale et calcul des aberrations

Étude théorique et pratique des grandes familles de systèmes optiques. Objectif de Petzval, triplets, objectifs anastigmatiques, double Gauss, télescopes, objectifs catadioptriques, zooms, systèmes infrarouges.

Analyse et optimisation de différents systèmes

Etude de l'effet des niveaux de tolérancement sur les performances

Polycopié ou notes de cours disponibles**Bibliographie****Pré-requis**

Unité d'enseignement : **Fondamentaux de la conception optique**Volume horaire : **12,0 h**Coordinateur : **Mr Jean AUGEREAU**Intervenants : Mme Jannick ROLLAND
Mr Romain PACANOWSKIMr Xavier GRANIER
Mr Alexandre BARON

Examens : Contrôle continu, Compte-rendu

Objectifs et compétences

Le but de ces TP est de comprendre, d'observer et de quantifier les aberrations sur l'axe et hors d'axe de différents systèmes optiques. Puis de mesurer et d'analyser l'écart normal à l'aide d'un analyseur de front d'onde.

Communiquer clairement et de façon adéquate à l'écrit comme à l'oral

Savoir travailler en équipe et en réseau

Rechercher et analyser de manière critique des documents

Elaborer et gérer un plan de développement, de vérification

Utiliser des dispositifs de mesure

Caractériser des dispositifs optiques ou électroniques

Réaliser des dispositifs techniques

Mettre en œuvre des systèmes

Savoir comparer modèle et expérience

Mettre en œuvre les calculs et les traitements de données nécessaires, par l'utilisation appropriée de logiciels

Plan du cours

TP Aberrations sur l'axe

TP aberrations hors d'axe

TP étude d'aberration à l'aide d'un HASO

Polycopié ou notes de cours disponibles

Sujets des TP en ligne sur libres savoirs

Bibliographie**Pré-requis**

Unité d'enseignement : **Caractérisation du champ lumineux**Volume horaire : **15,0 h**Coordinateur : **Mr Xavier GRANIER**Intervenants : Mr Julien MOREAU
Mr Romain PACANOWSKI

Mr Xavier GRANIER

Examens : Examen écrit

Objectifs et compétences

L'objectif de ce cours est de donner les notions de base en radiométrie et en détecteurs qui sont indispensables à la conception de systèmes de détection optique (capteurs de flux ou d'imagerie). Cette partie doit permettre aux futurs ingénieurs ou scientifiques de spécifier et caractériser les éléments optiques ou optoélectroniques de tels systèmes : sources, milieux de propagation et surfaces, composants optiques, et détecteurs.

Bases de radiométrie optique : Grandeurs et relations fondamentales de radiométrie géométrique ; propriétés radiométriques des systèmes optiques ; spectroradiométrie ; introduction à la colorimétrie. ; rayonnement par incandescence ; propriétés radiométriques des surfaces et des milieux

Plan du cours

- Grandeurs géométriques et radiométriques - (Licence: Contexte public avec modifications)
- Cas des systèmes optiques
- Le corps noir: modèle et propriétés
- Autres sources de lumière

Polycopié ou notes de cours disponibles<http://paristech.institutoptique.fr/cours.php?id=143>**Bibliographie****Pré-requis**

Unité d'enseignement : **Caractérisation du champ lumineux**Volume horaire : **15,0 h**Coordinateur : **Mr Xavier GRANIER**

Intervenants :

Examens : Examen écrit

Objectifs et compétences

Donner les notions de base en radiométrie optique indispensables à la conception de systèmes d'éclairage et d'imagerie. Cette partie doit permettre aux futurs ingénieurs de spécifier et caractériser les éléments de ces systèmes : sources, milieux de propagation et surfaces, composants optiques, et détecteurs.

Traduire les notions précédentes dans le domaine du numérique et introduire les méthodes numériques de simulation et de rendu, à partir de ces notions

Plan du cours

- o Radiométrie optique :
 - o Grandeurs et relations fondamentales de radiométrie géométrique ; propriétés radiométriques des systèmes optiques ; spectroradiométrie ; colorimétrie ; rayonnement par incandescence ;
 - o Propriétés radiométriques des surfaces et des milieux.
 - o Méthodes d'éclairage et méthodes de mesure (ex : BRDF, elipsométrie, ...)
- o Bases de radiométrie numérique
 - o Couleur, matériaux, apparence
 - o Théorie pour l'éclairage global
 - o Modélisation et reproduction des couleurs : phénomène physique, phénomène psycho-physiologique, colorimétrie, systèmes de couleur, calibrage.

Polycopié ou notes de cours disponibles**Bibliographie**

Advanced global imaging. Philip Dutré, Kavita Bala et Philip Bekaert (y compris éclairage et physique)

High Dynamic Range Imaging - Acquisition, Display, and Image-based Lighting (second edition), Erik Reinhard, Greg Ward, Sumanta Pattanaik, Paul Debevec, Wolfgang Heidrich, Karol Myszkowski, *Morgan Kaufmann*

Pré-requis

Unité d'enseignement : **Caractérisation du champ lumineux**Volume horaire : **20,0 h**Coordinateur : **Mr Jean AUGEREAU**

Intervenants : Mr Jean AUGEREAU

Examens : Contrôle continu, Compte-rendu

Objectifs et compétences

Comprendre les notions de base de la photométrie. Et leur mise en application. Comprendre la notion de luminance, les différences entre sources ponctuelles et sources étendues.

Communiquer clairement et de façon adéquate à l'écrit comme à l'oral

Savoir travailler en équipe et en réseau

Rechercher et analyser de manière critique des documents

Elaborer et gérer un plan de développement, de vérification

Utiliser des dispositifs de mesure

Caractériser des dispositifs optiques ou électroniques

Réaliser des dispositifs techniques

Mettre en œuvre des systèmes

Savoir comparer modèle et expérience

Mettre en œuvre les calculs et les traitements de données nécessaires, par l'utilisation appropriée de logiciels

Plan du cours

TP Photométrie Notions de Base

TP photométrie des sources

TP Photométrie des objectifs

Polycopié ou notes de cours disponibles

Sujets en ligne sur libres savoirs

Bibliographie**Pré-requis**

Cours de photométrie

Institut d'Optique - 2e année - Bordeaux
Algorithmique et programmation d'objet**2013-2014****Coefficient : 35**Unité d'enseignement : **Méthodes numériques de l'ingénieur**Volume horaire : **30,0 h**Coordinateur : **Mr Xavier GRANIER**

Intervenants : Mr Xavier GRANIER

Examens : Examen écrit

Objectifs et compétences

Le but de cet enseignement est de proposer un tour d'horizon des outils qui permettent de concevoir des systèmes numériques, et d'en étudier leur efficacité. Pour cela, les notions d'algorithmes, de structure de données seront abordées, tout en considérant leurs coûts en mémoire et en calcul.

Ce cours est aussi l'occasion d'aborder la programmation orientée objet et la générique et à travers cela, la conception de code qui puisse être réutilisé. Si notions sont applicables pour un grand nombre de langages de programmation, l'apprentissage se fera par le biais du C++.

Le cours est organisé autour de l'apprentissage des notions suivantes:

- 1 - Automate et machine à états. Le but est de saisir comment fonctionne un ordinateur, et comment sont définis les langages de programmations
- 2 - Algorithmique, Structure de données et Complexité. Le but est cette partie est de savoir mettre en place un algorithme, en spécifiant son but, les actions à mener et la complexité résultante. Cela est indissociable de la spécification ou du choix des structures de données les plus appropriées
- 3 - Programmation orientée objet. Le but est d'appréhender ce mode de programmation, et à travers ce mode de programmation, la possibilité de faire du code qui soit ré-utilisable (modularité, générique). Ces notions peuvent être appliqués à tout programme jusqu'au langage dédiée comme en matlab.

Compétences technologiques et de mise en œuvre :

- Choisir et utiliser des langages informatiques
- Proposer des solutions alternatives

Compétences techniques et scientifiques : les diplômés doivent être capable de

- Mettre en oeuvre les calculs et les traitements de données nécessaires, par l'utilisation appropriée de logiciels

Plan du cours

- Algorithmique & Complexité

Complexité maximale, moyenne Récursion, pile, arbre des appels Structure simples (tableaux et listes) Structures complexes (graphes, arbres, table de hachage) Applications sur le tri et la multiplication matricielle

- Introduction aux algorithmes parallèle
- Le C++ Impératif
- Construction et Destruction d'un objet
- Héritage et Polymorphisme

Polycopié ou notes de cours disponibles

<http://paristech.institutoptique.fr/cours.php?id=141>

Bibliographie**Pré-requis**

Programmation en C.

Unité d'enseignement : **Méthodes numériques de l'ingénieur**Volume horaire : **36,0 h**Coordinateur : **Mr Xavier GRANIER**

Intervenants :

Examens : Examen écrit

Objectifs et compétences

Le but de ce cours est de fournir les connaissances de base permettant de formaliser un problème de manière numérique, tout en connaissant les possibilités et les limites en terme de précision, stabilité et efficacité. Le cours alterne théorie et mise en pratique sous MatLab pour permettre une première approche des logiciels de résolution numérique.

- Calcul formel et calcul numérique
- Précision, Stabilité, Convergence et Efficacité
- Normes discrètes et continues
- Résolution d'un système linéaire
- Optimisation linéaire avec et sans contrainte (moindres carrés, simplex, méthodes directes ou itératives)
- Optimisation non-linéaire avec et sans contrainte (descente de gradient, gradient conjugué, levenberg-marquardt)
- Méthodes d'intégrations déterministes (quadratures) et stochastiques (Monte Carlo, estimation de densité)
- Bases de fonction (polynomiales, polynomiales par morceau) spatiales et directionnelles
- Discrétisation des équations aux dérivées partielles (schémas explicites et implicites)
- Éléments et volumes finis

Compétences technologiques et de mise en œuvre :

- Choisir et utiliser des langages informatiques
- Proposer des solutions alternatives

Compétences techniques et scientifiques : les diplômés doivent être capable de

- Mettre en oeuvre les calculs et les traitements de données nécessaires, par l'utilisation appropriée de logiciels

Plan du cours

Introduction - Précision, Stabilité, Convergence
 Résolution de systèmes linéaires
 Optimisation linéaire
 Décomposition en valeurs singulières
 Optimisation non-linéaire
 Espaces et bases de fonctions
 Intégration stochastique (Monte Carlo)
 Intégration numérique
 Différences Finies - EDP - EDO

Polycopié ou notes de cours disponibles

<http://paristech.institutoptique.fr/cours.php?id=144>

Bibliographie**Pré-requis**

Unité d'enseignement : **Méthodes numériques de l'ingénieur**Volume horaire : **20,0 h**Coordinateur : **Mr Xavier GRANIER**

Intervenants :

Examens : **Projet****Objectifs et compétences**

Le but de ces projet est l'apprentissages des notions d'algorithmique et de programmation objet autour d'un projet se déroulan sur l'ensemble du semestre.

Compétences génériques en communication, gestion de projet au sens large :

- Elaborer et gérer un plan de développement, de vérification

Compétences technologiques et de mise en œuvre :

- Choisir et utiliser des langages informatiques
- Proposer des solutions alternatives
- Gérer des priorités

Compétences techniques et scientifiques : les diplômés doivent être capable de

- Mettre en oeuvre les calculs et les traitements de données nécessaires, par l'utilisation appropriée de logiciels

Plan du cours**Polycopié ou notes de cours disponibles**

http://manao.inria.fr/perso/~raymond/?page_id=40

Bibliographie**Pré-requis**

Unité d'enseignement : **Compétence transverses et humaines - S1**Volume horaire : **18,0 h**Coordinateur : **Mr Olivier FORTIN**

Intervenants : Mr Olivier FORTIN

Examens : Examen écrit

Objectifs et compétences

Donner aux élèves les notions et le vocabulaire de base nécessaires pour appréhender les problèmes de flux financiers internes et externes à l'entreprise et auxquels ils seront confrontés dans l'exercice de leur métier ;

Ces notions doivent leur permettre d'une part de pouvoir comprendre la structure des principaux documents comptables (bilan, compte d'exploitation et soldes intermédiaires de gestion), mais également de se familiariser aux notions de coûts (de production, de revient et de vente) et de budget (d'un service, d'un projet) et de comprendre les mécanismes d'établissement de ces coûts.

Plan du cours

Introduction

- la fonction financière et les différentes sources de financement accessibles à l'entreprise

1^{ère} partie : La comptabilité générale.

- définition, exigences et postulats.
- notion des enregistrements comptables.
- les outils de suivi économique en comptabilité générale :
 - Le bilan.
 - les postes du bilan.
 - la notion d'amortissement des immobilisations.
 - l'affectation du résultat.
 - quelques principes d'analyse économique et financière du bilan (les grands équilibres, notions de fond de roulement, de besoin en fonds de roulement et de trésorerie).
 - Le compte d'exploitation.
 - les postes de charges et de produits.
 - Les soldes intermédiaires de gestion.
 - description du contenu de 8 indicateurs courants.

2^{ème} partie : le Contrôle de gestion

- Définition et objectifs du contrôle de gestion ;
- Les principes de la comptabilité analytique ;
 - la notion de coût et les différents types de coûts.
 - la différence des objectifs recherchés par la comptabilité générale et la comptabilité analytique.
 - La méthode des coûts complets ou des « sections homogènes ».
 - notions sur les charges directes et indirectes.
 - les centres d'analyse.
 - les unités d'œuvre.
 - les méthodes de valorisation des stocks et en cours.
 - les inconvénients de la méthode.
 - L'établissement des budgets de centre d'analyse.
 - notions de taux horaires et de coefficient d'approvisionnement.
 - L'établissement des budgets de développement et de production de produits ou de projets.
 - Quelques notions sur les méthodes basées sur l'analyse de la variabilité des coûts.
 - intérêts de ces méthodes.
 - principes du « Direct Costing », notions de seuil de rentabilité.

Des exemples simples et chiffrés sont traités en cours afin d'illustrer les principes énoncés durant le cours. Des cas plus complets sont donnés en fin de séance et corrigés au début de la séance suivante

Polycopié ou notes de cours disponibles

Une copie de l'ensemble des planches projetées en cours est remise aux élèves

Bibliographie

Mémento Comptable Francis Lefebvre

Pré-requis

Cours de 1A : Initiation à l'entreprise

Unité d'enseignement : **Compétence transverses et humaines - S1**Volume horaire : **12,0 h**Coordinateur : **Mr Olivier FORTIN**

Intervenants : Mme Emilie GARCIA

Examens : Soutenance

Objectifs et compétences

Faire comprendre aux étudiants arrivant sur le campus de Bordeaux les principaux intervenants de l'entrepreneuriat dans la région Aquitaine. Leur présenter une méthode pour construire un dossier identifiant les composantes de création et de protection de valeur d'un projet économique.

Plan du cours

Premier Jour :

Matin : les étapes clés de la création d'entreprise, le Business Model

Après-midi : Comment passer d'une idée à un projet d'entreprise : modélisation, organisation, exécution.

Deuxième jour :

Matin : La protection industrielle

Après-midi : Présentation des acteurs de la région Aquitaine.

Polycopié ou notes de cours disponibles

Prise de note par les étudiants.

Bibliographie**Pré-requis**

Aucun

Unité d'enseignement : **Compétence transverses et humaines - S1**Volume horaire : **24,0 h**Coordinateur : **Mme Annick MANCO**

Intervenants : Mme Flora FARRELL

Examens : Contrôle continu

Objectifs et compétences

L'objectif de la deuxième année est de donner aux élèves-ingénieurs la capacité à être pleinement opérationnels, à étudier en anglais avec autonomie et aisance, à effectuer des recherches et travailler dans cette langue sans aucune difficulté.

Perfectionner toutes les compétences linguistiques et transverses de façon intégrée et se préparer à la vie professionnelle découlent tout naturellement de cet objectif.

Plan du cours

Les notes de fin de première année déterminent les groupes (ANG., B ou C).

Les deux filières ont les mêmes cours, de deux heures hebdomadaires, qui s'articulent sur deux semestres de 11 semaines environ. L'un des deux semestres est davantage axé sur les CV, les entretiens, la correspondance et la culture d'entreprise, par exemple à l'aide d'études de cas, en préparation à la vie professionnelle. Une introduction à la rédaction scientifique est également prévue. Quelques aspects de l'interculturel sont abordés, de façon à préparer les élèves à la dimension internationale de leur futur travail.

Le travail personnel encadré prévoit que les élèves travaillent en groupe sur un mémoire original, et sur une problématique de leur choix. Des réunions d'avancement permettent un suivi du travail des élèves, de leur première rédaction, et des corrections en amont de leur présentation à la classe. Les compétences écrites et orales sont donc développées parallèlement. Par ailleurs, un vrai travail d'équipe avec gestion du temps, partage des tâches et échange d'idées est mis en place et suivi, d'autant plus productif que les groupes sont constitués pour bien intégrer les étudiants internationaux.

Le système de notation en vigueur est le contrôle continu.

Polycopié ou notes de cours disponibles

Un fascicule reprenant tous les points importants des cours, proposant des lectures complémentaires et permettant les révisions en vue des contrôles, est remis aux élèves en début de semestre

Bibliographie

Communicating in Science (Vernon BOOTH), The Fifth Discipline (Peter SENGE), Riding the Waves of Culture (Fons TROMPENAARS)

Pré-requis

Tous les élèves devront avoir un bon niveau en compréhension et en expression à la fin de la première année, c'est-à-dire comprendre facilement un cours en anglais, s'exprimer clairement, poser des questions et participer de façon constructive. La CTI demande que le niveau C1 (du Cadre de Référence Européen) soit atteint en fin de scolarité, ce qui implique que toutes les compétences de type B2 soient acquises en début de deuxième année, ou au cours de celle-ci.

Unité d'enseignement : **Compétence transverses et humaines - S1**Volume horaire : **24,0 h**Coordinateur : **Mme Annick MANCO**

Intervenants :

Examens : **Contrôle continu****Objectifs et compétences**

L'apprentissage d'une deuxième langue est obligatoire, sur deux années.

Les cours, de deux heures, sont organisés par niveau en espagnol et en allemand. Les élèves ayant débuté en chinois, japonais ou suédois l'année précédente, peuvent poursuivre ou bien reprendre leur LV2 de lycée, mais pas au niveau débutant.

Selon les recommandations de la CTI, la LV2 vise à donner une vraie ouverture culturelle, une meilleure sensibilité interculturelle et une compréhension de l'actualité

Les étudiants de langue maternelle autre que le français sont invités à suivre des cours de FLE (Français Langue Etrangère)

Plan du cours

Les cours sont articulés autour des 4 compétences principales et contribuent à préparer les élèves à leurs stages à l'étranger. Les méthodes sont variées mais toujours d'un authentique intérêt culturel.

L'évaluation se fait par contrôle continu et donc l'assiduité est exigée.

Polycopié ou notes de cours disponibles

En fonction de la langue choisie et du niveau de la classe, divers supports sont proposés.

Bibliographie

En fonction de la langue choisie et du niveau de la classe.

Pré-requis

Unité d'enseignement : **Compétences projet - S1**Volume horaire : **30,0 h**Coordinateur : **Mr Olivier FORTIN**

Intervenants :

Examens : **Contrôle continu****Objectifs et compétences**

Donner aux élèves les notions et le vocabulaire de base nécessaires pour appréhender les problèmes de flux financiers internes et externes à l'entreprise et auxquels ils seront confrontés dans l'exercice de leur métier ;

Ces notions doivent leur permettre d'une part de pouvoir comprendre la structure des principaux documents comptables (bilan, compte d'exploitation et soldes intermédiaires de gestion), mais également de se familiariser aux notions de coûts (de production, de revient et de vente) et de budget (d'un service, d'un projet) et de comprendre les mécanismes d'établissement de ces coûts.

Plan du cours

Introduction

- la fonction financière et les différentes sources de financement accessibles à l'entreprise

1^{ère} partie : La comptabilité générale.

- définition, exigences et postulats.
- notion des enregistrements comptables.
- les outils de suivi économique en comptabilité générale :
 - Le bilan.
 - les postes du bilan.
 - la notion d'amortissement des immobilisations.
 - l'affectation du résultat.
 - quelques principes d'analyse économique et financière du bilan (les grands équilibres, notions de fond de roulement, de besoin en fonds de roulement et de trésorerie).
 - Le compte d'exploitation.
 - les postes de charges et de produits.
 - Les soldes intermédiaires de gestion.
 - description du contenu de 8 indicateurs courants.

2^{ème} partie : le Contrôle de gestion

- Définition et objectifs du contrôle de gestion ;
- Les principes de la comptabilité analytique ;
 - la notion de coût et les différents types de coûts.
 - la différence des objectifs recherchés par la comptabilité générale et la comptabilité analytique.
 - La méthode des coûts complets ou des « sections homogènes ».
 - notions sur les charges directes et indirectes.
 - les centres d'analyse.
 - les unités d'œuvre.
 - les méthodes de valorisation des stocks et en cours.
 - les inconvénients de la méthode.
 - L'établissement des budgets de centre d'analyse.
 - notions de taux horaires et de coefficient d'approvisionnement.
 - L'établissement des budgets de développement et de production de produits ou de projets.
 - Quelques notions sur les méthodes basées sur l'analyse de la variabilité des coûts.
 - intérêts de ces méthodes.
 - principes du « Direct Costing », notions de seuil de rentabilité.

Des exemples simples et chiffrés sont traités en cours afin d'illustrer les principes énoncés durant le cours. Des cas plus complets sont donnés en fin de séance et corrigés au début de la séance suivante

Polycopié ou notes de cours disponibles

Une copie de l'ensemble des planches projetées en cours est remise aux élèves

Bibliographie

Mémento Comptable Francis Lefebvre

Pré-requis

Cours de 1A : Initiation à l'entreprise

Unité d'enseignement : **Compétences projet - S1**Volume horaire : **30,0 h**Coordinateur : **Mr Olivier FORTIN**

Intervenants :

Examens : Soutenance, Rapport

Objectifs et compétences

Il s'agit ici d'inciter l'apprenti à comprendre le fonctionnement, ainsi que le contexte industriel et économique de son entreprise. Cette évaluation est en lien direct avec le cours de gestion suivi au CFA par les apprentis.

Les questions suivantes devront être abordées dans un rapport écrit et lors d'une soutenance orale :

- structure de l'entreprise (statut, localisation, nombre d'employés, chiffre d'affaire, bilan social (mixité, diversité), activités principales,...)
- organigramme faisant apparaître le service ou l'équipe projet dans lesquels est inséré l'apprenti et ses liens avec les autres composantes de l'entreprise ;
- nature du projet (recherche exploratoire, R&D, développement, contrôle et tests, commercialisation, ...), de son financement ; planning du projet

Compétences ciblées :

- Communiquer clairement et de façon adéquate à l'écrit comme à l'oral
- Rechercher et analyser de manière critique des documents
- S'insérer dans un réseau et un environnement professionnel

Plan du cours

Cette évaluation se compose :

- d'un rapport écrit (10 pages maximum) remis une semaine avant la soutenance (date limite communiquée en cours d'année).
- d'une présentation orale de 10 minutes (+ 5 minutes de questions) au CFA **en présence de tous les apprentis**. Le jury sera constitué du responsable pédagogique des apprentis et d'un enseignant en gestion et économie d'entreprise. Le maître d'apprentissage et le tuteur académique sont bien sûr invités à assister aux présentations, mais ils ne participeront pas à la notation.

Les apprentis appartenant aux mêmes entreprises pourront éventuellement regrouper leurs évaluations, rapport et soutenance, suivant les modalités discutées avec le responsable pédagogique du CFA.

Polycopié ou notes de cours disponibles**Bibliographie****Pré-requis**

Cours de gestion de l'unité d'enseignement "Compétences transverses et humaines"

Unité d'enseignement : **Vie Associative**Volume horaire : **30,0 h**Coordinateur : **Mr François Goudail**

Intervenants :

Examens : Soutenance

Objectifs et compétences

Reconnaissance d'une implication importante dans la vie associative de l'école.

Plan du cours

Le but de cette « matière » est de reconnaître l'implication des élèves dans la vie associative, en donnant une visibilité administrative à l'action. Il s'agit d'une reconnaissance a posteriori et optionnelle.

Les élèves qui souhaitent faire reconnaître leur action a posteriori font acte de candidature adressé au directeur des études (un mail décrivant le travail) puis présentent oralement leur travail.

Le jury, composé d'enseignants et de responsables administratifs, met une note à l'élève.

La note permet de donner une visibilité à l'action au moment des jurys.

L'action est également indiquée dans le supplément au diplôme.

Polycopié ou notes de cours disponibles**Bibliographie****Pré-requis**

Unité d'enseignement : **Ondes et Matière**Volume horaire : **15,0 h**Coordinateur : **Mr Eric CORMIER**

Intervenants :

Examens : Examen écrit

Objectifs et compétences

- Traiter les bases de la physique des lasers et de leurs modes de fonctionnement,
 - Donner une vision panoramique des applications modernes des lasers
- compétences :
- Maîtriser les bases de la physique des lasers et de leurs modes de fonctionnement

Plan du cours

- Cavités laser et faisceaux gaussiens: Matrices de transfert et stabilités des cavités, faisceaux gaussiens et propagation, modes propres et stabilité d'une cavité.
- Oscillation Laser: Conditions d'oscillation laser, établissement et évolution de l'oscillation laser, puissance de sortie d'un laser continu.
- Modes de fonctionnement des lasers : Lasers continus, systèmes à trois ou quatre niveaux ; fonctionnement déclenché (Q-Switch), fonctionnement en mode bloqué.
- Panorama des familles de lasers : laser à gaz, lasers à colorant, lasers solides, lasers à semi-conducteurs, lasers à fibres.
- Impulsions ultracourtes : Sources, propagation linéaire et nonlinéaire, caractérisation et amplification

Polycopié ou notes de cours disponibles**Bibliographie****Pré-requis**

Unité d'enseignement : **Ondes et Matière**Volume horaire : **15,0 h**Coordinateur : **Mr Philippe TAMARAT**

Intervenants :

Examens : Examen écrit

Objectifs et compétences

Objectifs

- Développer le formalisme de l'optique non linéaire, et traiter les principaux effets d'ordres 2 et 3

Compétences :

Maîtriser le formalisme de l'optique non linéaire, et les principaux effets non linéaires d'ordres 2 et 3

Plan du cours

Optique Nonlinéaire:

- Introduction à l'optique non linéaire (NL): Origine de la non-linéarité optique, définition et propriétés des susceptibilités NL, équations des ondes non linéaire, approximation de l'enveloppe lentement variable, condition d'accord de phase.

- Effets NL du second ordre: Génération d'une somme de fréquences, relations de Manley-Rowe, mélange paramétrique, oscillateur paramétrique optique.

- Effets NL du troisième ordre: Effet Kerr optique (étude de différents mécanismes et ordres de grandeurs), automodulation de phase, propagation solitonique, mélange à quatre ondes, miroirs à conjugaison de phase, diffusion stimulée (Raman, Brillouin, Rayleigh).

Polycopié ou notes de cours disponibles**Bibliographie****Pré-requis**

Unité d'enseignement : **Ondes et Matière**

Volume horaire :

15,0 hCoordinateur : **Mr Philippe LALANNE**

Intervenants : Mr Philippe LALANNE

Mr Christophe SAUVAN

Mr Jean Michel JONATHAN

Examens : Examen écrit

Objectifs et compétences

Maîtriser les bases de la physique des modes électromagnétiques. Apprendre la théorie des modes couplés. Comprendre la propagation de la lumière dans des systèmes guidés perturbés. Avoir une culture générale des applications modernes des modes guidés. Compléter les notions de densité d'énergie électromagnétique de 1A

Plan du cours**1st course (PL) : Introduction à l'optique guidée**

1/Définition et exemples de guides

2/Présentation qualitative du guide planaire

- cas particulier de l'onde plane dans un milieu homogène - séparation en TE et TM
- principes de la méthode (ondes homogènes et inhomogènes par morceaux + raccord → spectre discret)
- exemples de modes - relation de dispersion – diagramme $\omega(k)$
- coupure, guide monomode et multimode, dispersion intermodale
- mesure expérimentale du profil des modes (non fait par manque de temps)

2nd course (PL) : TD sur le guide d'onde planaire

- Guide d'onde planaire symétrique - Cas particulier du guide métallique parfait
- DM : Plasmon-polariton de surface (NB : François Marquier le fait en 1A)

3rd course (PL) : Propriétés des modes guidés

- réciprocity de Lorentz - orthogonalité des modes au sens de Poynting (Yariv p 408)
- vitesse de groupe-vitesse de l'énergie (Yariv p 411)

4th course (CS) : Théorie des Modes couplés

- Equation de propagation en milieu perturbé - Décomposition dans la base modale
- Equation d'évolution des amplitudes modales - Notions de couplage résonant, codirectionnel et contra-directionnel
- Etude du couplage codirectionnel dans une perturbation uniforme

5th course (CS) : TD sur l'application de la théorie des Modes couplés

- Application de la théorie des modes couplés à une modulation d'indice périodique
- Etude du couplage contra-directionnel - Application au miroir de Bragg

6th course (PL) : TD vitesse de groupe

- remise du DM (correction DM non-faite par manque de temps)
- illustration : Exposé des élèves Etienne Hartz et Joao-Pedro Berti Ligabo sur leur projet 2A (30 mn)
- TD vitesse de groupe (que la partie I): vitesse du paquet d'ondes/dispersion matériaux/dispersion modale/DVG)

7th course (JM) : La fibre optique à section circulaire

- de la propagation vectorielle à la propagation scalaire dans les fibres à deux couches : , approximation du guidage faible, paramètre V, indice effectif, modes linéairement polarisés, orthogonalité des modes, indice effectif et confinement
- Notions de modes de cœur et modes de gaine dans la fibre à 3 couches
- Approximation gaussienne du mode fondamental, application aux pertes d'insertion.

8th course (JM) Atténuation et dispersion dans les fibres optiques

- Gestion de l'atténuation (1300, 1500) et amplification optique
- Gestion de la dispersion dans les fibres pour télécommunications,

Principaux composants fibrés

- Rappel de l'équation des modes couplés : application aux coupleurs directionnels et aux filtres de Bragg.

9th course (JM) Composants télécom pour les fibres**Polycopié ou notes de cours disponibles****Bibliographie****Pré-requis**

Unité d'enseignement : **Ondes et Matière**Volume horaire : **15,0 h**Coordinateur : **Mr Jérôme CAYSSOL**

Intervenants : Mr Alexandre BOUZDINE

Mr Jérôme CAYSSOL

Mr Sébastien BURDIN

Examens : Examen écrit

Objectifs et compétences

Dans un premier temps, ce cours introduit les différents types d'excitations (électroniques itinérantes ou localisées, phonons acoustiques ou optiques, etc...) présentes dans les solides cristallins en insistant sur les métaux et les semiconducteurs. Dans un second temps, il s'agira de montrer comment les ondes électromagnétiques interagissent avec ces excitations afin de comprendre l'origine microscopique des propriétés optiques des solides. Comme application optronique, on discutera l'utilisation de la jonction pn comme photodétecteur ou comme émetteur (diode électroluminescente).

Plan du cours

- 1- Excitations électroniques. Structures de bandes. Classification des solides cristallins en métaux, isolants et semiconducteurs.
- 2- Phonons dans les solides. Phonons acoustiques et phonons optiques.
- 3- Processus d'absorption optique interbande dans les semiconducteurs (cas du gap direct et du gap indirect). Application: photodétecteur.
- 4- Processus d'émission optique dans les semiconducteurs: photoluminescence et électroluminescence. Application: diode électroluminescente.
- 5- Processus optiques dans les métaux et les semiconducteurs dopés (transitions vers des niveaux d'impuretés localisés). Fréquence plasma.
- 6- Composés moléculaires et spectroscopie Raman des phonons.
- 7- Centres colorés.

Polycopié ou notes de cours disponibles

Polycopié en préparation.

Bibliographie

Mark Fox, Optical properties of solids.
Charles Kittel, Introduction to solid state physics

Pré-requis

Notions de bases de mécanique quantique : fonction d'onde, spectre, principe de Pauli.
Notions d'absorption et émission (spontanée et stimulée) de photons en physique atomique.

Unité d'enseignement : **Ondes et Matière**

Volume horaire :

8,0 hCoordinateur : **Mr Jean AUGEREAU**

Intervenants : Mr Jean AUGEREAU

Mr Alexandre BARON

Mme Chloé LACOMBE

Mr Xavier GRANIER

Examens : Compte-rendu

Mr Vincent MENORET

Objectifs et compétences

Le but de ces TP est de comprendre la polarisation de la lumière ainsi que d'étudier et de comprendre les modes d'un laser,

Communiquer clairement et de façon adéquate à l'écrit comme à l'oral

Savoir travailler en équipe

Utiliser des dispositifs de mesure

Caractériser des dispositifs optiques ou électroniques

Réaliser des dispositifs techniques

Mettre en œuvre des systèmes

Savoir comparer modèle et expérience

Mettre en œuvre les calculs et les traitements de données nécessaires, par l'utilisation appropriée de logiciels

Plan du cours

TP étude des modes d'un Laser He-Ne

TP notions de base sur la polarisation

TP étude de l'écart d'une lame biréfringente

TP Ellipsométrie

Polycopié ou notes de cours disponibles**Bibliographie****Pré-requis**

Unité d'enseignement : **CFA – Acquis en Entreprise**Volume horaire : **700,0 h**Coordinateur : **Mr Vincent Josse**

Intervenants :

Examens : Validation d'acquis en entreprise, Evaluation Maître d'apprentissage

Objectifs et compétences

Les objectifs sont doubles :

- Il s'agit d'une part de faire **une synthèse de l'activité en entreprise** lors de la deuxième année en entreprise. Cette synthèse portera sur le contenu scientifique, mais aussi sur les aspects relatifs à la place de l'apprenti au sein de l'entreprise (compréhension de son environnement).
- Il s'agit également de **valider les acquis en entreprise** identifiés lors de la signature du contrat tripartite. Une compétence transverse ainsi qu'une compétence métier devront être validées. Notez qu'une compétence n'est réellement acquise que si elle est utilisable, à bon escient, dans un autre contexte. C'est cela qui sera jugé et non pas les résultats que vous avez obtenus.

Compétences ciblées :

- Communiquer clairement et de façon adéquate à l'écrit comme à l'oral
- S'insérer dans un réseau et un environnement professionnel
- Maîtriser des concepts techniques complexes

Plan du cours

L'évaluation se fera en entreprise, en présence du maître d'apprentissage et du tuteur académique. Il est possible de rompre avec une présentation classique et de privilégier la démonstration sur le terrain.

C'est l'occasion de faire preuve d'imagination pour illustrer ces acquisitions d'un genre nouveau. Les exemples concrets, les témoignages et les expérimentations de terrain s'avèrent souvent plus démonstratifs et convaincants qu'une présentation entièrement en salle.

Polycopié ou notes de cours disponibles**Bibliographie****Pré-requis**

Unité d'enseignement : **Systèmes optiques**Volume horaire : **15,0 h**Coordinateur : **Mr Philippe BARANGER**

Intervenants : Mr Riad HAIDAR

Examens : Examen écrit

Objectifs et compétences

Donner une culture générale aux étudiants sur la physique des détecteurs, principalement optiques, afin de leur permettre d'appréhender les enjeux d'une mesure optique. Le positionnement se fait en tant qu'utilisateur et non concepteur de détecteurs. La compréhension des mécanismes de détection permettra à l'étudiant de sélectionner le détecteur le plus adapté à un problème donné.

- Savoir comparer modèle et expérience
- Identifier et évaluer, au sein des connaissances et des expériences acquises, les sources d'innovation dans la réalisation d'objectifs fixés

Plan du cours

- La détection au sein de la chaîne d'acquisition : de la source au détecteur
- 2 – généralités sur les détecteurs et leurs grandeurs caractéristiques
- 3 – Les détecteurs photoniques
- 4 – Les détecteurs thermiques
- 5 – Premiers éléments sur les matrices de détecteurs et les grands principes de l'imagerie
- 6 – La cryogénie
- 7 – Les développements récents :
 - technologies : QWIPs, super réseaux, ...
 - bandes spectrales : THz

Polycopié ou notes de cours disponibles**Bibliographie**

Rogalski (articles + ouvrages)

Pré-requis

Base de radiométrie, en particulier connaissances sur le corps noir

Unité d'enseignement : **Systèmes optiques**Volume horaire : **15,0 h**Coordinateur : **Mme Jannick ROLLAND**Intervenants : Mme Jannick ROLLAND
Mme Johanna DOMINICI

Mr Quentin KUPERMAN-LE BIHAN

Examens : Examen écrit

Objectifs et compétences

Introduction aux Head Up Display et Head Mounted Display modernes.
Avoir une vision critique de ce type d'appareils,
Comprendre leur fonctionnement
Comprendre leur mise en œuvre par rapport à un cahier des charges donné

Plan du cours

Introduction aux HMD et HUD ?
Principales caractéristiques optiques
État de l'art de HMD compacts
Mise en pratique avec Code V

Polycopié ou notes de cours disponibles**Bibliographie****Pré-requis**

Unité d'enseignement : **Systèmes optiques**Volume horaire : **16,0 h**Coordinateur : **Mr Laurent COGNET**

Intervenants : Mr Laurent COGNET

Examens : Examen écrit

Objectifs et compétences

Introduire les concepts standards de microscopie optique en biologie

- Introduire les nouvelles approches d'optique pour la biologie
- Montrer des applications concrètes et récentes de ces concepts

Compétences acquises :

- Concepts fondamentaux du microscope
- Méthodologies avancées en microscopies optiques linéaires et non-linéaires
- Concepts avancés de résolution et de sensibilité en imagerie biologique optique.

Plan du cours

Rappels d'optique : les éléments du microscope

L'éclairage en microscopie,

Le contraste en microscopie

Les (nano)marqueurs optiques en biologie

Les techniques de marquage pour la microscopie

Microscopies de super-localisation/super-résolution

Mesures dynamiques

Microscopies non-linéaires

Microscopies optiques sans marquage

Microscopies des tissus

Microscopies tridimensionnelles

Analyses d'image

Polycopié ou notes de cours disponibles**Bibliographie**

J. Mertz, Introduction to Optical microscopy

Handbook of Biological Confocal Microscopy - James B. Pawley

Principles of Fluorescence Spectroscopy Joseph R. Lakowicz

Nanoscopy and Multidimensional Optical Fluorescence Microscopy

Alberto Diaspro

Pré-requis

optique géométrique, optique de Fourier, éventuellement notions de
biologie cellulaire et de biophysique.

Unité d'enseignement : **Systèmes optiques**Volume horaire : **16,0 h**Coordinateur : **Mr Xavier GRANIER**

Intervenants : Mr Xavier BLANC

Mr Romain PACANOWSKI

Mr Simon BOYE

Examens : Contrôle continu

Objectifs et compétences

Apprentissage du logiciel Lighttools et mise en œuvre des compétences acquises en photométrie

Utiliser des langages informatiques

Caractériser des dispositifs optiques ou électroniques

Comprendre ou rédiger un cahier des charges

Choisir des dispositifs en fonction d'un cahier des charges

Savoir comparer modèle et expérience

Mettre en œuvre les calculs et les traitements de données nécessaires, par l'utilisation appropriée de logiciels

Concevoir, modéliser et représenter en utilisant les outils adéquats de CAO, des systèmes optiques complexes et des instrumentations hybridant des technologies optiques, mécaniques, électroniques, informatiques

Plan du cours

Principe de l'optique paraxiale, rappels de photométrie

Principe du calcul non-séquentiel, caractérisation des surfaces et milieux

Apprentissage du logiciel Lighttools

Conception de systèmes d'éclairage

Calculs d'optimisation

Polycopié ou notes de cours disponibles**Bibliographie****Pré-requis**

Unité d'enseignement : **Systèmes optiques**Volume horaire : **8,0 h**Coordinateur : **Mr Jean AUGEREAU**

Intervenants : Mme Jannick ROLLAND

Examens : Compte-rendu

Objectifs et compétences

étudier et comprendre les systèmes d'analyses et de restitutions d'images

Communiquer clairement et de façon adéquate à l'écrit comme à l'oral

Savoir travailler en équipe et en réseau

Rechercher et analyser de manière critique des documents

Elaborer et gérer un plan de développement, de vérification

Utiliser des dispositifs de mesure

Caractériser des dispositifs optiques ou électroniques

Réaliser des dispositifs techniques

Mettre en œuvre des systèmes

Savoir comparer modèle et expérience

Mettre en œuvre les calculs et les traitements de données nécessaires, par l'utilisation appropriée de logiciels

Plan du cours

TP Etudes des sources de bruit

TP Déramage

TP Holographie Synthétique

TP Speckle

Polycopié ou notes de cours disponibles

Notes de cours en ligne sur libres savoirs

Bibliographie**Pré-requis**

Unité d'enseignement : **Modèles numériques en imagerie**Volume horaire : **20,0 h**Coordinateur : **Mr Ivo IHRKE**

Intervenants : Mr Achille BRAQUELAIRE

Mr Simon BOYE

Examens : Examen écrit

Objectifs et compétences

This lecture covers basic image processing techniques in two dimensions. Special emphasis will be put on the origin of images, i.e. including detection and noise sources. Apart from that, the course will include both classic as well as more modern developments in the area.

Plan du cours

Introduction and Sensor Technology Overview
Noise, Dynamic Range, and Color
Compression and Signal Processing
Images as Functions
Distance Functions, Edge Detection and Convolutional/Non-Convolutional Filters
Image Statistics, Histograms & Feature Detection
Feature Detection and Invariance
Image Blending and Panoramas

Polycopié ou notes de cours disponibles<http://paristech.institutoptique.fr/cours.php?id=214><http://giana.mmci.uni-saarland.de/website-template/teaching.php?title=Introduction+to+Image+Processing+and+Computer+Vision&year=2013&term=winter>**Bibliographie****Pré-requis**

Unité d'enseignement : **Modèles numériques en imagerie**Volume horaire : **20,0 h**Coordinateur : **Mr Gael GUENNEBAUD**

Intervenants : Mr Gael GUENNEBAUD

Mr Simon BOYE

Examens : Examen écrit

Objectifs et compétences

Ce cours, destiné aussi bien au futur ingénieur en technologies 3D généraliste qu'au chercheur en imagerie, vision, robotique, aborde la programmation 3D pour la visualisation de données complexes et le calcul haute performance. Il est motivé par la démocratisation de cartes graphiques puissantes permettant la visualisation temps-réel de données graphiques, maillages, et scènes 3D, mais aussi devenues de très flexibles machines programmables massivement parallèles de plus en plus utilisées pour le pur calcul haute performance (GPGPU).

Plan du cours

Ce cours développe les notions théoriques et algorithmiques nécessaires pour tirer les meilleures performances des architectures graphiques actuelles : primitives et pipeline graphiques 2D/3D, algèbre linéaire, programmation SIMD, OpenGL, création d'un GUI Qt/OpenGL intégré. Y seront également abordés des langages de programmation graphique avancée : architecture des cartes graphiques, programmation sur GPU, GLSL, CUDA/OpenCL.

Polycopié ou notes de cours disponibles**Bibliographie****Pré-requis**

Unité d'enseignement : **Modèles numériques en imagerie**Volume horaire : **40,0 h**Coordinateur : **Mr Xavier GRANIER**

Intervenants : Mr Gaëtan MESSIN

Examens : Contrôle continu

Objectifs et compétences

L'objectif de ce cours est l'apprentissage par la pratique, autour de projets cours, des solutions théoriques de l'unité d'enseignement.

Compétences technologiques et de mise en œuvre :

- Choisir et utiliser des langages informatiques
- Proposer des solutions alternatives

Compétences techniques et scientifiques : les diplômés doivent être capable de mettre en œuvre les calculs et les traitements de données nécessaires par l'utilisation appropriée de logiciels.

Plan du cours**Polycopié ou notes de cours disponibles****Bibliographie****Pré-requis**

Unité d'enseignement : **Compétence transverses et humaines - S2**Volume horaire : **24,0 h**Coordinateur : **Mme Annick MANCO**

Intervenants : Mme Flora FARRELL

Examens : Contrôle continu

Objectifs et compétences

L'objectif du deuxième semestre est le perfectionnement de toutes les compétences pour arriver au niveau C1 ou C2 du Cadre de Référence Européen. Les élèves-ingénieurs doivent avoir atteint un niveau de vraie autonomie. Afin de se préparer à la vie professionnelle, des conditions proches de l'immersion sont créées afin de non seulement travailler l'anglais mais surtout de travailler en anglais – surtout pour le groupe suivant un cursus scientifique en anglais.

Les compétences transverses ne sont pas oubliées : travail en équipe, préparation à l'international, compétences interculturelles, recherche d'informations, réflexion et analyse critique, esprit de synthèse.

Plan du cours

Un étudiant qui risque de ne pas atteindre le niveau TOEIC 785 en troisième année peut bénéficier d'un suivi particulier, mais devra aussi effectuer des devoirs supplémentaires.

Les deux filières ont les mêmes cours, de deux heures, qui s'articulent sur deux semestres d'environ 11 semaines. Les thèmes importants tels que la rédaction de CV, les entretiens ou la culture d'entreprise sont traités dans au moins un des semestres. L'autre semestre (l'ordre dépend des groupes) traitera de points culturels et linguistiques complémentaires.

Le système de notation en vigueur est le contrôle continu et lors du deuxième semestre, les notes du mini- mémoire (écrit et oral) seront intégrées au module.

Polycopié ou notes de cours disponibles

Un fascicule reprenant tous les points importants des cours, proposant des lectures complémentaires et permettant les révisions en vue des contrôles, est remis aux élèves en début de semestre.

Bibliographie

Communicating in Science (Vernon BOOTH), The Fifth Discipline (Peter SENGE), Riding the Waves of Culture (Fons TROMPENAARS)

Pré-requis

Tous les élèves devront avoir acquis les compétences de niveau C1 (du Cadre de Référence Européen) en fin de deuxième année, pour pouvoir en troisième année se perfectionner davantage et donc améliorer leur score à l'examen Toeic.

Unité d'enseignement : **Compétence transverses et humaines - S2**Volume horaire : **24,0 h**Coordinateur : **Mme Annick MANCO**

Intervenants :

Examens : **Contrôle continu****Objectifs et compétences**

L'apprentissage d'une deuxième langue est obligatoire, sur deux années.

Les cours, de deux heures, sont organisés par niveau en espagnol et allemand. Les élèves peuvent poursuivre en chinois, japonais ou suédois.

Les étudiants de langue maternelle autre que le français sont invités à suivre des cours de FLE (Français Langue Etrangère)

Un test est généralement prévu en fin d'année pour évaluer la progression et préparer l'éventuelle inscription à des examens (Bulats) de certification en troisième année.

Plan du cours

Les cours visent à élargir et approfondir la culture des élèves et à les préparer à leurs stages à l'étranger. Les objectifs sont variés mais toujours d'un authentique intérêt culturel.

L'évaluation se fait par contrôle continu et donc l'assiduité est exigée.

Polycopié ou notes de cours disponibles

Les supports sont variés et proposés en fonction de la langue choisie et du niveau de l'élève.

Bibliographie

Des manuels sont proposés en fonction de la langue choisie et du niveau de l'élève.

Pré-requis

Unité d'enseignement : **Compétence transverses et humaines - S2**Volume horaire : **30,0 h**Coordinateur : **Mr Olivier FORTIN**

Intervenants : Mr Olivier FORTIN

Examens : Projet

Objectifs et compétences

Initier les étudiants à une démarche de projet intégrant les grandes fonctions de l'entreprise à partir d'un projet technologique (projet d'ingénieur de 2A). Apprendre à aller à la rencontre de personnes ressources en dehors de l'école pour les interroger en vue d'analyser la d'un produit puis d'un projet d'activité.

Être capable de travailler sur les éléments de base des fonctions R&D, achats, production, commerce marketing et finance. Effectuer pour chaque séance un travail régulier avec des livrables.

Savoir synthétiser l'ensemble des recherches dans un dossier écrit d'une vingtaine de pages (+ annexes).

Savoir présenter à l'oral avec l'appui d'une présentation à l'écran son projet pour convaincre de futurs partenaires.

Plan du cours

Session 1 : Apprendre à modéliser l'organisation d'un projet. Utilisation de la méthode BMC (Business Model Canvas). Détermination des composantes d'un projet pour passer de l'idée à la mise sur le marché. Atelier de mise en application avec le projet de chaque équipe avec supervision de l'intervenant.

Session 2 : Définir une stratégie, présentation des outils d'analyse stratégique : Méthode PEST, Swot, Matrice du BCG, méthode de la durée de vie d'un produit. Atelier d'utilisation des outils pour définir la stratégie du projet. Atelier de mise en pratique avec supervision de l'intervenant

Session 3 : Créer une identité du produit, définir les clients du projet ; présentation des outils de marketing : Méthode des 4P, études de marché, création d'un questionnaire. Accéder aux clients et au marché du projet, le plan d'action commerciale : Différenciation des projets B to B et B to C., présentation des différentes techniques de vente, compréhension des différents modèles de revenus... Atelier de mise en pratique par projet avec supervision de l'intervenant.

Session 4 : Les outils de modélisation financière : quantification, qualification et valorisation des ressources nécessaires. Construction d'hypothèses pour le niveau de revenus, synthèse de l'ensemble dans les états financiers (compte de résultat, bilan et tableau de financement). Méthodes d'identification des valeurs clés du projet, de ses périodicités et des points d'inflexion (organisation, finance.....). Atelier de mise en pratique avec supervision de l'intervenant.

Session 5 : Techniques de rédaction, présentation d'un dossier écrit. Atelier de mise en pratique avec supervision de l'intervenant. Méthode de présentation orale et maîtrise des outils de présentation à l'écran (logiciel PowerPoint). Mise en place d'une charte graphique commune aux différentes méthodes de présentation, caractérisation des spécificités de chaque vecteur de communication (écran, papier, vidéo...). Atelier de mise en pratique avec supervision de l'intervenant.

Polycopié ou notes de cours disponibles

Copie des slides servant de support aux parties théoriques du cours

Bibliographie

Business Model Generation, Mercator, Vernimmen...

Pré-requis

Cours de gestion 2A.

Institut d'Optique - 2e année - Bordeaux

CFA - Séances Tutorées Scientifiques 2

2013-2014

Coefficient : 100

Unité d'enseignement : **Compétences Projet - S2**Volume horaire : **12,0 h**Coordinateur : **Mr Vincent JOSSE**

Intervenants : Mr Vincent JOSSE

Examens : Soutenance

Objectifs et compétences

Cette évaluation a des objectifs similaires à l'évaluation « Séances Tutorées Scientifiques 1 » du CFA-1A. Il s'agit de présenter une composante technique particulière du projet en entreprise, **en lien avec l'optique**, mais pas la globalité du travail en entreprise.

Ces présentations, techniques, ont pour but de compléter la formation académique des apprentis, par des exemples concrets d'applications. Ces séances sont donc dans la continuité des enseignements dispensés en optique, et sont à envisager comme un lien entre la formation académique et la formation par l'entreprise. **C'est aussi le moment pour les apprentis de prendre du recul sur une partie spécifique de leur projet.** Le point décrit par l'apprenti peut être le centre de son travail d'apprentissage, auquel cas il est vraisemblable que certains points techniques ne seront pas encore élucidés ou définis : c'est alors la discussion, les questions de l'enseignant ou des étudiants qui peuvent attirer l'attention de l'apprenti sur un point qu'il n'a pas cerné, ou mal compris. Il peut aussi s'agir d'un outil avec lequel il travaille, d'une expérience similaire à celle sur laquelle il travaillera et dont l'étude (bibliographique, théorique ou pratique) lui permet de mieux comprendre le travail qu'il aura à réaliser; ou encore d'un produit mis au point par son entreprise, dont la présentation aux autres apprentis illustre et complète les cours.

De manière générale, ces soutenances sont l'occasion de présenter aux autres apprentis un aspect de son travail en entreprise, ou du cadre dans lequel il se situe. **Il est donc essentiel de faire preuve de pédagogie, afin que l'exposé soit compréhensible par tous.**

Compétences ciblées :

- Communiquer clairement et de façon adéquate à l'écrit comme à l'oral
- Analyser un problème technique.

Plan du cours

La soutenance se déroulera au CFA devant les autres apprentis. L'exposé durera 15 minutes, suivi par 15 minutes de questions.

Ces soutenances seront regroupées suivant les grands thèmes de l'optique enseigné au CFA : Conception Optique, Radiométrie, Laser, Optique Physique et Traitement des images.

Le jury sera composé du responsable pédagogique des apprentis et d'un enseignant du CFA spécialiste pour chaque thématique.

Polycopié ou notes de cours disponibles

Bibliographie

Pré-requis

Programme de la troisième année

Site de Paris-Saclay

Programme d'enseignement

Semestre / UE / Matière	Coef.	Heures	Page
Semestre 1			
UE : Compétences transverses	ECTS de cette UE = 8		
2e Langue - semestre 1	0	9,0 h	002
Anglais - Topics	25	12,0 h	003
CFA - Evaluation 3	75	280,0 h	004
UE : Formation scientifique	ECTS de cette UE = 15		
TP - Optique - séquence 1	20	27,0 h	005
Télécommunications Optiques	18	30,0 h	006
Problèmes Inverses	18	30,0 h	007
Fundamentals of estimation and detection	18	30,0 h	008
Modalités d'Imagerie	18	30,0 h	009
Traitement des Images	8	15,0 h	010
Couches minces optiques	18	30,0 h	011
Ingénierie Photométrique	18	30,0 h	012
Surfaces Optiques, Optomécanique	18	30,0 h	013
Code V et Conception Optique Avancée	26	45,0 h	014
Laser Physics	20	30,0 h	015
Nonlinear Electromagnetism	20	30,0 h	016
Optique Quantique	20	30,0 h	017
Nanophotonique	20	30,0 h	018
Optique dans les Milieux Solides	20	30,0 h	019
Interaction entre lumière et atomes	20	30,0 h	020
UE : Approfondissements Scientifiques	ECTS de cette UE = 13		
Statistical Optics	10	33,0 h	021
Visualisation	10	15,0 h	022
Optique de l'Extrême	10	15,0 h	023
Classique - TP Optique - séquence 2	30	27,0 h	024
Radar	10	15,0 h	025
Physique des détecteurs optiques	10	15,0 h	026
Reconnaissance de Formes	10	15,0 h	027
Optique Active et Adaptative	10	15,0 h	028
Fibres optiques avancées	10	15,0 h	029
Biophotonique	20	30,0 h	030
Microscopie de champ proche	20	30,0 h	031
Photonique avancée	20	30,0 h	032
Micro-systèmes optiques	20	30,0 h	033
Technologie des Lasers	20	30,0 h	034
Fonctions et intégration photonique	20	30,0 h	035
Résolution de Problèmes en C++	20	45,0 h	036
CFA - Evaluation 4	50	220,0 h	037
Physique Statistique Quantique	10	15,0 h	038
Optique des milieux complexes	10	15,0 h	039
Semestre 2			
UE : CFA - Formation de l'Ingénieur	ECTS de cette UE = 6		
CFA - Management de Projet	20	18,0 h	040
CFA - Brevets	20	12,0 h	041
CFA - Droit des Contrats, du Travail	20	9,0 h	042
CFA - Lecture de comptes d'entreprise	20	9,0 h	043
CFA - Jeux d'Entreprise	20	22,5 h	044
UE : CFA - Acquis en Entreprise	ECTS de cette UE = 18		
CFA - Evaluation Finale	100	390,0 h	045

Unité d'enseignement : **Compétences transverses**Volume horaire : **9,0 h**Coordinateur : **Mme Annick MANCO**

Intervenants : Mme Cornélia GENIN

Mme Josefa GALBETE

Examens :

Objectifs et compétences

La dernière année est une année de Certification en Langues

Les élèves qui le souhaitent s'inscrivent au Test Bulats (principalement allemand et espagnol) et sont préparés en conséquence.

Plan du cours

Les cours sont axés sur les révisions nécessaires pour obtenir un bon résultat au Test Bulats, ce qui comprend une initiation au langage de l'entreprise. Ils s'étalent sur 6 semaines.

Polycopié ou notes de cours disponibles**Bibliographie****Pré-requis**

Unité d'enseignement : **Compétences transverses**Volume horaire : **12,0 h**Coordinateur : **Mme Annick MANCO**

Intervenants :

Examens : **Contrôle continu****Objectifs et compétences**

La troisième année est celle du perfectionnement, les élèves devant avoir atteint un niveau de compétences linguistiques C1. Une des deux séquences du premier semestre est consacrée à l'approfondissement d'un thème choisi par les élèves (les TOPICS). Ces sujets sont très divers mais doivent apporter une vraie richesse culturelle, par exemple, les questions interculturelles, le théâtre, les nouvelles, l'histoire de l'art, et/ou des compétences pragmatiques de communication. L'anglais devient un outil de travail, et n'est pratiquement plus « une langue étrangère », comme le préconise la Commission des Titres d'Ingénieur.

Les compétences transverses ne sont pas oubliées : développant l'esprit critique, le sens de l'analyse et de la synthèse, et à l'avenir, le savoir faire interculturel sera une priorité, abordé par le biais de nombreuses études de cas et « d'incidents critiques ».

Sur le plan linguistique, la rédaction et la prise de parole en discussion sont travaillées et évaluées.
Le niveau final devrait être C2.

Plan du cours

Une douzaine d'heures est consacrée aux thèmes de spécialité, que l'on appelle TOPICS. Le travail personnel reste très important.

Tous les élèves sont censés avoir atteint une grande autonomie en anglais, et sont évalués principalement sur la qualité de leur participation en cours et au moins une dissertation.

Polycopié ou notes de cours disponibles

Selon les thèmes électifs choisis

Bibliographie

Fournie par les professeurs, en fonctions des thèmes choisis.

Pré-requis

Les élèves sont censés avoir un niveau C1 en début d'année, étant capable de suivre une discussion, de poser des questions pertinentes, savoir rédiger clairement, savoir débattre de sujets complexes et avoir le sens des nuances.

A la fin de l'année et à la veille de leur stage professionnel, on peut attendre des élèves qu'ils soient au niveau C2.

Unité d'enseignement : **Compétences transverses**Volume horaire : **280,0 h**Coordinateur : **Mr Vincent JOSSE**

Intervenants :

Examens : Soutenance, Rapport, Evaluation Maître d'apprentissage

Objectifs et compétences**Objectifs ;**

Il s'agit de présenter le détail de l'avancement du projet en entreprise. Cette présentation constitue ainsi une étape importante. Elle doit montrer les capacités de l'apprenti-ingénieur à exposer les buts du projet qui lui a été confié et son état d'avancement. Elle doit aussi décrire le rôle de l'apprenti dans le projet, sa place dans l'équipe, son apport personnel, technique et théorique. Un point important devra être consacré à montrer la compréhension par l'apprenti de son environnement dans l'entreprise

Compétences ciblées :

- Communiquer clairement et de façon adéquate à l'écrit comme à l'oral
- S'insérer dans un réseau et un environnement professionnel
- Maîtriser des concepts techniques complexes

Plan du cours**Cette évaluation se compose :**

- d'un rapport écrit, qui peut être un document interne (dans ce cas, adjoindre impérativement une introduction et un résumé pour non spécialiste). Un point important de l'évaluation concernera la faculté de l'apprenti à remettre son projet dans le contexte de l'entreprise.
- d'une présentation orale faite en entreprise, en présence du maître d'apprentissage et du tuteur académique. La durée devra être de 30 minutes environ.

Notation

Cette évaluation se traduira par 3 notes dans l'unité d'enseignement « Compétences transverses » du CFA-3A.

- Evaluation de la soutenance orale de synthèse par le maître d'apprentissage et le tuteur académique.
- Evaluation du maître d'apprentissage (suivant la grille proposée) des qualités professionnelles et personnelles de l'apprenti, pour la période en entreprise venant de s'écouler.
- Evaluation des acquis en entreprise.

Polycopié ou notes de cours disponibles**Bibliographie****Pré-requis**

Unité d'enseignement : **Formation scientifique**Volume horaire : **27,0 h**Coordinateur : **Mme Fabienne BERNARD**

Intervenants :

Examens : **Compte-rendu****Objectifs et compétences**

A l'issue de ces séances, les étudiants seront capables:

- De réaliser des mesures sur des systèmes optiques de pointe, d'une grande complexité associant optique, mécanique, électronique, informatique...
- D'utiliser des dispositifs d'instrumentations spécialisées dans un large éventail de domaines de l'optique moderne.
- De mener une étude approfondie sur de tels systèmes : analyse des phénomènes physiques et des méthodes de mesure..

Plan du coursLes Travaux Pratiques de 3^{ème} année, douze séances en tout, se répartissent sur les séquences 1 et 2.

Ces Travaux Pratiques sont de plus grande envergure que ceux des deux premières années. Les élèves suivent ces séances de Travaux Pratiques de 4 heures trente en binôme. Le nombre des postes de Travaux Pratiques est de 21, très supérieur au nombre de séances. Les étudiants ne feront que douze Travaux Pratiques, mais ils pourront s'ils le souhaitent ajouter des Travaux Pratiques non prévu à leur programme.

Les sujets de TP de 3^{ème} année associent en général des techniques d'optique d'instrumentale, mais aussi de l'électronique, de la mécanique, et de l'informatique (acquisition, traitement du signal et traitement des données expérimentales).

Les sujets abordés permettent de bien comprendre l'aspect système des dispositifs de mesures. Ils couvrent tous les domaines de l'optique moderne.

L'évaluation des Travaux Pratiques repose en général sur 3 points :

- l'habilité, l'autonomie et l'esprit d'initiative des étudiants pendant la séance
- une brève explication orale du dispositif étudié en fin de séance
- la rédaction d'un compte rendu détaillé.

La liste des travaux pratiques de 3^{ème} année par grande catégorie est la suivante :**OPTIQUE PHYSIQUE, HOLOGRAPHIE DYNAMIQUE, DETECTION HETERODYNE, SPECKLE ET APPLICATIONS :**

- 1- IMAGERIE EN LUMIERE COHERENTE. ETUDE DU SPECKLE
- 2- MESURES DE DÉFORMATIONS D'OBJETS DIFFUSANTS PAR INTERFÉROMÉTRIE DE SPECKLE
- 3- ETUDE D'UNE SONDE HÉTÉRODYNE INDUSTRIELLE
- 4- EFFET PHOTORÉFRACTIF - FILTRE DE NOUVEAUTÉ
- 5- HOLOGRAPHIE SYNTHÉTIQUE – ELEMENTS DIFFRACTIFS

OPTIQUE INSTRUMENTALE : ETUDES DE SYSTEMES OPTIQUES ET MESURES DE FONCTIONS DE TRANSFERT DE MODULATION :

- 7- MESURE DE LA FONCTION DE TRANSFERT DE MODULATION D'UN OBJECTIF VIDÉO – CAMERA CMOS
- 8- MESURE DE LA FONCTION DE TRANSFERT DE MODULATION D'UN OBJECTIF VIDÉO – BANC ACOFAM
- 9- ETUDE PAR FOUCAULTAGE D'UN OBJECTIF INFRAROUGE - ETUDE DE L'INFLUENCE DE LA TEMPERATURE
- 10- OPTIQUE ADAPTATIVE : Miroir déformable bimorphe
- 11- OPTIQUE ADAPTATIVE : Miroir déformable magnétique

ÉTUDES ET CARACTÉRISATIONS DE NOUVELLES SOURCES LASER :

- 12- ETUDE D'UN OSCILLATEUR PARAMÉTRIQUE OPTIQUE - LASER TITANE SAPHIR
- 13- LASER Nd-YAG PULSE
- 14- LASER Nd : YVO4 PICOSECONDE

PHYSIQUE ATOMIQUE – OPTIQUE QUANTIQUE:

- 15- SUBDOPPLER SPECTROSCOPIE. ABSORPTION SATURÉE. ASSERVISSEMENT EN FRÉQUENCE D'UNE DIODE LASER
- 16- SOURCE DE PHOTONS INTRINQUES : UN TEST DES INÉGALITÉS DE BELL
- 17- SOURCES DE PAIRES DE PHOTONS UNIQUES : EXPERIENCE HONG-OU- MANDEL

FIBRES OPTIQUES : CARACTÉRISATIONS ET APPLICATIONS

- 18- INTERFÉROMÈTRES À FIBRES - GYROMÈTRE À FIBRE
- 19- ETUDE DE FIBRES OPTIQUES TELECOM - DISPERSION CHROMATIQUE.
- 20- AMPLIFICATEUR OPTIQUE A FIBRE DOPEE ERBIUM – MESURE DU FACTEUR DE BRUIT
- 21- OPTIQUE NON LINÉAIRE - DOUBLAGE DE FRÉQUENCE – ACCORDS DE PHASE TYPE I ET II.

Polycopié ou notes de cours disponiblesPolycopié de 3^{ème} année en trois parties (A, B et C)**Bibliographie****Pré-requis**

Unité d'enseignement : **Formation scientifique**Volume horaire : **30,0 h**Coordinateur : **Mr Nicolas DUBREUIL**

Intervenants :

Examens : **Examen écrit****Objectifs et compétences**

Ce cours traite des principes de fonctionnement des systèmes de transmission numérique à très haut-débit sur fibre optique. Une première partie introductive précède un cours détaillé sur les fonctionnements des systèmes de transmission multi Tbit/s actuellement développés et commercialisés. Outre, les systèmes de transmission, ce cours traite également du fonctionnement actuel et futur des réseaux optiques. Enfin, le cours se termine sur une introduction aux télécommunications quantiques.

Compétences : A l'issue de ce cours, les élèves seront capables d'appréhender un projet autour de la conception d'une transmission sur fibre optique à très haut-débit, de comprendre et d'anticiper les principaux facteurs limitant ses performances. Ils seront également à même d'aborder le fonctionnement de base des réseaux optiques.

Plan du cours**Introduction aux télécommunications optique (N. Dubreuil - 9h)**

- Rappel sur les propriétés des fibres optiques, Compensation de la dispersion chromatique
- Liaisons numériques sur fibres optiques : Bruit de photodétection, Facteur de qualité et taux d'erreurs binaires, règles de conception élémentaires
- Amplificateurs à fibre optique : principe de fonctionnement, Facteur de bruit, détection directe avec amplification optique, facteur Q', rapport signal à bruit optique - Multiplexage en longueur d'onde : liaisons WDM, DWDM, Gestion des nonlinéarités optiques

Systèmes de transmission WDM multi TéraBit/s (S. Bigo - 12h)

I. BASICS: Why fiber-based digital communication systems ? Multiplexing techniques - Terrestrial versus submarine systems - Performance assessment - Linear transmission impairments - Chromatic dispersion - Polarization mode dispersion - Amplifier noise

II. HISTORY OF WAVELENGTH DIVISION MULTIPLEXING: What technologies for 10 Tbit/s transmission ? □ Optical amplifiers, fiber types, spectrally-efficient modulation formats

III. OPTICAL NONLINEAR EFFECTS:

-> Single-channel fiber nonlinearities (Self-phase modulation (SPM), Nonlinear Phase Noise (NLPN), Stimulated Brillouin Scattering (SBS), Intra-channel cross-phase modulation, Intra-channel four-wave mixing),

->WDM fiber nonlinearities (Four-wave mixing (FWM), Cross-phase modulation (XPM), Cross-polarization modulation (XPoIM), Inter-channel Self-Induced Stimulated Raman Scattering (SI-SRS))

IV. INTRODUCTION TO SUBMARINE TRANSMISSION SYSTEMS

Submarine systems with repeaters □ - Examples of submarine cables □ - Technologies of submarine systems with repeaters - Unrepeated submarine systems □ (Basics, □ Examples of commercial systems, □ Technologies specific to unrepeated systems)

V. FEW TBIT/S EXPERIMENTS

Modulation formats, a short introduction - Examples of 40Gbit/s terrestrial - Example of 40Gbit/s submarine transmission experiments - Coherent systems: the future of WDM systems?

Introduction to Optical Networking (T. ZAMI - 6h)

1. Introduction : transport networks today - 2. Optical routing : principles and definitions
3. Building blocks : optical technologies - 4. Towards "all" optical networks : limitations
5. Illustration of experimental assessment of an optical core network - 6. Node architecture : Why now "Less" is better

Télécommunications quantiques (E. DIAMANTI - 3h)

Quelques principes de la physique quantique - Cryptographie classique et cryptographie quantique - Systèmes pratiques de cryptographie quantique - Réseaux de communications quantiques

Polycopié ou notes de cours disponibles

Notes de cours disponibles sur : <http://paristech.iota.u-psud.fr/site.php?id=66>

Bibliographie

DESURVIRE (Emmanuel), Erbium-doped fiber amplifiers (principles and applications), WILEY & SONS , 1994, XXVII - 770p, JOINDOT (Irène), JOINDOT (Michel), Les télécommunications par fibres optiques, DUNOD , 1996, XXX - 738p, AGRAWAL (Govin P.), Fiber-optic communication systems, WILEY & SONS , 1997, XVIII - 555p, AGRAWAL (Govin P.), Nonlinear fiber optics, ACADEMIC PRESS , 1995, XVIII - 593p, DESURVIRE (Emmanuel), BAYART (Dominique), DESTHIEUX (Bertrand), BIGO (Sébastien) Erbium-doped fiber amplifiers (device and systems development), WILEY Interscience , 2002.

Pré-requis

Le cours s'appuie sur les bases enseignées en 2° année en opto-électronique et fibres optiques.

Unité d'enseignement : **Formation scientifique**Volume horaire : **30,0 h**Coordinateur : **Mr Jean Marc CONAN**

Intervenants : Mr Jean Marc CONAN

Mr Laurent MUGNIER

Examens : Examen écrit

Objectifs et compétences

Dans tous les domaines de la Physique appliquée et de l'ingénierie, les mesures sont inévitablement bruitées et liées de manière souvent complexe aux paramètres d'intérêt (objet observé, aberrations optiques, etc). L'estimation de ces paramètres à partir des données est un « problème inverse ». Les méthodes classiques de résolution sont souvent inefficaces voire très sensibles aux bruits de mesure. Le but de ce cours est de présenter un cadre unifié et des méthodes modernes pour aborder cette problématique. Ces méthodes seront illustrées sur des cas d'applications en optique, et particulièrement en imagerie à haute résolution angulaire pour l'astronomie.

Cet enseignement se compose pour moitié de cours magistraux interactifs et pour moitié de TDs d'application sous IDL (Interactive Data Language). A l'issue de ce cours les étudiants seront à même de choisir judicieusement, d'utiliser voire de concevoir des méthodes de traitement de données performantes et bien adaptées aux besoins qu'ils rencontreront dans leur métier d'ingénieur

Plan du cours

1. Introduction aux problèmes inverses
 - notion de problème direct, problème inverse, problème mal-posé
 - méthodes d'estimation classiques : moindres carrés (MC), Maximum de Vraisemblance (MV), filtre inverse.
 - méthodes régularisées : approche historique (Tikhonov), approche bayésienne, Maximum A Posteriori (MAP), estimateur à erreur quadratique minimale (*Minimum Mean-Square Error* ou MMSE)
 - lien entre méthodes MC, filtre inverse, MV, MAP, MMSE
2. Méthodes avancées
 - prise en compte d'une statistique non gaussienne pour le bruit
 - régularisations avancées : restauration de bord francs, contrainte de positivité et de support
 - réglage des hyper-paramètres
 - estimation optimale temps-réel (moindres carrés récurrents et filtrage de Kalman)
3. Introduction à l'optimisation : minimisation d'un critère dérivable de plusieurs variables
 - critère quadratique, développement limité du critère, gradient, Hessien
 - méthodes du premier ordre : gradient, gradient conjugué
 - méthodes du second ordre : Newton, quasi-Newton, Levenberg-Marquardt
 - notions d'optimisation sous contraintes.
4. Applications en imagerie à haute résolution angulaire
 - reconstruction de front d'onde : Hartmann-Shack, analyseurs plan focal
 - estimation et commande en optique adaptative
 - recalage d'images
 - restauration d'images corrigées par optique adaptative

Polycopié ou notes de cours disponibles

« Introduction aux problèmes inverses. Applications à l'imagerie optique à haute résolution en Astronomie », L. Mugnier d'après « Des données à l'objet : le problème inverse », chap. 9, sec. 6 de « L'observation en astrophysique », P. Léna et coll., EDP Sciences, 2008.
 « Problèmes inverses en imagerie optique à travers la turbulence », L. Mugnier, G. Le Besnerais et S. Meimon, d'après « *Inversion in optical imaging through atmospheric turbulence* », chap. 10 de *Bayesian Approach to Inverse Problems*, sous la direction de J. Idier, ISTE, 2008

Bibliographie

1. « *Bayesian Approach to Inverse Problems* », sous la direction de J. Idier, ISTE, 2008.
2. « Identification de modèles paramétriques à partir de données expérimentales », E. Walter et L. Pronzato, Masson, 1994.
3. « *Adaptive Optics in Astronomy* », sous la direction de F. Roddier, CUP, 1999.

Pré-requis

Connaissances de base en traitement du signal (échantillonnage, filtrage...) en statistique, en formation des images, et éventuellement en IDL.

Institut d'Optique - 3e année - Palaiseau

Fundamentals of estimation and detection

2013-2014

Coefficient : 18

Unité d'enseignement : **Formation scientifique**Volume horaire : **30,0 h**Coordinateur : **Mr François GOUDAIL**Intervenants : Mr Yann FERREC
Mr François GOUDAIL

Mme Fabienne BERNARD

Examens : Examen écrit

Objectifs et compétences

Digital processing of signal and images is essential in many applications of optics. Optical communications, remote sensing, industrial control often require performing such tasks as signal detection, parameter estimation, target identification. As another example, nowadays, the design of the optics of an imaging system is performed together with the development of signal processing algorithms aimed at exploiting the data. Basic knowledge of signal processing is thus very useful to develop optical systems and quantify their performance.

This course is an introduction to signal and image processing for optics scientists. Half of it consists of « interactive » lectures where basic principles are explained and illustrated with exercises. The second half consists of laboratories where students will develop and test signal and image processing algorithms using Matlab.

At the end of this course, the students are able to analyse a problem of estimation or detection, to propose the adequate algorithms and to estimate the reachable performance.

Plan du cours

1. Basics of probability theory and random functions
 - Random variables used in physics
 - Central limit theorem
 - Random functions : stationarity, ergodicity, filtering
2. Introduction to estimation theory:
 - Bias and variance of an estimator
 - Maximum likelihood, nuisance parameters
 - Cramer-Rao lower bound.
 - Estimation in the presence of additive noise : the matched filter
 - Application to distance and position estimation (radar, lidar, ...).
 - Application to multiresolution algorithms in microscopy
3. Introduction to detection theory :
 - Statistical modelling of the detection problem
 - Neyman-Pearson theory : likelihood ratio
 - Nuisance parameters : generalized likelihood ratio
 - Application to radar and communications.

Polycopié ou notes de cours disponibles

F. Goudail , *Introduction to estimation and detection theory*

Bibliographie

- 1) Ph. REFREGIER. *Théorie du signal*, Masson 1993.
- 2) Ph. REFREGIER. *Noise theory and application to physics*, Springer, 2004
- 3) S. M. KAY, *Fundamentals of Statistical Signal Processing, Volume I: Estimation Theory*, Prentice Hall, 1993
- 4) S. M. KAY, *Fundamentals of Statistical Signal Processing, Volume II: Detection Theory*, Prentice Hall, 1998
- 5) C. GONZALEZ and P. WINTZ. *Digital image processing*. Addison Wesley. 1987.

Pré-requis

Bases of Fourier analysis, probabilities, random processes

Unité d'enseignement : **Formation scientifique**Volume horaire : **30,0 h**Coordinateur : **Mr Rémi MICHEL**

Intervenants : Mr Rémi MICHEL

Mr Yann FERREC

Examens : Contrôle continu

Objectifs et compétences

La formation et l'analyse de plusieurs types d'images parmi les plus couramment utilisées mettent en œuvre des algorithmes spécifiques et de haut niveau nécessitant une compréhension détaillée de la physique des signaux mesurés et des phénomènes étudiés.

Concernant les traitements les plus en amont, plusieurs systèmes imageurs nécessitent ainsi un traitement algorithmique des mesures pour former l'image brute ; c'est notamment le cas de l'imagerie radar à synthèse d'ouverture, de la tomographie X, de l'imagerie par résonance magnétique ou encore de l'imagerie échographique ultrason.

Concernant les traitements aval, l'analyse des hologrammes radars (interférométrie) et l'imagerie spectrale et hyperspectrale (composition physico-chimique de la scène) se caractérise par la mise en œuvre d'outils de traitement sophistiqués (filtrage adaptatif linéaire et non-linéaire, déroulement de franges, analyse en composantes principales, etc.).

L'objectif de ce cours est de présenter ces différentes modalités d'imagerie.

A l'issue du cours, les étudiants sont capables

- D'analyser une technique d'imagerie inconnue et d'en identifier les principales caractéristiques (résolution, sensibilité, domaine d'utilisation)
- De concevoir une stratégie d'analyse d'images radar et multispectrales en utilisant les algorithmes adaptés, et de la mettre en œuvre en utilisant le logiciel ENVI ou tout autre logiciel de calcul numérique.

Plan du cours**1. Formation d'Images Nécessitant la Mise en Œuvre d'un Algorithme**

- 1.1 L'imagerie radar à synthèse d'ouverture
- 1.2 La tomographie X
- 1.3 L'imagerie par résonance magnétique
- 1.4 L'imagerie échographique ultrason

2. Traitement des Images Radars et Hyperspectrales

- 2.1 Formation et Analyse des interférogrammes en imagerie radar
- 2.2 L'analyse des images spectrales et hyperspectrales en microscopie et en télédétection

Cet enseignement se compose pour moitié de cours magistral « interactif » et pour moitié de TD d'application sous IDL-ENVI.

Polycopié ou notes de cours disponibles

R. Michel, Modalité d'Imagerie : Traitements Avancés pour la Formation et l'Analyse d'Images.

Bibliographie

1. Hendee, William R; Morgan, Christopher J (1984). "Magnetic Resonance Imaging Part I—Physical Principles". West J Med. 141 (4): 491–500, 1984.
2. Gao, J. (2009) Digital Analysis of Remotely Sensed Imagery. McGraw Hill Professional. ISBN 0071604650, 2009
3. Processing of Synthetic Aperture Radar (SAR) Images, Ed. H. Maître, Wiley, 2008
4. Techniques and Applications of Hyperspectral Image Analysis, Eds G. Hans and P. Geladi, Wiley, 2007.
5. Herman, G. T., Fundamentals of computerized tomography: Image reconstruction from projection, 2nd edition, Springer, 2009

Pré-requis

Cours de la séquence 1 : "Fundamentals of estimation and detection in signals and images" et "Problèmes inverses".

Unité d'enseignement : **Formation scientifique**Volume horaire : **15,0 h**Coordinateur : **Mr François GOUDAIL**

Intervenants : Mr François GOUDAIL

Mr Rémi MICHEL

Examens : Exposé+Rapport

Objectifs et compétences

Le premier objectif de ce cours est de cerner les éléments qui déterminent les critères de « qualité » d'une image par la caractérisation de la chaîne d'acquisition et de visualisation d'une image. Dans un deuxième temps, vous vous familiariser avec les principaux algorithmes de traitement et d'analyse des images dans le secteur de l'imagerie scientifique, biomédicale et industrielle ainsi que dans les secteurs de la surveillance de l'environnement : l'imagerie radar à synthèse d'ouverture, la télédétection et l'imagerie hyperspectrale.

Cet enseignement se compose de séances de cours illustrés et de TD intégrés.

Cet enseignement est évalué à partir des comptes-rendus de TD et d'un mini projet.

Logiciels de prototypage multi plateforme utilisés : ImageJ et IDL / ENVI.

Plan du cours**Première partie : Traitement et analyse d'image (Jean Taboury) 30h + Projet de 15h***Visualisation et caractérisation d'une image*

Perception visuelle - la chaîne de numérisation et de restitution, - fonction de transfert - diagnostic et pré traitement d'une image ;
histogramme – « look-up tables » - calibration – échelle - représentations colorées des images (RGB HLS indexées) – type et formats.
Notion de topologie maillage et connexité – contenu spectral

Technique de base

Traitement locaux : amélioration - égalisation d'histogramme - opérations ponctuelles entre images

Traitement globaux : convolution discrète et circulante – gradient, laplacien - détection de contour et de point singulier

filtre de Canny-Deriche - filtre adapté - filtre médian - filtres adaptatifs - filtre homomorphique – cepstrum - filtres morphologiques

Filtrage des images dans l'espace de Fourier – corrélation - restauration sous contrainte Wiener

Transformée de Hough (droite et cercle), de Radon.

Transformations morphologiques des images binaires et à niveau de gris.

Applications : égalisation - correction géométrique – restauration - rehaussement de contraste – fusion d'image

Analyse des images

Introduction à la segmentation - extraction d'attributs ponctuels, locaux morphologiques et statistiques - paramètres de formes

- approche frontière et région - texture - matrice de cooccurrence - analyse en composantes principales et SVD

Etudes de cas - Travaux dirigés et projet sur IDL et ImageJ

Deuxième partie : Télédétection (Rémi MICHEL) (15H)

Cette partie du cours est une introduction à la télédétection où sont mis en œuvre des outils évolués de traitement des images. On insiste dans cette partie opérationnels. Chaque thème abordé est l'occasion d'une mise en œuvre sur poste de travail de méthodes de traitement des images.

Télédétection Radar - Imagerie Satellite à Synthèse d'Ouverture (RSO-SAR); - L'interférométrie radar

Télédétection optique - Les imageurs optiques et spectraux - Caractérisation de l'atmosphère et du sol :

Travaux dirigés sur IDL

Polycopié ou notes de cours disponibles**Bibliographie**

- Analyse d'image : filtrage et segmentation, J-P. Cocquerez et S. Philipp Masson 1995
- Fundamentals of digital image processing, Anil K. Jain Prentice hall 1989
- Digital image processing C. GONZALES and P. WINTZ.. Addison Wesley. 1987.
- Image Processing - The fundamentals, Maria Petrou et Panagioti Bosdoganni J. Willey & sons LTD 1999
- Digital image processing, W. K. Pratt. John Wiley. 1991.
- Image analysis and mathematical morphology, J. Serra Academic Press 1982
- Précis d'analyse d'image, Michel Coster et J.L. Chermant Presses du CNRS 1989
- Introduction aux techniques de traitement d'images, A Marion Eyrolles. 1987
- Practical IDL Programming, Liam E. Gumley, Fanning Software Consulting; 2nd edition (Nov. 2000)
- Application Development with IDL, Ronn L. Kling, Spiral edition (June 1, 1999)

Pré-requis

Connaissances de base en imagerie optique, optique physique et en statistique. Convolution et systèmes linéaires.
Transformée de Fourier analogique et discrète. Calculs statistiques. Photométrie et radiométrie

Unité d'enseignement : **Formation scientifique**Volume horaire : **30,0 h**Coordinateur : **Mr Franck DELMOTTE**

Intervenants : Mr Franck DELMOTTE

Mr Daniel MOURICAUD

Examens : Projet, Compte-rendu

Objectifs et compétences

Les couches minces à propriétés optiques se retrouvent aujourd'hui utilisées dans de très nombreux dispositifs optiques afin de manipuler la lumière en jouant sur les propriétés de réfraction et de réflexion des matériaux.

Ce module a pour objectif de fournir aux élèves une connaissance à la fois théorique et pratique sur l'optique des couches minces, de la théorie à la réalisation (au travers des Travaux Pratiques). La première partie du cours a pour objectif de donner aux étudiants les connaissances théoriques nécessaires pour appréhender les phénomènes physiques dans les couches minces et de leur faire connaître le formalisme permettant de traiter les propriétés de réflexion, de transmission et d'absorption d'empilement de couches minces et d'examiner différentes situations : couche antireflet, empilement réfléchissant et non-absorbant, filtres interférentiels, etc...

Le but des parties suivantes est de faire appréhender aux étudiants les aspects pratiques de la réalisation de traitement en couches minces et de leur faire connaître, de manière quasi-exhaustive, les divers composants optiques réalisables par empilement de couches minces dans les domaines UV, visible, IR proche et lointain.

Ce cours est accompagné de deux séances de travaux dirigés (sous forme de bureau d'étude) sur un logiciel de simulation et d'optimisation de composants optiques (TFCalc). Deux séances de Travaux Pratiques en salle blanche de l'Institut d'Optique permettront aux étudiants de réaliser et de caractériser leur propre empilement de couche mince et d'appréhender par la pratique les enjeux technologiques liés à la réalisation de tels composants.

Plan du cours

Le cours est composé de trois parties décrites ci-dessous.

1^{er} partie (F. Delmotte) : Théorie des couches minces optiques

Introduction historique

Rappels d'électromagnétisme et notations

Réflexion et réfraction des ondes planes

Cas d'une couche mince homogène et isotrope et extension (matrices d'Abeles)

Etudes de différents composants standard : miroirs diélectriques, miroirs métalliques, couches anti-reflet, ...

2^{ème} partie (F. Delmotte) : dépôt de couches minces et caractérisations (cours - TP)

Dépôt de couches minces (évaporation, pulvérisation,...) et d'empilements multicouches

Caractérisation optiques des couches minces et des multicouches : ellipsométrie, réflectométrie X.

3^{ème} partie (D. Mouricaud) : conception et optimisation de composants optiques en couches minces (cours + TD)

Expression des besoins, spécifications

Le design d'empilements couches minces

Les matériaux et les problèmes de réalisation

Imperfections des traitements réels

Polycopié ou notes de cours disponibles

Copie des transparents de cours et polycopié de TP.

Bibliographie

Optical Coating Technology, Philip W. Baumeister (SPIE Press, 2004)

Thin-Film Optical Filters, Angus Macleod (IOP, 3ème édition, 2001)

Cours Couches Minces Optiques « Technologie et Composants », Patrice Davi (Institut d'Optique, 2006)

Pré-requis

La partie théorique suppose acquises les bases de l'électromagnétisme.

Unité d'enseignement : **Formation scientifique**Volume horaire : **30,0 h**Coordinateur : **Mr Jacques SABATER**

Intervenants : Mr Jacques SABATER

Mr Lionel JACUBOWIEZ

Examens : Contrôle continu

Objectifs et compétences

Les objectifs de ce cours sont :

- Comprendre les concepts de photométrie et radiométrie avancée
- Connaître quelques systèmes d'optique non imageante : concentrateurs, guides de lumière,...
- Savoir valider ou optimiser des composants dédiés par simulation ou modélisation avec un logiciel de conception de systèmes optiques (*Lighttools*) dédié à la radiométrie
- Etudier, simuler et optimiser quelques systèmes d'éclairage à LED et d'affichage

Plan du cours

La conception optique des dispositifs d'éclairage, d'affichage et de réception de lumière est facilitée par l'emploi de logiciels photométriques dédiés (*Lighttools*, *Tracepro*, *Zemax*...). Ces logiciels de simulation permettent une modélisation très fidèle et un calcul précis du rendement lumineux. Ils sont devenus des outils indispensables pour toute conception et optimisation de systèmes d'optique, en particulier dans le domaine de l'optique non imageante.

Lighttools sera utilisé au cours des séances de cours-TD en salle d'informatique.

Plan du cours :

- Rappels de photométrie et de radiométrie
- Photométries des instruments d'optique
- Méthodes de calcul par tracé de rayons non séquentiel
- Etude de la Méthode statistique de Monte Carlo appliqué au tracé de rayons non séquentiels
- Modélisation des sources lumineuses (LED, lampe HBO, laser,...)
- Modélisation et calculs photométriques de systèmes optiques
- Etude des résultats des simulations par analyse du flux, carte d'éclairement, diagramme d'intensité, polarisation
- Génération de surfaces et de composants caractérisés par leurs propriétés géométriques et optiques (Diffusion, transmission, albédo, BRDF...).
- Optimisation de rendements photométriques
- Uniformisation de rétro-éclairages (écran LCD, TV,...)
- Calculs de lumière parasite

Projet de fin de cours : Etude d'un dispositif d'éclairage sur cahier des charges

Polycopié ou notes de cours disponibles

Ingenierie photométrique (Poly 3 ème année)

Bibliographie**Pré-requis**

Cours d'optique géométrique ESO 1A
Cours de conception optique ESO 2A
Cours de photométrie-radiométrie ESO 2A

Unité d'enseignement : **Formation scientifique**Volume horaire : **30,0 h**Coordinateur : **Mr Raymond MERCIER**Intervenants : Mr Raymond MERCIER
Mr Bertrand FORESTIERMr Jean-pierre LELAY
Mr Gilles COLAS

Examens : Examen écrit

Objectifs et compétences

A l'issue de cet enseignement, les étudiants:

- Connaissent les principales techniques de fabrication et de contrôle des surfaces optiques
- Sont sensibilisés à leur importance dans tout système optique.

Sont capables prenant en compte l'environnement mécanique et thermique dans la conception de systèmes optiques.

Plan du cours**Partie 1 : surfaces optiques**

Le but est d'approfondir les techniques permettant de tolérer, contrôler et fabriquer des surfaces optiques: nature et influence des défauts, défauts de fabrication ou induits, techniques de fabrication. Cette partie comprend 9 h de cours proprement dit et 3 h de visite de l'atelier d'Optique.

1. Influence des différents types de défauts sur l'imagerie - Critères et ordres de grandeurs tolérables, selon le type de défaut: forme, rugosité et défauts locaux.
2. Influence des contraintes mécaniques et thermiques - Notions et ordres de grandeurs
3. Contrôles des surfaces optiques - Rappels et compléments sur les méthodes classiques, autres méthodes spécifiques
4. Fabrication des surfaces optiques - Compléments sur le polissage classique, méthodes industrielles, machines à commande numérique, méthodes "exotiques".

Partie 2 : opto-mécanique orientée système

Le cours consiste d'abord en un balayage de différentes notions utiles au concepteur intégrant des systèmes optiques dans des ensembles mécaniques. Ce cours est assuré par deux enseignants venant de l'industrie (18h). Des études de cas sont ensuite proposées pour illustrer le cours (travail personnel + 3h de correction à la fin cours).

1/ Introduction

- L'opto-mécanique c'est quoi? - Les spécificités de l'Optique

2/ L'impact du cahier des charges sur la définition

- But du cahier des charges

- Bande spectrale - Diamètre pupille & champ - Qualité image requise - Lumière parasite, flux de structure IR

- Environnements vibratoires & climatiques

3/ Les grandes étapes d'une conception opto-mécanique

- Architecture & design préliminaire des modules: exemples

- Compléments d'optique: dispositifs de focalisation, changements de champ, dérotateurs, scanners

- Analyse des sensibilités & bilan de tolérance préliminaire

- Analyse simplifiée du comportement en température & pression

4/ Les moyens de validation d'une conception/réalisation opto-mécanique

- Vérifications par analyses

- Vérifications par tests

5/ Présentation d'un matériel

Polycopié ou notes de cours disponibles

Les polycopiés reprennent les transparents des présentations. Les études de cas se font sur des plans de systèmes réellement produits.

Bibliographie

"SURFACES OPTIQUES", Jean-Paul MARIOGE, éditeur: EDP SCIENCES, 7/2000

Modern Optical engineering, Warren J. Smith, ed. McGraw-Hill

Optical system design, Robert. E. Fischer, ed. McGraw-Hill

Opto-mechanical systems design, Paul R. Toder Jr., ed. Marcel Dekker

Lens design fundamentals, Rudolph Kingslake, ed. Academic Press

Normes: ISO 10110, ISO 9211, ISO 9022, MIL-STD-810, GAM-EG-13

Pré-requisCours d'optique géométrique 1^{ère} et 2^{ème} année, cours d'interférométrie et d'optique physique, travaux pratiques 1^{ère} et 2^{ème} année. L'initiation au logiciel de DAO SolidWorks est très utile.

Unité d'enseignement : **Formation scientifique**Volume horaire : **45,0 h**Coordinateur : **Mr Hervé SAUER**Intervenants : Mr Hervé SAUER
Mr Laurent LOMBARDMr Jérôme PRIMOT
Mr Guillaume DRUART
Mme Françoise CAU

Examens : Contrôle continu

Objectifs et compétences

La capacité de conception demeure la force et la particularité de la formation d'ingénieur dont elle constitue le véritable aboutissement. Elle consiste à utiliser les connaissances acquises au cours des nombreuses années d'enseignements scientifiques pour inventer des réponses efficaces et maîtrisées aux besoins de la société. Ce module, au travers du cas particulier des systèmes optiques, est une ouverture sur cette démarche que l'ingénieur développera par la suite dans son exercice professionnel et comporte deux thèmes liés :

Esquisse d'un système optique. L'objectif est de mettre les étudiants en situation de pré-conception d'un système optique. À partir d'études de cas didactiques, les premières phases de la conception seront abordées à partir d'expressions de besoin purement littérales, parfois incomplètes. Le but du travail sera de fournir les grandes lignes d'un avant-projet cohérent en se posant les bonnes questions, et ceci en quelques heures. Différents outils méthodologiques seront présentés pour donner les ordres de grandeur nécessaires à la bonne prise en compte des données du problème. Pour faire un parallèle avec le monde graphique, la compétence recherchée ici est celle du "roughman", ce dessinateur qui donne une consistance aux projets en quelques traits sur un carnet de croquis.

Conception optique avec le logiciel CodeV® de la société SYNOPSIS (ex-Optical Research Associates). L'objectif est de devenir capable de mener à bien avec ce logiciel, très connu et renommé, la conception *détaillée* de systèmes optiques d'imagerie *réalistes*, simples à moyennement complexes.

Association des deux compétences. Savoir passer d'une expression de besoin informelle à un système optique précis, fonctionnel et réaliste, via les deux étapes précédentes.

Plan du cours

Ces enseignements sont essentiellement construits autour de séances de 3h (ou parfois 4h) de **cours/TD**, c'est-à-dire d'alternance de séquences de cours et de TD applicatifs, permettant aux élèves de découvrir et maîtriser progressivement les concepts, méthodes et outils présentés. Les deux thèmes sont traités en parallèle dans les premières semaines puis combinés dans les dernières.

Esquisse d'un système optique : (12h)

- Exemple du dimensionnement d'un système imageur IR
- Quelques exemples de demandes en conception
- Étude de cas

Conception optique avancée avec le logiciel CodeV® : (24h)

- Introduction d'un système optique (dioptries, miroirs, surfaces asphériques, obturations, éléments basculés et décentrés, ...)
- Analyses de la qualité optique (courbes d'aberration, spot-diagram, FTM, ...)
- Optimisation de systèmes optiques (avec contraintes standard et *contraintes plus complexes définies par l'utilisateur*)
- Manipulation de systèmes multiconfigurations (*zooms*) simples...
- Notions de base du tolérancement de systèmes optiques, de l'analyse des effets des changements de température et de pression, du contrôle de la lumière parasite, ...
- Introduction aux systèmes optiques dans l'IR thermique

Exemples de conception optique: télescope de Newton, oculaire avec contrôle de la conjugaison et des aberrations pupillaires, télescope Maksutov-Cassegrain avec mise au point interne, doublet achromatique dans l'IR thermique, télescope TMA {système à 3 miroirs asphériques hors axe}, ...

Association des compétences : (9h)

- Études de cas

Polycopié ou notes de cours disponibles

Photocopies des transparents de cours. Textes et documents de TD

Bibliographie

SMITH W.J., *Modern Optical Engineering, 4thEd*, SPIE Press, 2008 (ou 3rd Ed 2000)
FISHER R.E. et al., *Optical System Design*, McGraw-Hill, 2008
GROSS H., *Handbook of optical systems, Vol.4 : Survey of optical instruments*, Wiley-VCH, 2008

Pré-requis

Connaissances générales en optique géométrique, radiométrie (dans le visible et l'infrarouge thermique), aberration et conception optique (comme par exemple données par les enseignements de 1^{ère} et 2^{ème} années du cursus ingénieur de l'IOGS).

Unité d'enseignement : **Formation scientifique**Volume horaire : **30,0 h**Coordinateur : **Mr Marc HANNA**

Intervenants : Mr Fabien BRETENAKER

Mr Dimitris PAPADOPOULOS

Mr Fabien QUERE

Examens : Examen écrit

Objectifs et compétences

Ce cours démarre par la description semi-classique de l'interaction lumière matière, pour établir les équations de Maxwell-Bloch. L'approximation des équations de taux est ensuite faite pour décrire le principe du laser monomode. A partir de ce modèle, les mécanismes d'élargissement des transitions, les régimes dynamiques, et les propriétés de bruit sont examinés. Les aspects spatiaux sont ensuite abordés, en utilisant les matrices de transfert dans l'approximation paraxiale pour décrire la propagation des faisceaux et la stabilité des résonateurs optiques. Enfin, le régime de verrouillage de modes conduisant à la génération d'impulsions ultra-brève est décrit, ainsi que la propagation et les méthodes de caractérisation de ces impulsions.

A la fin du cours, les élèves doivent avoir une bonne compréhension générale de la physique des lasers, et être capable d'utiliser leurs connaissances pour examiner des situations qu'ils n'ont pas rencontrées auparavant. En particulier, ils sont capables de mettre en œuvre et caractériser un système laser, et réaliser les calculs et simulations nécessaires à la mise au point d'un tel système.

Plan du cours

Interaction lumière-matière ; équations du laser monomode
 Laser monomode en régime stationnaire
 Laser à élargissement inhomogène
 Régime transitoire et déclenché
 Bruit des lasers en intensité et phase
 Cavités optiques : matrices de transfert, faisceaux gaussiens, et notion de stabilité
 Verrouillage de mode et impulsions ultra-brèves

Pycopié ou notes de cours disponibles

Notes de cours rédigées par Fabien Bretenaker

Bibliographie**Pré-requis**

Mécanique quantique et Electromagnétisme niveau L3

Unité d'enseignement : **Formation scientifique**Volume horaire : **30,0 h**Coordinateur : **Mr Nicolas DUBREUIL**

Intervenants : Mr Nicolas DUBREUIL

Mme Isabelle ZAQUINE

Mr François HACHE

Mme Marie Claire SCHANNE KLEIN

Examens : Examen écrit

Objectifs et compétences

Since the laser has been invented, optics opened a new dimension entering the nonlinear world with already numerous applications to light sources and optical processing of information. This course will introduce the students to this domain and enable them to fully master its innovative aspects. It describes the physics of the nonlinear interaction between light and matter from a perturbation approach and shows its consequences on the propagation of optical waves. It describes in detail the second and third order non linear effects rich in applications.

On completion of the course students should be able to: understand and describe the physical principles underlying various nonlinear interactions.

Plan du cours**I - INTRODUCTION TO NONLINEAR OPTICS**

Basics of nonlinear optics

Physical origins of the optical nonlinearities

II - NONLINEAR WAVE EQUATIONS

Derivation of Maxwell's equations – Constitutive relations

Linear wave equation : pulse response and linear susceptibility – anisotropic medium – transfer of energy – group velocity

Nonlinear susceptibilities : nonlinear pulse response and susceptibilities – properties of the nonlinear susceptibilities tensors

Nonlinear wave equations

III - 2nd ORDER NONLINEARITIES

Manley-Rowe relations

2nd Harmonic Generation : weak conversion, phase matching, strong conversion : SHG with pump depletion, phase matching in uniaxial crystal.

Quasi-phase matching in materials

Frequency Mixing, Optical parametric amplification and oscillation

Spontaneous parametric down conversion

Sources of entangled photons based on SPDC

IV - MICROSCOPIC THEORY of the NONLINEAR OPTICAL RESPONSE

Notion of polarizability and local field factor

Liouville equation: perturbation approach with the density matrix formalism

Calculation of the linear susceptibility

Calculation of $\chi^{(2)}$

Calculation of the third-order nonlinear response function for resonant configurations

Introduction to the 2D spectroscopy

V - 3rd ORDER NONLINEARITIES

Four-wave Mixing

Optical Kerr effect : $n_2(I)$, optical bistability, self-focusing effect, self-phase modulation and solitons

Raman Scattering : spontaneous and stimulated Raman scattering, Raman amplification, Raman Laser

Brillouin Scattering : spontaneous and stimulated effects

2 photons Absorption

Polycopié ou notes de cours disponiblesLecture notes available at <http://paristech.iota.u-psud.fr/site.php?id=84>**Bibliographie**

Robert W. Boyd, Nonlinear Optics, 3rd Edition, Elsevier Ed

BUTCHER, PAUL N. / COTTER, DAVID, The Elements of Nonlinear Optics , Cambridge University Press.1993.

F. Sanchez, Optique non linéaire, Ellipses, 1999.

Pré-requis

Undergraduate knowledge of electromagnetism (linear regime, optical properties of anisotropic media...). A first course in nonlinear optics helps, but is not required.

Unité d'enseignement : **Formation scientifique**Volume horaire : **30,0 h**Coordinateur : **Mr Christoph WESTBROOK**

Intervenants : Mr Antoine BROWAEYS

Mr Christoph WESTBROOK

Examens : Examen écrit

Objectifs et compétences

Le cours est une introduction aux concepts fondamentaux de l'optique quantique. On introduit dès le début la quantification du champ électromagnétique et on insiste sur des situations qui ne peuvent pas être décrit par un champ classique.

A la fin du cours les étudiants doivent être capable de répondre à la question "qu'est-ce que c'est un photon?" Ils doivent aussi être capable de reconnaître des situations où le concept est nécessaire ainsi que celle où il ne l'est pas. Les étudiants doivent pouvoir suivre la littérature récente dans le domaine surtout en ce qui concerne des expériences de interférences quantiques et le comptage de photons.

Plan du cours

- 1 Introduction. Rayonnement du corps noir selon Rayleigh, Planck, Einstein et Bose. Quantification d'un oscillateur harmonique (TD).
Exercice sur comptage de modes: la théorie de capacité calorifique d'Einstein et Debye
- 2 Quantification du champ électromagnétique. Quadratures du champ et fonction de Wigner.
- 3 Etats d'un champ monomode : Fock, cohérent, comprimé, thermique.
Exercice: calculs de variances du champ
- 4 Interaction atome – champ. Approximation dipolaire, traitement semi-classique, traitement quantique. Dérivation des coefficients d'Einstein.
- 5 Emission spontanée dans l'espace libre et dans une cavité. Règle d'or de Fermi. Analyse de l'article de Hulet, Hilfer, Kleppner
Exercice sur la théorie de Weisskopf-Wigner
- 6 Théorie semi-classique de l'effet photo-électrique. Théorie quantique et application à la détection de photons. Analyse quantique d'une séparatrice. Interférences à un photon.
- 7 Théorie de détection de photons: plusieurs photons et traitement multimode.
Exercice sur l'effet Hong-Ou-Mandel
- 8 Optique quantique non-linéaire. Application aux sources de photons uniques
- 9 Champs incohérents. Effet Hanbury-Brown & Twiss
- 10 Interférométrie, bruit et intrication.

Polycopié ou notes de cours disponiblesDisponible à <http://paristech.iota.u-psud.fr/>**Bibliographie**

- "Introductory Quantum Optics", C.C. Gerry and P.L. Knight, Cambridge Univ. Press (2005).
 "Quantum Optics, an introduction", Mark Fox, Oxford Master Series (2006).
 "Introduction aux lasers et à l'Optique Quantique", G. Grynberg, A. Aspect, C. Fabre, Ellipses.
 "Introduction to Quantum Optics: From the Semi-classical Approach to Quantized Light",
 "The quantum Theory of light", R. Loudon, Oxford Univ. Press 3rd Ed. (2003), *Well written, especially good on coherence of light.*
 "Processus d'interaction entre photons et atomes", C. Cohen-Tannoudji, J. Dupont-Roc, G. Grynberg, Editions du CNRS (1998). English translation: Atom-Photon Interactions, basic processes and applications, Wiley (1992). *Much higher level, and quite theoretical. Not to be used as a textbook*

Pré-requis

Mécanique quantique, physique atomique, optique non-linéaire, lasers

Unité d'enseignement : **Formation scientifique**Volume horaire : **30,0 h**Coordinateur : **Mr Henri BENISTY**

Intervenants : Mr Philippe LALANNE

Mr Christophe SAUVAN

Mr Henri BENISTY

Examens : Examen écrit, Examen écrit

Objectifs et compétences

Familiariser les élèves de M2 avec

- (1) les éléments fondamentaux de l'électromagnétisme des nanostructures (gaps, milieu effectif, ..) et avec
- (2) les applications des nanostructures artificielles optiques, et enfin avec
- (3) les combinaisons de ces structures optiques avec les structures de confinement électroniques de base (puits et boîtes quantiques), pour une interaction lumière-matière renforcée (effet Purcell, etc.)

A l'issue de ce cours, les étudiants doivent pouvoir identifier les différents dimensionnements des micro- et nano-structures de la photonique, et doivent être capable de leur associer le concept le plus pertinent dans chaque cas : milieu effectif, cristal photonique, puits quantiques, en association avec les longueurs d'onde ou énergie des électrons pertinentes.

Plan du cours

La propagation des ondes dans les milieux périodiques est au cœur de nombreux problèmes en physique, à commencer par la propagation des électrons dans les cristaux. Ce cours porte sur le problème optique.

En particulier, nous traitons de la notion de modes de Bloch dans des matériaux optiques artificiels, c'est-à-dire des matériaux structurés à une échelle inférieure à la longueur d'onde de la lumière. Grâce aux récents développements des procédés de micro- et nanofabrication, ces matériaux sont actuellement en plein essor.

Par analogie avec les électrons, nous introduisons les notions de bande interdite photonique et de matériaux artificiels.

Ces derniers permettent en particulier de synthétiser de manière artificielle des matériaux possédant des propriétés optiques qui ne sont pas disponibles dans la nature.

Les notions théoriques tels la densité d'états (DOS), le "cône de lumière", la lumière lente, etc., sont systématiquement illustrées par des applications issues de la littérature récente sur la nanophotonique, en particulier :

- les cristaux photoniques (1D et 2D),
- les métamatériaux
- l'optique diffractive.

Les notions d'interaction matière-lumière renforcée dans les nanostructures ou en fonction du confinement en général sont abordées : effet Purcell, extraction de la lumière, couplage fort. A Cette occasion, la physique de base du confinement électronique des nanostructures et leurs méthodes d'élaboration sont rappelées dans leurs grands traits.

Le cours est également illustré par quatre travaux dirigés qui permettent d'approfondir certaines notions fondamentales comme :

- le ralentissement de la lumière en bord des bandes interdites photoniques.
- la réfraction négative, notion plus récente.

Polycopié ou notes de cours disponibles

Copie du cours (Ph Lalanne) , copie des TD (C. Sauvan),

Copie des transparents du cours (H. Benisty), copie des articles (4x APL) utilisés pour l'examen HB.

Bibliographie

[1] H. Benisty, J.-M. Gérard, R. Houdré, J. Rarity, and C. Weisbuch, Eds., Confined Photon Systems : Fundamentals and Applications (Lecture Notes in Physics. Heidelberg: Springer, 1999, (Target some Chapters)

[2] J.-M. Lourtioz, H. Benisty, V. Berger, J. M. Gérard, D. Maystre, and A. Tchelekov, Photonic Crystals, Towards Nanoscale Photonic Devices. Heidelberg: Springer, 2005.

[3] H. Benisty and C. Weisbuch "Photonic crystals," in Progress in Optics. vol. 49, E. Wolf, Ed., ed Amsterdam: Elsevier, 2006, pp. 177-315.

General books on multilayers, waveguides, distributed feedback, basics of density-of-states, optoelectronics

[4] A. Yariv, Quantum Electronics. New York: Wiley, 1989.

[5] A. Yariv and P. Yeh, Optical waves in crystals. New York: Wiley, 1984.

[6] L. A. Coldren and S. W. Corzine, Diode lasers and photonic integrated circuits. New-York: Wiley, 1995.

[7] E. Rosencher and B. Vinter, Optoélectronique. Paris: Masson, 1997.

[8] C. Weisbuch and B. Vinter, Quantum Semiconductor Structures: Fundamentals and applications. Boston: Academic Press, 1991.

Pré-requis

Notions de base sur les ondes, la diffraction, le guidage, les semi-conducteurs.

Unité d'enseignement : **Formation scientifique**Volume horaire : **30,0 h**Coordinateur : **Mr Jean Sebastien LAURET**

Intervenants : Mme Isabelle ROBERT-PHILIP

Mr Jean Sebastien LAURET

Mr Vincent JACQUES

Examens : Examen écrit

Objectifs et compétences

Ce cours a pour objet les propriétés optiques des solides. Le choix a été fait de traiter ce sujet en parcourant les différentes familles de solides cristallins. Il est en effet ici question des propriétés optiques des hétérostructures de semiconducteurs, comme de celles des matériaux moléculaires ou encore des centres colorés. L'objectif est de faire ressortir à la fois les généralités communes à tous les types de solides cristallins ainsi que de pointer les concepts spécifiques à chacun d'entre eux.

Plan du cours

- Réponse classique
- Réponse semi-classique
- Notion de bandes d'énergie
- Absorption, Luminescence, Excitons
- Phonons, phénomènes de diffusion
- Un exemple : les nanotubes de carbone
- Les matériaux moléculaires
- Les centres colorés
- Puits Quantiques de semiconducteurs
- Boîtes quantiques de semiconducteurs
- Couplage fort lumière matière

Polycopié ou notes de cours disponibles

Un polycopié par item du cours est à la disposition des étudiants

Bibliographie

- Ashcroft et Mermin « Physique des solides » EDP Sciences
- M. Fox « Optical properties of solids », Oxford master series

Pré-requis

- cours de mécanique quantique, cours de physique des solides

Unité d'enseignement : **Formation scientifique**Volume horaire : **30,0 h**Coordinateur : **Mr Christoph WESTBROOK**

Intervenants : Mr Philippe BOUYER

Mr Thierry CHANELIERE

Examens : Examen écrit

Objectifs et compétences

Le but de la 1ere partie est d'introduire la notion de la matrice densité et les équations de Bloch optiques. Le champ électromagnétique est traité de façon classique. On discute différentes sources de dissipation dans un système atomique, et on montre comment la décohérence se décrit par une trace partielle de la matrice densité. Ensuite on traitera plusieurs exemples en physique atomique où les équations de Bloch optiques constituent un outil théorique essentiel: réponse d'un ensemble à une impulsion, écho de photons, spectroscopie de Ramsey, pompage optique, transitions Raman, refroidissement laser, "electromagnetically induced transparency", interférométrie atomique.

Plan du cours

Atome à 2 niveaux sans dissipation

Approximation dipolaire, solution perturbative, approx. champ tournant

Oscillation de Rabi, Franges de Ramsey

Représentation par le vecteur de Bloch

Retour sur Rabi, Ramsey,

Précession libre

Introduction à la matrice densité

Cohérences et Dipole atomique pour atome à 2 niveaux

Dephasing et T2, début des Eq. Bloch Optiques

Equations de Bloch Optiques

Dissipation T1 (émission spontanée)

Susceptibilité pour atome à 2 niveaux

Application des EBO: Forces radiatives

Atome à 3 niveaux

Etat noir - EBO pour ce système - Solution par Hamiltonien effectif

Pompage optique

Echelles de temps Refroidissement laser d'un atome à multi-niveaux

Transitions de Raman

interférométrie atomique.

Équation de propagation

Système de Bloch-Maxwell, Milieu absorbant, gain Indice de réfraction, Propagation, vitesse de groupe

Filtrage à travers un profil d'absorption structuré

Lumière lente revisitée, Profil d'absorption sinusoïdal : réponse retardée

Écho de photon (2-pulse)

Mémorisation du signal, Notion de déphasage et rephasage, Effet de propagation

Polycopié ou notes de cours disponiblesDisponible à <http://paristech.iota.u-psud.fr/>**Bibliographie**

"Quantum Optics, an introduction", Mark Fox, Oxford Master Series (2006).

"Introduction aux lasers et à l'Optique Quantique", G. Grynberg, A. Aspect, C. Fabre, Ellipses.

"The quantum Theory of light", R. Loudon, Oxford Univ. Press 3rd Ed. (2003),

"Processus d'interaction entre photons et atomes", C. Cohen-Tannoudji, J. Dupont-Roc, G. Grynberg, Editions du CNRS (1998).

Pré-requis

Mécanique quantique, électromagnétisme

Unité d'enseignement : **Approfondissements Scientifiques**Volume horaire : **33,0 h**Coordinateur : **Mme Nathalie WESTBROOK**

Intervenants : Mme Nathalie WESTBROOK

Mr David CLEMENT

Examens : Examen écrit

Aims and skills

Introduction to Statistical tools to treat light disturbances
 Definition of temporal and spatial coherence of light sources with a statistical approach
 Description of the speckle phenomenon (mainly Fourier speckle) and its manifestations

On completion of the course students should be able to: use statistical tools to accurately describe and understand optics and light sources; master concepts of second order coherence and their applications to current research and technology; describe and calculate Fourier speckle patterns and understand their implications.

Course structure

Reminder on coherent and incoherent imaging (impulse response functions, transfer functions) (1 lecture)

Introduction to statistical optics (1 lecture)

Temporal and spatial coherence of optical waves (3 lectures)

Speckle phenomenon and applications through seminars on current research topics (4 lectures)

Photo-detection (1 lecture)

Lecture notes

Disponibles sur Libres Savoirs

Bibliography

J.W. Goodman « Introduction to Fourier Optics » (ou, en français, A. Maréchal et M. Françon, "diffraction, structure des images")

J.W. Goodman "Statistical Optics"

J.W. Goodman "Speckle phenomena in Optics"

Prerequisites

Fresnel and Fraunhofer diffraction theory - Application of diffraction theory to simple imaging systems - Fourier filtering

Basic mathematics on random variables

Unité d'enseignement : **Approfondissements Scientifiques**Volume horaire : **15,0 h**Coordinateur : **Mr Yvan BONNASSIEUX**

Intervenants :

Examens : Examen oral

Objectifs et compétences

Donner aux étudiants une vue d'ensemble des différentes familles d'écrans plats, en décrivant les principes physiques de même que les matériaux et les technologies utilisés pour leur fabrication.

Plan du cours

Le cours est organisé en 3 blocs principaux, correspondant aux effets physiques et optiques exploités dans les écrans plats :

Ecrans plats basés sur la modulation de la lumière

Les écrans plats à cristaux liquides sont les principaux écrans dans cette catégorie. Nous présenterons les différentes familles de cristaux liquides, ainsi que la façon dont ils sont utilisés pour obtenir des effets electro-optiques contrôlés par de faibles tensions.

Principes d'adressage et limitation du multiplexage (critère dit de « Alt et Pleshko »),

Adressage par matrice active,

Technologies de transistors en couches minces : le silicium amorphe hydrogéné, le silicium micro-cristallin, le silicium polycristallin, les transistors organiques et les technologies émergentes (nanofils de semiconducteurs, nanotubes de carbone...).

Ecrans plats basés sur un principe émissif (écrans luminescents).

Différents types de luminescence sont exploités dans les écrans plats :

Electroluminescence : organic light emitting diodes (OLEDs) et adressage correspondant des écrans.

-Photoluminescence : écrans plasma.

Projection.

Les principales techniques de projection (vidéoprojecteur) utilisées seront présentées, basées sur l'utilisation de LCDs ou de micro-miroirs (MEMS).

La dernière partie du cours se focalisera sur le futur et la recherche actuelle sur les écrans plats (3D, très haute résolution, écrans conformables flexibles ou pliables).

Polycopié ou notes de cours disponibles

Un polycopié reprenant l'ensemble des transparents des cours est fourni aux étudiants

Bibliographie**Pré-requis**

bonnes bases en électronique du solide et en sciences des matériaux.

Unité d'enseignement : **Approfondissements Scientifiques**Volume horaire : **15,0 h**Coordinateur : **Mr Sébastien DE ROSSI**

Intervenants : Mr Sébastien DE ROSSI Mr Franck DELMOTTE

Mr Charles BOURASSIN-BOUCHET Mr François POLACK

Examens : Examen oral

Objectifs et compétences

L'objectif de ce module est d'initier les élèves au domaine de l'Extrême Ultraviolet : composants et systèmes optiques aux très courtes longueurs d'onde, sources de lumière (laser X, sources à génération d'harmoniques d'ordre élevé, rayonnement synchrotron), impulsions extrêmement courtes (physique des impulsions attosecondes).

Ces domaines sont en plein essor au niveau local (Synchrotron SOLEIL, station LASERIX de l'Université Paris Sud, ligne de lumière attoseconde au CEA Saclay /Laboratoire d'Optique Appliquée, centre de recherche interdisciplinaire CILEX sur les lasers ultra-brefs de forte puissance et sur leurs applications,) et également au niveau international (Lithographie EUV, nouvelles sources laser à électrons libres X-FEL aux USA et en Europe)...

compétences

- Concevoir, modéliser et représenter des systèmes optiques complexes et des instrumentations hybridant des technologies optiques, mécaniques, électroniques, informatiques.
- Réaliser des dispositifs techniques
- Rechercher et analyser de manière critique des documents

Plan du cours

1. spécificité du rayonnement XUV
2. composants optiques XUV
3. imagerie XUV
4. source synchrotron
5. source de lumière XUV ultra brève

Polycopié ou notes de cours disponibles

Présentations des intervenants imprimées (pdf disponible en ligne)

Bibliographie

David Attwood
Soft X-Rays and Extreme Ultraviolet Radiation: Principles and Applications

Jens Als-Nielsen, Des McMorro
Elements of Modern X-ray Physics

Pré-requis

Optique (modèle géométrique et ondulatoire - électromagnétisme) - physique de l'interaction matière-rayonnement

Unité d'enseignement : **Approfondissements Scientifiques**Volume horaire : **27,0 h**Coordinateur : **Mr Lionel JACUBOWIEZ**

Intervenants :

Examens : **Compte-rendu****Objectifs et compétences**

Les Travaux Pratiques de 3^{ème} année, douze séances en tout, se répartissent sur les séquences 1 et 2.

Ces Travaux Pratiques sont de plus grande envergure que ceux des deux premières années. Les élèves suivent ces séances de Travaux Pratiques de 4 heures trente en binôme. Le nombre des postes de Travaux Pratiques est de 21, très supérieur au nombre de séances. Les étudiants ne feront que douze Travaux Pratiques, mais ils pourront s'ils le souhaitent ajouter des Travaux Pratiques non prévu à leur programme.

Les sujets de TP de 3^{ème} année associent en général des techniques d'optique d'instrumentale, mais aussi de l'électronique, de la mécanique, et de l'informatique (acquisition, traitement du signal et traitement des données expérimentales). Les sujets abordés permettent de bien comprendre l'aspect système des dispositifs de mesures. Ils couvrent tous les domaines de l'optique moderne.

L'évaluation des Travaux Pratiques repose en général sur 3 points :

- l'habilité, l'autonomie et l'esprit d'initiative des étudiants pendant la séance
- une brève explication orale du dispositif étudié en fin de séance
- la rédaction d'un compte rendu détaillé.

Plan du cours

Les étudiants en CFA, FIE, Master externe ne participent pas à ces TP.

Même liste que pour la première séquence :

OPTIQUE PHYSIQUE, HOLOGRAPHIE DYNAMIQUE, DETECTION HETERODYNE, SPECKLE ET APPLICATIONS :

- 1 - ETUDE DU SPECKLE
- 2 - MESURES DE DÉFORMATIONS D' OBJETS DIFFUSANTS PAR INTERFÉROMÉTRIE DE SPECKLE
- 3- ÉTUDE D'UNE SONDE HÉTÉRODYNE INDUSTRIELLE
- 4 - EFFET PHOTORÉFRACTIF - FILTRE DE NOUVEAUTÉ
- 5 - EFFET PHOTORÉFRACTIF - CAPTEUR D'ULTRASONS
- 6- HOLOGRAPHIE SYNTHÉTIQUE – ELEMENTS DIFFRACTIFS

OPTIQUE INSTRUMENTALE : ETUDES DE SYSTEMES OPTIQUES ET MESURES DE FONCTIONS DE TRANSFERT DE MODULATION :

De nouvelles techniques de réduction des aberrations sont apparues ces dernières années, révolutionnant le domaine de la conception des systèmes optiques. En particulier, l'optique adaptative déjà abondamment utilisée avec le succès que l'on connaît en astronomie et l'optique diffractive pour une correction statique de certaines aberration (exemple : achromatisation en optique infrarouge).

L'accent est mis aussi sur les mesures de fonctions de transfert de modulation (FTM) des systèmes d'imagerie optique. Celle-ci permet d'apprécier de manière quantitative ses capacités en terme de résolution et de comparer cette résolution au capteur d'image (capteur matriciel) qui lui est associé.

- 7- MESURE DE LA FONCTION DE TRANSFERT DE MODULATION D'UN OBJECTIF VIDÉO - BARRETTE
- 8- MESURE DE LA FONCTION DE TRANSFERT DE MODULATION D'UN OBJECTIF VIDÉO – BANC ACOFAM
- 9- ETUDE PAR FOUCAULTAGE D'UN OBJECTIF INFRAROUGE - ETUDE DE L'INFLUENCE DE LA TEMPERATURE
- 10 - OPTIQUE ADAPTATIVE : Miroir déformable bimorphe
- 11- OPTIQUE ADAPTATIVE : Miroir déformable magnétique

ÉTUDES ET CARACTÉRISATIONS DE NOUVELLES SOURCES LASER :

- 12- ETUDE D'UN OSCILLATEUR PARAMÉTRIQUE OPTIQUE - LASER TITANR SAPHIR
- 13- LASER Nd-YAG PULSE
- 14- LASER Nd : YVO4 PICOSECONDE

PHYSIQUE ATOMIQUE – OPTIQUE QUANTIQUE:

Comptage de photons uniques – Détection de coïncidences

- 15- ABSORPTION SATURÉE. ASSERVISSEMENT EN FRÉQUENCE D'UNE DIODE LASER
- 16- SOURCE DE PHOTONS INTRINQUES. UN TEST DES INÉGALITÉS DE BELL
- 17- SOURCES DE PAIRES DE PHOTONS UNIQUES. EXPERIENCE HONG-OU- MANDEL

FIBRES OPTIQUES : CARACTÉRISATIONS ET APPLICATIONS

L'accent est mis sur le domaine des fibres et des télécommunications pour ce groupe de travaux pratiques.

- 18- INTERFÉROMÈTRES À FIBRES - GYROMÈTRE À FIBRE
- 19- ETUDE DE FIBRES OPTIQUES TELECOM. DISPERSION CHROMATIQUE.
- 20- AMPLIFICATEUR OPTIQUE A FIBRE DOPEE ERBIUM – Mesure du facteur de bruit
- 21 - OPTIQUE NON LINÉAIRE - DOUBLAGE DE FRÉQUENCE ET EFFET RAMAN DANS UNE FIBRE MONOMODE

Polycopié ou notes de cours disponibles

Polycopié de TP 3A

Bibliographie**Pré-requis**

Unité d'enseignement : **Approfondissements Scientifiques**Volume horaire : **15,0 h**Coordinateur : **Mr Philippe LACOMME**

Intervenants :

Examens : Examen écrit

Objectifs et compétences

Donner des notions de base sur les radars et les ondes électromagnétiques associées.

L'optique et les ondes radar sont souvent couplées. Des travaux dans le domaine des radars ont été transposés dans le domaine optique (compression d'impulsions ultrabrèves). Inversement, il peut être très utile de transporter des signaux radar sur des porteuses optiques (distribution de signaux radar à plusieurs appareils, commande optique d'antennes...). La connaissance des signaux radars doit donc faire partie de la culture des SupOpticiens.

A l'issue de ce cours, les étudiants savent analyser et évaluer les performances d'un système radar.

Plan du cours

Les grands principes des systèmes Radar sont donnés, depuis l'émetteur et la mise en forme du signal jusqu'à la détection en passant par la propagation du signal et les sources de bruit.

Des exemples de radar et de calculs de performances sont décrits à la fin du cours.

Le contrôle des connaissances acquises est fait sous forme d'un exercice individuel écrit.

Le plan du cours est le suivant :

1. Introduction

Notions élémentaires; principes généraux; composition d'un radar; notions sur les performances.

2. Le signal

Emission et réception du signal; Equation du radar; Surface équivalente d'une cible; représentation mathématique.

3. La propagation

Absorption; réflexion; diffusion; diffraction; phénomènes divers.

4. Le bruit

Bruit thermique; brouilleur à bruit; foudres divers.

5. La détection

Récepteur idéal; calcul de performances; taux de fausses alarmes.

6. La forme d'onde

Fonction d'ambiguïté; résolution; précision.

Choix du signal à émettre.

7. Les différents Radars

- Radar à basse fréquence de récurrence (Radar Doppler; Radar à compression d'impulsions...),
- Radar à haute fréquence de récurrence (Radar continu, Radar Doppler à compressions d'impulsions...).

8. Radars d'imagerie à ouverture synthétique (Synthetic Aperture Radar)

Principes et exemples

Polycopié ou notes de cours disponibles

- Copies des planches projetées en cours
- Cours écrit

Bibliographie

"Radars, bases modernes", Michel Carpentier, éditions Masson

« Radars Aéroportés et Spatiaux », Philippe Lacomme et al, éditions Masson

Pré-requis

Bases de traitement du signal

Unité d'enseignement : **Approfondissements Scientifiques**Volume horaire : **15,0 h**Coordinateur : **Mr Riad HAIDAR**

Intervenants : Mr Riad HAIDAR

Mr Marcel CAES

Examens : Examen écrit

Objectifs et compétences

Connaître et savoir évaluer les caractéristiques de base des capteurs opto-électroniques, à partir des considérations physiques fondamentales.
Maîtriser les règles de conception des dispositifs de photodétection et identifier les sources d'innovation.

Plan du cours

1/ Théorie de la détection optique et Principes physiques mis en jeu.

2/ Historique de l'évolution des matrices de détection, en terme de format, de taille du pixel, et de fonctions optiques intégrées sur le plan de détection. Quel est l'impact de la miniaturisation sur les performances d'un détecteur ?

3/ Apport des nouvelles sciences et technologies à la photo-détection (Ingénierie quantique, Plasmonique, description de quelques phénomènes physiques curieux dans les détecteurs).

4/ Figures de mérite des filières de détection, et traduction en termes de performances systèmes. La nouvelle génération de détecteurs nécessite de développer des méthodes de caractérisation, souvent sioux (effet Talbot), qu'on décrira.

5/ Etat de l'art de la détection optique, pour l'UV, le Visible, l'IR et jusqu'au THz. Quelles sont les solutions existantes et leurs limites ? Quelles sont les solutions émergentes ? Quels sont les enjeux ?

Le cours sera étayé d'animations sous Mathematica.

Polycopié ou notes de cours disponibles

Polycopiés distribués en séance.

Bibliographie

1 - E. Rosencher, B. Vinter, "Optoélectronique"

2 – R. Boyd, « Radiometry and Detection of optical radiation »

Pré-requis

Physique des semiconducteurs
 Mécanique quantique

Unité d'enseignement : **Approfondissements Scientifiques**Volume horaire : **15,0 h**Coordinateur : **Mr François GOUDAIL**

Intervenants : Mr François GOUDAIL

Examens : Contrôle continu

Objectifs et compétences

La classification et la reconnaissance automatiques à partir de signaux temporels ou d'images sont utilisées dans tous les domaines de la physique car elles sont essentielles pour automatiser les processus de décision. On peut citer comme exemple la reconnaissance d'objets dans des images, la reconnaissance de la parole, la biométrie, ...

L'objectif de ce cours est de présenter la problématique générale de la classification et de la reconnaissance des formes ainsi que des exemples de techniques couramment utilisées dans ce domaine. Cet enseignement se compose pour moitié de cours magistral « interactif » et pour moitié de TD d'application sous Matlab.

A l'issue de ce cours, les élèves sont capables d'analyser un problème simple de reconnaissance des formes, de choisir les algorithmes adaptés et de concevoir un dispositif informatique permettant de le résoudre.

Plan du cours

1. Problématique de la reconnaissance des formes
2. Introduction à la segmentation d'images
3. Introduction à la description de formes
4. Classification
 - 4.1 Eléments de théorie de la décision
 - 4.2 Comment évaluer une méthode de classification ?
 - 4.3 Quelques méthodes de classification supervisée
 - Méthodes linéaires
 - Méthodes bayésiennes
 - Réseaux de neurones
 - 4.4 Sélection de caractéristiques : ACP, LDA.

Polycopié ou notes de cours disponibles

F. Goudail , *Introduction à la reconnaissance des formes*

Bibliographie

- 1) J-P. Cocquerez, S. Philipp, coordinateurs, *Analyse d'images : filtrage et segmentation* , Masson, 1995
- 2) A. K. Jain, *Fundamentals of Digital Image Processing*, PrenticeHall, 1989.
- 3) Gonzalez and Woods, *Digital Image Processing*, 2nd Edition, Prentice Hall, 2002
- 4) F. Goudail, Ph. Réfrégier, *Statistical Image Processing Techniques for Noisy Images: An Application-Oriented Approach*, Kluwer Academics, 2004.
- 5) R. Duda, P. E. Hart, D. G. Stork, *Pattern classification*, 2nd edition, Wiley Interscience, 2000

Pré-requis

Unité d'enseignement : **Approfondissements Scientifiques**Volume horaire : **15,0 h**Coordinateur : **Mr Gérard ROUSSET**

Intervenants : Mr Gérard ROUSSET

Mr Jean Marc CONAN

Examens : Examen oral

Objectifs et compétences

L'imagerie à haute résolution angulaire, c'est à dire à la limite de diffraction des instruments optiques, a connu des développements spectaculaires notamment depuis l'avènement de l'optique adaptative dans les années 90. Ces techniques ont été initialement développées pour l'astronomie au sol afin de contrer les effets de la turbulence atmosphérique. Le cours décrit l'origine physique de la turbulence atmosphérique et son impact sur la propagation et l'imagerie optique. Après une introduction aux techniques d'imagerie haute résolution dans leur ensemble (techniques speckle, optique adaptative et interférométrie à longue base) il présente plus en détail les règles de dimensionnement d'une optique adaptative. Le cours met l'accent sur les techniques d'analyse de front d'onde, aspect central de l'optique adaptative mais plus généralement de l'optique moderne. On discute enfin des nouveaux enjeux de l'optique adaptative pour l'astronomie et des nouveaux domaines d'applications, du biomédical à la focalisation de faisceaux laser intenses.

A l'issue de ce cours les étudiants seront à même de comprendre, d'utiliser voire de concevoir des systèmes d'imagerie à haute résolution angulaire dans leur métier d'ingénieur. Les compétences génériques correspondantes sont : Caractériser des dispositifs optiques, Choisir des dispositifs en fonction d'un cahier des charges, Concevoir, modéliser et représenter en utilisant les outils adéquats de CAO, des systèmes optiques complexes et des instrumentations hybridant des technologies optiques, mécaniques, électroniques, informatiques.

Plan du cours

1. Imagerie à travers la turbulence
 - rappel sur la formation d'image
 - description physique de la turbulence optique
 - formation d'image à travers la turbulence et grandeurs caractéristiques
 - effets de scintillation, effet d'anisoplanétisme et temps caractéristique d'évolution
 - description modale dans la pupille de l'instrument
2. Analyse de front d'onde
 - différentes stratégies d'analyse de front d'onde
 - nature du bruit de mesure
 - reconstruction de front d'onde
3. Introduction aux techniques d'imageries haute résolution
 - imagerie courte pose et techniques speckle
 - interférométrie à longue base
 - optique adaptative
4. Optique adaptative : dimensionnement et nouveaux enjeux
 - composants clef et budget d'erreur
 - règles de dimensionnement
 - nouveaux développements en astronomie et autres domaines applicatifs

Polycopié ou notes de cours disponibles

Polycopié

Bibliographie

V.I. Tatarski "Wave propagation in a turbulent medium", Dover publication, New-York, éditions de 1961 et 1967.

F. Roddier "The effects of atmospheric turbulence in optical astronomy", Progress in Optics XIX, North Holland 1981, E. Wolf Editor.

F. Roddier, J. Beckers, P. Léna, P.-Y. Madec, M. Northcott, G. Rousset, D. Sandler, M. Séchaud "Adaptive optics in astronomy", Cambridge University Press, F. Roddier Editor, 1999.

Pré-requis

Connaissances de base en imagerie optique et en statistique.

Unité d'enseignement : **Approfondissements Scientifiques**Volume horaire : **15,0 h**Coordinateur : **Mr Henri BENISTY**

Intervenants : Mr Pierre FERDINAND

Mr Abdelfatah Fetah BENABID

Examens : Examen écrit

Objectifs et compétences

L'objectif du cours est de familiariser les étudiants avec les concepts et les applications avancées des fibres autour de deux thèmes : les capteurs et les fibres microstructurées.

A l'issue des cours, les étudiants peuvent identifier le fonctionnement physique des capteurs à fibres, qu'il soit explicité ou non dans le mode d'emploi de l'appareil assemblé. Ils peuvent identifier des mécanismes de guidage dans les fibres complexes microstructurées, et devenir apte à les dimensionner.

Plan du cours**Capteurs à fibres optiques** (11h) (P. Ferdinand)

L'utilisation des fibres comme capteurs conduit à des dispositifs répandus et très versatiles

-- Avec réseau de Bragg pour le contrôle des déformations,

-- Avec biréfringence, ou avec effets magnéto-optiques, pour la détection le long de la fibre de nombreuses quantités physiques extérieures, dont la température par exemple.

→ L'utilisation de la sphère de Poincaré est un outil important pour la compréhension des phénomènes. De nombreux exemples pratiques sont donnés

Fibres microstructurées (5h) (F. Benabid)

[reprise d'un cours de D. Pagnoux qui était en Nanophotonics, transparents en anglais probablement]

-- Les propriétés photoniques remarquables des fibres optiques microstructurées (FMAS Fibres microstructurées Air Silice) dites aussi fibres à cristaux photoniques (PCF : photonic crystal fibers) sont exposées et des applications avancées qui ont déjà connu un grand succès sont présentées :

- Dispersion remarquable : éternellement monomode par exemple

- nonlinéarités faibles et absorption minime dans les fibres à cœur creux

- nonlinéarités géantes dans les fibres très confinées.

→ Ce sont les nonlinéarités qui en font les composants de choix actuellement pour la génération de *supercontinuum*

(utilisé pour les « peignes de fréquence » en métrologie, cf. le prix Nobel 2004 de T. Hänsch)

Polycopié ou notes de cours disponibles

Notes de cours de P. Ferdinand + Copies des transparents de F. Benabid

Bibliographie

Capteurs à fibres optiques :

voir le "MRS Bulletin" Volume 27, No. 5, May 2002

Fibres microstructurées : voir le chapitre 11 dans

J.-M. Lourtioz, H. Benisty, V. Berger, J. M. Gérard, D. Maystre, and A. Tchebnokov, Photonic Crystals, Towards Nanoscale Photonic Devices, 2nd ed. Heidelberg: Springer, 2008.

Pré-requis

- Connaissance de base des fibres optiques (guidage, profil de modes)

- Connaissances de base des structures périodiques (bande interdite ou bande de réflexion 1D)

- couplage de mode (bases)

Unité d'enseignement : **Approfondissements Scientifiques**Volume horaire : **30,0 h**Coordinateur : **Mr Arnaud DUBOIS**

Intervenants : Mme Antigoni ALEXANDROU

Mr Emmanuel BEAUREPAIRE

Mr Henri BENISTY

Mr Arnaud DUBOIS

Examens : Examen écrit

Mme Nathalie WESTBROOK

Objectifs et compétences

A l'issu de ce cours, les élèves auront un aperçu des différentes techniques optiques actuellement utilisées dans les domaines de la biologie et la médecine, en recherche et clinique. Ils auront connaissance des principes de fonctionnement de ces techniques et de leurs performances, mis en perspectives par rapport aux exigences des diverses applications biomédicales.

Plan du cours

1. Introduction to optical imaging of biological media (A. DUBOIS, 3h)
2. Introduction to cell biology (C. BOUZIGUES, 2h)
3. Fluorescence microscopy (C. BOUZIGUES, 6h)
4. Optical tweezers (N. WESTBROOK, 3h including visit/demo)
5. Nonlinear microscopy (E. BEAUREPAIRE, 3h)
6. Superresolution optical imaging (C. BOUZIGUES, 2h)
7. Optical Coherence Tomography (A. DUBOIS, 3h including visit/demo)
8. DNA biochips & fluorescent biochip (H. BENISTY, 3h)

Labwork (Institut d'Optique, Ecole Polytechnique, ESPCI, CPBM Orsay, 3h)

Polycopié ou notes de cours disponibles

Polycopié « Imagerie Optique des milieux biologiques » (A. DUBOIS)
Copie des planches projetées en cours

Bibliographie

- P. N. Prasad, *Introduction to Biophotonics*, Wiley, 2003
- J. R. Lakowicz, *Principles of fluorescence spectroscopy*, 3rd edition, Springer, 2006
- J. Mertz, *Introduction to optical microscopy*, Roberts & Co. Publishers, 2009
- M. Müller, *Introduction to Confocal Fluorescence Microscopy*, 2nd ed., SPIE Press, 2006
- R. Rigler, H. Vogel (eds.), *Single molecules and Nanotechnology*, Springer, 2008
- P. Selvin, T. Ha (eds.), *Single-Molecule Techniques: A Laboratory Manual*, CSH Lab. Press, 2008
- P. R. Selvin, *Methods in Enzymology*, Vol. 124, Academic Press (1995), p. 300
- W. Drexler, J.G. Fujimoto (eds.), *Optical Coherence Tomography, Technology and Applications*, Springer, 2008

Pré-requis

- Optique ondulatoire (interférométrie, diffraction)
- Optique géométrique
- Bases de physique des semiconducteurs et d'électromagnétisme
- Bases de mécanique quantique

Unité d'enseignement : **Approfondissements Scientifiques**Volume horaire : **30,0 h**Coordinateur : **Mr Rémi CARMINATI**

Intervenants : Mr Yannick DE WILDE

Mr Samuel GRESILLON

Mr Rémi CARMINATI

Mr Mathieu KOCIAK

Examens : Examen écrit

Objectifs et compétences

- Illustrer les grands principes des différents types de microscopes optiques en champ proche (SNOM), les problématiques que ces sondes permettent d'aborder, et leurs performances actuelles.
- Introduire les concepts d'autres techniques de microscopies en champ proche (le microscope à force atomique (AFM), le microscope à effet tunnel électronique (STM), la spectroscopie électronique à pertes d'énergie (EELS)), qui constituent les outils de base dans le domaine des nanosciences.
- Décrire les recherches actuellement menées dans les domaines de la nano-optique et de la plasmonique.

Plan du cours

Le champ proche optique rassemble toutes les techniques qui permettent de réaliser des mesures optiques à des échelles nanométriques, qui se situent bien en deçà de la limite de diffraction, et de détecter des champs purement évanescents, que les techniques de microscopie classique ne permettent pas de sonder (imagerie super-résolue de surfaces comportant des nanomatériaux, imagerie de molécules uniques, plasmons polaritons de surface, etc.). Le cours présente l'ensemble de ces techniques, en mettant l'accent sur les aspects pratiques et la modélisation des sondes.

Le plan du cours est le suivant :

Les techniques de microscopie optique et électronique, et leurs limites liées à la diffraction

- Electrons et Photons - Résolution latérale et axiale - Acquisition des données: Microscopie par point ou à détecteurs matriciels
- Description, performances et limites des instruments les plus courants

Concepts du champ proche optique: le spectre angulaire et l'émission du dipôle

- Décomposition en ondes planes, ondes propagatives et évanescences - Les fréquences spatiales et relations d'incertitude
- Propagation, filtrage spatial et diffraction - Rappel sur le rayonnement du dipôle en champ proche et en champ lointain
- Champ proche: la limite électrostatique - Lien entre le rayonnement par des sources ponctuelles et le spectre angulaire

Introduction à la microscopie à force atomique (AFM) et à la microscopie à effet tunnel électronique (STM)

- Les instruments : principes de fonctionnement.
- Forces mises en jeu dans l'AFM: nature et ordres de grandeur. Modes de fonctionnement de l'AFM. Courbes de force.
- L'effet tunnel électronique : de la description de l'effet quantique à son utilisation pratique dans le STM. Calcul du courant tunnel, résolution, spectroscopie tunnel, emploi de la détection synchrone pour la mesure de la conductance tunnel et de la barrière de potentiel, nanomanipulation
- Applications: topographie, mesures de propriétés physiques, densité locale d'états électronique

Les différentes approches en microscopie optique en champ proche (SNOM)

- Effet tunnel optique
- Sondes à ouvertures : fibres optiques métallisées comme nanosources ou comme nanodétecteur. - Sondes sans ouvertures

Confinement des ondes électromagnétiques à des échelles sublongueur d'onde : plasmons de surface et nanoantennes optiques

- Emission et détection d'un système à deux niveaux dans une cavité. Effet Purcell. Nano-antennes
- Introduction aux plasmons de surface. Propriétés optiques des métaux.
- Plasmons de surface et relation de dispersion - Applications : Confinement des champs, émission et détection de plasmons de surface
- Imagerie des plasmons de surface. Imagerie du contraste diélectrique entre nano-matériaux. Modèle du dipôle image.
- Le STM à rayonnement thermique pour sonder la EM-LDOS..

Détection de plasmons de surface à l'aide de faisceaux d'électrons rapides

- Etude des excitations optiques à l'échelle du nanomètre en utilisant des faisceaux d'électrons rapides
- Spectroscopie par perte d'énergie d'électrons (Electron Energy Loss Spectroscopy -EELS) et cathodoluminescence (CL) comme outil d'investigation des plasmons de surface.
- Introduction aux techniques d'imagerie spectroscopique. - Liens avec la densité locale d'états électromagnétique (EM-LDOS).

Polycopié ou notes de cours disponibles

Une copie des transparents powerpoint est distribuée aux étudiants.

Bibliographie

Le Champ Proche Optique : Théorie et Applications, D. Courjon et C. Bainier (eds.), Collection Scientifique et Technique des Télécommunications (Springer, Paris, 2001).

Les nouvelles spectroscopies : A la découverte du Nanomonde. L. Aigouy, Ch. Frégnier, et Y. De Wilde (Belin, 2006).

Principles of Nano-Optics, L. Novotny et B. Hecht (Cambridge, 2006).

J.-J. Greffet and R. Carminati, Image formation in near-field optics, Prog. Surf. Science vol. 56, pp. 133-237 (1997).

Pré-requis

Electrodynamique classique (propagation dans le vide, rayonnement)

Optique de Fourier

Mécanique quantique élémentaire (effet tunnel 1D, méthode des perturbations)

Unité d'enseignement : **Approfondissements Scientifiques**Volume horaire : **30,0 h**Coordinateur : **Mr Henri BENISTY**Intervenants : Mr Henri BENISTY
Mr Robert KUSZELEWICZMr Juan Ariel LEVENSON
Mr Giuseppe LEO

Examens : Examen écrit

Objectifs et compétences

L'objectif de ce cours est de montrer comment les semi-conducteurs et leurs spécificités, comme les excitons ou les transitions inter-sous-bandes jouent un rôle crucial aux frontières de la photonique avancée : le traitement optique non linéaire du signal optique, et la mise en œuvre de structures quantiques comme les lasers à cascade quantique.

A l'issue du cours, les élèves doivent être capables de comprendre le fonctionnement intime d'un dispositif comme un modulateur, même sans savoir le détail de la technologie utilisée. Ils doivent être capable préciser le régime d'exploitation en impulsion (temps, puissance) de dispositifs non-linéaires simple et pouvoir suggérer les usages qu'on peut en faire, telle la saturation du milieu (pour améliorer la netteté de la décision finale sur un flot binaires de « bits » en évitant de se retrouver sur un message « flou »).

Plan du cours**1) Couplages d'ondes, dispositifs semi-conducteurs emblématiques (H. Benisty):**

Nous commencerons par un rappel de la description du couplage d'onde, et des semi-conducteurs et des puits quantiques.

Nous étudierons alors à titre de base générale l'application de ces concepts à travers un choix de dispositifs emblématiques (laser à puits quantique, laser DFB, VCSEL, laser à boîte quantique) (H. Benisty)

2) Propriétés linéaires des structures basiques et avancées en semi-conducteurs (A. Levenson, R. Kuszelewicz)

Propriétés optiques et optoélectroniques des puits quantiques

Propriétés optiques et optoélectroniques des fils quantiques et des points quantiques

Fabrication et technologies

Structures périodiques : Propriétés Optiques

3) Optique nonlinéaire des semi-conducteurs: phénomènes & applications (A. Levenson, R. Kuszelewicz)

Nonlinéarités intrinsèques et nonlinéarités dynamiques

Nonlinéarités intrinsèques du second ordre.

Effets nonlinéaires dans les systèmes à cavité verticale

Effets nonlinéaires gouvernés par la dynamique des excitons du matériau

ONL et effets spatio-temporels

Génération de Second Harmonique et autres applications des nonlinéarités du second ordre

Cristaux photoniques nonlinéaires

Solitons spatiaux et application à la logique tout-optique

4) Structures semi-conductrices quantiques (G. Leo)

Sur la base de la physique de la basse dimensionnalité des électrons et des photons, nous soulignerons les possibilités que procure l'ingénierie de bande pour exploiter les transitions interbandes, du THz à l'infrarouge moyen

Deux dispositifs emblématiques basés sur les transitions intersous-bandes seront mis en avant : les détecteurs QWIP, et les lasers à cascades quantiques, d'un grand intérêt pour la détection de raies moléculaires, etc.

Un cours plus prospectif sera dédié aux sources de photons uniques ou de photons jumeaux intégrées optiquement, pour miniaturiser et fiabiliser les applications à l'optique quantique et notamment celles en cryptographie quantique

Polycopié ou notes de cours disponibles

Copies des transparents des cours, et d'un livret pour l'ONL des smi-conducteurs (en français) sur demande

Bibliographie

« The principles of nonlinear optics », Y.R. Shen (Wiley-Interscience) ; « Wave Mechanics applied to semiconductor heterostructures, » G. Bastard (Springer) - Quantum semiconductor Structures : Fundamentals and applications, C. Weisbuch and B. Vinter (Academic Press); « Optoélectronique » E. Rosencher and B. Vinter, Paris: Masson, 1997.

Pré-requis

Bases sur la diode laser (de type Fabry-Perot), bases sur les milieux à gain et les milieux diélectriques, bases sur les télécommunications optiques (fibres, modes des fibres, débits employés)

Unité d'enseignement : **Approfondissements Scientifiques**Volume horaire : **30,0 h**Coordinateur : **Mr Franck DELMOTTE**

Intervenants : Mr Franck DELMOTTE Mr Paolo BONDAVALLI

Mme Elisabeth DUFOUR GERGAM Mme Buntha EA KIM

Examens : Rapport

Objectifs et compétences

Ce module a pour objectif de fournir aux élèves une connaissance à la fois théorique et pratique des micro-systèmes optiques élaborés par des techniques de fabrication issues de la microélectronique. Nous abordons, au travers de cours et de TP, les notions de base sur la conception des microsystèmes optiques (MOEMS) et sur les applications qui existent à ce jour.

Plan du cours

Le cours (18h au total) est assuré par plusieurs intervenants et porte sur les points suivants :

- 1) Les techniques de dépôt et de caractérisation de films minces
- 2) Les microtechnologies : photolithographie, gravure
- 3) Les procédés spécifiques aux MOEMS
- 4) le concept de "lab on chips"
- 5) Les MOEMS en technologie III-V : applications industrielles
- 6) Initiation à COMSOL Multiphysics (suivi d'un projet de simulation des MOEMS réalisés en TP)
- 7) Présentation des outils de recherche bibliographique (suivi d'un projet de synthèse bibliographique)

Trois demi-journées de travaux pratiques sont organisées dans la Plateforme de Technologie Commune (PTC Thales/IO/X). L'objectif de ces séances est de réaliser des micro-miroirs commutables nanostructurés. Les principales étapes sont détaillées ci-dessous :

- 1ère séance : Spin coating, Sputtering, E-beam lithography.
 2ème séance : Development PMMA, Ion Beam Etching, Reactive Ion Etching, Photolithography with alignment, metal connections&membrane
 3ème séance : Wet Etching of TiW/Au and resist removing, Photolithography with alignment – Electrical contacts, Electro-optical testing

Polycopié ou notes de cours disponibles

Photocopie des transparents de cours et polycopié de Travaux Pratique.

Bibliographie

"Principles of plasma discharges and materials processing ", LIEBERMAN (Michael A.), LICHTENBERG (Allan J.), WILEY & SONS , 1994, XXVI - 572p.

MOEMS: micro-opto-electro-mechanical systems, M. Edward Motamedi, SPIE Press, 2005 - 614 pages

Thin film processes II, John L. Vossen, Werner Kern, Gulf Professional Publishing, 1991 - 866 pages

Surfaces interfaces et films minces :Observation et analyse, B. Agius, François Abel, Luc Beaunier, Michel Froment et [al], Dunod, 1990 - 469 p.

Pré-requis

Unité d'enseignement : **Approfondissements Scientifiques**Volume horaire : **30,0 h**Coordinateur : **Mr Patrick GEORGES**Intervenants : Mr Patrick GEORGES
Mr Jean Christophe CHANTELOUP
Examens : SoutenanceMr Thomas OKSENHENDLER
Mr Arnaud BRIGNON**Objectifs et compétences**

L'objectif de ce cours est de présenter un état de l'art des différents types de lasers, continus ou impulsions émettant de l'ultraviolet à l'infrarouge. On insistera sur les différentes technologies mises en place récemment dans ces lasers en s'appuyant sur les bases théoriques abordées dans les cours de Physique des Lasers, Diodes Lasers et Optique Non Linéaire de 2ème année. En s'appuyant sur des exemples concrets de lasers (pour la plupart commerciaux) on étudiera les solutions technologiques innovantes récemment mises en place. Le cours est réactualisé régulièrement pour y inclure les dernières nouveautés et coller le plus possible aux réalités du monde industriel.

A la fin du cours, les élèves doivent être capables d'analyser les documentations techniques de lasers et en déduire les technologies utilisées, comprendre comment sont appliqués les concepts théoriques sur des systèmes laser, réaliser une veille scientifique, technologique et industrielle sur les systèmes laser, comprendre et rédiger un cahier des charges d'un système laser, identifier et évaluer les évolutions techniques de systèmes laser..

Plan du cours

- **Rappel historique, différents types de lasers, marché des lasers, lasers à gaz**
- **Lasers solides pompés par lampes**
- **Diodes laser de puissance** (rappels sur le fonctionnement des diodes, diodes mono-émetteur, barrettes de diodes laser, amélioration de la brillance)
- **Lasers solides pompés par diodes de puissance** (avantages par rapport au pompage par lampes, propriétés des cristaux laser, pompage longitudinal, pompage transverse, lasers à semiconducteur pompé optiquement)
- **Amélioration des propriétés spatiales des lasers solides** (conjugaison de phase, beam clean-up...) (**Arnaud Brignon**)
- **Conversion de fréquence par effets non linéaires** (propriétés des cristaux non linéaires, oscillateurs paramétriques optiques, matériaux à quasi-accord de phase, lasers solides visibles)
- **Lasers à impulsions ultra-courtes** (différentes techniques de verrouillage de modes, oscillateurs femtosecondes à saphir dopé au titane, amplification à dérive de fréquence, présentation des chaînes laser femtosecondes commerciales basse et haute cadence, accordabilité par effet paramétrique optique, nouveaux lasers femtosecondes pompés directement par diodes)
- **Applications des lasers à impulsions ultra-courtes** (spectroscopie non linéaire résolue en temps, microscopie de fluorescence par absorption à deux photons, micro-usinage athermique)
- **Caractérisation spatiale d'un faisceau laser** (analyse de surface d'onde, optique adaptative pour les lasers solides) (**Jean Christophe Chanteloup**)
- **Caractérisation temporelle d'impulsions lasers** (limitations des mesures intensité, manipulation spectro-temporelle, techniques de mesures, contrôle actif de la phase) (**Thomas Oksenhendler**)

Polycopié ou notes de cours disponibles

Photocopies des planches présentées.

Bibliographie

"Lasers" A Siegman, Stanford University", (University Science Books, (1986) ISBN 978-0-935702-11-8,
 "Solid-State lasers Engineering" W. Koechner, Springer 6th Edition ISBN-10: 038729094X ISBN-13: 978-0387290942
 "Solid-State lasers" M. Bass, W. Koechner, Springer ISBN10 : 0-387-95590-9 ISBN13 : 978-0-387-95590-2
 "High Power Laser Handbook", H. Injeyan, G.D. Goodno, The McGraw-Hill Companies, Inc, ISBN: 978-0-07-160902-9
 "Ultrashort pulses and applications" A Galvanauskas Marcel Dekker, Inc. Ed. New York (2002)
 "Ultrafast Optics", A. Weiner, Wiley Series in Pure and Applied Optics, ISBN : 978-0-471-41539-8
 Site web : Encyclopedia of Laser Physics and Technology <http://www.rp-photonics.com>
 "The principle of nonlinear optics", Y.R. Shen, Wiley, (1984)
 "Nonlinear Optics", RW Boyd, C Braun, Academic, San Diego, Calif, (2003)

Pré-requis

Cours de physique des lasers, optique non linéaire, polarisation, optique géométrique, optique physique.
 Niveau M1, 2ème année école d'ingénieur en optique

Unité d'enseignement : **Approfondissements Scientifiques**Volume horaire : **30,0 h**Coordinateur : **Mr Henri BENISTY**Intervenants : Mr Henri BENISTY
Mr Guang Hua DUANMme Béatrice DAGENS
Mr Daniel DOLFI
Mr Jean Pierre HUIGNARD

Examens : Examen oral

Objectifs et compétences

Expliciter les principes de fonctionnement et les technologies des dispositifs photoniques semi-conducteurs, dans une perspective d'intégration. On s'appuiera d'abord sur un cas mature, les télécoms optiques pour les réseaux actuels puis on verra les tendances émergentes prochainement déployées. On donne dans la fin du cours les méthodes de traitement du signal par voie électro-optique et acousto-optique, telles qu'elles sont utilisées au-delà des télécom en photonique micro-onde et dans les lidars.

A l'issue du cours, les élèves peuvent identifier au sein des dispositifs de l'optique intégrée courants à l'état de l'art les différentes briques de base, et dans chaque brique (confinement, réseau périodiques, boîtes quantiques), de comprendre pourquoi la valeur en proposée des paramètres a été au final adoptée.

Plan du cours

- 1) Couplages d'ondes, dispositifs emblématiques (6h, H. Benisty) :
Rappel des descriptions de couplage d'onde et de semi-conducteur. Application de ces concepts au travers de dispositifs emblématiques (QW laser, DFB, VCSEL, QD laser)
- 2) le cycle performance – technologie des composants télécoms (Béatrice Dagens, IEF)
 - Détail des composants individuels puis intégrés : .Nous considérerons d'abord en détail le cas « élémentaire » du laser à semi-conducteur, pour introduire progressivement les principes physiques sous-jacents à l'ensemble des composants optoélectroniques, leur technologie de fabrication, les principes et les degrés de liberté de leur conception. Cela nous conduira jusqu'à l'intégration des composants en circuits photoniques et les compromis supplémentaires sur la conception liés à l'ensemble de la technologie. Nous aborderons également les autres technologies de composants optoélectroniques (verre, SOI, LiNbO₃), et nous évoquerons les circuits photoniques développés pour des applications non télécom (bioplasmonique). Ces bases étant acquises, nous pourrions approfondir la physique du fonctionnement et certains principes de caractérisation des composants phares de l'optoélectronique évoqués au début du cours.
- 3) Composants télécom et datacom : tendances émergentes : (Guang-Hua DUAN, 3-5Lab) (COULD BE IN ENGLISH, pls inform)
 - On traitera dans cette partie plusieurs tendances observées ces dernières années dans le domaine de télécommunications et de data communication : le multiplexage et le routage en longueur d'onde, les nouveaux formats de modulation et l'intégration photonique sur silicium. Dans la partie multiplexage et routage en longueur d'onde l'accent sera mis sur les sources accordables en longueurs d'onde et la manipulation de la longueur d'onde (filtrage, routage, translation etc.).
 - Sur les nouveaux formats de modulation, on détaillera les circuits photoniques utilisant par exemple une combinaison de plusieurs interféromètres Mach-Zehnder. Sur l'intégration photonique sur silicium, on expliquera les différentes briques de base : laser, modulateur, photo-détecteurs, guides passifs sur silicium, etc. On montera plusieurs exemples d'intégration pour les applications en télécommunications et en "data communication".
- 4) Traitement du signal électro- et acousto-optique, applications micro-ondes et lidar (D. Dolfi et J.P. Huignard -TRT Thales)
 - Phénomènes électro et acousto-optiques et applications : biréfringence induite dans les cristaux et les céramiques, opération en espace libre et en guidage de modes, modulateurs pour les télécom, commutation et balayage électro et acousto-optique de faisceaux lasers.
 - Propriétés optiques et électro-optiques des cristaux liquides : phases de cristal liquide, tenseurs optiques et électro-optiques, technologies des cellules de cristaux liquides.
 - Applications : afficheurs, vannes à lumières, optique non linéaire

Comparaisons avec d'autres technologies, application au mélange d'onde dans les matériaux – matériaux : photoréfractifs, à gain, Diffusion Brillouin stimulée. Applications au traitement du signal, au contrôle de faisceau laser, aux compensations d'effets thermiques

- Liaisons électro-optiques, des télécoms aux radars. Principales caractéristique d'une liaison (gain, figure de bruit, linéarité, gamme dynamique) : des exigences systèmes à la physique du composant ; Applications au traitement optoélectronique de signaux.

Polycopié ou notes de cours disponibles

Copie des transparents des différents cours

Bibliographie

- The principles of nonlinear optics, Y.R. Shen (Wiley-Interscience)
- Wave Mechanics applied to semiconductor heterostructures, G.Bastard (Springer) –
- Quantum semiconductor Structures : Fundamentals and applications, C. Weisbuch and B. Vinter (Academic Press) -
- H. C. Casey, Jr. and M. B. Panish, « Heterostructure Lasers », Academic Press, 1978 –
- G. H. B. Thomson, « Physics of semiconductor Laser Devices », John Wiley, 1980
- Govind P. Agrawal, Niloy K. Dutta, « Semiconductor Lasers », Van Nostrand Reinhold, 2nd ed. 1993,
- Philippe Brosson, « Semiconductor lasers and integrated devices », Les Houches, summer school on « lasers and applications », June 2000.

Pré-requis

Diode laser de base (Fabry-Perot), milieux à gain et électro-optiques, bases des télécoms optiques (fibres, modes, débit).

Unité d'enseignement : **Approfondissements Scientifiques**Volume horaire : **45,0 h**Coordinateur : **Mr Arnaud BECHE**

Intervenants : Mr Arnaud BECHE

Mr Cyril KEIME

Examens : Exposé+Rapport

Objectifs et compétences

Connaître le langage C++ et être capable de l'utiliser pour programmer.

Apprendre les concepts de la programmation orientée objet et être capable de les utiliser pour analyser / décomposer un problème complexe.

Utiliser le langage C++ et la programmation orientée objet pour développer un algorithme génétique et résoudre un problème d'optimisation.

Appréhender une méthode de développement d'un projet (phases de spécification, conception, développement, validation) au travers d'un projet logiciel réalisé en équipe.

A l'issue de ce cours, un étudiant est capable de

- choisir un langage de programmation approprié à son activité
- rédiger un plan de développement logiciel
- utiliser un langage de programmation pour résoudre un problème
- utiliser un langage de programmation pour automatiser certains travaux
- exprimer son besoin à une équipe de développeurs logiciels

Plan du cours

1. Introduction à l'optimisation et aux algorithmes génétiques
 - 1.1 Introduction à l'optimisation numérique
 - 1.2 Principe d'un algorithme génétique. Avantages et limitations
2. Introduction au langage C++
 - 2.1 Historique
 - 2.2 Évolutions par rapport au langage C
 - 2.3 Allocation dynamique de mémoire en C++
 - 2.4 Pointeurs et références
3. Classes et relations entre classes
 - 3.1 Introduction aux classes
 - 3.2 Constructeurs de classe
 - 3.3 Destructeur de classe
 - 3.4 Agrégation
 - 3.5 Héritage
 - 3.6 Polymorphisme
4. Entrées – Sorties
 - 4.1 Entrées et sorties à l'écran
 - 4.2 Entrées et sorties dans un fichier
5. Compléments
 - 5.1 Surcharge des opérateurs
 - 5.2 Patrons (templates)
 - 5.3 Bibliothèque STL
6. Bibliothèque wxWidgets

Polycopié ou notes de cours disponibles

Polycopié (cours + exercices)

Site internet (bibliothèques et liens utiles, documentation)

Bibliographie**Pré-requis**

Bonne connaissance du langage C

Unité d'enseignement : **Approfondissements Scientifiques**Volume horaire : **280,0 h**Coordinateur : **Mr Vincent JOSSE**

Intervenants :

Examens : Soutenance, Evaluation Maître d'apprentissage

Objectifs et compétences

Objectif :

Cette évaluation constitue le dernier jalon d'étape avant la fin du projet en entreprise. Il s'agira d'exposer en détail les derniers progrès du projet en entreprise. L'apprenti devra aussi expliciter son positionnement au sein de l'entreprise dans le cadre de son projet.

Compétences ciblées :

- Maîtriser les concepts techniques de l'ensemble du projet en entreprise
- Communiquer clairement et de façon adéquate à l'oral
- S'insérer dans un réseau et un environnement professionnel

Plan du cours

Cette évaluation consiste en une présentation orale faite en entreprise, en présence du maître d'apprentissage et du tuteur académique. La durée devra être de 30 minutes environ.

Cette évaluation sera également l'occasion de définir les acquis en entreprise à valider lors de l'évaluation « finale ».

Cette évaluation se traduira par 2 notes dans l'unité d'enseignement « Acquis en entreprise » du CFA-3A.

- Evaluation de la soutenance orale par le maître d'apprentissage et le tuteur académique.
- Evaluation du maître d'apprentissage des qualités professionnelles et personnelles de l'apprenti (suivant la grille proposée) pour la période en entreprise venant de s'écouler.

Les coefficients appliqués sont indiqués dans le règlement de scolarité de l'année en cours.

Polycopié ou notes de cours disponibles**Bibliographie****Pré-requis**

Unité d'enseignement : **Approfondissements Scientifiques**Volume horaire : **15,0 h**Coordinateur : **Mr Laurent SANCHEZ PALENCIA**

Intervenants : Mr Laurent SANCHEZ PALENCIA Mr Antoine BROWAEYS

Examens : Examen écrit

Objectifs et compétences

Le but de ce module est d'introduire les notions élémentaires de physique statistique quantique, dans le cadre des atomes ultra froids et en lien avec la matière condensée. Après un rappel de physique statistique classique, nous montrons comment l'indiscernabilité des particules en mécanique quantique conduit à l'existence de deux types de particules (les bosons et les fermions) et modifie profondément la distribution de Boltzmann. La statistique bosonique mène au phénomène de condensation de Bose-Einstein, que nous décrivons d'abord en l'absence d'interaction, puis en présence d'interactions dans le cadre de la théorie de Gross-Pitaevskii. Dans le cas fermionique, le principe d'exclusion de Pauli induit une forte pression d'origine purement statistique et à la formation d'une mer de Fermi dont nous décrivons les propriétés essentielles.

Ces concepts fondamentaux, ainsi que les phénomènes de cohérence quantique et de superfluidité, seront illustrés par de nombreux exemples empruntés aux expériences d'atomes ultra froids réalisées au cours des quinze dernières années. La dernière partie du cours sera consacrée à la présentation de certains des résultats les plus récents à la pointe de la recherche dans ce domaine, en particulier les réseaux optiques et les gaz quantiques de basse dimensionnalité

Plan du cours

1. Introduction au refroidissement laser et au piégeage de particules neutres. Collisions d'atomes ultra froids. Refroidissement évaporatif.
2. Rappels de physique statistique. Particules identiques : bosons et fermions. Introduction à la seconde quantification.
3. Condensation de Bose-Einstein dans les gaz dilués. Condensats en interaction à température nulle : Régime de Thomas-Fermi.
4. Théorie microscopique du gaz de Bose. Approche de Bogoliubov Déplétion et superfluidité
5. Gaz de Fermi dégénérés. Résonances de Feshbach. Présentation qualitative du crossover BEC-BCS
6. Gaz quantiques dégénérés dans des réseaux optiques. Introduction à la simulation quantique de la matière condensée: Oscillations de Bloch, modèle de Bose-
et Fermi-Hubbard, magnétisme quantique.
7. Simulation quantique des systèmes désordonnés : Localisation d'Anderson.

Polycopié ou notes de cours disponibles**Bibliographie**

- [1] G. Grynberg, A. Aspect et C. Fabre, « Introduction to Quantum Optics: From the Semi-classical Approach to Quantized Light » (Cambridge Univ. Press, 2010).
- [2] C.J. Pethick et H. Smith, « Bose-Einstein condensation in dilute gases » (Cambridge University Press, 2008).
- [3] J.L. Basdevant, J. Dalibard et M. Joffe, « Mécanique Quantique » (Presse de l'Ecole Polytechnique. Available in English (Springer).

Pré-requis

Cours de Mécanique Quantique
Cours de Physique Statistique Classique

Unité d'enseignement : **Approfondissements Scientifiques**Volume horaire : **15,0 h**Coordinateur : **Mr Rémi CARMINATI**

Intervenants : Mr Rémi CARMINATI

Examens : Examen écrit

Objectifs et compétences

La diffusion de la lumière dans les milieux complexes rend très difficile l'utilisation de techniques d'imagerie standard (microscopie conventionnelle). Pourtant, être capable de « voir à travers des milieux diffusants » est un atout majeur dans des domaines aussi divers que l'imagerie biomédicale, l'étude de la matière molle, ou la caractérisation de peintures. Des approches originales ont été utilisées au cours des vingt dernières années pour développer des systèmes d'imagerie nouveaux, permettant de détecter des objets et de réaliser des images en régime de diffusion multiple. Le module présente les fondements physiques de la propagation des ondes dans les milieux diffusants désordonnés, et différentes techniques expérimentales modernes permettant de sonder de tels milieux.

Plan du cours**Diffusion de la lumière par des particules (3h)**

Diffusion, sections efficaces, théorème optique.
Approximation dipolaire. Polarizabilité
Cas particuliers (diffusion Rayleigh, diffusion de Mie, grosses particules)

Diffusion multiple (3h)

Extinction par un nuage de particules
Balistique et diffus. Echelles de longueur. Champ moyen et champ fluctuant
Homogénéisation (exemple du milieu finement divisé)

Modèles de transport en diffusion multiple (3h)

Equation de transfert radiatif. Méthode à deux flux
Approximation de la diffusion. Conductance radiative
Exemples d'application, imagerie

Speckle (3h)

Statistique de l'intensité (Rayleigh). Modèle de lumière chaotique
Statistiques du second ordre. Corrélations spatiales et angulaires
Diffusion dynamique de la lumière (diffusion simple et diffusion multiple)
Exemples d'application en imagerie (matière molle, vivant)

Techniques d'imagerie en milieux diffusants (3h)

Tomographie par cohérence optique (OCT)
Approches multi-ondes (acousto-optique, photo-acoustique)
Imagerie moléculaire (fluorescence)

Polycopié ou notes de cours disponibles

Polycopié disponible

Bibliographie

Scattering and absorption of light by small particles, Bohren et Huffman, J. Wiley, 1981
Light scattering by small particles, H. van de Hulst, Dover 1981

Pré-requis

Unité d'enseignement : **CFA - Formation de l'Ingénieur**Volume horaire : **18,0 h**Coordinateur : **Mr Joël BERNIER**

Intervenants : Mr Yvon POUTRIQUET

Examens : Contrôle continu

Objectifs et compétences

Introduction au management de projets.

Découverte des outils essentiels du management de projets : planning, analyse de risque, budget, ...

Plan du cours

Ce cours comprend des parties théoriques et des parties pratiques concernant la démarche de management de projet.

Les outils et la méthodologie sont expliqués : planning, budget, cycle de vie d'un produit, analyse de risque, jalons, etc. sont abordés. Les aspects relationnels et la position des projets dans l'entreprise et hors de l'entreprise seront évoqués.

Le cours se basera sur des textes et des articles ainsi que sur des petits cas pratiques afin que les élèves puissent découvrir la gestion de projet en groupe.

L'évaluation des connaissances se basera sur des travaux à effectuer tout au long du cours

Plan du cours

Management de projet	1
1 Introduction au management de projet	4
1.1 Qu'est ce qu'un projet ?	4
1.2 Le management de projet : pour quoi faire ?	5
1.3 Les organisations	6
1.4 Les différents intervenants d'un projet	9
2 Les cycles d'un projet	12
2.1 Le cycle en V	12
2.2 Les phases de design	13
2.3 Les phases d'approvisionnement et de fabrication	15
2.4 Les phases de recette et de retour d'expérience.	19
3 Les outils de pilotage	20
3.1 Le planning	20
3.2 Le budget et données économiques	20
3.3 Les réunions avec le client	22
3.4 Les réunions avec l'équipe projet	22
3.5 Le reporting	22
4 Analyse de risques	23
4.1 Qu'est ce qu'une analyse de risque ?	23
4.2 Les outils pour réaliser une analyse de risque	23
4.3 Les plans d'actions en réduction de risque	23
4.4 Comment mener une analyse de risque ?	23
5 La planification d'un projet	24
5.1 Le planning	24
5.2 Microsoft project et diagramme de Gantt	24
5.3 La décomposition en tâche et les work packages	24
6 Notions systèmes	25
7 Méthodologie de résolution de problème et créativité	25
8 Sensibilisation à l'analyse fonctionnelle	25
9 Conduite de réunion	25
10 Equipe projet et leadership	25
11 Projet noté	

Polycopié ou notes de cours disponibles

Polycopié de cours.

Bibliographie*Le management de projet.* Gilles Garel. Collection Repères.

Une tête bien faite. T. Buzan. Edition d'organisation

Pré-requis

Unité d'enseignement : **CFA - Formation de l'Ingénieur**Volume horaire : **12,0 h**Coordinateur : **Mr Vincent JOSSE**

Intervenants : Mme Pascale BROCHARD

Examens : Compte-rendu

Objectifs et compétences

Donner aux futurs ingénieurs/chercheurs les notions de base sur la protection des innovations par le brevet et les sensibiliser aux subtilités de l'analyse des brevets (validité et contrefaçon). L'enseignement est fait sous forme d'un cours magistral étayé de séances de Travaux dirigés sous la forme de recherches sur bases de données brevets et d'un jeu de rôles.

Plan du cours

Le cours donne la définition juridique d'un brevet et sa place dans la stratégie de l'entreprise. Il explique les différentes procédures d'obtention du brevet, les coûts associés, et décrit l'action en contrefaçon. Les travaux dirigés ont pour objet de sensibiliser les futurs ingénieurs avec la recherche de documents brevet sur Internet et l'analyse juridique d'un brevet, tant du point de vue de sa validité que de la contrefaçon

Plan du cours :**Cours Introductif (3h00):**

- Qu'est-ce qu'un brevet ?
 - Le brevet, en quoi est-ce une arme commerciale ?
 - Brevetabilité et procédures brevet (procédure d'obtention d'un brevet national, européen, international PCT)
 - Coût des brevets
- L'action en contrefaçon
- Que protéger et pourquoi ?

Première séance de TD (3h00) : Jeu de rôle

- Sur la base d'une situation industrielle, et autour d'un brevet, jeu de négociations entre 3 équipes.
- Lecture du brevet, analyse de sa portée juridique, sensibilisation au licensing.

Deuxième séance de TD (3h00) : Recherche de brevets autour d'un thème par groupe

- Par groupe (2 ou 3 max) définition d'un thème de recherche
- En salle informatique, recherche d'un ou plusieurs brevet(s) pertinents avec les bases accessibles sur Internet (espacenet et USPTO).
- Lecture du brevet, analyse de sa portée juridique.

Troisième séance de TD (3h00) : Présentation des recherches et évaluation individuelle

- Présentation de la recherche démarrée en séance et finalisée chez soi
- Evaluation individuelle (45 min).

Polycopié ou notes de cours disponibles**Bibliographie**

<http://ep.espacenet.com>
<http://www.european-patent-office.org>
<http://www.uspto.gov>
<http://www.inpi.fr>

Pré-requis

En plus des connaissances techniques générales, une bonne maîtrise de l'anglais scientifique est nécessaire

Unité d'enseignement : **CFA - Formation de l'Ingénieur**Volume horaire : **9,0 h**Coordinateur : **Mr Vincent JOSSE**

Intervenants : Mme Nathalie BOULAY LAURENT

Examens : Examen écrit

Objectifs et compétences

Sensibiliser les futurs ingénieurs aux principes généraux du droit des obligations et applications aux contrats de travail.

Plan du cours

Le cours présente rapidement quelques principes généraux du droit (3h) et aborde ensuite une étude des contrats (3h) en général et des contrats de travail en particulier (3h).

Plan du cours :

- 1) Introduction : Définition et objet du droit
 - 1.1) Définition du droit objectif
 - 1.2) Classifications des droits subjectifs
 - 1.3) L'organisation judiciaire
- 2) Le droit des contrats
 - 2.1) Les conditions de validité des contrats
 - 2.2) Les effets des contrats
- 3) Le contrat de travail
 - 3.1) Les critères du contrat de travail
 - 3.2) Les différents types de contrats de travail
 - 3.3) Etude de quelques clauses incluses dans les contrats de travail

Polycopié ou notes de cours disponibles

Diaporama

Bibliographie**Pré-requis**

Aucun

Unité d'enseignement : **CFA - Formation de l'Ingénieur**

Volume horaire :

9,0 hCoordinateur : **Mr Vincent JOSSE**

Intervenants : Mr Olivier FORTIN

Examens : Examen écrit

Objectifs et compétences

Amener les élèves ingénieurs à comprendre les différentes présentations possibles des états financiers selon l'environnement juridique, Economique ou culturel.

Percevoir les différents objectifs recherchés par ces variantes.

Comprendre comment les états financiers peuvent retranscrire une activité économique. (portée et limites)

Plan du cours

Première séance

- 1) Revue des notions de 2^{ème} année et illustration des différentes méthodes de transcription au travers d'un exemple : Les frais de R&D
- 2) Généralisation avec la présentation des comptes sociaux d'une entreprise
- 3) Les comptes consolidés (notion de groupe de sociétés) évocation des normes IFRS

Deuxième séance.

- 3b) fin des comptes consolidés.
- 4) Les comptes selon les normes USGAAP
- 5) L'évolution des comptes publics (LOLF) qui représente une profonde mutation pour tous les organismes gérés selon ces standards

Les notions présentées aux étudiants sont systématiquement illustrées par des cas concrets.

Des exercices courts sont réalisés pour amener les étudiants ne pas rester passifs durant ces interventions.

Un exercice sera demandé entre les deux séances dans le cadre de la partie 3)

Polycopié ou notes de cours disponibles**Bibliographie**

.

Pré-requis

Aucun

Unité d'enseignement : **CFA - Formation de l'Ingénieur**Volume horaire : **22,5 h**Coordinateur : **Mr Christian FIALEK**

Intervenants :

Examens : Contrôle continu

Objectifs et compétences

Synthétiser par le concret les notions sur le fonctionnement d'une entreprise vécues lors des périodes d'apprentissage

Plan du cours

Le jeu se déroule sur 4 jours. Son but est de simuler le management et la gestion une entreprise en entrant dans la peau des dirigeants.
Toutes les principales fonctions de l'entreprise sont vécues : PDG, DG, DAF, DRH, Directeur de Production, Directeur Marketing, Directeur Commercial.

Polycopié ou notes de cours disponibles**Bibliographie**

Plusieurs milliers d'élèves ont déjà participé aux simulations d'entreprise de management et de gestion d'entreprise CMF conçu par la société CONCEPT METHODE FORMATION (Email : CMF.NET@wanadoo.fr).
Parmi nos nombreuses références nous avons également l'Ecole Centrale Paris et l'Ecole Nationale Supérieure des Mines de Paris.

Pré-requis

Aucun. Les événementiels et les flashs d'informations sont adaptés au niveau de connaissance des élèves.
Les films et les logiciels informatiques associés permettent de mettre rapidement les élèves à un niveau de connaissance adéquate.

Unité d'enseignement : **CFA – Acquis en Entreprise**Volume horaire : **390,0 h**Coordinateur : **Mr Vincent JOSSE**

Intervenants :

Examens : Validation d'acquis en entreprise, Soutenance, Rapport, Evaluation Maître d'apprentissage

Objectifs et compétencesLes **objectifs** sont doubles :

- **Faire la synthèse du travail réalisé en entreprise depuis le début de l'apprentissage.** Dans ce sens, son objectif est fondamentalement différent des évaluations précédentes, et il ne s'agit pas de faire un dernier point d'avancement. Cette évaluation doit être comprise comme l'aboutissement de la formation d'ingénieur au CFA, au même titre que l'évaluation de fin d'étude pour la filière d'ingénieur classique.

- **Valider** les acquis en entreprise (compétences « métiers » et « transverses ») correspondant à la 3^{ème} année de l'apprentissage.

Compétences ciblées :

- Faire preuve de synthèse pour expliquer un travail d'envergure (l'ensemble du projet en entreprise).

- Communiquer clairement et de façon adéquate à l'écrit comme à l'oral.

Plan du cours

L'évaluation finale comprend la remise d'un mémoire et une soutenance orale de 30 minutes suivie de questions. La soutenance est requise pour l'obtention du Diplôme. Elle aura lieu de préférence en entreprise. Le jury est composé des tuteurs et d'un représentant de la formation au CFA.

- **Contenu du mémoire :**

L'objectif du mémoire est de présenter sous une forme synthétique l'ensemble du travail effectué durant cette formation. Il est déterminé par le tuteur de l'entreprise en accord avec le tuteur académique. Même si vous avez déjà fait un rapport interne, le CFA SupOptique exige un rapport spécifique dont les modalités sont décrites ci-dessous.

- à qui s'adresse-t-il, i.e. où commencer/s'arrêter dans les explications?

Il s'adresse en priorité aux membres du jury qui doivent être à même de juger du travail réalisé au cours de votre apprentissage. Vous devez montrer la maîtrise du sujet en décrivant bien la problématique, un mini-état de l'art du domaine ou tout du moins un petit historique, des explications pédagogiques des aspects fondamentaux, le travail réalisé, les résultats commentés et critiqués, puis conclure en terminant sur les perspectives ouvertes par votre travail. Les membres du jury ne sont pas tous des spécialistes du domaine... Penser à expliquer les termes spécifiques employés (anglicismes en particulier). Pensez également à présenter la structure dans laquelle le stage s'est déroulé.

- quelle est l'« épaisseur » habituelle des rapports ?

En pratique, vous devez prévoir un texte central de 30 à 40 pages qui permet aux membres du jury en une première lecture rapide de se faire une idée de l'ensemble de votre travail. Ce texte sera complété par des annexes séparées qui détaillent tel ou tel aspect de votre travail. Ce document peut être issu d'un rapport interne mais il doit garder une dimension académique en terme de contenu scientifique (définition des notations, justification des modèles utilisés, référencement et bibliographie selon les recommandations internationalement en vigueur).

Une semaine avant la date de soutenance, un exemplaire en version papier du mémoire sera remis par l'apprenti à tous les membres du jury.

- **Soutenance :**

L'objectif de cette soutenance est double :

- Faire un bilan de la formation par apprentissage en mettant en évidence les compétences utilisées et le savoir faire acquis en entreprise.

- Présenter le contexte scientifique et les principaux résultats obtenus en tenant compte de l'auditoire pour la forme et le conte

- **Notation**

Cette évaluation se traduira par 4 notes dans l'unité d'enseignement « Acquis en entreprise » du CFA-3A.

- Evaluation du mémoire par le tuteur académique et le représentant du CFA.

- Evaluation de la soutenance par le tuteur académique et le représentant du CFA..

- Evaluation du maître d'apprentissage (suivant la grille proposée) des qualités professionnelles et personnelles de l'apprenti, pour la période en entreprise venant de s'écouler.

- Evaluation des acquis en entreprise par l'ensemble du jury.

Polycopié ou notes de cours disponibles**Bibliographie****Pré-requis**

Programme de la troisième année

Site de St Etienne

Programme d'enseignement

Semestre / UE / Matière	Coef.	Heures	Page
Semestre 1			
UE : Systèmes optiques	ECTS de cette UE = 5		
Conception Optique	75	41,0 h	002
Métrologie optique	25	24,0 h	003
UE : Optique pour l'image et l'énergie	ECTS de cette UE = 8		
Rendu visuel des surfaces colorées	25	24,0 h	004
Optique non imageante pour l'énergie et l'éclairage	50	52,0 h	005
Cycles de conférences en optique	25	30,0 h	006
UE : Formation spécifique ou projet	ECTS de cette UE = 10		
CFA - Brevets	12	12,0 h	007
CFA - Droit des Contrats, du Travail	12	9,0 h	008
CFA - Jeux d'Entreprise	12	22,5 h	009
CFA - Lecture de comptes d'entreprise	12	9,0 h	010
CFA - Management de Projet	12	18,0 h	011
CFA - Evaluation 3t	40	190,0 h	012
UE : Langues et communication	ECTS de cette UE = 6		
Anglais - Semestre 1	30	21,0 h	013
Anglais - Semestre 2	30	27,0 h	014
Etudiant - 2e Langue - 3AS - Semestre 1	20	16,0 h	015
Etudiant - 2e Langue - 3AS - Semestre 2	20	16,0 h	016
Entraînement à la rédaction en anglais	0	0,0 h	017
UE : Management et Innovation	ECTS de cette UE = 3		
Conduite / Gestion de Projet	50	20,0 h	018
Innovation / Entrepreneurial	50	24,0 h	019
UE : Formation pratique	ECTS de cette UE = 6		
TP - Projet	100	80,0 h	020
Semestre 2			
UE : Professionnalisation en entreprise	ECTS de cette UE = 22		
CFA - Evaluation 4	30	280,0 h	021
CFA - Evaluation Finale	70	390,0 h	022
UE : Impression et sécurité des images	ECTS de cette UE = 4		
Canal d'Impression-Lecture	20	12,0 h	023
Tatouage d'Images	20	12,0 h	024
Chiffrement et Hachage Robuste d'Images, Authentification	60	27,0 h	025
UE : Segmentation et mesures dans les images	ECTS de cette UE = 6		
Segmentation et Mesures Morphologiques	40	28,0 h	026
Mesures Géométriques	40	24,0 h	027
Déconvolution	20	18,0 h	028
UE : Eclairage et Transferts Thermiques	ECTS de cette UE = 4		
Physique des LED	40	21,0 h	029
Bureau d'étude sur la conception d'éclairages	30	12,0 h	030
Projets Transferts Thermiques	30	12,0 h	031
UE : Energie Photovoltaïque	ECTS de cette UE = 6		
Physique des Cellules Photovoltaïques	40	21,0 h	032
Technologies de Fabrication des Cellules Photovoltaïques	20	12,0 h	033
Conception de Fermes Solaires	20	12,0 h	034
Utilisation des Lasers pour Texturer des Surfaces	20	12,0 h	035
UE : Vie Associative	ECTS de cette UE = 3		
Vie Associative	100	3,0 h	036

Unité d'enseignement : **Systèmes optiques**Volume horaire : **41,0 h**Coordinateur : **Mr Thierry LEPINE**

Intervenants : Mr Thierry LEPINE

Mr Jacques DEBIZE

Examens : Mr Joël ROLLIN

Mr Bertrand FORESTIER

Contrôle continu

Objectifs et compétences

Utiliser le logiciel Zemax et ses possibilités d'optimisation, mais en plus, apprendre à sortir des impasses auxquelles tous les logiciels de calcul mènent parfois.

A partir des spécifications client, savoir mettre en place une combinaison optique et connaître la marche à suivre pour l'optimiser de manière à remplir ces spécifications.

Plan du cours

- 1)
 - Analyse des spécifications pour déterminer une combinaison optique de départ,
 - Mise en place de la combinaison optique sur Zemax et progressivement de la fonction de mérite d'optimisation pour remplir ces spécifications.
- 2)
 - Correction du chromatisme longitudinal et du latéral, primaire et secondaire,
 - Rôle des éléments en fonction de leur position par rapport au diaphragme.
- 3)

Techniques d'améliorations des combinaisons optiques :

 - Augmentation des indices de réfraction,
 - Augmentation du nombre de variables (R, e),
 - La condition des sinus: aplanétisme,
 - Les écarts d'indices pour corriger l'astigmatisme,
 - Les épaisseurs dans les objectifs très ouverts,
 - La position du diaphragme pour la courbure.
- 4)

Application à 2 cas concrets de calcul de combinaisons optiques :

 - Optimisation d'une combinaison optique pour la rendre télécentrique côté image.
 - Mise en place d'une combinaison optique télécentrique côté objet par construction à partir d'éléments simples puis optimisation.

La validation de ce cours est faite par un projet, qui comprend une séance de bureau d'étude. Les élèves rendent un mini-rapport et soutiennent oralement leur travail.

Polycopié ou notes de cours disponibles**Bibliographie**

- Aberrations of optical systems, W. T. Welford, Adam Hilger
- Modern optical engineering, W. J. Smith, Mac Graw-Hill
- Optical system design, R. E. Fisher, B. Tadic-Galeb, Mac Graw-Hill
- Handbook of optical systems, Edited by Herbert Gross, Wiley-VCH (tome 3 et 4)
- Handbook of optical design, D. Malacara, Z. Malacara, Marcel Dekker
- Lens design, M. Laikin, Marcel Dekker
- Optical shop testing, D. Malacara, Wiley – Interscience
- Principles of optics, M. Born and E. Wolf, Cambridge University Press
- Optics, E. Hecht, Addison Wesley

Pré-requis

cours de conception optique de 2^e année, cours d'optique géométrique de 1^{ere} année

Unité d'enseignement : **Systèmes optiques**Volume horaire : **24,0 h**Coordinateur : **Mr Thierry LEPINE**

Intervenants : Mr Jacques RODOLFO

Examens : Examen écrit

Objectifs et compétences

Ce cours présente les moyens de mesure des différentes caractéristiques des composants optiques (lentilles, miroirs ou systèmes). Les moyens basés sur des mesures ponctuelle ou sur la mesure de la surface complète sont décrits. Les méthodes et outils standards et modernes d'interférométrie sont présentés.

Plan du cours

Introduction : exemples de systèmes optiques, caractéristiques qui seront étudiées, notion de tolérances de fabrication
 Notions de polissage optique
 Mesure de défaut de forme par système de mesure ponctuel
 Mesure de défaut de forme par système de mesure surfacique (interférométrie théorie et pratique), mesure d'asphériques
 Mesures d'interface
 Rugosité / défauts d'aspect

Polycopié ou notes de cours disponibles**Bibliographie**

www.fogale.fr
 www.brownandsharpe.com
 www.taylor-hobson.com
 www.zygo.com/?/met/interferometers/dynafiz/livephase.htm
 Optical Shop Testing – Daniel Malacara
 www.phase-shift.com
 www.veeco.com
 www.zygo.com
 www.fisba.com
 www.engsynthesis.com
 www.phasics.com
 www.engsynthesis.com

Pré-requis

Unité d'enseignement : **Optique pour l'image et l'énergie**Volume horaire : **24,0 h**Coordinateur : **Mr Thierry FURNEL**

Intervenants : Mr Mathieu HEBERT

Examens : Examen écrit

Objectifs et compétences

The targetted skills of this course are:

- Mastering the radiometric concepts and the way they can be measured.
- Recognising the different optical phenomena underlying the visual appearance of objects (absorption, reflection by interfaces, surface or volume scattering, propagation of light in stratified media).
- Predicting the evolution of color as a function of varying parameters such as: refractive indices, dye or pigment concentration, surface topology, layer thickness...
- Handling concepts related to printing, such as image dithering and printing resolution, determining the resolution limit for a given printing system
- Knowing the main printing systems and their capacities
- Having understood the principle of the prediction models, and knowing the main steps to carry out color prediction,

Plan du cours

The appearance of objects comes from the interpretation by the human observer of the light signal reflected by (or transmitted through) the object in its lighting environment. The aim of this course is to introduce some of the main optical phenomena underlying the visual appearance of colored surfaces (i.e. surfaces on which a coloration process has been applied, such as painting, coating, printing...) and to learn how the appearance can be scientifically assessed, physically measured, and/or predicted by taking into account the physical parameters of the coloration process and of the materials, the geometry of the illumination and observation systems.

Plan du cours :

1. Surface Coloration Techniques
2. Visual Rendering Characterization (recalls of photometry and measurement systems)
3. Nonscattering Media (reflection and transmission of light by interfaces, absorbing plates and stacks of colored films)
4. Scattering Media (surface scattering, volume scattering, RTE, Two-flux models)
5. Halftone Colors (digital preprocessing of images before printing)
6. Spectral Prediction Models For Prints

Polycopié ou notes de cours disponibles**Bibliographie****Pré-requis**

Photometry
Color science

Unité d'enseignement : **Optique pour l'image et l'énergie**Volume horaire : **52,0 h**Coordinateur : **Mr Thierry LEPINE**

Intervenants :

Examens : **Contrôle continu****Objectifs et compétences**

Utilisation du logiciel de simulation optique Zemax pour la conception de système d'éclairage complexe à LEDs

Plan du cours

1. Présentation du logiciel Zemax et du mode non-séquentiel
 - Utilisation d'objets non-séquentiels dans le mode standard du logiciel Zemax (séquentiel)
 - Le mode non-séquentiel et ses outils spécifiques :
 - o Sources lumineuses
 - o Détecteurs (plan, couleur, polaire, surface)
 - o Importation et exportation de fichiers mécaniques 3D (STEP, IGES, STL)
2. Design d'une optique pour LED
 - Utilisation de fichiers sources de rayons de Leds
 - Conception d'une optique de LED en plastique
 - Utilisation de l'objet BOOLEAN pour définir des objets 3D complexes
 - Les modes d'optimisation en mode séquentiel en automatique ou « manuel »
 - Les moyens d'uniformiser simplement l'éclairement
3. Réalisation d'un éclairage backlight
 - Mise en place du collimateur pour chaque LED
 - Utilisation de l'objet ARRAY pour multiplier le nombre de collimateur
 - Méthode pour multiplier du nombre de sources
 - Principe de diffusion et utilisation d'une surface diffusante pour le backlight
 - Utilisation d'autres objets pour extraire latéralement la lumière : forme conique, pyramidale

Polycopié ou notes de cours disponibles**Bibliographie****Pré-requis**

Connaissance de l'optique géométrique

Unité d'enseignement : **Optique pour l'image et l'énergie**Volume horaire : **30,0 h**Coordinateur : **Mr Thierry LEPINE**

Intervenants :

Examens : **Rapport****Objectifs et compétences**

Montrer l'impact de la disponibilité de nouveaux composants optoélectroniques dans les architectures et le « design » de systèmes optiques futurs.

Plan du cours

L'apparition récente de composants optoélectroniques novateurs en terme de concept, de miniaturisation et/ou de performances et les possibilités offertes aujourd'hui par la microélectronique et les microsystèmes permettent d'imaginer des architectures nouvelles ou la réalisation industrielle de systèmes optiques originaux. Ces évolutions sont en train de faire passer des solutions optiques dans de nouveaux secteurs de marchés, mais aussi de révolutionner plusieurs domaines traditionnels de l'optique. Le cours illustre ce phénomène en particulier dans les domaines des sources et des modulateurs de lumières, de l'optique non linéaire, des matériaux et des couches minces optiques, des composants optomécaniques....

Il donne des exemples concrets présents et à venir dans des secteurs aussi variés que l'éclairage, la visualisation, le traitement et la prise d'images, le stockage et la transmission des informations, l'optique instrumentale...

Plan du cours :☐ **Introduction**

Sauts technologiques et évolution de l'industrie high-tec, évolutions dans la conception des systèmes optoélectroniques

Evolutions et réalités techniques dans le domaine des microsystèmes (les acteurs, les composants existants...les perspectives à moyens termes)

Serge Valette [pôle Optique Rhône-Alpes], 2 h

☐ **Traitement de l'information optique**

Apport des nanotechnologies dans les techniques de visualisation : écrans FED à nanotubes, SED, utilisation possible des CNT pour l'éclairage arrière des LCD ..., J. Dijon [CEA-LETI], 3 h

Astrophysique : Interférométrie, G. Perrin [Obs Paris], 6 h

☐ **Eclairage et sources**

Nouvelles sources de lumière : VCSEL, LED, OLED..., P. Mottier [CEA-LETI], 3 h

Eclairagisme, M. Fontoyne [ENTPE], 3 h

☐ **Optique et image**

Imagerie :

CCD/CMOS/Imaging, Max Tournier et Jeff Raynor [STMicroelectronics], 4 h

IR, J.L. Tissot [Ulis], 3 h

Optique instrumentale :

Eléments d'optique diffractive, Manuel Flury [UJM-Hubert Curien], 3 h

Applications automobiles, A. De Lamberterie [Valeo], 3 h

Micro et/ou nanostructuration, Réseaux sublambda (ZOG), D. Mawet [Institut d'astrophysique et de géophysique, Univ de Liège], 3 h

Polycopié ou notes de cours disponibles**Bibliographie****Pré-requis**

Toutes les notions abordées à l'Ecole (en particulier : optique géométrique et instrumentale, photométrie, physique du solide, électronique et traitement du signal)

Unité d'enseignement : **Formation spécifique ou projet**Volume horaire : **12,0 h**Coordinateur : **Mr Vincent JOSSE**

Intervenants : Mme Pascale BROCHARD

Examens : Compte-rendu

Objectifs et compétences

Donner aux futurs ingénieurs/chercheurs les notions de base sur la protection des innovations par le brevet et les sensibiliser aux subtilités de l'analyse des brevets (validité et contrefaçon). L'enseignement est fait sous forme d'un cours magistral étayé de séances de Travaux dirigés sous la forme de recherches sur bases de données brevets et d'un jeu de rôles.

Plan du cours

Le cours donne la définition juridique d'un brevet et sa place dans la stratégie de l'entreprise. Il explique les différentes procédures d'obtention du brevet, les coûts associés, et décrit l'action en contrefaçon. Les travaux dirigés ont pour objet de sensibiliser les futurs ingénieurs avec la recherche de documents brevet sur Internet et l'analyse juridique d'un brevet, tant du point de vue de sa validité que de la contrefaçon

Plan du cours :**Cours Introductif (3h00):**

- Qu'est-ce qu'un brevet ?
 - Le brevet, en quoi est-ce une arme commerciale ?
 - Brevetabilité et procédures brevet (procédure d'obtention d'un brevet national, européen, international PCT)
 - Coût des brevets
- L'action en contrefaçon
- Que protéger et pourquoi ?

Première séance de TD (3h00) : Jeu de rôle

- Sur la base d'une situation industrielle, et autour d'un brevet, jeu de négociations entre 3 équipes.
- Lecture du brevet, analyse de sa portée juridique, sensibilisation au licensing.

Deuxième séance de TD (3h00) : Recherche de brevets autour d'un thème par groupe

- Par groupe (2 ou 3 max) définition d'un thème de recherche
- En salle informatique, recherche d'un ou plusieurs brevet(s) pertinents avec les bases accessibles sur Internet (espacenet et USPTO).
- Lecture du brevet, analyse de sa portée juridique.

Troisième séance de TD (3h00) : Présentation des recherches et évaluation individuelle

- Présentation de la recherche démarrée en séance et finalisée chez soi
- Evaluation individuelle (45 min).

Polycopié ou notes de cours disponibles**Bibliographie**

<http://ep.espacenet.com>
<http://www.european-patent-office.org>
<http://www.uspto.gov>
<http://www.inpi.fr>

Pré-requis

En plus des connaissances techniques générales, une bonne maîtrise de l'anglais scientifique est nécessaire

Unité d'enseignement : **Formation spécifique ou projet**Volume horaire : **9,0 h**Coordinateur : **Mr Vincent JOSSE**

Intervenants : Mme Nathalie BOULAY LAURENT

Examens : Examen écrit

Objectifs et compétences

Sensibiliser les futurs ingénieurs aux principes généraux du droit des obligations et applications aux contrats de travail.

Plan du cours

Le cours présente rapidement quelques principes généraux du droit (3h) et aborde ensuite une étude des contrats (3h) en général et des contrats de travail en particulier (3h).

Plan du cours :

- 1) Introduction : Définition et objet du droit
 - 1.1) Définition du droit objectif
 - 1.2) Classifications des droits subjectifs
 - 1.3) L'organisation judiciaire
- 2) Le droit des contrats
 - 2.1) Les conditions de validité des contrats
 - 2.2) Les effets des contrats
- 3) Le contrat de travail
 - 3.1) Les critères du contrat de travail
 - 3.2) Les différents types de contrats de travail
 - 3.3) Etude de quelques clauses incluses dans les contrats de travail

Polycopié ou notes de cours disponibles

Diaporama

Bibliographie**Pré-requis**

Aucun

Unité d'enseignement : **Formation spécifique ou projet**Volume horaire : **22,5 h**Coordinateur : **Mr Christian FIALEK**

Intervenants :

Examens : **Contrôle continu****Objectifs et compétences**

Synthétiser par le concret les notions sur le fonctionnement d'une entreprise vécues lors des périodes d'apprentissage

Plan du cours

Le jeu se déroule sur 4 jours. Son but est de simuler le management et la gestion une entreprise en entrant dans la peau des dirigeants.
Toutes les principales fonctions de l'entreprise sont vécues : PDG, DG, DAF, DRH, Directeur de Production, Directeur Marketing, Directeur Commercial.

Polycopié ou notes de cours disponibles**Bibliographie**

Plusieurs milliers d'élèves ont déjà participé aux simulations d'entreprise de management et de gestion d'entreprise CMF conçu par la société CONCEPT METHODE FORMATION (Email : CMF.NET@wanadoo.fr).
Parmi nos nombreuses références nous avons également l'Ecole Centrale Paris et l'Ecole Nationale Supérieure des Mines de Paris.

Pré-requis

Aucun. Les événementiels et les flashs d'informations sont adaptés au niveau de connaissance des élèves.
Les films et les logiciels informatiques associés permettent de mettre rapidement les élèves à un niveau de connaissance adéquate.

Unité d'enseignement : **Formation spécifique ou projet**

Volume horaire :

9,0 hCoordinateur : **Mr Vincent JOSSE**

Intervenants : Mr Olivier FORTIN

Examens : Examen écrit

Objectifs et compétences

Amener les élèves ingénieurs à comprendre les différentes présentations possibles des états financiers selon l'environnement juridique, Economique ou culturel.

Percevoir les différents objectifs recherchés par ces variantes.

Comprendre comment les états financiers peuvent retranscrire une activité économique. (portée et limites)

Plan du cours

Première séance

- 1) Revue des notions de 2^{ème} année et illustration des différentes méthodes de transcription au travers d'un exemple : Les frais de R&D
- 2) Généralisation avec la présentation des comptes sociaux d'une entreprise
- 3) Les comptes consolidés (notion de groupe de sociétés) évocation des normes IFRS

Deuxième séance.

- 3b) fin des comptes consolidés.
- 4) Les comptes selon les normes USGAAP
- 5) L'évolution des comptes publics (LOLF) qui représente une profonde mutation pour tous les organismes gérés selon ces standards

Les notions présentées aux étudiants sont systématiquement illustrées par des cas concrets.

Des exercices courts sont réalisés pour amener les étudiants ne pas rester passifs durant ces interventions.

Un exercice sera demandé entre les deux séances dans le cadre de la partie 3)

Polycopié ou notes de cours disponibles**Bibliographie****Pré-requis**

Aucun

Unité d'enseignement : **Formation spécifique ou projet**Volume horaire : **18,0 h**Coordinateur : **Mr Vincent JOSSE**

Intervenants : Mme Florence POUTRIQUET

Examens : Contrôle continu

Objectifs et compétences

Introduction au management de projets.

Découverte des outils essentiels du management de projets : planning, analyse de risque, budget, ...

Plan du cours

Ce cours comprend des parties théoriques et des parties pratiques concernant la démarche de management de projet.

Les outils et la méthodologie sont expliqués : planning, budget, cycle de vie d'un produit, analyse de risque, jalons, etc. sont abordés. Les aspects relationnels et la position des projets dans l'entreprise et hors de l'entreprise seront évoqués.

Le cours se basera sur des textes et des articles ainsi que sur des petits cas pratiques afin que les élèves puissent découvrir la gestion de projet en groupe.

L'évaluation des connaissances se basera sur des travaux à effectuer tout au long du cours

Plan du cours

Management de projet	1
1 Introduction au management de projet	4
1.1 Qu'est ce qu'un projet ?	4
1.2 Le management de projet : pour quoi faire ?	5
1.3 Les organisations	6
1.4 Les différents intervenants d'un projet	9
2 Les cycles d'un projet	12
2.1 Le cycle en V	12
2.2 Les phases de design	13
2.3 Les phases d'approvisionnement et de fabrication	15
2.4 Les phases de recette et de retour d'expérience.	19
3 Les outils de pilotage	20
3.1 Le planning	20
3.2 Le budget et données économiques	20
3.3 Les réunions avec le client	22
3.4 Les réunions avec l'équipe projet	22
3.5 Le reporting	22
4 Analyse de risques	23
4.1 Qu'est ce qu'une analyse de risque ?	23
4.2 Les outils pour réaliser une analyse de risque	23
4.3 Les plans d'actions en réduction de risque	23
4.4 Comment mener une analyse de risque ?	23
5 La planification d'un projet	24
5.1 Le planning	24
5.2 Microsoft project et diagramme de Gantt	24
5.3 La décomposition en tâche et les work packages	24
6 Notions systèmes	25
7 Méthodologie de résolution de problème et créativité	25
8 Sensibilisation à l'analyse fonctionnelle	25
9 Conduite de réunion	25
10 Equipe projet et leadership	25
11 Projet noté	

Polycopié ou notes de cours disponibles

Polycopié de cours.

Bibliographie*Le management de projet.* Gilles Garel. Collection Repères.

Une tête bien faite. T. Buzan. Edition d'organisation

Pré-requis

Unité d'enseignement : **Compétences transverses**Volume horaire : **190,0 h**Coordinateur : **Mr Vincent JOSSE**

Intervenants :

Examens : Soutenance, Rapport, Evaluation Maître d'apprentissage

Objectifs et compétences**Objectifs ;**

Il s'agit de présenter le détail de l'avancement du projet en entreprise. Cette présentation constitue ainsi une étape importante. Elle doit montrer les capacités de l'apprenti-ingénieur à exposer les buts du projet qui lui a été confié et son état d'avancement. Elle doit aussi décrire le rôle de l'apprenti dans le projet, sa place dans l'équipe, son apport personnel, technique et théorique. Un point important devra être consacré à montrer la compréhension par l'apprenti de son environnement dans l'entreprise

Compétences ciblées :

- Communiquer clairement et de façon adéquate à l'écrit comme à l'oral
- S'insérer dans un réseau et un environnement professionnel
- Maîtriser des concepts techniques complexes

Plan du cours**Cette évaluation se compose :**

- d'un rapport écrit, qui peut être un document interne (dans ce cas, adjoindre impérativement une introduction et un résumé pour non spécialiste). Un point important de l'évaluation concernera la faculté de l'apprenti à remettre son projet dans le contexte de l'entreprise.
- d'une présentation orale faite en entreprise, en présence du maître d'apprentissage et du tuteur académique. La durée devra être de 30 minutes environ.

Notation

Cette évaluation se traduira par 3 notes dans l'unité d'enseignement « Compétences transverses » du CFA-3A.

- Evaluation de la soutenance orale de synthèse par le maître d'apprentissage et le tuteur académique.
- Evaluation du maître d'apprentissage (suivant la grille proposée) des qualités professionnelles et personnelles de l'apprenti, pour la période en entreprise venant de s'écouler.
- Evaluation des acquis en entreprise.

Polycopié ou notes de cours disponibles**Bibliographie****Pré-requis**

Unité d'enseignement : **Langues et communication**Volume horaire : **21,0 h**Coordinateur : **Mme Annick MANCO**

Intervenants : Mr Andom IYASSU

Examens : Contrôle continu

Objectifs et compétences

La troisième année est celle du perfectionnement. Une des deux séquences du premier semestre est consacrée à l'approfondissement d'un thème choisi par le élèves : les sujets sont très divers mais doivent apporter une vraie richesse culturelle (science fiction, théâtre, nouvelles, histoire de l'art etc..) . L'anglais devient un outil de travail, et n'est pratiquement plus « une langue étrangère », comme le préconise la Commission des Titres d'Ingénieur.

Une autre séquence est consacrée à la révision afin d'assurer un bon score au Toeic, test qui se déroule en fin d'année.

Plan du cours

Partie 1 : « Topics » : Une douzaine d'heures est consacrée aux thèmes de spécialité, que l'on appelle « Topic » et une douzaine d'heures à un travail approfondi sur la langue. Les élèves sont censés avoir atteint une grande autonomie en anglais, et sont évalués principalement sur la qualité de leur participation en cours et sur une dissertation.

Partie 2 : « Préparation au TOEIC » : Une vingtaine d'heures est consacrée à la préparation du TOEIC (exercices spécifiques et TOEIC blancs).

Polycopié ou notes de cours disponibles**Bibliographie****Pré-requis**

Unité d'enseignement : **Langues et communication**Volume horaire : **27,0 h**Coordinateur : **Mme Annick MANCO**

Intervenants : Mr Andom IYASSU

Examens : Contrôle continu

Objectifs et compétences

La troisième année est celle du perfectionnement. Une des deux séquences du premier semestre est consacrée à l'approfondissement d'un thème choisi par le élèves : les sujets sont très divers mais doivent apporter une vraie richesse culturelle (science fiction, théâtre, nouvelles, histoire de l'art etc..) . L'anglais devient un outil de travail, et n'est pratiquement plus « une langue étrangère », comme le préconise la Commission des Titres d'Ingénieur.

Une autre séquence est consacrée à la révision afin d'assurer un bon score au Toeic, test qui se déroule en fin d'année.

Plan du cours

Partie 1 : « Topics » : Une douzaine d'heures est consacrée aux thèmes de spécialité, que l'on appelle « Topic » et une douzaine d'heures à un travail approfondi sur la langue. Les élèves sont censés avoir atteint une grande autonomie en anglais, et sont évalués principalement sur la qualité de leur participation en cours et sur une dissertation.

Partie 2 : « Préparation au TOEIC » : Une vingtaine d'heures est consacrée à la préparation du TOEIC (exercices spécifiques et TOEIC blancs).

Polycopié ou notes de cours disponibles**Bibliographie****Pré-requis**

Unité d'enseignement : **Langues et communication**Volume horaire : **16,0 h**Coordinateur : **Mme Annick MANCO**

Intervenants :

Examens : **Contrôle continu****Objectifs et compétences**

La dernière année est une année de Certification en Langues

Les élèves qui le souhaitent s'inscrivent au Test Bulats (principalement allemand et espagnol) et sont préparés en conséquence.

Plan du cours

Les cours sont axés sur les révisions nécessaires pour obtenir un bon résultat au Test Bulats, ce qui comprend une initiation au langage de l'entreprise. Ils s'étalent sur 6 semaines.

Polycopié ou notes de cours disponibles**Bibliographie****Pré-requis**

Unité d'enseignement : **Langues et communication**Volume horaire : **16,0 h**Coordinateur : **Mme Annick MANCO**

Intervenants :

Examens : **Contrôle continu****Objectifs et compétences**

La dernière année est une année de Certification en Langues

Les élèves qui le souhaitent s'inscrivent au Test Bulats (principalement allemand et espagnol) et sont préparés en conséquence.

Plan du cours

Les cours sont axés sur les révisions nécessaires pour obtenir un bon résultat au Test Bulats, ce qui comprend une initiation au langage de l'entreprise. Ils s'étalent sur 6 semaines.

Polycopié ou notes de cours disponibles**Bibliographie****Pré-requis**

Unité d'enseignement : **Langues et communication**

Volume horaire :

0,0 hCoordinateur : **Mme Annick MANCO**

Intervenants :

Examens : **Contrôle continu****Objectifs et compétences**

Entraînement à la rédaction scientifique en anglais

Plan du cours

L'objectif est de présenter le travail du stage de fin de 2^e année sous la forme d'un rapport de 6 à 9 pages, en anglais. Le rapport doit respecter un cadre formel qui sera utile pour tous les rapports suivants.

Les instructions données aux élèves sont les suivantes :

Outline

- 1 - Introduction and context
- 2 – Aims
- 3 - Description of work done
- 4 - Assessment of this experience, conclusion.

The style should be formal, clear, objective and above all the report should be perfectly **intelligible to a non-specialist**. This requires a certain detachment and overall vision, which enriches your analysis even though it may be at the expense of technical detail.

You should take care over the presentation, punctuation, and spelling : this requires careful proof reading.

In contrast to an essay, the report has the following features :

- It has a title page and table of contents
- It is meant to be scanned quickly by the reader(s)
- It uses numbered heading and subheading
- It uses short, concise paragraphs and dot points where applicable; It draws on plenty of illustrations : tables, graphs illustrations, all clearly labelled and referenced.
- It includes a list of abbreviations and / or a glossary if necessary
- It includes a bibliography and appendices

Polycopié ou notes de cours disponibles**Bibliographie****Pré-requis**

Unité d'enseignement : **Management et Innovation**Volume horaire : **20,0 h**Coordinateur : **Mr Thierry LEPINE**

Intervenants : Mr Claude BONNET

Examens : Examen écrit

Objectifs et compétences

La maîtrise de la conduite de Projet est aujourd'hui indispensable, or, de nombreuses pratiques obèrent la réalisation, par méconnaissance et manque de rigueur. L'objectif du cours est l'assimilation des concepts fondamentaux.

Plan du cours

La maîtrise de la Conduite de Projet suppose :

- Une vision claire des étapes conduisant du déclencheur initial à la livraison de l'objet du projet
- La connaissance des méthodes et outils indispensables
- Des « savoir être » entrepreneuriaux.

Le cours est composé de 9 séances de 3h. Le plan est le suivant :

L'expérience montre que l'assimilation du cours est grandement facilitée par des études de cas ou des simulations de contenu très concret. Par ailleurs, les projets réels sont d'une très grande variété, de nature, de taille et d'enjeu. Malgré cela, et contrairement à des idées trop répandues, les concepts et méthodes sont identiques. Les piliers fondamentaux sont : la rationalité, la prévision, la pluridisciplinarité, le travail d'équipe.

Le Projet est par essence un outil de changement ; il devra donc vaincre les oppositions qu'il fait naître.

Le cours est distribué aux élèves, qui doivent le lire, chapitre après chapitre en suivant la progression de l'étude de cas.

Le fil conducteur est une étude de cas, déroulée par étapes, tout au long de la session :

- Le thème regroupe les principales composantes d'un projet : équipements industriel, immobilier, SI, organisation, formation.
- Le thème choisi permet une première approche concrète, sans nécessiter d'expertise pointue.
- Les étapes enchaînent les phases principales et donnent cohérence aux connaissances enseignées.
- Chaque étape se conclut par un rapport. L'analyse et la critique de ces rapports permettent une évaluation de l'assimilation et des actions de progrès.
- Les étudiants travaillent en sous-groupes, et doivent passer du « groupe » à « l'équipe ».

La **validation** de ce cours est faite par un examen (2 h).

Polycopié ou notes de cours disponibles**Bibliographie****Pré-requis**

Unité d'enseignement : **Management et Innovation**Volume horaire : **24,0 h**Coordinateur : **Mr Raphaël CLERC**

Intervenants : Mr Jean-Michel DEGEORGE

Examens : Contrôle continu

Objectifs et compétences**Objectifs généraux :**

Adopter une approche transversale du fonctionnement de l'entreprise - Développer une culture entrepreneuriale
 Connaître les outils au service de l'entrepreneuriat et de l'intrapreneuriat. - Mesurer la complexité d'une organisation dans son développement.
 Adopter une posture réflexive sur le développement de son entreprise.

Objectifs pédagogiques:

Connaître le contexte français du monde de l'entreprise. - Connaître les différentes étapes de la rédaction d'un business plan.
 Comprendre le processus entrepreneurial. - Connaître et comprendre les leviers de croissance.

Plan du coursJournée 1 : Contextualisation et business plan

- *Introduction : Le contexte entrepreneurial*

Rappel historique - La mondialisation : vers des stratégies globalisantes - Les différentes approches - La performance

- *L'analyse d'un projet et de sa cohérence*

L'équipe - L'offre et le marché - Les objectifs et les moyens - La gouvernance

- *L'architecture*

Le concept - L'équipe - L'offre - Le marché - Les objectifs - Les aspects marketing - Les moyens de l'organisation

Les aspects juridiques - Le dossier financier - Le plan de lancement

- *Une lecture critique*

La planification : frein au développement ? - L'entrepreneur est un bricoleur - Le mythe de la rationalité totale

Etude de cas - Conclusion

Journée 2 : Le Corporate Entrepreneurship

- *Les variables de la dynamique intrapreneuriale*

La vision stratégique - Le management - L'individu et les ressources humaines - L'organisation et ses règles - La culture d'entreprise

- *Modalités d'appréhension et modèles*

L'innovation - La perception du risque - Les comportements managériaux particuliers

Trois modèles de 'management de l'intrapreneuriat' - Les modalités de mise en oeuvre

- *Le processus intrapreneurial*

Les différentes étapes - Les facteurs d'avancement - Les risques de blocage

Etude de cas - Conclusion

Journée 3 : Comptabilité, gestion et finance d'entreprise

Introduction - Les aspects comptables pour la création, la reprise et le management d'entreprise

Le contrôle de gestion comme outil de pilotage - Le calcul des coûts - Les tableaux de bord

La traduction financière d'un projet - Etude de cas - Conclusion

Journée 4 : Cas de synthèse

Débriefing des différentes interventions Cas de synthèse en groupe:

Comparaison entre trois business plan réels de création d'entreprise - Définition d'une grille d'analyse

Choix d'un projet et argumentation - Soutenance orale

Polycopié ou notes de cours disponibles

Copie des transparents

Bibliographie**Pré-requis**

Aucun

Unité d'enseignement : **Formation pratique**Volume horaire : **80,0 h**Coordinateur : **Mr Thierry LEPINE**Intervenants : Mr Thierry LEPINE
Mr Thierry FOURNEL

Mr Mathieu HEBERT

Examens : Rapport

Objectifs et compétencesGérer de façon autonome toutes les phases d'une expérimentation : conception, réalisation, tests.**Plan du cours**

Les élèves travaillent en binômes sur un sujet expérimental proposé en septembre.

Pour tous ces projets, il est conseillé d'adopter une démarche de type « *gestion de projet* » dont les grandes étapes pourraient être les suivantes :*Bibliographie :*

Tous les moyens disponibles seront utilisés : supports de cours, bibliothèques, Internet, contacts avec des spécialistes du domaine, ...

Planning :

Le planning permettra de structurer les actions de chacun dans le temps. Il faudra bien séparer les différents domaines de travail : optique, mécanique, électronique. Il sera important de se fixer des buts réalistes à atteindre. Ce planning pourra ensuite évoluer un peu en fonction de la réalité du terrain.

L'avancement du projet sera jugé par des réunions régulières avec le responsable.

Conception :

En fonction du cahier des charges disponible, le dispositif sera conçu et dimensionner en utilisant tous les moyens disponibles : Matlab, logiciels de conception optique...

Montage et tests :

La phase précédente doit permettre de choisir les bons composants (lentilles, réseaux...), qu'il faudra éventuellement approvisionner. Puis le dispositif sera monté et testé en laboratoire. On prendra soin de bien préciser les procédures mises en jeu. Les tests permettront de savoir si le cahier des charges est effectivement satisfait.

Exemples de TP Projets traités depuis septembre 2003 : profilométrie par microscopie interférentielle, beam shaping, détection d'exoplanètes, optique adaptative, observatoire virtuel, spectro-imageur solaire, métrologie optique comparative (Zygo/HASO/Roddier)

L'évaluation de ce module prend en compte un rapport écrit et une soutenance orale.

Polycopié ou notes de cours disponibles**Bibliographie****Pré-requis**

Unité d'enseignement : **Professionnalisation en entreprise**Volume horaire : **805,0 h**Coordinateur : **Mr Vincent JOSSE**

Intervenants :

Examens : Soutenance, Evaluation Maître d'apprentissage

Objectifs et compétences

Objectif :

Cette évaluation constitue le dernier jalon d'étape avant la fin du projet en entreprise. Il s'agira d'exposer en détail les derniers progrès du projet en entreprise. L'apprenti devra aussi expliciter son positionnement au sein de l'entreprise dans le cadre de son projet.

Compétences ciblées :

- Maîtriser les concepts techniques de l'ensemble du projet en entreprise
- Communiquer clairement et de façon adéquate à l'oral
- S'insérer dans un réseau et un environnement professionnel

Plan du cours

Cette évaluation consiste en une présentation orale faite en entreprise, en présence du maître d'apprentissage et du tuteur académique. La durée devra être de 30 minutes environ.

Cette évaluation sera également l'occasion de définir les acquis en entreprise à valider lors de l'évaluation « finale ».

Cette évaluation se traduira par 2 notes dans l'unité d'enseignement « Acquis en entreprise » du CFA-3A.

- Evaluation de la soutenance orale par le maître d'apprentissage et le tuteur académique.
- Evaluation du maître d'apprentissage des qualités professionnelles et personnelles de l'apprenti (suivant la grille proposée) pour la période en entreprise venant de s'écouler.

Les coefficients appliqués sont indiqués dans le règlement de scolarité de l'année en cours.

Polycopié ou notes de cours disponibles**Bibliographie****Pré-requis**

Unité d'enseignement : **Professionnalisation en entreprise**Volume horaire : **805,0 h**Coordinateur : **Mr Vincent JOSSE**

Intervenants :

Examens : Soutenance, Evaluation Maître d'apprentissage

Objectifs et compétencesLes **objectifs** sont doubles :

- **Faire la synthèse du travail réalisé en entreprise depuis le début de l'apprentissage.** Dans ce sens, son objectif est fondamentalement différent des évaluations précédentes, et il ne s'agit pas de faire un dernier point d'avancement. Cette évaluation doit être comprise comme l'aboutissement de la formation d'ingénieur au CFA, au même titre que l'évaluation de fin d'étude pour la filière d'ingénieur classique.

- **Valider** les acquis en entreprise (compétences « métiers » et « transverses ») correspondant à la 3^{ème} année de l'apprentissage.

Compétences ciblées :

- Faire preuve de synthèse pour expliquer un travail d'envergure (l'ensemble du projet en entreprise).

- Communiquer clairement et de façon adéquate à l'écrit comme à l'oral.

Plan du cours

L'évaluation finale comprend la remise d'un mémoire et une soutenance orale de 30 minutes suivie de questions. La soutenance est requise pour l'obtention du Diplôme. Elle aura lieu de préférence en entreprise. Le jury est composé des tuteurs et d'un représentant de la formation au CFA.

- **Contenu du mémoire :**

L'objectif du mémoire est de présenter sous une forme synthétique l'ensemble du travail effectué durant cette formation. Il est déterminé par le tuteur de l'entreprise en accord avec le tuteur académique. Même si vous avez déjà fait un rapport interne, le CFA SupOptique exige un rapport spécifique dont les modalités sont décrites ci-dessous.

- à qui s'adresse-t-il, i.e. où commencer/s'arrêter dans les explications?

Il s'adresse en priorité aux membres du jury qui doivent être à même de juger du travail réalisé au cours de votre apprentissage. Vous devez montrer la maîtrise du sujet en décrivant bien la problématique, un mini-état de l'art du domaine ou tout du moins un petit historique, des explications pédagogiques des aspects fondamentaux, le travail réalisé, les résultats commentés et critiqués, puis conclure en terminant sur les perspectives ouvertes par votre travail. Les membres du jury ne sont pas tous des spécialistes du domaine... Penser à expliquer les termes spécifiques employés (anglicismes en particulier). Pensez également à présenter la structure dans laquelle le stage s'est déroulé.

- quelle est l'« épaisseur » habituelle des rapports ?

En pratique, vous devez prévoir un texte central de 30 à 40 pages qui permet aux membres du jury en une première lecture rapide de se faire une idée de l'ensemble de votre travail. Ce texte sera complété par des annexes séparées qui détaillent tel ou tel aspect de votre travail. Ce document peut être issu d'un rapport interne mais il doit garder une dimension académique en terme de contenu scientifique (définition des notations, justification des modèles utilisés, référencement et bibliographie selon les recommandations internationalement en vigueur).

Une semaine avant la date de soutenance, un exemplaire en version papier du mémoire sera remis par l'apprenti à tous les membres du jury.

- **Soutenance :**

L'objectif de cette soutenance est double :

- Faire un bilan de la formation par apprentissage en mettant en évidence les compétences utilisées et le savoir faire acquis en entreprise.

- Présenter le contexte scientifique et les principaux résultats obtenus en tenant compte de l'auditoire pour la forme et le conte

- **Notation**

Cette évaluation se traduira par 4 notes dans l'unité d'enseignement « Acquis en entreprise » du CFA-3A.

- Evaluation du mémoire par le tuteur académique et le représentant du CFA.

- Evaluation de la soutenance par le tuteur académique et le représentant du CFA..

- Evaluation du maître d'apprentissage (suivant la grille proposée) des qualités professionnelles et personnelles de l'apprenti, pour la période en entreprise venant de s'écouler.

- Evaluation des acquis en entreprise par l'ensemble du jury.

Polycopié ou notes de cours disponibles**Bibliographie****Pré-requis**

Unité d'enseignement : **Impression et sécurité des images**Volume horaire : **12,0 h**Coordinateur : **Mr Thierry FOURNEL**

Intervenants :

Examens : Examen écrit

Objectifs et compétences**Plan du cours****Polycopié ou notes de cours disponibles****Bibliographie****Pré-requis**

Unité d'enseignement : **Impression et sécurité des images**Volume horaire : **12,0 h**Coordinateur : **Mr Thierry FOURNEL**

Intervenants :

Examens : Examen écrit

Objectifs et compétences**Plan du cours****Polycopié ou notes de cours disponibles****Bibliographie****Pré-requis**

Unité d'enseignement : **Impression et sécurité des images**Volume horaire : **27,0 h**Coordinateur : **Mr Thierry FOURNEL**

Intervenants :

Examens : Examen écrit

Objectifs et compétences**Plan du cours****Polycopié ou notes de cours disponibles****Bibliographie****Pré-requis**

Unité d'enseignement : **Segmentation et mesures dans les images**

Volume horaire : **28,0 h**

Coordinateur : **Mr Thierry FOURNEL**

Intervenants :

Examens : Examen écrit

Objectifs et compétences

Plan du cours

Polycopié ou notes de cours disponibles

Bibliographie

Pré-requis

Unité d'enseignement : **Segmentation et mesures dans les images**

Volume horaire : **24,0 h**

Coordinateur : **Mr Thierry FOURNEL**

Intervenants :

Examens : Examen écrit

Objectifs et compétences

Plan du cours

Polycopié ou notes de cours disponibles

Bibliographie

Pré-requis

Unité d'enseignement : **Segmentation et mesures dans les images**

Volume horaire : **18,0 h**

Coordinateur : **Mr Thierry FOURNEL**

Intervenants :

Examens : Examen écrit

Objectifs et compétences

Plan du cours

Polycopié ou notes de cours disponibles

Bibliographie

Pré-requis

Unité d'enseignement : **Eclairage et Transferts Thermiques**Volume horaire : **21,0 h**Coordinateur : **Mr Thierry LEPINE**

Intervenants :

Examens : Examen écrit

Objectifs et compétences

Présenter les mécanismes physiques à l'origine du fonctionnement des diodes électroluminescentes, depuis les notions physiques fondamentales d'interaction lumière-matière, jusqu'aux problématiques d'extraction de lumière.

Plan du cours

Résumé : La technologie des LED a connu un essor considérable ces 20 dernières années, constituant une nouvelle source de lumière petite, fiable, électriquement efficace et intense. De nombreuses applications s'ouvrent à ces nouvelles technologies, dans tous les domaines de l'éclairage (éclairage public, automobile, médecine etc).

L'objectif de ce cours est d'étudier la physique régissant le fonctionnement de ces dispositifs.

La première partie du cours consiste à analyser les principes d'émission et d'absorption de la lumière dans les semiconducteurs, pour en déduire notamment le spectre d'émission des LED en fonction des matériaux et technologies utilisées.

Dans une seconde partie, on décrira le fonctionnement électrique des LED à homo et hétéro jonction.

Enfin, dans une dernière partie, on s'intéressera aux problèmes d'extraction de la lumière dans les LED, s'intéressant également au cas particulier des RCLED, LED à cavité résonante.

Plan du cours :**Introduction****Physique à l'origine du fonctionnement des LED : 4.5 heures**

Rappel de physique des semiconducteurs

Absorption et émission dans les semiconducteurs

Le composants LED

L'homojonction PN

Les hétérostructures et les puits quantiques

Les différentes technologies AlGaAs, AlGaInP, AlInGaN materials system.

Les LED blanches.

Extraction de lumière dans les LED

Cône d'extraction, impact de la géométrie des LED

Utilisation des surfaces texturées.

Réflecteurs et miroirs de Bragg

Emission spontanée dans les cavités résonnantes, et concept des LED à cavité résonante

Polycopié ou notes de cours disponibles**Bibliographie**

Light Emitting Diodes, E. Fred Schubert, Cambridge.

Pré-requis

Mécanique quantique et physique des semiconducteurs élémentaires

Institut d'Optique - 3e année - Saint-Etienne

Bureau d'étude sur la conception d'éclairages

2013-2014**Coefficient : 30**Unité d'enseignement : **Eclairage et Transferts Thermiques**Volume horaire : **12,0 h**Coordinateur : **Mr Thierry LEPINE**

Intervenants :

Examens : Soutenance

Objectifs et compétences

Fournir un aperçu du domaine de l'éclairagisme via un retour d'expérience et une initiation aux compétences professionnelles qu'il met en jeu.

Dans le secteur du bâtiment, la France a une spécificité en ce que des concepteurs lumières soient souvent impliqués. Cela témoigne d'une certaine culture de la mise en lumière. Avec les problématiques du Grenelle de l'Environnement (sobriété énergétique des sources et bâtiments, éco-conception) et l'arrivée de la technologie LED, l'éclairagisme est en pleine évolution.

Au cours d'un chantier, le bureau d'études éclairage peut être impliqué à diverses étapes, pour des prestations, interlocuteurs et responsabilités variables.

L'optique est présente lors de la conception des luminaires, des ouvertures, des matériaux, mais aussi lors de l'utilisation des outils de simulation et de diagnostic.

Ce cours mettra l'accent sur l'étape de dimensionnement des installations d'éclairage artificiel, et des problématiques qui en découlent via quelques exemples sur un logiciel représentatif.

Plan du cours

3h de cours magistral

Présentation des phases d'un chantier du bâtiment typique, et interventions de l'éclairagiste

Secteurs impactés et principales normes & labels spécifiques

Différentes phases étude et logiciels correspondants

9h de cours sur machines

- Exemples pratiques de simulation d'une pièce, d'un luminaire
- Implantation et gestion des luminaires
- Types de rendus possibles

(Projet : mise en lumière à partir de plans fournis, si possible importation de fichiers IES depuis ZEMAX.)

Polycopié ou notes de cours disponibles

Bibliographie

Radiométrie de M.Meyzonnette

Pré-requis

Radiométrie
Colorimétrie

Unité d'enseignement : **Eclairage et Transferts Thermiques**Volume horaire : **12,0 h**Coordinateur : **Mr Thierry LEPINE**

Intervenants :

Examens : **Soutenance****Objectifs et compétences**

- Compréhension des phénomènes thermiques dans un certain nombre d'équipements optiques en vue de leur dimensionnement
- Connaissance du fonctionnement des capteurs thermiques, notamment ceux basés sur des méthodes optiques

Plan du cours

La maîtrise des transferts thermiques est primordiale dans un certains nombres d'équipements optiques, notamment en raison du fait que le rendement peut dépendre de la température. Il est donc important de prévoir les échanges thermiques dans ces dispositifs dès l'étape de conception, notamment par une analyse précise des sources de chaleur et des flux dans le *packaging*. Inversement, la forte dépendance de certains signaux optiques à la température peut être mise à profit pour mesurer les échauffements, les flux thermiques ou certaines propriétés thermiques (diffusivité thermique, etc.) à l'aide de méthodes optiques. Celles-ci sont notamment utiles lorsqu'une résolution spatiale micrométrique est requise. Ces deux versants des transferts thermiques seront abordés, à l'aide d'un cours magistral (3h), deux séances de travaux dirigés (6h) et d'une étude de cas sous environnement numérique (3h).

- Méthodes de mesure de la température et des transferts thermiques en contact et hors contact :
 - Principes : thermomètre, résistance électrique, thermocouple, bolomètre, anémomètre à fil chaud, pyromètre, thermographie.
 - Résolution spatiale et précision
- Application au dimensionnement d'équipements optiques et non-optiques dans différents domaines
 - Equipements optiques pour l'habitat
 - Optoélectronique

Polycopié ou notes de cours disponibles**Bibliographie**

- *Transferts thermiques : Introduction aux transferts d'énergie*, J. Taine, E. Iacona, J.-P. Petit, Editions Dunod (2008)
- *Initiation aux transferts thermiques*, J.-F. Saccadura (éditeur), Editions Tec & Doc (1980-2000).
Nouvelle édition à paraître en 2014 : Chapitres « Métrologies » et « Méthodes inverses ».
- *Techniques de l'Ingénieur* : nombreux articles en thermique.

Pré-requis

Cours de deuxième année de «Transferts thermiques »

Unité d'enseignement : **Energie Photovoltaïque**Volume horaire : **21,0 h**Coordinateur : **Mr Raphaël CLERC**

Intervenants :

Examens : Examen écrit

Objectifs et compétences

L'objectif de ce cours est de présenter les principes de base du fonctionnement des cellules solaires. Il s'agit pour les ingénieurs opticiens de comprendre la physique régissant les cellules, aussi bien les aspects thermodynamique, physique du solide et électromagnétique.

Compétences : établir le bilan thermique d'une cellule, dimensionner une cellule solaire du point de vue électrique et optique.

Plan du coursI Introduction

Notion de rendement, Courant de court circuit, tension de circuit ouvert, facteur de formes

Les principales filières, cellules de première, seconde et troisième génération.

Notion de Air Mass 1.5

II Limite de Queisser Schokley

Rappel sur la loi du corps noir

Bilan détaillé des échanges thermiques au sein de la cellule

Rendement maximum d'une cellule solaire mono jonction

III Transport des charges photogénérées

Photoconduction à la surface d'un semiconducteur

Fonctionnement de la cellule solaire silicium cristalline, Réponse spectrale

IV Gestion de la propagation lumineuse au sein de la cellule

Traitement anti reflets

Concentrateurs solaires

Modélisation de la propagation lumineuse au sein d'une cellule

Photon Recycling

Polycopié ou notes de cours disponibles

Polycopié disponible

Bibliographie

- Site web "pveducation.org"
- Jenny Nelson, « The Physics of Solar Cells » Imperial College Press; 1 edition (September 5, 2003)
- Peter Würfel, "Physics of Solar Cells: From Basic Principles to Advanced Concepts" Wiley-VCH; 1 edition (March 23, 2009)

Pré-requis

Obligatoire : cours de physique des semiconducteurs en 1A

Optionnel : Cours de transfert thermique en 2AS

Unité d'enseignement : **Energie Photovoltaïque**Volume horaire : **12,0 h**Coordinateur : **Mr Raphaël CLERC**

Intervenants : Mr Pierre SAINT CAST

Examens : Examen écrit

Objectifs et compétences

L'objectif de ce cours est de décrire les principales étapes de fabrication d'une cellule solaire en silicium cristallin.
Compétences : connaissance générale des technologies mise en œuvre dans la filière PV.

Plan du cours

I Introduction :
PV market
Solar cell theory

II Production of Solar panels
Introduction
Crystalline Si PV technology (c-Si)
Material issues
Solar Cells issues
Modules issues
System issues
Characterization
Thin films
Concentration, High efficiency

Polycopié ou notes de cours disponibles

Slides copy

Bibliographie

Cours Physique des cellules solaires

Pré-requis

Unité d'enseignement : **Energie Photovoltaïque**Volume horaire : **12,0 h**Coordinateur : **Mr Thierry LEPINE**

Intervenants :

Examens : Soutenance

Objectifs et compétences

Apprendre a concevoir un système photovoltaïque dans son ensemble et apprendre à estimer la production d'électricité de ce système

un système photovoltaïque est composé de différents éléments qui influent grandement sur la production totale et sur le cout de l'installation. L'objectif de ce cours est de comprendre le fonctionnement global du système et d'apprendre à le dimensionner,

Plan du cours

- Le gisement solaire
- Les équipements du système
- Architecture et dimensionnement du système
- Le calcul de productible
- Energie solaire et avenir

Polycopié ou notes de cours disponibles**Bibliographie**

Energie solaire photovoltaïque - 4ème édition Anne Labouret , Michel Villos Editeur : Dunod

Pré-requis

Radiometrie, semiconducteur

Unité d'enseignement : **Energie Photovoltaïque**Volume horaire : **12,0 h**Coordinateur : **Mr Thierry LEPINE**

Intervenants :

Examens : **Soutenance****Objectifs et compétences**

Présenter l'influence de sa topographie sur les propriétés physiques d'une surface.
Etude des méthodes optiques pour texturer une surface par usinage laser.

Plan du cours**Résumé :**

La topographie des surfaces a un grand impact sur la plupart des propriétés physiques essentielles de celles-ci (mouillabilité, frottements, transferts thermiques). Ces phénomènes sont largement présents dans la nature. On peut citer par exemple la feuille de lotus qui tire des propriétés hydrophobes pour partie de la microstructure particulière de sa surface, ou de la peau de requin dont la morphologie améliore la pénétration dans l'eau et limite l'accroche des algues parasites.

De nombreuses recherches sont en cours pour comprendre et prédire l'influence de la topographie sur les propriétés physiques, afin de concevoir des surfaces dites « fonctionnelles ».

La structuration par laser est une méthode fréquemment utilisée pour réaliser une topographie donnée. En effet, elle offre une grande souplesse, tant en terme de motifs réalisables que de matériaux utilisables. Ce cours s'attachera à présenter la fonctionnalisation de surface par laser et les nombreuses technologies liées à l'optique qui sont mises en œuvre: laser, scanner, optique de focalisation, valves optiques, fibres.

Cette présentation sera complétée par une visite de la plateforme de structuration de surfaces Manutech-USD sur Saint-Étienne.

Plan du cours :

- Introduction aux propriétés fonctionnelles des surfaces
- Les technologies des lasers impulsionsnels
 - Les techniques de blocage de mode
 - Les techniques d'amplification laser
 - Les technologies émergentes dans les lasers de puissance
- Les caractéristiques des lasers
 - Grandeurs fondamentales
 - Modes spatiaux, qualité de faisceau
- L'utilisation des lasers pour modifier la matière
 - Les différents modes d'interaction
 - Les différentes stratégies d'usinage
 - Le transport de faisceau
- Les dispositifs de balayage
 - Scanners (à miroirs galvo, polygonaux, résonnants)
 - Les optiques associées
- Les dispositifs de mise en forme de faisceau
 - Mise en forme spatiale
 - Mise en forme temporelle

Polycopié ou notes de cours disponibles**Bibliographie**

- « Functional Properties of Bio-Inspired Surfaces – Characterization and Technological Applications », E.A.Favret, N.O. Fuentes editors, World Scientific, 2009.
 « Solid-state Laser Engineering », W.Koechner, Springer Verlag, 2006.
 « Laser Processing and Chemistry », D. Bäuerle, Springer Verlag, 2011.

Pré-requis

Physique des lasers, Optique physique

Unité d'enseignement : **Vie Associative**Volume horaire : **30,0 h**Coordinateur : **Mr François GOUDAIL**

Intervenants :

Examens :

Objectifs et compétences

Reconnaissance d'une implication importante dans la vie associative de l'école.

Plan du cours

Le but de cette « matière » est de reconnaître l'implication des élèves dans la vie associative, en donnant une visibilité administrative à l'action. Il s'agit d'une reconnaissance a posteriori et optionnelle.

Les élèves qui souhaitent faire reconnaître leur action a posteriori font acte de candidature adressé au directeur des études (un mail décrivant le travail) puis présentent oralement leur travail.

Le jury, composé d'enseignants et de responsables administratifs, met une note à l'élève.

La note permet de donner une visibilité à l'action au moment des jurys.

L'action est également indiquée dans le supplément au diplôme.

Polycopié ou notes de cours disponibles**Bibliographie****Pré-requis**

Programme de la troisième année

Site de St Bordeaux

Programme d'enseignement

Semestre / UE / Matière	Coef.	Heures	Page
Semestre 1			
UE : Acquisition opto-numériques	ECTS de cette UE = 5		
La vision, de l'oeil au cerveau	30	15,0 h	002
DéTECTEURS d'images	30	15,0 h	003
Computational Imaging	40	19,0 h	004
UE : Visualisation opto-numérique	ECTS de cette UE = 4		
Technologie des écrans et afficheurs	40	15,0 h	005
Systèmes à vision directe	20	10,0 h	006
Restitution 3D	40	15,0 h	007
UE : Conception de systèmes optiques	ECTS de cette UE = 5		
Projet de cognitive	30	15,0 h	008
Travaux Pratiques	40	16,0 h	009
UE : Images numériques	ECTS de cette UE = 7		
Réalité virtuelle	35	32,0 h	010
Synthèse d'images	15	16,0 h	011
Géométrie des Surfaces	15	18,0 h	012
Projets dirigés	35	34,0 h	013
UE : Compétences transverses et humaines	ECTS de cette UE = 8		
Anglais	30	24,0 h	014
CFA - Management de Projet	14	18,0 h	015
CFA - Brevets	14	12,0 h	016
CFA - Droit des Contrats, du Travail	14	9,0 h	017
CFA - Lecture de comptes d'entreprise	14	9,0 h	018
CFA - Jeux d'Entreprise	14	22,5 h	019
UE : Compétences projet	ECTS de cette UE = 7		
CFA - Evaluation 3	100	200,0 h	020
Semestre 2			
UE : Expérience en entreprise	ECTS de cette UE = 24		
CFA - Evaluation 4	32	280,0 h	021
CFA - Evaluation Finale	68	390,0 h	022
UE : Vie Associative	ECTS de cette UE = 3		
Vie Associative	100	0,0 h	023

Unité d'enseignement : **Acquisition opto-numériques**Volume horaire : **15,0 h**Coordinateur : **Mr Jean AUGEREAU**

Intervenants : Mr Bernard CLAVERIE

Examens : Examen écrit

Objectifs et compétences

Cet enseignement se propose de donner à des étudiants non formés à la biologie les bases de connaissances nécessaires à la compréhension du fonctionnement de l'appareil visuel humain dans la perception.

Une première découverte du fonctionnement cérébral et des grands principes de neuroanatomie et de neurophysiologie permet de comprendre le fonctionnement de l'appareil cérébral humain. À partir de ces informations globales, une description anatomo-fonctionnelle de l'appareil visuel permet d'approcher les principes de la transformation des informations de l'œil aux étages les plus élevés de l'encéphale. Des pistes d'explications psychophysiologiques sont discutées à propos d'exemples concrets dans la découverte de la perception et de l'émergence du phénomène d'image mentale.

Plan du cours

Introduction

1^{ère} partie : Principes neurobiologiques2^{ème} partie : Vision 1 – L'œil et les phénomènes périphériques3^{ème} partie : Vision 2 – Le cerveau visuel4^{ème} partie : Vision 3 – Cognition

Conclusion

Polycopié ou notes de cours disponibles

Les supports visuels sont fournis en fin de cours.

Bibliographie

- Le Cerveau – Paul Churchland – Bruxelles : De Boeck, collection Neurosciences et Cognition – 1999 – ISBN 978-2744500596
- Neurophilosophie : L'Esprit-cerveau – Patricia Smith-Churchland – Paris : PUF, collection Psychopathologie – 1999 – ISBN 978-2130496847
- La Perception – Irvin Rock – Bruxelles : De Boeck, collection Neurosciences et Cognition – 2000 – ISBN 978-2744500695
- L'œil et le Cerveau – Richard Gregory – Bruxelles : De Boeck, collection Neurosciences et Cognition – 2000 – ISBN 978-2744500671

Pré-requis

Le cours reprends des bases de SVT et ne nécessite pas d'autres pré-requis que ceux abordés en secondaire.

Unité d'enseignement : **Acquisition opto-numériques**Volume horaire : **15,0 h**Coordinateur : **Mr Philippe BARANGER**

Intervenants : Mr Philippe BARANGER

Examens : Examen écrit

Objectifs et compétences

Disposer d'une culture sur les systèmes imageurs, afin de permettre le dimensionnement d'un système d'acquisition d'images. En particulier : être capable d'identifier les caractéristiques clefs d'un système imageur qui répond à un problème industriel ou de recherche. Une mise en pratique des notions théoriques est faite sous matlab.

Compétences acquises

- Compétences technologiques et de mise en œuvre
 - Utiliser des dispositifs de mesure
 - Caractériser des dispositifs optiques ou électroniques
- Compétences techniques et scientifiques

Mettre en œuvre les calculs et les traitements de données nécessaires, par l'utilisation appropriée de logiciels.

Plan du cours

- 1 – De l'objet au détecteur : description de la chaîne d'acquisition
- 2 – Les matrices de détecteurs (CCD & CMOS)
- 3 – Add-on sur l'imagerie :
 - 3.1 – Éclairage
 - 3.2 – Turbulences et correction de front d'onde
- 4 – Autres modes d'imagerie « optique » et « autres »
 - 4.1 – Hyperspectral
 - 4.2 – Imagerie laser
 - 4.3 – Imagerie X
 - 4.4 – Imagerie SAR
 - 4.5 – (éventuellement) rappels sur l'imagerie THz

Polycopié ou notes de cours disponibles**Bibliographie****Pré-requis**

Cours de deuxième année : Physique des détecteurs, Matlab, Traitement d'images

Unité d'enseignement : **Acquisition opto-numériques**Volume horaire : **19,0 h**Coordinateur : **Mr Ivo IHRKE**

Intervenants : Mr Ivo IHRKE

Examens : Examen écrit

Objectifs et compétences

Ce cours porte sur les techniques avancées d'imagerie numérique pour la correction d'images et la calibration, ainsi que des considérations algorithmiques et optiques pour l'extraction de contenu en trois dimensions à partir d'images ou d'un ensemble d'images. On y explorera la notion de conception optique et numérique ainsi que des techniques modernes d'imagerie de grande dimension.

This lecture covers advanced digital imaging techniques for image correlation and calibration as well as algorithms and optical considerations for the extraction of three-dimensional content from (sets of) images. We explore the notion of computational-optical codesign and modern high-dimensional imaging techniques.

Compétences acquises : compétences technologiques et de mise en oeuvre. Utilisation de dispositifs de mesure.

Plan du cours

- Introduction and Sensor Technology
- Noise, Dynamic Range, and Color
- Imaging Imperfections, Panoramas and the Basics of 3D
- Camera Calibration and Feature Detection
- Stereo and Self-Calibration
- Active 3D Scanning
- Tomography
- Deconvolution
- Light Fields
- Introduction to Variational Image Processing

Polycopié ou notes de cours disponibles

Disponible sur Libres Savoirs

Bibliographie**Pré-requis**

Introduction to Image Processing and Computer Vision

Unité d'enseignement : **Visualisation opto-numérique**Volume horaire : **15,0 h**Coordinateur : **Mr Jean Noël PERBET**

Intervenants : Mr Jean Noël PERBET

Examens : Examen écrit

Objectifs et compétences

- Donner les notions de bases sur les technologies de visualisations intégrables dans tous les nouveaux systèmes de visualisation (Informatique, TV, communication...) et connaître leurs performances et leurs degrés de maturité.
- Avoir une vision des marchés et des applications de ces technologies et de leurs usages.

Cela doit permettre aux futurs ingénieurs d'utiliser ces technologies modernes de visualisation, d'en connaître leurs performances, leurs limites et leurs marchés pour faciliter une démarche innovante quant à leur utilisation.

Plan du cours

- Bases de la Visualisation
 - Classifications: Applications vs Technologies
- Les Technologies
 - Écrans plats matriciels (structure, matrice active TFT, matériaux, performances électrooptiques))
 - Non Emissifs: LCD, EPD (e-ink)
 - Emissifs: OLED, PDP...
 - Les Nouveaux Displays

Les marchés et les applications futures : les tendances et les nouveaux usages

Polycopié ou notes de cours disponibles

Notes de cours power point 109 slides

Bibliographie

www.SID.org et tutorials ;
<http://icdm-sid.org/>

Pré-requis

Unité d'enseignement : **Visualisation opto-numérique**Volume horaire : **10,0 h**Coordinateur : **Mme Johanna DOMINICI**

Intervenants : Mme Johanna DOMINICI

Examens : Examen écrit

Objectifs et compétences

Introduire les notions avancées utiles à l'analyse et la conception de systèmes à vision directe. Donner un aperçu des différents systèmes à vision directe et des différentes technologies utilisées dans ces systèmes.

Cette partie doit permettre aux futurs ingénieurs de spécifier, caractériser et concevoir un système dans son ensemble ainsi que les éléments qui le composent : source d'image, optique relais, combiner.

Plan du cours

Cours 1

Introduction
 Réalité augmentée
 Systèmes à vision directe
 Système visuel humain
 Conception optique
 Perception de l'espace
 Conclusion

TP – 1^{ère} partie

Cours 2

Définitions
 Projection sur visière
 Guide de lumière sans expansion pupille
 Guide de lumière avec expansion de pupille
 Retinal Scanning Display
 Lentilles de contact
 État de l'art des HMD compacts

TP – 2^{nde} partie**Polycopié ou notes de cours disponibles****Bibliographie**

- Helmet-mounted displays: Sensation, perception and cognition issues/ edited by Clarence E. Rash, Michael B. Russo, Tomasz R. Letowski and Elmar T. Schmeisser (chapters 4, 7 and 17)
- The Avionics Handbook/ Cary R. Spitzer (chapters 4 and 5)
- Head-Mounted Display Image Configurations/ Kirk Moffitt, La Quinta CA, May 2008
- A review of head-mounted displays (HMD) technologies and applications for consumer electronics/ Bernard Kress and Thad Starnier, Google Inc., Proc. of SPIE Vol. 8720 87200A-2
- http://www.mikesflightdeck.com/hud/head_up_displays.html
- <http://www.cine3d.ch/cine3d/theorie/31-vision-humaine-et-relief/>
- <http://electronics.howstuffworks.com/gadgets/other-gadgets/VR-gear6.htm>
- Virtual Environments: Tracking, Houari Abdallahi, James Lawton, Deniz Ozsen, Christine Dubreu, UCL Computer Science
- <http://www.tobii.com/fr/eye-tracking-research/france/eye-tracking/>

Pré-requis

Cours 2A : Introduction aux HUD et HMD

Cours 2A : Conception optique sous Code V

Unité d'enseignement : **Visualisation opto-numérique**Volume horaire : **15,0 h**Coordinateur : **Mr Ivo IHRKE**

Intervenants : Mr Ivo IHRKE

Mr Pascal PICART

Examens : Examen écrit

Objectifs et compétences

Dans la première partie, ce cours introduit les nouvelles technologies d'affichage tels les grilles de projecteur, la projection sur des surfaces non planes, l'extension champ de vision, l'extension de profondeur de champ, l'extension de la dynamique et les technologies d'affichage 3D, en mettant l'accent sur les techniques sans lunettes. Dans la deuxième partie, nous allons discuter des techniques holographiques, les principes d'enregistrement, les problèmes de bruit (speckle), et les aspects informatiques pour l'holographie générée par ordinateur.

Compétences acquises

- Compétences technologiques et de mise en œuvre
 - Utiliser des dispositifs de mesure
 - Caractériser des dispositifs optiques ou électroniques
- Compétences techniques et scientifiques
 - Mettre en œuvre les calculs et les traitements de données nécessaires, par l'utilisation appropriée de logiciels

Plan du cours

The course schedule is

- Introduction and Field of View Extensions / Projector Arrays / Depth-of-Field
- High Dynamic Range, Light-Sensitive Displays, 3D Display Overview
- 3D Display Technology
- Introduction Holography
- Speckles
- Diffraction and its Numerical Computation
- Computer Generated Holography

Polycopié ou notes de cours disponibles

Disponible sur Libres Savoirs.

Bibliographie**Pré-requis**

Unité d'enseignement : **Conception de systèmes optiques**Volume horaire : **30,0 h**Coordinateur : **Mr Jean AUGEREAU**

Intervenants : Bernard CLAVERIE

Examens : Soutenance de projet

Objectifs et compétences

Ce projet a pour but de mettre en pratique les compétences en cognitique, conception optique et méthodes numériques au cours d'un projet commun avec l'école nationale de cognitique.

- Compétences génériques en communication, gestion de projet au sens large

Communiquer clairement et de façon adéquate à l'écrit comme à l'oral, savoir travailler en équipe et en réseau, Rechercher et analyser de manière critique des documents, élaborer et gérer un plan de développement, de vérification

- Compétences technologiques et de mise en œuvre

- Choisir et utiliser des langages informatiques, Utiliser des dispositifs de mesure, Caractériser des dispositifs optiques ou électroniques, Comprendre ou rédiger un cahier des charges, Choisir des dispositifs en fonction d'un cahier des charges, Réaliser des dispositifs techniques, Mettre en œuvre des systèmes, Savoir comparer modèle et expérience, Proposer des solutions alternatives, Gérer des priorités

- Compétences techniques et scientifiques

Mettre en œuvre les calculs et les traitements de données nécessaires, par l'utilisation appropriée de logiciels, Concevoir, modéliser et représenter en utilisant les outils adéquats de CAO, des systèmes optiques complexes et des instrumentations hybridant des technologies optiques, mécaniques, électroniques, informatiques.

Plan du cours**Polycopié ou notes de cours disponibles****Bibliographie****Pré-requis**

Cours de Cognitique, de Conception Optique

Unité d'enseignement : **Conception de systèmes optiques**Volume horaire : **16,0 h**Coordinateur : **Mr Jean AUGEREAU**

Intervenants : Mr Jean AUGEREAU

Mr Simon BERNON

Examens : Compte-rendu

Objectifs et compétences

À l'issue de ces séances, les étudiants seront capables :

- De réaliser des mesures sur des systèmes optiques de pointe
- D'utiliser des dispositifs d'instrumentations spécialisées dans un large éventail de domaines de l'optique moderne.
- De mener une étude approfondie sur de tels systèmes
- De faire l'analyse des phénomènes physiques et des méthodes de mesure.

Plan du cours**TP Laser**

TP Laser YAG doubleur de fréquence
TP Laser YAG étude YVO4

TP Filtrage spatial

TP Holographie Synthétique
TP Speckle

TP Aberrations

TP Mesure de FTM d'un objectif

TP bruit

TP Mesure de bruit d'une caméra

Polycopié ou notes de cours disponibles

Polycopiés des sujets des TP

Bibliographie**Pré-requis**

Unité d'enseignement : **Images numériques**Volume horaire : **32,0 h**Coordinateur : **Mr Xavier GRANIER**

Intervenants : Mr Pascal GUITTON

Mr Jérémy LAVIOLE

Examens : Examen écrit

Objectifs et compétences

L'objectif de cet enseignement est de maîtriser les concepts de base de la réalité virtuelle (RV) et de l'interaction 3D. Il s'adresse, d'une part, à des étudiants désirant acquérir une culture élémentaire et d'autre part, à des futurs ingénieurs ou chercheurs ayant un projet professionnel en rapport avec la RV.

Compétences acquises

- Compétences technologiques et de mise en œuvre
 - Utiliser des dispositifs de mesure
 - Caractériser des dispositifs optiques ou électroniques
- Compétences techniques et scientifiques
 - Mettre en œuvre les calculs et les traitements de données nécessaires, par l'utilisation appropriée de logiciels

Plan du cours

Introduction

Concepts, définitions, historique

Matériels spécialisés

Capteurs, interacteurs, visualisation

Applications

Illustrations dans différents secteurs d'activité (conception, apprentissage, compréhension, information)

Interaction 3D

Principes de base, exemples d'implémentations

Facteurs humains

Perception humaine, ergonomie, immersion, présence

Réalité augmentée

Concepts, définitions, algorithmique, exemples

Polycopié ou notes de cours disponiblesLes TDs sont disponibles http://manao.inria.fr/perso/~raymond/?page_id=40**Bibliographie**

Le traité de la réalité virtuelle, P. Fuchs & al, Presses de l'école des mines

Pré-requis

Programmation sur carte graphique.

Unité d'enseignement : **Images numériques**Volume horaire : **16,0 h**Coordinateur : **Mr Xavier GRANIER**

Intervenants : Mr Xavier GRANIER

Examens : Examen écrit

Objectifs et compétences

Le but de ce cours est l'approfondissement des notions radiométriques et photométriques par l'étude de la synthèse d'image. Pour cela, les différents phénomènes (réflexion, diffusion et propagation) sont abordés à la fois d'un point de vue théorique, mais aussi numérique (méthodes de simulation) et informatique (algorithmes de résolutions). Les étudiants ayant suivi ce cours doivent être capable de faire le lien entre les connaissances radiométriques et les méthodes numériques de résolutions.

Compétences acquises

- Compétences techniques et scientifiques
 - Mettre en œuvre les calculs et les traitements de données nécessaires, par l'utilisation appropriée de logiciels
 - Concevoir, modéliser et représenter en utilisant les outils adéquats de CAO, des systèmes optiques complexes et des instrumentations hybridant des technologies optiques, mécaniques, électroniques, informatiques

Plan du cours

- Tracé de rayons

Génération et propagation des rayons, Modèles pour les sources de lumière, les propriétés de réflexion et de réfraction. Simulation de l'éclairement direct.

- Équation du rendu et intégration de Monte Carlo,

Équation du rendu, Échantillonnage d'importance des sources et des BSDs, roulette russe, échantillonnage multiple.

- Lancer de particules, de photons

Estimation de densité, Photon-Mapping, mise en cache, bases directionnelles (harmoniques sphériques)

- Méthodes déterministes

Équation de radiosité (exitance), facteur de forme, résolution du système linéaire, méthodes hiérarchiques.

- Équation de diffusion volumique

Absorption, émission, diffusions, fonction de phase, ray-marching, BSSRDF, modèle du dipole.

- Tour d'horizon des avancées récentes

Polycopié ou notes de cours disponibles

<http://paristech.institutoptique.fr/cours.php?id=220>

Bibliographie

- Informatique graphique et rendu, Bernard Péroche, Dominique Bechmann (éditeurs)Hermes Publication
- Advanced Global Illumination, Philip Dutré, Kavita Bala, Philip Bekaer - A.K. Peters
- Physically Based Rendering, Matt Pharr and Greg Humphreys - Morgan Kaufmann
- Realistic image synthesis using photon mapping, Henrik Wann Jensen – A.K. Peters

Pré-requis

Radiométrie, Colorimétrie, Programmation sur carte graphique, Méthodes numériques

Unité d'enseignement : **Images numériques**Volume horaire : **18,0 h**Coordinateur : **Mr Gael GUENNEBAUD**

Intervenants : Mr Gael GUENNEBAUD

Examens : Examen écrit

Objectifs et compétences

Le principal objectif est d'apprendre comment représenter et manipuler des surfaces 3D que ce soit d'un point de vu mathématique ou numérique

Plan du cours

1. Représentation des surfaces : maillages, surfaces paramétriques, surfaces implicites – C 6h
2. Géométrie différentielle et formes fondamentales – C 3h
3. Résolution d'EDP sur des surfaces – C 3h
4. Modèles déformables et optimisation de réflecteurs/réfracteurs – C 3h
5. Reconstruction de surfaces – C 3h

Polycopié ou notes de cours disponibles

Les supports de cours de l'année 2013-2014 sont disponibles ici : http://www.labri.fr/perso/guenneba/mg_2014

Bibliographie

- Farin
- Mesh processing

Pré-requis

Programmation en C++ et MatLab pour la mise en œuvre.

Unité d'enseignement : **Images numériques**Volume horaire : **34,0 h**Coordinateur : **Mr Xavier GRANIER**

Intervenants : Mr Boris RAYMOND

Examens : Rapport

Objectifs et compétences

Le but de ce projet est d'assimiler par la pratique et la programmation les notions apprises dans les enseignements « synthèse d'Images » et « modélisation Géométrique des surfaces ».

Compétences acquises

- Compétences technologiques et de mise en œuvre
 - Choisir et utiliser des langages informatiques
- Compétences techniques et scientifiques
 - Mettre en œuvre les calculs et les traitements de données nécessaires, par l'utilisation appropriée de logiciels
 - Concevoir, modéliser et représenter en utilisant les outils adéquats de CAO, des systèmes optiques complexes et des instrumentations hybridant des technologies optiques, mécaniques, électroniques, informatiques

Plan du cours

Projets à réaliser

- Simulation de propagation radiométrique de la lumière par tracé de rayons.
- Reconstruction Laplacienne de surfaces
- Optimisation de surface pour la réalisation de caustiques

Polycopié ou notes de cours disponibles<http://paristech.institutoptique.fr/cours.php?id=231>**Bibliographie**

Physically Based Rendering, Matt Pharr and Greg Humphreys - Morgan Kaufmann

Pré-requis

Radiométrie, Colorimétrie, Programmation sur carte graphique, Méthodes numériques

Unité d'enseignement : **Compétences transverses et humaines**Volume horaire : **24,0 h**Coordinateur : **Mme Annick MANCO**

Intervenants :

Examens : **Contrôle continu****Objectifs et compétences**

La troisième année est celle du perfectionnement, les élèves devant avoir atteint un niveau de compétences linguistiques C1. Une des deux séquences du premier semestre est consacrée à l'approfondissement d'un thème choisi par les élèves (les TOPICS). Ces sujets sont très divers mais doivent apporter une vraie richesse culturelle, par exemple, les questions interculturelles, le théâtre, les nouvelles, l'histoire de l'art, et/ou des compétences pragmatiques de communication. L'anglais devient un outil de travail, et n'est pratiquement plus « une langue étrangère », comme le préconise la Commission des Titres d'Ingénieur.

Les compétences transverses ne sont pas oubliées : développant l'esprit critique, le sens de l'analyse et de la synthèse, et à l'avenir, le savoir faire interculturel sera une priorité, abordé par le biais de nombreuses études de cas et « d'incidents critiques ».

Sur le plan linguistique, la rédaction et la prise de parole en discussion sont travaillées et évaluées.
Le niveau final devrait être C2.

Plan du cours

Une douzaine d'heures est consacrée aux thèmes de spécialité, que l'on appelle TOPICS. Le travail personnel reste très important.

Tous les élèves sont censés avoir atteint une grande autonomie en anglais, et sont évalués principalement sur la qualité de leur participation en cours et au moins une dissertation.

Polycopié ou notes de cours disponibles

Selon les thèmes électifs choisis

Bibliographie

Fournie par les professeurs, en fonctions des thèmes choisis

Pré-requis

Les élèves sont censés avoir un niveau C1 en début d'année, étant capable de suivre une discussion, de poser des questions pertinentes, savoir rédiger clairement, savoir débattre de sujets complexes et avoir le sens des nuances.

A la fin de l'année et à la veille de leur stage professionnel, on peut attendre des élèves qu'ils soient au niveau C2.

Unité d'enseignement : **Compétences transverses et humaines**Volume horaire : **18,0 h**Coordinateur : **Mr Joël BERNIER**

Intervenants :

Examens : **Contrôle continu****Objectifs et compétences**

Sensibiliser les élèves au management de projet et introduire un certain nombre d'outils méthodologiques, en particulier l'analyse de risques, la planification, les méthodes de résolution de problèmes et d'analyse fonctionnelle.

Plan du cours

Le cours comporte un module principal qui a pour objectif d'introduire la démarche de management de projet et d'expliquer pourquoi elle est nécessaire . Les 3 principales phases d'un projet sont détaillées . La démarche est illustrée par des exemples concrets

Les notions relatives à l'équipe projet, au leadership, à la motivation et cohésion sociale d'une équipe ont été ajoutées en 2010.

Un certain nombre d'outils et de méthodologies utiles au management de projet sont exposés : conduite de réunion, méthodes de résolution de problèmes, plan d'actions, analyse de risques, analyse fonctionnelle et planification avec une formation succincte à l'utilisation du logiciel " Microsoft Project " . Des notions de système ont également été introduites afin de compléter cette formation . Les élèves réalisent des exercices d'application par groupe pour mettre en application l'analyse de risques et la planification.

Un projet préparé par les élèves au fur et à mesure de l'avancement des cours est présenté par chaque groupe en final (Projet de télescope et projet de jumelle thermique par exemple) . Il est noté La démarche qualité de type ISO 9001 V2000 n'est pas traitée dans ce cours .

Plan du cours : le cours comporte 9 modules.

1) Introduction au management de projet :

Les 3 phases essentielles d'un projet : Initialisation / préparation, Pilotage, Bilan et capitalisation

Présentation d'un certain nombre d'outils : Conduite de réunion, Plans d'actions ...

2) Analyse de risques :

Objectifs & définitions - Classification & typologie des risques, processus de management des risques et les méthodes générales.

Ce cours se termine par un exercice d'application par groupe de 4 à 5 élèves, sur le projet de leur choix

3) La planification d'un projet :

Les différentes phases d'un projet et les jalons correspondants

Les différentes représentations graphiques d'un planning et l'environnement d'un planning - Comment construire un planning

Ce cours se termine par un exercice (cas d'entreprise) simple dont le but est de familiariser les élèves avec le logiciel " Microsoft Project " et de bien assimiler le cours en mettant en application les différentes notions (jalons, chemin critique, ressources, courbe en S ...).

4) Notions système :

Définitions et exemples, Approche système, Système & équipementier, Processus de conception & validation (Cycle en V).

5) Méthodologie de résolution de problème et créativité :

Cette méthodologie est fondée sur le concept CODE (Constat, Objectif, Démarche) . Après une introduction générale, différentes méthodes sont décrites et illustrées par des cas vécus. Les notions de créativité sont abordées et la méthode TRIZ évoquée.

5) Sensibilisation à l'analyse fonctionnelle :

Après un bref historique de la méthode et quelques définitions, les outils méthodologiques sont présentés et un cas d'application est décrit pour illustrer les concepts parfois abstraits de l'analyse fonctionnelle.

6) Conduite de réunion :

Ce court module rappelle les règles de bon sens, mais hélas trop souvent oubliées, qui font qu'une réunion peut être efficace ou non.

7) Equipe projet et Leadership :

Les thèmes suivants sont traités : Nomination et rôles du Chef de Projet, acteurs du projet, constitution de l'équipe, motivation et cohésion sociale, leadership et gestion des conflits.

8) Projet noté : Chaque groupe présente en final, à tour de rôle, le résultat de son travail .

Chaque groupe d'élève imagine la construction d'un projet à partir des données de base fournies au départ (Contexte, données techniques, calendaires et financières) . Il est demandé, au fur et à mesure des cours d'établir un plan de développement avec :

La définition et la structure de l'entreprise, de l'architecture produit, des lots de travaux, des fournitures contractuelles, de l'équipe projet, des achats majeurs ; L'analyse de risques ; Les fiches de lots de travaux ; La définition de la logique de développement et les jalons. Le planning. La courbe de dépenses prévisionnelle

Polycopié ou notes de cours disponibles

Planches " Power Point " pour chacun des thèmes

Bibliographie

Kit de conduite de Projet de Hugues MARCHAT. Editions d'Organisation / Eyrolles
Méthodes et outils pour résoudre un problème. Par Alain-Michel CHAUVEL / DUNOD

Pré-requis

Unité d'enseignement : **Compétences transverses et humaines**Volume horaire : **12,0 h**Coordinateur : **Mr Vincent JOSSE**

Intervenants : Mme Pascale BROCHARD

Examens : Compte-rendu

Objectifs et compétences

Donner aux futurs ingénieurs/chercheurs les notions de base sur la protection des innovations par le brevet et les sensibiliser aux subtilités de l'analyse des brevets (validité et contrefaçon). L'enseignement est fait sous forme d'un cours magistral étayé de séances de Travaux dirigés sous la forme de recherches sur bases de données brevets et d'un jeu de rôles.

Plan du cours

Le cours donne la définition juridique d'un brevet et sa place dans la stratégie de l'entreprise. Il explique les différentes procédures d'obtention du brevet, les coûts associés, et décrit l'action en contrefaçon. Les travaux dirigés ont pour objet de sensibiliser les futurs ingénieurs avec la recherche de documents brevet sur Internet et l'analyse juridique d'un brevet, tant du point de vue de sa validité que de la contrefaçon.

Plan du cours :**Cours Introductif (3h00):**

- Qu'est-ce qu'un brevet ?
 - Le brevet, en quoi est-ce une arme commerciale ?
 - Brevetabilité et procédures brevet (procédure d'obtention d'un brevet national, européen, international PCT)
 - Coût des brevets
- L'action en contrefaçon
- Que protéger et pourquoi ?

Première séance de TD (3h00) : Jeu de rôle

- Sur la base d'une situation industrielle, et autour d'un brevet, jeu de négociations entre 3 équipes.
- Lecture du brevet, analyse de sa portée juridique, sensibilisation au licensing.

Deuxième séance de TD (3h00) : Recherche de brevets autour d'un thème par groupe

- Par groupe (2 ou 3 max) définition d'un thème de recherche
- En salle informatique, recherche d'un ou plusieurs brevet(s) pertinents avec les bases accessibles sur Internet (espacenet et USPTO).
- Lecture du brevet, analyse de sa portée juridique.

Troisième séance de TD (3h00) : Présentation des recherches et évaluation individuelle

- Présentation de la recherche démarrée en séance et finalisée chez soi
- Evaluation individuelle (45 min).

Polycopié ou notes de cours disponibles**Bibliographie**

<http://ep.espacenet.com>
<http://www.european-patent-office.org>
<http://www.uspto.gov>
<http://www.inpi.fr>

Pré-requis

En plus des connaissances techniques générales, une bonne maîtrise de l'anglais scientifique est nécessaire

Unité d'enseignement : **Compétences transverses et humaines**Volume horaire : **9,0 h**Coordinateur : **Mr Vincent JOSSE**

Intervenants : Mme Nathalie BOULAY LAURENT

Examens : Examen écrit

Objectifs et compétences

Sensibiliser les futurs ingénieurs aux principes généraux du droit des obligations et exemples d'application en matière de R&D et de droit du travail.

Plan du cours

Le cours présente une étude des contrats en général (3h) puis, lors des 2 autres séances propose une approche concrète des contrats en matière de R&D (3h) et de droit du travail (3h).

Plan du cours :

- 1) Le droit des contrats
 - 1.1) Les conditions de validité des contrats
 - 1.2) Les effets des contrats
- 2) Les grands type de contrats de R&D
 - 2.1) les accords de confidentialité
 - 2.2) les accords de transfert de matériel
 - 3.3) les accords de collaboration
- 3) Le contrat de travail
 - 3.1) Les critères du contrat de travail
 - 3.2) Les différents types de contrats de travail
 - 3.3) Etude de quelques clauses incluses dans les contrats de travail

Polycopié ou notes de cours disponibles

Diaporama

Bibliographie**Pré-requis**

Aucun

Unité d'enseignement : **Compétences transverses et humaines**Volume horaire : **9,0 h**Coordinateur : **Mr Vincent JOSSE**

Intervenants : Mr Olivier FORTIN

Examens : Examen écrit

Objectifs et compétences

Amener les élèves ingénieurs à comprendre les différentes présentations possibles des états financiers selon l'environnement juridique, Economique ou culturel.

Percevoir les différents objectifs recherchés par ces variantes.

Comprendre comment les états financiers peuvent retranscrire une activité économique. (portée et limites)

Plan du cours

Première séance

- 1) Revue des notions de 2^{ème} année et illustration des différentes méthodes de transcription au travers d'un exemple : Les frais de R&D
- 2) Généralisation avec la présentation des comptes sociaux d'une entreprise
- 3) Les comptes consolidés (notion de groupe de sociétés) évocation des normes IFRS

Deuxième séance.

- 3b) fin des comptes consolidés.
- 4) Les comptes selon les normes USGAAP
- 5) L'évolution des comptes publics (LOLF) qui représente une profonde mutation pour tous les organismes gérés selon ces standards

Les notions présentées aux étudiants sont systématiquement illustrées par des cas concrets.

Des exercices courts sont réalisés pour amener les étudiants ne pas rester passifs durant ces interventions.

Un exercice sera demandé entre les deux séances dans le cadre de la partie 3)

Polycopié ou notes de cours disponibles**Bibliographie****Pré-requis**

Aucun

Unité d'enseignement : **Compétences transverses et humaines**Volume horaire : **22,5 h**Coordinateur : **Mr Christian FIALEK**

Intervenants :

Examens : Contrôle continu

Objectifs et compétences

Synthétiser par le concret les notions sur le fonctionnement d'une entreprise vécues lors des périodes d'apprentissage

Plan du cours

Le jeu se déroule sur 4 jours. Son but est de simuler le management et la gestion une entreprise en entrant dans la peau des dirigeants.
Toutes les principales fonctions de l'entreprise sont vécues : PDG, DG, DAF, DRH, Directeur de Production, Directeur Marketing, Directeur Commercial.

Polycopié ou notes de cours disponibles**Bibliographie**

Plusieurs milliers d'élèves ont déjà participé aux simulations d'entreprise de management et de gestion d'entreprise CMF conçu par la société CONCEPT METHODE FORMATION (Email : CMF.NET@wanadoo.fr).
Parmi nos nombreuses références nous avons également l'Ecole Centrale Paris et l'Ecole Nationale Supérieure des Mines de Paris.

Pré-requis

Aucun. Les événementiels et les flashs d'informations sont adaptés au niveau de connaissance des élèves.
Les films et les logiciels informatiques associés permettent de mettre rapidement les élèves à un niveau de connaissance adéquate.

Unité d'enseignement : **Compétences projet**Volume horaire : **200,0 h**Coordinateur : **Mr Vincent JOSSE**

Intervenants :

Examens : Soutenance, Rapport, Evaluation Maître d'apprentissage

Objectifs et compétences**Objectifs :**

Il s'agit de présenter le détail de l'avancement du projet en entreprise. Cette présentation constitue ainsi une étape importante. Elle doit montrer les capacités de l'apprenti-ingénieur à exposer les buts du projet qui lui a été confié et son état d'avancement. Elle doit aussi décrire le rôle de l'apprenti dans le projet, sa place dans l'équipe, son apport personnel, technique et théorique. Un point important devra être consacré à montrer la compréhension par l'apprenti de son environnement dans l'entreprise

Compétences ciblées :

- Communiquer clairement et de façon adéquate à l'écrit comme à l'oral
- S'insérer dans un réseau et un environnement professionnel
- Maîtriser des concepts techniques complexes

Plan du cours**Cette évaluation se compose :**

- d'un rapport écrit, qui peut être un document interne (dans ce cas, adjoindre impérativement une introduction et un résumé pour non spécialiste). Un point important de l'évaluation concernera la faculté de l'apprenti à remettre son projet dans le contexte de l'entreprise.
- d'une présentation orale faite en entreprise, en présence du maître d'apprentissage et du tuteur académique. La durée devra être de 30 minutes environ.

Notation

Cette évaluation se traduira par 3 notes dans l'unité d'enseignement « Compétences transverses » du CFA-3A.

- Evaluation de la soutenance orale de synthèse par le maître d'apprentissage et le tuteur académique.
- Evaluation du maître d'apprentissage (suivant la grille proposée) des qualités professionnelles et personnelles de l'apprenti, pour la période en entreprise venant de s'écouler.
- Evaluation des acquis en entreprise.

Polycopié ou notes de cours disponibles**Bibliographie****Pré-requis**

Unité d'enseignement : **Expérience en entreprise**Volume horaire : **280,0 h**Coordinateur : **Mr Vincent JOSSE**

Intervenants :

Examens : Soutenance, Evaluation Maître d'apprentissage

Objectifs et compétences

Objectif :

Cette évaluation constitue le dernier jalon d'étape avant la fin du projet en entreprise. Il s'agira d'exposer en détail les derniers progrès du projet en entreprise. L'apprenti devra aussi expliciter son positionnement au sein de l'entreprise dans le cadre de son projet.

Compétences ciblées :

- Maîtriser les concepts techniques de l'ensemble du projet en entreprise
- Communiquer clairement et de façon adéquate à l'oral
- S'insérer dans un réseau et un environnement professionnel

Plan du cours

Cette évaluation consiste en une présentation orale faite en entreprise, en présence du maître d'apprentissage et du tuteur académique. La durée devra être de 30 minutes environ.

Cette évaluation sera également l'occasion de définir les acquis en entreprise à valider lors de l'évaluation « finale ».

Cette évaluation se traduira par 2 notes dans l'unité d'enseignement « Acquis en entreprise » du CFA-3A.

- Evaluation de la soutenance orale par le maître d'apprentissage et le tuteur académique.
- Evaluation du maître d'apprentissage des qualités professionnelles et personnelles de l'apprenti (suivant la grille proposée) pour la période en entreprise venant de s'écouler.

Les coefficients appliqués sont indiqués dans le règlement de scolarité de l'année en cours.

Polycopié ou notes de cours disponibles**Bibliographie****Pré-requis**

Unité d'enseignement : **Expérience en entreprise**Volume horaire : **390,0 h**Coordinateur : **Mr Vincent JOSSE**

Intervenants :

Examens : Soutenance, Rapport, Evaluation Maître d'apprentissage, Validation d'acquis en entreprise

Objectifs et compétences

- **Faire la synthèse du travail réalisé en entreprise depuis le début de l'apprentissage.** Dans ce sens, son objectif est fondamentalement différent des évaluations précédentes, et il ne s'agit pas de faire un dernier point d'avancement. Cette évaluation doit être comprise comme l'aboutissement de la formation d'ingénieur au CFA, au même titre que l'évaluation de fin d'étude pour la filière d'ingénieur classique.

- **Valider** les acquis en entreprise (compétences « métiers » et « transverses ») correspondant à la 3^{ème} année de l'apprentissage.

Compétences ciblées :

- Faire preuve de synthèse pour expliquer un travail d'envergure (l'ensemble du projet en entreprise).
- Communiquer clairement et de façon adéquate à l'écrit comme à l'oral.

Plan du cours

L'évaluation finale comprend la remise d'un mémoire et une soutenance orale de 30 minutes suivie de questions. La soutenance est requise pour l'obtention du Diplôme. Elle aura lieu de préférence en entreprise. Le jury est composé des tuteurs et d'un représentant de la formation au CFA.

- **Contenu du mémoire :**

L'objectif du mémoire est de présenter sous une forme synthétique l'ensemble du travail effectué durant cette formation. Il est déterminé par le tuteur de l'entreprise en accord avec le tuteur académique. Même si vous avez déjà fait un rapport interne, le CFA SupOptique exige un rapport spécifique dont les modalités sont décrites ci-dessous.

- à qui s'adresse-t-il, i.e. où commencer/s'arrêter dans les explications?

Il s'adresse en priorité aux membres du jury qui doivent être à même de juger du travail réalisé au cours de votre apprentissage. Vous devez montrer la maîtrise du sujet en décrivant bien la problématique, un mini-état de l'art du domaine ou tout du moins un petit historique, des explications pédagogiques des aspects fondamentaux, le travail réalisé, les résultats commentés et critiqués, puis conclure en terminant sur les perspectives ouvertes par votre travail. Les membres du jury ne sont pas tous des spécialistes du domaine... Penser à expliquer les termes spécifiques employés (anglicismes en particulier). Pensez également à présenter la structure dans laquelle le stage s'est déroulé.

- quelle est l'« épaisseur » habituelle des rapports ?

En pratique, vous devez prévoir un texte central de 30 à 40 pages qui permet aux membres du jury en une première lecture rapide de se faire une idée de l'ensemble de votre travail. Ce texte sera complété par des annexes séparées qui détaillent tel ou tel aspect de votre travail. Ce document peut être issu d'un rapport interne mais il doit garder une dimension académique en terme de contenu scientifique (définition des notations, justification des modèles utilisés, référencement et bibliographie selon les recommandations internationalement en vigueur).

Une semaine avant la date de soutenance, un exemplaire en version papier du mémoire sera remis par l'apprenti à tous les membres du jury.

- **Soutenance :**

L'objectif de cette soutenance est double :

- Faire un bilan de la formation par apprentissage en mettant en évidence les compétences utilisées et le savoir faire acquis en entreprise.
- Présenter le contexte scientifique et les principaux résultats obtenus en tenant compte de l'auditoire pour la forme et le conte

- **Notation**

Cette évaluation se traduira par 4 notes dans l'unité d'enseignement « Acquis en entreprise » du CFA-3A.

- Evaluation du mémoire par le tuteur académique et le représentant du CFA.
- Evaluation de la soutenance par le tuteur académique et le représentant du CFA..
- Evaluation du maître d'apprentissage (suivant la grille proposée) des qualités professionnelles et personnelles de l'apprenti, pour la période en entreprise venant de s'écouler.
- Evaluation des acquis en entreprise par l'ensemble du jury.

Polycopié ou notes de cours disponibles**Bibliographie****Pré-requis**

Unité d'enseignement : **Vie Associative**Volume horaire : **0,0 h**Coordinateur : **Mr François GOUDAIL**

Intervenants :

Examens : Soutenance

Objectifs et compétences

Reconnaissance d'une implication importante dans la vie associative de l'école.

Plan du cours

Le but de cette « matière » est de reconnaître l'implication des élèves dans la vie associative, en donnant une visibilité administrative à l'action. Il s'agit d'une reconnaissance a posteriori et optionnelle.

Les élèves qui souhaitent faire reconnaître leur action a posteriori font acte de candidature adressé au directeur des études (un mail décrivant le travail) puis présentent oralement leur travail.

Le jury, composé d'enseignants et de responsables administratifs, met une note à l'élève.

La note permet de donner une visibilité à l'action au moment des jurys.

L'action est également indiquée dans le supplément au diplôme

Polycopié ou notes de cours disponibles**Bibliographie****Pré-requis**