

Doctoral Training Program 2022

Specific Training

CAEN

Contact : marie.legay@unicaen.fr

- Luminescent materials and lasers (4H lecture, 20H Practical work)
- Characterization of the surface of functional crystalline materials : from fundamental to application (24H, Lecture – visits)

ROUEN

Contact : emmanuel.avril@univ-rouen.fr

- Optical Metrology and Laser Diagnostics (25h lecture-visits)
- Initiation to LaTeX (6H, Tutorials)
- Nanomaterials (25H, Lecture)
- Python (24H, Tutorials, Practical work)

LE HAVRE

Contact : Christine.lebodo@univ-lehavre.fr

- Multiphysics approach of Energy Systems (25H, Lecture)

Doctoral school

Physics, Engineering, Materials, Energy

Luminescent materials and lasers (4H lecture, 20H Practical Work)

Coordinator : A. BRAUD, Professor, CIMAP

alain.braud@ensicaen.fr

Speakers : A. Braud (Professor, UCN), C.Labbé (Associate Professor, UCN), Julien CARDIN (Research Engineer CNRS), Philippe MARIE (Associate professor UCN)

Course Location : Caen, Campus II (Bâtiment F)

This course focuses on the optical properties of luminescent materials and their application to lasers. The practical part of this course will aim at the implementation by the PhD students of fabrication and characterization techniques of these materials and the realization of a solid-state laser. It is intended for PhD students of the ED PSIME wishing to develop their knowledge in this field.

Course (4 hours)

- Spectroscopic properties of luminescent materials
- Materials for optics and lasers
- Spectroscopic measurement techniques

Small group practical work (20 hours)

- Growth of massive single crystals (Czochralski, Bridgmann-stockbarger methods) and in thin layers (Liquid Phase Epitaxy)
- Cutting and polishing crystals and glasses
- Absorption and transmission spectroscopy
- Emission and excitation spectroscopy
- Time-resolved emission spectroscopy (spectra and fluorescence dynamics)
- Simplified modeling (on PC) of a laser (rate equations, laser gain, threshold determination and laser slope efficiency)
- Practical realization of a solid-state laser emitting in the visible

Matériaux luminescents et lasers (4HC, 20HTP)

Ce cours porte sur les propriétés optiques des matériaux luminescents et leur application aux lasers. La partie pratique de ce cours aura pour but la mise en œuvre par les doctorants de techniques de fabrication, de mise en forme et de caractérisation de ces matériaux et la réalisation d'un laser solide. Il est destiné aux Doctorants de l'ED PSIME souhaitant développer leurs connaissances dans ce domaine.

Cours (4 heures)

- Propriétés spectroscopiques des matériaux luminescents
- Matériaux pour l'optique et les lasers
- Techniques de mesures spectroscopiques

Travaux pratiques en petits groupes (20 heures)

- Croissance de mono-cristaux massifs (méthodes Czochralski, Bridgmann-stockbarger) et en couches minces (Epitaxie en Phase liquide)
- Découpe et polissage de cristaux et verres
- Spectroscopie d'absorption et de transmission
- Spectroscopie d'émission et d'excitation
- Spectroscopie d'émission résolue en temps (spectres et dynamique de fluorescence)
- Modélisation simplifiée (sur PC) d'un laser (équations de population, gain laser, détermination du seuil et du rendement laser)
- Réalisation pratique d'un laser solide émettant dans le visible



Doctoral school

Physics, Engineering, Materials, Energy

**Characterization of the surface of functional crystalline materials: from fundamental to application
(24H, Lecture - visits)**

Coordinators : Y. Bréard (CRISMAT, associate Professor UCN) yohann.breard@ensicaen.fr; Dr. Adrian DAVID, Associate Professor, CRISMAT adrian.david@ensicaen.fr

Teachers : Y. Bréard (CRISMAT, associate Professor UCN), A. David (CRISMAT, Associate Professor, UCN)

Course Location : Caen Campus 2

In this course we will take the example of materials based on oxides known mainly for their electronic properties. We will present some modern surface characterization techniques (structure, morphology, controlled environment, etc.) used in fundamental research as well as in research and development on an industrial scale.

- **Scanning Electronic Microscopy:** Characterization at the micrometric and nanometric scale of grains and grain boundaries. Elemental chemical analyzes by EDS (Energy Dispersive Spectroscopy). Crystallographic structure of the compound surface by EBSD (Electron BackScattered Diffraction).
- **Transmission electronic microscopy:** Study of stress regimes of low dimensional heterostructures. High resolution imaging, electronic diffraction, GPA (Geometrical Phase Analysis) technique.
- **Atomic Force Microscopy:** Roughness state of the surface of a sample. Analysis of a magnetic behavior (MFM) or piezoelectric (PFM), approach relation structure / properties
- **X-ray diffraction:** Reflectivity and grazing incidence measurements
- **Wettability:** Behavior of the surface of the material by relating the synthesis conditions and the interaction with a solvent deposited on the surface (biocompatible materials ..)
- **Introduction to the ion matter interaction**
- **Ion beam analysis:** principles, use, advantages of techniques: PIXE / PIGE, RBS, NRA, ERDA
- **SIMS (secondary ionization mass spectrometry) – TOF (time-of-flight) analysis**
- **Ion beam spectrometry:** LEIS MEIS

**Caractérisation de la surface de matériaux cristallins fonctionnels : du fondamental à l'application.
(24H, cours-visites)**

Dans ce cours nous prendrons l'exemple de matériaux à base d'oxydes connus principalement pour leurs propriétés électroniques. Nous présenterons quelques techniques modernes de caractérisation de surface (structure, morphologie, environnement contrôlé..) utilisées aussi bien en recherche fondamentale qu'en recherche et développement à l'échelle industrielle.

- **La microscopie à balayage :** Caractérisation à l'échelle micrométrique et nanométrique des grains et des joints de grains. Analyses chimiques élémentaires par EDS (Energy Dispersive Spectroscopy). Structure cristallographique de la surface du composé par EBSD (Electron BackScattered Diffraction).
- **La microscopie en transmission :** Etude des régimes de contraintes des heterostructures de basse dimension. Imagerie haute résolution, diffraction électronique, technique de la GPA (Geometrical Phase Analysis).
- **Microscopie à champs proche :** Etat de rugosité de la surface d'un échantillon. Analyse d'un comportement magnétique (MFM) ou piézoélectrique (PFM), Approche relation structure/propriétés.
- **Diffraction des rayons X :** Mesures de réflectivité et d'incidence rasante.
- **Mouillabilité :** Comportement de la surface du matériau en mettant en relation les conditions de synthèse et l'interaction avec un solvant déposé à la surface (matériau biocompatibles..)
- **Introduction à l'interaction ion/matière**
- **Analyses par faisceau d'ions :** principes, utilisation, avantages des techniques : PIXE/PIGE, RBS, NRA, ERDA
- **Spectrométrie de masse à ionisation secondaire (SIMS) – analyse par temps de vol**
- **Spectrométrie par faisceau d'ion :** LEIS MEIS



Doctoral school

Physics, Engineering, Materials, Energy

Optical Metrology and Laser Diagnostics (24H, Lecture-visits)

Coordinator : Pr. D. LEBRUN, UMR 6614 CORIA

Email : denis.lebrun@coria.fr

Teachers : M. BRUNEL(6HC, Pr. URN), A. CESSOU (8HC, DR CNRS), D. LEBRUN(5HC, Pr. URN), T. GODIN (3HC, MCF, URN), A. HIDEUR (3HC, Pr. URN)

Course Location : Rouen, Campus Madrillet

This PhD lecture gives a general overview of recent developments in optical diagnostics (solid, liquids, gas). New laser sources, detectors (in particular cameras) are also described. This course is proposed to PhD Students of the graduate school "Physics, Engineering, Materials and Energy".

- **Laser Metrology :** femtosecond laser applications and diagnostics, ballistic imaging, laser ablation, confocal microscopy, two-photons microscopy
- **Optical Metrology for fluids**
- **Imaging Metrology:** Shearography, Phase contrast, Fringe projection, Stereovision, Shadowscopy/Schlieren, Moirés, Digital holography, Interferometry.
- **Optical and Digital image processing:** recording and visualization, representation of a digital image, image formation, aberrations, Optical design and camera resolution.
- **Laser diagnostics in Combustion:** radiative transition, Boltzmann distribution, spectroscopy, Rayleigh scattering, Spontaneous Raman Scattering, Concentration measurement, Temperature measurement, laser induced Fluorescence : two-level scheme, quenching, Predissociative fluorescence. Illustration by some examples

Métrologie optique et Diagnostic laser (24H, cours-visites)

Ce cours donne un aperçu général des derniers développements de diagnostic optique (solides, liquides gaz). On y aborde la description des nouvelles sources laser (femtoseconde par exemple) ainsi que l'offre au niveau des détecteurs (en particulier caméras). Il est destiné aux Doctorants de l'ED PSIME souhaitant compléter ou bien confirmer leurs connaissances dans ce domaine.

- **Métrologie laser :** Applications laser et diagnostics en régime femtoseconde, Imagerie balistique, Ablation laser, Microscopie confocale, Microscopie 2 photons
- **Métrologie optique dans les fluides**
- **Métrologie par imagerie :** Shearographie, contraste de phase, Projection de franges, Stéréovision, Ombroscopie/strioscopie, Moirés, Holographie numérique, Interférométrie.
- **Traitement optique et numérique d'images :** acquisition et visualisation, représentation et formation d'une image, aberrations, conception optique, Résolution des caméras.
- **Diagnostic laser en combustion :** transitions radiatives, Distribution de Boltzman, spectroscopie, Mesure de concentration, Mesure de température, Diffusion Rayleigh, Diffusion Raman spontanée, Fluorescence induite par laser : Schéma à deux niveaux, Désexcitation collisionnelle, Fluorescence prédissociée. Quelques exemples sont présentés.



Doctoral school

Physics, Engineering, Materials, Energy

Nanomaterials (25h Lecture)

Coordinator : Pr. Jean-Marie Le Breton, UMR 6634 GPM

Jean-Marie.LeBreton@univ-rouen.fr

Teachers : 10H : Pr. Jean-Marie LE BRETON, URN, 15H : Lorenzo RIGUTTI, URN

Course Location : Université de Rouen – site du Madrillet

Introduction: seeing the nanoworld, making visible the invisible

1. **Micro- and nano-analysis**: role and principle of instruments
2. **Structural nanomaterials**: materials for aeronautics and energy, everyday materials
3. **Nanomaterials for microelectronics**: transistors and microprocessors, micro-computers, smart phones
4. **The quantum world**: optoelectronics, quantum computer
5. **Magnetic nanomaterials**: magnetic recording, MRAM, nanogranular magnetic materials, spintronics
6. **Manufacture and control of nanostructures**
7. **Nanomaterials: risks and health**

Les nanomatériaux (25h cours)

Introduction : observer le nanomonde, rendre visible l'invisible

1. **Micro- et nano-analyse** : rôle et principe des instruments d'observation
2. **Nanomatériaux de structure** : matériaux pour l'aéronautique et l'énergie, matériaux du quotidien
3. **Nanomatériaux pour la microélectronique** : transistors et microprocesseurs, micro-ordinateurs, "smart phones"
4. **Le monde quantique** : optoélectronique, ordinateur quantique
5. **Nanomatériaux magnétiques** : enregistrement magnétique, mémoires magnétiques de type MRAM, matériaux magnétiques nanogranulaires, spintronique
6. **Fabrication et contrôle des nanostructures**
7. **Nanomatériaux : risques et santé**

Doctoral school

Physics, Engineering, Materials, Energy

Intitulé de la formation :	Python
Université normande :	Université de Rouen Normandie
Responsable :	Alexandre Poux
Date	1ère session : 17-19 Mai, 2ième session : 21-23 juin
Volume (CM, TD, TP) :	24h TD par session (3 jours x 6 heures) - Jour 1 : 9h-12h, 14h-17h - Jour 2 : 9h-12h, 14h-17h - Jour 3 : 9h-12h, 14h-17h
Lieu	CORIA
Effectif maximal autorisé :	12
Objectifs de la formation :	Apprendre le langage python, être capable de traduire ses propres algorithmes dans ce langage, connaître les principales bibliothèques pour le calcul scientifique au sens large.
Descriptif de la formation :	<p>Session 1 : General presentation Basic programming, variables, matrices, basic operations. Reading/writing files.</p> <p>Session 2 : Numerics and Graphic tools (Numpy and Matplotlib) Creation and handling of figures. Managing matrix computation.</p> <p>Session 3 : More numerics (Numpy and scipy) Interpolation, optimisation, ODE/EDP systems.</p> <p>Session 4 : Signal processing (Scipy) FFT, convolution, filtering.</p> <p>Session 5-6 : Project Each participant brings his own project related to his Ph.D. It could be from scratch or a existing project in another language.</p>
Prérequis :	Maîtriser au moins un langage de programmation (C++, matlab, R, Fortran Scilab ...)



Doctoral school

Physics, Engineering, Materials, Energy

Initiation to LaTeX (6H, *Tutorials*)

Coordinator : Pr. Olivier LATRY, UMR 6634 GPM

Olivier.Latry@univ-rouen.fr

Teacher : Olivier LATRY, Professor, URN

Course Location : UFR Sciences, Madrillet.

- 1. Initiation to the creation of a simple document**
Installation of LaTeX (Windowx, OsX, Linux) Editor Texmaker configuration
Creating a document: Equations, Tables, Images
 - 2. Publication of a paper for a journal: elsevier, IEEE**
Using editing of scientific article for editor's recommendations. From submission document, to final document (preprint).
 - 3. Manage a scientific bibliography**
Create a bibliography and manage a bibliography with LaTeX. Formats, citations, manage continue numeration or by chapter.
Import-export from Zotero, Mendeley, EndNote or ReadCube.
 - 4. Create a presentation: beamer class**
Make a presentation with LaTeX. Columns, Tables, Lists, Graphics, Equations.
 - 5. Create graphics**
Possibilities to create graphics for LaTeX documents
-

Initiation à LaTeX (6H, TD)

- 1. Initiation à la création d'un document simple**
Installation de LaTeX (Windowx, OsX, Linux) Configuration de l'éditeur Texmaker
Création d'un document : Equations, Tableaux, Images
- 2. Création d'un article pour un éditeur : elsevier, IEEE**
Utilisation de la mise en forme d'un article scientifique aux formats des éditeurs. Du document en soumission, au document final (preprint).
- 3. Gestion d'une bibliographie scientifique**
Création d'une bibliographie et gestion d'une bibliographie sous LaTeX. Formats, citations, gestion des numérotations continues ou par chapitre. Import-export depuis Zotero, Mendeley, EndNote ou ReadCube.
- 4. Création d'une présentation : classe beamer**
Faire une présentation grâce à LaTeX. Colonnes, Tableaux, Listes, Graphiques, Equations.
- 5. Création de graphiques**
Possibilités de création de graphiques destinés à un document LaTeX. Inksape, LaTeXDraw

Doctoral school

Physics, Engineering, Materials, Energy

Multiphysics approach of Energy Systems (25H, Lecture)

Coordinator : Pr. Abdelghani SAOUAB, UMR 6294 LOMC
abdelghani.saouab@univ-lehavre.fr

Teachers : Pr. A. Pantet, Dr. G. Pinon, Dr. L. Bizet, Dr. F. Léon, LOMC, Université Le Havre
Pr. G. Barakat, Dr. Y. Amara, Pr. B. Dakyo, Dr. M. B. Camara, GREAH, Le Havre
Dr. D. Lemosse, LMN, INSA Rouen

Course Location : *Université Le Havre Normandie.*

The course is intended to present to Ph.D. students the scientific problems encountered in the production of wind energy. Here is a non-exhaustive list of topics that will be addressed by different lecturers:

1. Civil Engineering of the foundations of wind mast,
2. Performance and production of wind turbines: processes of wind turbines, structural behavior, acoustics, heat transfer, ...
3. High power Speed multiplier with one, two or three levels
4. Electromechanical conversion chains of high-power aero-generators : different types of electric generators for wind energy , types and topology of high-power converters , remote control of conversion chain, filtration and injection into the grid, grid codes, inter-connexion methods of onshore and offshore wind farms

The lectures will take place in Le Havre for a week, in principle in the beginning of July.

Approche multi-physique de systèmes énergétiques (25H, cours)

Ce cours a pour objectif d'initier les doctorants aux problèmes scientifiques rencontrés dans la production des énergies éoliennes. Voici une liste non-exhaustive des sujets qui seront abordés par les différents intervenants :

1. Génie Civil sur les fondations des mâts d'éoliennes
2. Performance et production des turbines éoliennes : mise en forme des pales éoliennes, comportement structurel, acoustique, thermique, ...
3. Multiplicateur de vitesse multi-mégawatts à un, deux ou trois étages
4. Chaîne de conversion électromécanique des aérogénérateurs multi-mégawatts et injection au réseau : types de générateurs électriques de l'éolien, types et topologie des convertisseurs de puissance associés, contrôle commande de la chaîne de conversion, filtrage et injection sur le réseau, contraintes du service réseau (grid codes), méthodes d'interconnexion des fermes éoliennes (en mer et sur terre).

Les cours seront effectués sur une semaine si possible en début de juillet.