

Share



Email destinataire :

Vous devez renseigner un email valide

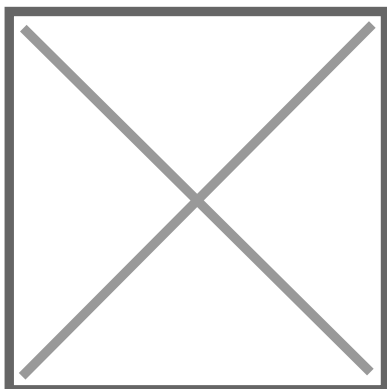
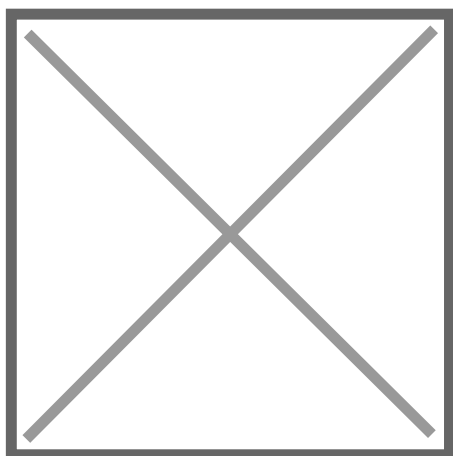
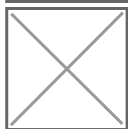
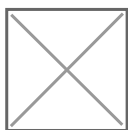
Envoyer

Une erreur est survenue. Merci de réessayer ultérieurement

Le mail de partage a bien été envoyé.

Add to Compare

M2 Matériaux fonctionnels et applications



Master's degree

Specialisation Materials Science and Engineering

Language(s) of instruction

French

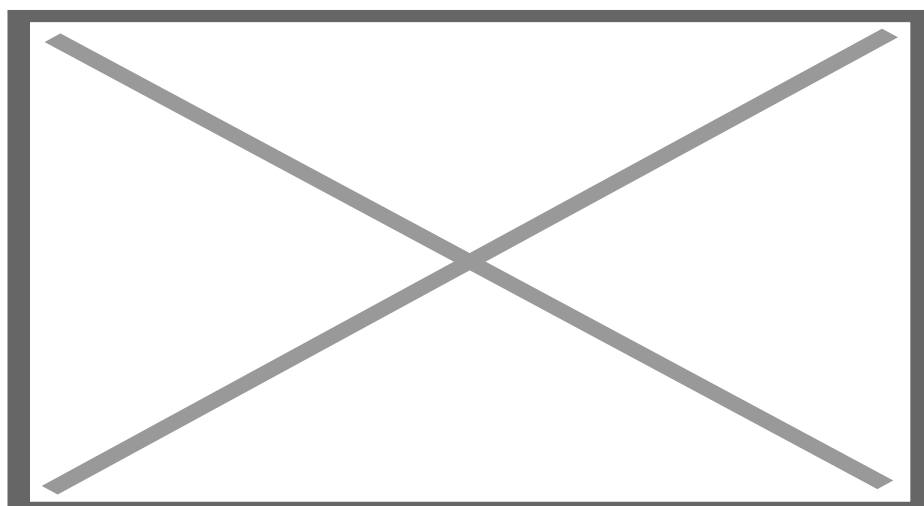
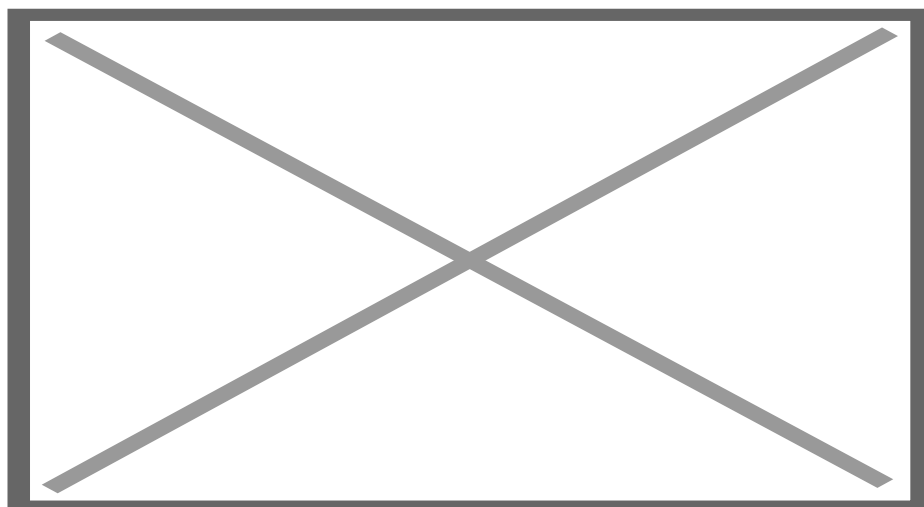
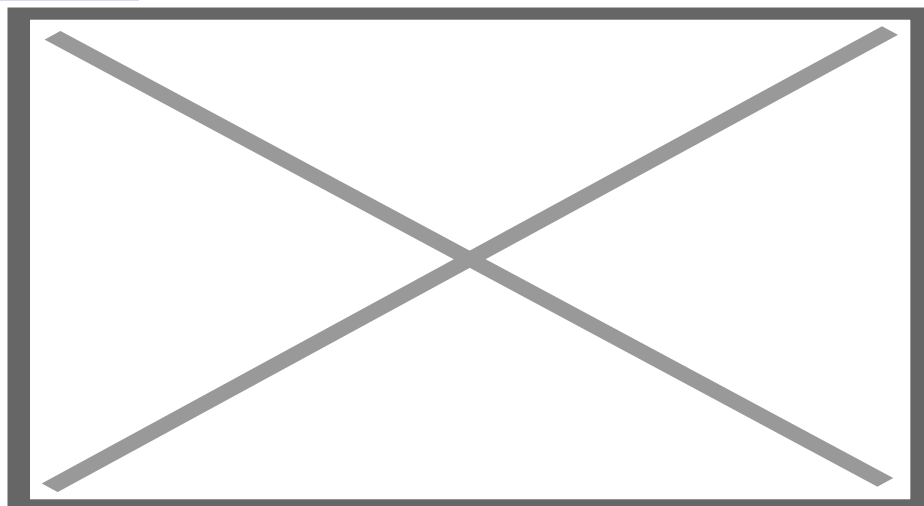
Master 2 — Functional Materials and Applications

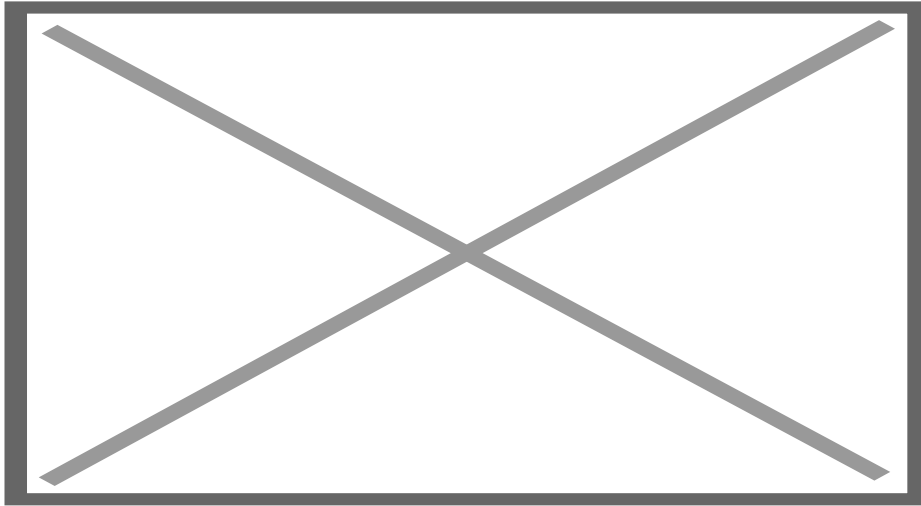
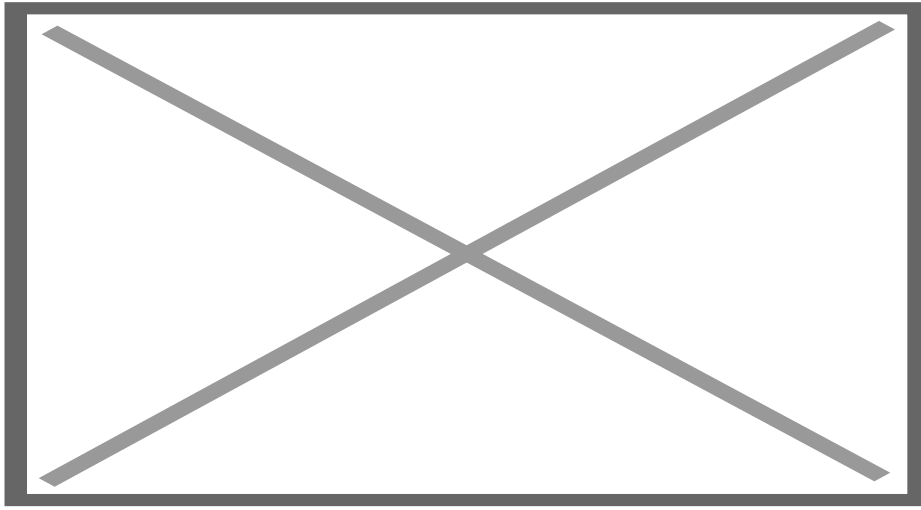
Materials represent a vast field, and the uniqueness of this program lies in its focus on the structure–property relationship, which enables students to understand and implement materials according to their functionalities. This approach plays a key role today in the development of functionalized objects and the pursuit of recyclability of processes, materials, and their applications.

The curriculum is structured into four teaching modules, including one open module (sustainable development, social responsibility, or elective unit), a long laboratory immersion project, and a 5- to 6-month final internship.

[Télécharger la fiche détaillée](#)

[Apply Now](#)





Information

- [Overview](#)
- [Application requirements](#)
- [Schedule](#)

Présentation

Skills

The skills acquired are structured around a threefold approach — *Know-How ? Knowledge Sharing ? Interpersonal Skills* — enabling graduates to adapt effectively to the rapid evolution of professions in the field.

Objectives

- Provide a solid foundation in the field of materials science.
- Develop the ability to master the structure–property relationships of materials in a broad sense.
- Offer a well-balanced training program between materials design/synthesis and advanced characterization.

Débouchés

Further Study Opportunities

PhD

Engineering, research and development

Engineering methods and industrialisation

Engineer

Design Engineer

Development Engineer

Students can go on to study at the Bar, the Judicial Academy, further studies in innovation management, doctoral programme, etc.

Calendar

Start of programme (indicative date)

08/09/2026

End of programme (indicative date)

05/09/2027

Admission

Capacity

Available Places

24

Target Audience and Entry Requirements

The program is open to students holding a Bachelor's degree in Science with a major in Physics, Chemistry, or Materials Science.

It is also accessible to students with a Master's level (M1) in Physics, Chemistry, Mechanics, or Materials Science, as well as to those who have successfully completed the second year of an engineering school.

Période(s) de candidature

Inception Platform

From 01/04/2026 to 30/06/2026

Supporting documents

Compulsory supporting documents

Motivation letter.

All transcripts of the years / semesters validated since the high school diploma at the date of application.

Curriculum Vitae.

Additional supporting documents

Certificate of French (compulsory for non-French speakers).

VAP file (obligatory for all persons requesting a valuation of the assets to enter the diploma).

Supporting documents :

- Residence permit stating the country of residence of the first country
- Or receipt of request stating the country of first asylum
- Or document from the UNHCR granting refugee status
- Or receipt of refugee status request delivered in France
- Or residence permit stating the refugee status delivered in France
- Or document stating subsidiary protection in France or abroad
- Or document stating temporary protection in France or abroad.

Programme

Tronc commun

Subjects	ECTS	Semester	Lecture	directed study	practical class	Lecture/directed study	Lecture/practical class	directed study/practical class
Initiation à l'apprentissage automatique en science des matériaux	2	Semestre 1	6	0	11			

Initiation à l'apprentissage automatique en science des matériaux

ECTS : 2

Semester: Semestre 1

Detail

Lecture: 6

Practical study : 11

Directed study: 0

Language(s) of instruction

Français

Remote teaching

non

Prerequisites

un langage informatique (python ou javascript, R, etc.)

Programme/contents

L'UE couvrira les points suivants : - Présentation IA pour la science des matériaux -Introduction aux diverses méthodes - méthodes classification / régression - Optimisation Bayésienne
Cours Théoriques + sessions pratiques en python (exemples concrets d'applications)

Learning objectives

S'initier aux diverses techniques d'apprentissage automatique (machine learning) avec des applications en science des matériaux.

Overall organisation

L'enseignement sera effectué en partie sous forme de cours théorique d'introduction aux méthodes et à l'IA, complété par des TP en python permettant d'illustrer différentes méthodes avec des exemples concrets - Mini projet évaluer sur un cas d'étude précis

Bibliography

Deep learning, Ian Goodfellow, yoshua Bengio, Aaron Courville, MIT Press (2016)

Type of assessment

Evaluation Continue non Intégrale

Subjects	ECTS	Semester	Lecture	directed study	practical class	Lecture/directed study	Lecture/practical class	directed study/practical class
Propriétés fonctionnelles des matériaux	3	Semestre 1	24					

Propriétés fonctionnelles des matériaux

ECTS : 3

Semester: Semestre 1

Detail

Lecture: 24

Language(s) of instruction

Français

Remote teaching

non

Prerequisites

Notions de chimie des solides, défauts, structures cristallines

Programme/contents

Cette UE aborde la synthèse, structure et propriétés des matériaux fonctionnels modernes notamment la supraconductivité, la ferro électricité, les nouveaux enjeux tels que le recyclage d'énergie (piézoélectricité) ou encore le stockage de données (mémoires à 4 états, matériaux multiferroïques...)

Learning objectives

Prendre conscience du lien étroit entre symétrie, cristallographie et propriétés des matériaux fonctionnels

Overall organisation

L'enseignement sera effectué sous forme de cours, séminaires (intervenants extérieurs par exemple), et également des TD-études de cas (exemple : article scientifique, revue de presse sur de récentes technologies ou produits innovants, etc...)

Bibliography

Z. Ye, Handbook of Advanced Dielectric, Piezoelectric and Ferroelectric Materials: Synthesis, Properties and Applications, 2008

Type of assessment

Evaluation Continue non Intégrale

Subjects	ECTS	Semester	Lecture	directed study	practical class	Lecture/directed study	Lecture/practical class	directed study/practical class
Elaboration des solides fonctionnels	5	Semestre 1	24		12			



Elaboration des solides fonctionnels

ECTS : 5

Semester: Semestre 1

Detail

Lecture: 24

Practical study : 12

Language(s) of instruction

Français

Remote teaching

non

Prerequisites

Notions de chimie des solides, thermodynamique

Programme/contents

L'UE comprend deux parties: 1-Elaboration de nanomatériaux par voie de chimie douce, 2-Elaboration des matériaux polycristallins ou monocristallins "massifs". Les deux parties du cours s'attachent à développer les différentes stratégies à mettre en œuvre pour élaborer des matériaux inorganiques sous forme nanocristalline ou sous forme massive.

L'objectif principal de la première partie est de montrer comment la maîtrise des réactions de polymérisation en solution et du procédé de mise en forme permettent de façonner un matériau sur mesure

L'objectif de la seconde partie est d'exploiter la connaissance des diagrammes de phase pour mettre en œuvre des stratégies de synthèses de matériaux polycristallins (nanostructurés ou non) ou polycristallins, en prenant en compte l'existence des défauts.

Learning objectives

maîtriser des outils de mise en forme des matériaux et proposer des éléments de stratégie

Prédire l'évolution d'un système hors-équilibre et estimer sa vitesse d'évolution

A partir de la connaissance d'un diagramme de phase, établir une stratégie de synthèse et de mise en forme pour un matériau inorganique massif polycristallin ou monocristallin

A partir de la connaissance des réactions de polymérisation inorganique en solution, établir une stratégie de synthèse et de mise en forme pour un

Subjects	ECTS	Semester	Lecture	directed study	practical class	Lecture/directed study	Lecture/practical class	directed study/practical class
Matériaux amorphes : synthèse et propriétés	5	Semestre 1	18		18			

Matériaux amorphes : synthèse et propriétés

ECTS : 5

Semester: Semestre 1

Detail

Lecture: 18

Practical study : 18

Language(s) of instruction

Français

Remote teaching

non

Prerequisites

Base de chimie des solides, thermodynamique des solides, diagramme de phase, base sur les propriétés mécaniques des matériaux.

Programme/contents

Matériaux vitreux : notions de formateurs, Structure des verres silicatés et spectroscopies Raman et RMN.

Relation structure propriétés physico-chimiques des verres d'oxydes

Méthodes d'élaboration du verre

Techniques d'évaluation/caractérisation des propriétés physiques du verre

Verres intelligents/fonctionnels: de l'élaboration à l'application

Verre de confinement de déchets nucléaires

Fibres optiques

Learning objectives

Décrire les grands domaines d'application des verres d'oxydes

Décrire les différentes méthodes d'élaboration du verre

Identifier les méthodes de caractérisation des propriétés physiques et chimiques d'un verre

Etablir la relation entre méthode d'élaboration, composition et propriétés physiques et chimiques du verre

Bibliography

*Fundamental of inorganic glasses, A.K.

Varshneya, J. C. Mauro, Elsevier, 2019

* Encyclopedia of Glass Science, Technology, History, and Culture, P. Richet, Wiley, 2021

Subjects	ECTS	Semester	Lecture	directed study	practical class	Lecture/directed study	Lecture/practical class	directed study/practical class
Caractérisations avancées des matériaux	5	Semestre 1	30					

Caractérisations avancées des matériaux

ECTS : 5

Semester: Semestre 1

Detail

Lecture: 30

Language(s) of instruction

Français

Remote teaching

non

Prerequisites

« Structure de la matière » et notions de « Classes de matériaux »

Programme/contents

Ce cours a pour objectif l'introduction aux techniques modernes de caractérisation des solides à la fois de leurs structures et leurs propriétés électriques. Les deux parties ont le même poids dans l'ensemble.

La partie « Caractérisation structurale » comportera une description des méthodes avancées de caractérisation par rayons X et notamment la détermination structurale des poudres cristallines et la diffraction résonante. D'autres aspects de la physique des rayons X et leurs applications seront abordés : absorption X (EXAFS) et diffraction en incidence rasante, permettront de donner des compétences générales pour l'étude structurale dans la science des matériaux.

Le deuxième volet sera dédié à la caractérisation « électrique » des matériaux par des techniques récentes d'impédance complexe, d'effet Hall ou propriétés associées telles que l'effet Ettingshausen.

Learning objectives

Maîtrise des techniques avancées de caractérisation des matériaux

Bibliography

*M. van Meerssche, J. Feneau-Dupont, Introduction à la cristallographie et à la chimie structurale, , éd Peeters, Leuven, 1984

*J. Als-Nielsen, D. McMorrow, Elements of Modern X-ray Physics, John Wiley and sons, Ne

Subjects	ECTS	Semester	Lecture	directed study	practical class	Lecture/directed study	Lecture/practical class	directed study/practical class
Projet d'immersion en laboratoire	4	Semestre 1			32			



Projet d'immersion en laboratoire

ECTS : 4

Semester: Semestre 1

Detail

Practical study : 32

Language(s) of instruction

Anglais

Remote teaching

non

Programme/contents

Le sujet sera en lien avec les thématiques portées par ce Master mais peut prendre plusieurs formes, comme l'expérimentation, la simulation / modélisation, ou encore l'étude bibliographique, etc.

Learning objectives

S'initier aux techniques expérimentales spécifiques du domaine

Développer une démarche scientifique rigoureuse

Intégrer une équipe de recherche et comprendre son écosystème

Maîtriser les codes de l'écriture d'un article scientifique

Overall organisation

Cette immersion en laboratoire prend la forme de 10 demi-journées au sein d'une équipe de recherche, avec un temps distribué sur le premier semestre.

Type of assessment

Evaluation Continue Intégrale

[Développement](#)

Durable et Responsabilité Sociétale	2	Semestre 1	18
---	---	------------	----

Développement Durable et Responsabilité Sociétale

ECTS : 2

Semester: Semestre 1

Detail

Lecture: 18

Language(s) of instruction

Français

Remote teaching

non

Programme/contents

- Evolution du climat et de la biodiversité
- Mécanismes d'érosion de la biodiversité
- Mécanismes d'effet de serre
- transformations de société et de gouvernance

Learning objectives

Cet enseignement s'adresse aux étudiants de licence et de master à l'université et peut être suivi par toutes les personnes de ce niveau ou d'un niveau équivalent. Son principal objectif est de faire comprendre les mécanismes du réchauffement climatique et d'érosion de la biodiversité ainsi que leurs relations avec nos modes de vie et de consommation. Il propose aussi les actions possibles pour répondre à ces enjeux.

Overall organisation

L'enseignement se présente principalement sous forme numérique avec 60 vidéos, des questionnaires formatifs et documents à lire (SPOC : Small Private Online Course). Il comporte aussi une part de travaux dirigés (TD) et de débats en amphithéâtre.

Type of assessment

Détail renseigné au niveau Élément Constitutif

[UE libre](#)

[Catalogue S1](#)

2.5

Semestre

1

Subjects	ECTS	Semester	Lecture	directed study	practical class	Lecture/directed study	Lecture/practical class	directed study/practical class
----------	------	----------	---------	----------------	-----------------	------------------------	-------------------------	--------------------------------

■

UE libre Catalogue S1

ECTS : 2.5

Semester: Semestre 1

Language(s) of instruction

Français

Remote teaching

non

Type of assessment

Evaluation Terminale

2 UEs au choix parmi 4

Subjects	ECTS	Semester	Lecture	directed study	practical class	Lecture/directed study	Lecture/practical class	directed study/practical class
----------	------	----------	---------	----------------	-----------------	------------------------	-------------------------	--------------------------------

[Modéliser numériquement la thermodynamique et la microstructure des matériaux](#)

5

Semestre
2

24

12

Modéliser numériquement la thermodynamique et la microstructure des matériaux

ECTS : 5

Semester: Semestre 2

Detail

Lecture: 24

Practical study : 12

Language(s) of instruction

Français

Remote teaching

non

Prerequisites

Thermodynamique, diagramme de phases, diffusion, langage Python

Programme/contents

Cette unité d'enseignement a pour premier objectif de présenter la modélisation de la thermodynamique des alliages et des calculs de diagrammes de phase qui sont indispensables à la compréhension de ces matériaux. Le cours s'appuie sur l'utilisation de la méthode Calphad à travers l'utilisation du logiciel Thermo-Calc et des travaux pratiques sont proposés afin de déterminer les propriétés thermodynamiques et les diagrammes de phases d'alliages multicomposants, dans un premier temps. Dans un second temps, une introduction à la conception d'alliages à travers une optimisation multicritère est réalisée.

Le second objectif est la description de la microstructure des alliages multiphasés à l'aide de modèles continus permettant la description de la matière à une échelle intermédiaire entre l'échelle atomique et l'échelle macroscopique. Ces modèles, appelés modèles de champ de phase, sont très versatiles et peuvent s'appliquer à la description de nombreux phénomènes. Ils servent notamment à la description de la structuration interne des matériaux (grains, précipités, fissures,...) qui conditionne largement les propriétés mécaniques.

Le cours expose les bases théoriques de ces méthodes et leurs liens avec la thermodynamique et la diffusion, puis détaille les modèles génériques les plus simples (Allen-Cahn et Cahn-Hilliard), ainsi que des modèles décrivant la fracturation des matériaux. Ces modèles

Subjects	ECTS	Semester	Lecture	directed study	practical class	Lecture/directed study	Lecture/practical class	directed study/practical class
Simulations à l'échelle atomique : des méthodes standard aux méthodes avancées	5	Semestre 2	12		24			

Simulations à l'échelle atomique : des méthodes standard aux méthodes avancées

ECTS : 5

Semester: Semestre 2

Detail

Lecture: 12

Practical study : 24

Language(s) of instruction

Français

Remote teaching

non

Prerequisites

Mathématiques (probabilités et statistique), Physique et chimie du solide (notions de base), Thermodynamique et cinétiques à l'état solide (notions de base)

Programme/contents

Cette UE vise à présenter les principales familles de simulations à l'échelle atomique en science des matériaux, en apportant les connaissances nécessaires pour concevoir et réaliser un projet dans lequel ces simulations interviennent sans pour autant avoir besoin de programmer un algorithme en particulier, mais en présentant tout de même les principaux outils mathématiques et numériques de base inhérents à la résolution des équations sous-jacentes à ces simulations. Elle est séparée en quatre grandes parties : i) Le monde vue à l'échelle atomique ; ii) Décrire les interactions entre atomes ; iii) Les méthodes standard de simulation à l'échelle atomique ; iv) Les méthodes avancées de simulation à l'échelle atomique. Une large part du temps dévolu à cette UE consiste à réaliser des mini-projets directement sur machine afin de rendre concret les concepts et techniques abordés en cours. Même si les exemples traités dans cette UE concernent les métaux et alliages métalliques, les mécanismes élémentaires et les méthodes présentées sont adaptables à d'autres classes de matériaux.

Learning objectives

S'initier à la simulation numérique à l'échelle atomique.

Maîtriser les méthodes standard et connaître leurs avantages et inconvénients

Subjects	ECTS	Semester	Lecture	directed study	practical class	Lecture/directed study	Lecture/practical class	directed study/practical class
Magnétisme moléculaire, du solide et électronique de spin	5	Semestre 2	36					

Magnétisme moléculaire, du solide et électronique de spin

ECTS : 5

Semester: Semestre 2

Detail

Lecture: 36

Language(s) of instruction

Français

Remote teaching

non

Prerequisites

Notions de mécanique quantique. Notions du modèle de bandes. Modèle du champ cristallin et des orbitales moléculaires. Spectroscopie des éléments de transition.

Programme/contents

L'UE comprend deux parties. La première partie est centrée sur les propriétés magnétiques des matériaux moléculaires formés de molécules paramagnétiques isolées. On s'intéresse aux molécules comprenant un et plusieurs centres magnétiques ce qui permet d'aborder le mécanisme de l'interaction d'échange et son influence sur les propriétés des complexes. La deuxième partie est centrée sur les propriétés magnétiques collectives au sein des solides. La notion d'électronique de spin est abordée et son application pour les capteurs magnétiques ultrasensibles.

Learning objectives

Analyse de données magnétiques et interprétation des résultats de mesure de SQUID pour les matériaux moléculaires. Compréhension de la nature physique de l'anisotropie magnétique au niveau microscopique et macroscopique. Compréhension de la nature de l'interaction d'échange.

Overall organisation

Cours et devoirs à rendre (non notés, mais corrigés en classe)

Bibliography

Molecular Magnetism, Olivier Kahn, VCH Publishers, 1993.

Type of assessment

Subjects	ECTS	Semester	Lecture	directed study	practical class	Lecture/directed study	Lecture/practical class	directed study/practical class
Procédés de couches minces	5	Semestre 2	40					
■								

Procédés de couches minces

ECTS : 5

Semester: Semestre 2

Detail

Lecture: 40

Language(s) of instruction

Français

Remote teaching

non

Prerequisites

Connaissances sur les matériaux (structure, défauts, etc.) ; Thermodynamique
Connaissances du vide et de la physico-chimie de gaz

Programme/contents

Partie 1 - Propriétés / structure des matériaux en couches minces ; énergie de surface et moyens de la minimiser ; interactions avec le support (substrat) et les problèmes d'interface.

Partie 2 - Techniques de dépôt de films minces avec un focus sur la PVD et la PECVD ; Introduction du plasma comme un outil permettant d'agir à l'échelle atomique ; Présentation des procédés plasmas et de dépôt / gravure.

Learning objectives

Connaître les forces et les énergies d'interaction entre les atomes formant les matériaux

Assimiler les propriétés de volume et de surface des matériaux

Introduire et assimiler les catégories des procédés de mise en forme des matériaux sous forme de films minces

Distinguer entre les procédés physiques et chimiques

Apprendre à choisir un procédé de mise en forme en fonction du matériau ou de la fonctionnalité désirée

Type of assessment

Evaluation Continue non Intégrale

Stage

Subjects	ECTS	Semester	Lecture	directed study	practical class	Lecture/directed study	Lecture/practical class	directed study/practical class	distance learning courses
Stage	22	Semestre 2							
■									

Stage

ECTS : 22

Semester: Semestre 2

Detail

Tutored project 12

Language(s) of instruction

Anglais

Remote teaching

non

Programme/contents

Un stage d'une durée de 4 mois minimum est obligatoire afin de valider l'année. Ce stage doit se dérouler dans un laboratoire de recherche académique ou industriel, sur un sujet en lien avec les matériaux.

Learning objectives

Maîtrise des outils de caractérisation simples et avancés (appui des plateformes d'enseignement et de recherche)

Overall organisation

L'évaluation du stage consiste dans l'analyse du rapport de stage, de la soutenance orale mais aussi sur la base de l'évaluation de la conduite dans l'équipe d'accueil et le travail effectué.

Type of assessment

Evaluation Continue non Intégrale

Teaching Location(s)

ORSAY

Contact

- **Matthieu LANCRY**

Responsable M2 MFA

- **maxime cavillon**

Responsable de formation

<http://www.universite-paris-saclay.fr/formation/master/sciences-et-genie-des-materiaux/m2-materiaux-fonctionnels-et-applications>