

Master Sciences de la Matière

Parcours “Matériaux innovants et systèmes énergétiques”

Graduate Programme E-Mat



Syllabus Master 1

SOMMAIRE

INTRODUCTION	4
OPPORTUNITES DE CARRIERES	4
RESPONSABLES DE PROGRAMME AU NIVEAU MASTER 1	4
LIEUX D'ENSEIGNEMENT	5
APPROCHE PAR COMPETENCES	5
PLANIFICATION DES COURS	6
ARCHITECTURE DU PROGRAMME	6
INTEGRER LE MASTER E-MAT	6
Comment candidater ?	6
Bourse	6
UNITÉ D'ENSEIGNEMENT (UE) : PHYSIQUE STATISTIQUE ET MATIERE MOLLE (3 ECTS)	7
Physique statistique	7
Matière molle	7
UE : PHYSIQUE QUANTIQUE ET ATOMIQUE (5 ECTS)	8
Physique quantique	8
Physique atomique	8
UE : SYNTHÈSE CHIMIQUE (3 ECTS)	9
Chimie de coordination et transitions électroniques	9
Condensation inorganique en solution aqueuse	9
Introduction à la chimie moléculaire inorganique	10
UE : PROCÉDES D'ÉLABORATION DE MATERIAUX (3 ECTS)	10
Couches minces	10
Méthodologie pour la synthèse des matériaux	11
UE : CARACTÉRISATION DES MATERIAUX I (6 ECTS)	12
Acquisition et traitement du signal	12
Physique expérimentale	12
Application de la théorie des groupes	13
Cristallographie et diffraction des rayons X	13
UE : CARACTÉRISATION DES MATERIAUX II (4 ECTS)	14
Spectroscopies optiques et vibrationnelles	14
Spectroscopie d'impédance	15
Cristallographie et DRX2	15
UE : PROPRIÉTÉS DES MATERIAUX I (4 ECTS)	16
Physique des solides	16
Structure électronique des solides	16

UE : TRANSFERT THERMIQUE ET TRANSFERT ELECTROCHIMIQUE DE CHARGES (5 ECTS)	17
Electrochimie niveau 1.....	17
Electrochimie niveau 2.....	17
Transfert thermique / Engineering heat transfer.....	18
UE : PROPRIETES DES MATERIAUX II (3 ECTS).....	19
Propriétés des matériaux II.....	19
UE : MODELISATION (5 ECTS).....	20
Description semi-classique des interactions atomiques.....	20
Analyse de données	20
Modélisation physique et multi-échelle	21
Problème inversé	21
UE : PREPARATION A L'INSERTION PROFESSIONNELLE I (4 ECTS)	22
Fondement des organisations	22
Projet expérimental 1.....	22
Ecole thématique	23
UE : PREPARATION A L'INSERTION PROFESSIONNELLE II (6 ECTS)	23
Risques chimiques.....	23
Initiation au management de projet	24
Projet expérimental 2.....	24
UE : STAGE (9 ECTS).....	26

INTRODUCTION

E-Mat est un parcours proposé par Nantes Université. Il s'agit d'un cursus intégré (master et doctorat) qui offre de meilleures opportunités à celles et ceux qui le souhaitent d'initier une carrière dans la recherche à l'issue du master.

Le programme se concentre sur l'émergence de matériaux fonctionnels innovants et sur l'optimisation des performances, de la fiabilité et de la flexibilité pour la production, la conversion, le transfert et le stockage de l'énergie de systèmes énergétiques ou de dispositifs et technologies avancés. Il s'appuie sur l'excellence de la recherche en physique, chimie et ingénierie des (nano)matériaux, la modélisation multi-échelle, la caractérisation avancée et la gestion thermique.

Il fait partie du master Sciences de la matière. Les cours du master 1 sont enseignés en français et en anglais. Les étudiantes et étudiants auront la possibilité de réaliser leur projet de recherche dans un environnement international au sein de deux de nos laboratoires de haut niveau : **l'Institut des Matériaux de Nantes Jean Rouxel (IMN) & le Laboratoire d'Ingénierie Thermique et d'Energie (LTEN)** afin de s'entraîner avec des spécialistes sur des instruments de pointe. Pour perfectionner leur anglais en vue du Master 2, les étudiantes et étudiants ont accès à la plateforme LMS (Learning management system) 7speaking qui offre une grande variété de situations d'apprentissage.

OPPORTUNITES DE CARRIERES

L'obtention d'un master ou d'un doctorat dans le cadre de notre programme ouvre de grandes possibilités d'embauche dans les services de recherche et de développement d'entreprises industrielles actives dans de nombreux secteurs, tels que :

- Matériaux
- Energies nouvelles et renouvelables
- Production, conversion et stockage de l'énergie
- Technologies de l'information et de la communication, microélectronique
- Transport/aérospatial.

Vous pourrez devenir :

- Ingénieur·e et cadre en recherche, développement et innovation
- Ingénieur·e et cadre en cabinet de conseil
- Ingénieur·e matériaux
- Chercheur·euse ou enseignant·e-chercheur·euse après un doctorat...

RESPONSABLES DE PROGRAMME AU NIVEAU MASTER 1

Philippe MOREAU

Philippe.Moreau@univ-nantes.fr

Patricia BERTONCINI

Patricia.Bertoncini@univ-nantes.fr

LIEUX D'ENSEIGNEMENT

UFR Sciences et Techniques

Campus Lombarderie

2, rue de la Houssinière

BP 92208

44322 Nantes Cedex 3

APPROCHE PAR COMPETENCES

Les objectifs d'apprentissage de l'ensemble du Master sont formulés comme suit :

1. Formuler une solution à un problème complexe dans le domaine des matériaux fonctionnels, des procédés associés et de l'énergie :
 - ✓ en mobilisant les connaissances théoriques et techniques et les modèles les plus pertinents,
 - ✓ en adoptant une démarche et un raisonnement scientifiques rigoureux,
 - ✓ en se positionnant par rapport à l'état de l'art.
2. Développer l'expérimentation/modélisation en matériaux et énergie :
 - ✓ en utilisant les protocoles validés et/ou ceux trouvés dans la bibliographie,
 - ✓ en mettant en œuvre rigoureusement le protocole expérimental ou de modélisation,
 - ✓ en respectant les bonnes pratiques de laboratoire,
 - ✓ en développant la démarche expérimentale/modélisation pour en assurer la reproductibilité et la fiabilité.
3. Analyser les données recueillies dans le cadre d'une recherche fondamentale ou appliquée :
 - ✓ en choisissant les outils et les représentations graphiques les plus appropriés
 - ✓ en les confrontant de manière critique aux théories actuelles et aux résultats trouvés dans l'étude bibliographique,
 - ✓ en échangeant des informations avec des spécialistes si nécessaire.
4. Intégrer la recherche et le développement dans un environnement professionnel industriel ou académique:
 - ✓ en délivrant un message scientifique structuré, clair et synthétique, tant à l'écrit (article, rapport) qu'à l'oral (réunion d'équipe, conférence), dans sa langue maternelle et en anglais, adapté au public et au contexte,
 - ✓ en respectant les principes d'éthique, de déontologie, de responsabilité environnementale et d'intégrité scientifique,
 - ✓ en développant ses connaissances et ses compétences par une formation continue et une veille permanente,
 - ✓ en participant à l'innovation technologique et/ou à la création de connaissances.

PLANIFICATION DES COURS

De septembre à janvier :	De février à mars :	D'avril à juin/juillet
Cours et travaux pratiques du semestre 1	Cours et travaux pratiques du semestre 2	2 à 4 mois de stage

NB : Les étudiantes et étudiants inscrits dans une université étrangère peuvent effectuer un stage dans l'un de nos laboratoires partenaires à tout moment de l'année, sous réserve des contraintes de leur institution d'origine.

ARCHITECTURE DU PROGRAMME

Le programme du Master 1 est organisé en groupes d'UE :

SEMESTRE 1	SEMESTRE 2
Fondamentaux de physique	X
Elaboration de nanomatériaux I	
Caractérisation des matériaux I	
Propriétés des matériaux et systèmes pour l'énergie	
Préparation à l'insertion professionnelle I	
X	Modélisation I
X	Stage

INTEGRER LE MASTER E-MAT

Comment candidater ?

Les prérequis et différentes procédures d'admission sont détaillées sur la fiche formation du site de Nantes Université :

<https://sciences-techniques.univ-nantes.fr/formations/masters/cursus-master-et-doctorat-materiaux-innovants-et-systemes-energetiques-e-mat-niveau-master>

Bourse

Une bourse d'accueil de 1 500 € est accordée aux étudiantes et étudiants étrangers qui s'inscrivent dans notre cursus.

Les étudiantes et étudiants peuvent également bénéficier d'une bourse mensuelle de 900€ (sous réserve d'éligibilité).

Il est également possible de postuler aux bourses d'excellence G. Eiffel ou à d'autres bourses proposées par les ambassades.

Fondamentaux de physique

UNITÉ D'ENSEIGNEMENT (UE) : PHYSIQUE STATISTIQUE ET MATIÈRE MOLLE (3 ECTS)

Physique statistique

UE de rattachement : Physique statistique et matière molle (3ECTS)	
Nombre d'heures : 16h	
Année/semestre : M1/S1	
Langue d'enseignement : français	
Enseignant référent :	Patricia Bertoncini
Objectifs :	• Connaître la relation entre la physique statistique et la thermodynamique • Savoir faire le calcul des grandeurs thermodynamiques dans les ensembles micro-canonique, canonique et grand canonique
Contenus abordés :	1. Notions et outils de base de la physique statistique 2. Système isolé à l'équilibre – Distribution microcanonique 3. Systèmes en équilibre avec thermostat – Distribution canonique 4. Systèmes en situation grand canonique
Modalités d'enseignement :	Cours et exercices
Bibliographie :	Physique statistique de B. Diu, C. Guthmann, D. Lederer et B. Roulet, édition Hermann Physique statistique des phénomènes élémentaires aux phénomènes collectifs de C. Texier et G. Roux, édition Sciences Sup Dunod Physique statistique cours, exercices et problèmes corrigés de H. T. Diep, édition ellipses
Prérequis :	Unités d'enseignement de base d'une Licence de Physique / Physique-Chimie

Matière molle

UE de rattachement : Physique statistique et matière molle (3ECTS)	
Nombre d'heures : 16h	
Année/semestre : M1/S1	
Langue d'enseignement : anglais	
Enseignant référent :	Patricia Bertoncini
Objectifs :	• Comprendre comment les caractéristiques d'un objet de la matière molle à l'échelle atomique et/ou moléculaire déterminent ses propriétés à l'échelle macroscopique.
Contenus abordés :	1. Introduction à la Physique de la matière molle 2. Interactions intermoléculaires 3. Mesures de force à l'échelle de la molécule / cellule unique 4. Surfaces, interfaces et phénomènes de mouillabilité 5. Applications
Modalités d'enseignement :	Cours et exercices, travail sur articles
Bibliographie :	Intermolecular and surface forces, J. Israelachvili, Academic Press Physique de la matière molle, F. Brochard-Wyart, P. Nassoy et P.-H. Puech, DUNOD Soft Matter Physics ; Editors · Mohamed Daoud, Claudine E. Williams ; DOI · https://doi.org/10.1007/978-3-662-03845-1 ; Publisher · Springer
Prérequis :	Unités d'enseignement de base d'une Licence de Physique / Physique-Chimie

Physique quantique

UE de rattachement : Physique quantique et atomique (5 ECTS)	
Nombre d'heures : 24h	
Année/semestre : M1/S1	Langue d'enseignement : français
Enseignant référent :	Thierry Gousset
Objectifs :	• Déterminer les modifications du spectre en énergie pour des perturbations simples • Connaître le formalisme de la théorie des perturbations dépendantes du temps • Calculer la probabilité de transition pour des perturbations temporelles simples • Savoir faire des calculs dans l'approximation de Born pour des potentiels simples
Contenus abordés :	1. Rappels (oscillateur harmonique quantique, moment cinétique quantique, atome d'hydrogène) 2. Diffusion par un potentiel (amplitude de diffusion, section efficace, approximation de Born) 3. Perturbations stationnaires (premier et second ordres pour des états non dégénérés ; premier ordre pour des états dégénérés) 4. Application à l'étude de la structure fine de l'atome d'hydrogène 5. Perturbations dépendantes du temps (perturbation en échelon ou sinusoïdale, règle d'or de Fermi) 6. Application à l'étude de l'interaction d'un atome avec une onde électromagnétique
Modalités d'enseignement :	Cours magistral et travaux dirigés.
Prérequis :	Mécanique quantique : niveau licence. Transformation de Fourier, analyse dans le plan complexe.

Physique atomique

UE de rattachement : Physique quantique et atomique (5 ECTS)	
Nombre d'heures : 24h	
Année/semestre : M1/S1	Langue d'enseignement : mixte français / anglais
Enseignant référent :	Arezki Mokrani
Objectifs :	• Connaître les approximations permettant d'aborder la structure électronique des atomes. • Comprendre l'implication d'un champ externe (électrique, magnétique) sur la structure électronique d'un atome. • Comprendre les différentes transitions électroniques en présence d'un champ électromagnétique. • Connaître les notations spectroscopiques et leur signification, les ordres de grandeur dans les spectres électroniques, vibrationnels et rotationnels dans une molécule.
Contenus abordés :	Théorie quantique des atomes. Atomes Hydrogénoïdes. Atomes à plusieurs électrons. Magnétisme des atomes Atomes dans un champ externe. Interaction d'un atome avec une onde électromagnétique. Transitions radiatives. Règles de sélection. Structure fine. Termes spectraux. Introduction à la physique moléculaire. Spectres vibrationnels et rotationnels.
Modalités d'enseignement :	Cours-TD Support de cours sur madoc

Elaboration de (nano)matériaux I

UE : SYNTHÈSE CHIMIQUE (3 ECTS)

Chimie de coordination et transitions électroniques

UE de rattachement : Synthèse chimique (3 ECTS)	
Nombre d'heures : 12h	
Année/semestre : M1/S1	
Langue d'enseignement : français	
Enseignant référent :	En cours d'affectation
Objectifs :	A l'issue de ce module, l'étudiant sera en capacité de : • Caractériser une molécule inorganique ou un solide par son spectre d'absorption • Identifier la nature de la transition électronique • Connaître la terminologie associée
Contenus abordés :	1. Théorie du champ cristallin avec corrélation électronique. 2. Transitions électroniques et règles de sélection. 3. Application : caractérisation via les spectres d'absorption UV-visible de différents complexes de métaux de transition.
Modalités d'enseignement :	Cours magistral et travaux dirigés.
Bibliographie :	« Chimie Inorganique », J.E. HUHEEY, E.A. KEITER et R.L. KEITER, De Boeck Université (2000) « Physico-Chimie Inorganique », S.F.A. KETTLE, De Boeck Université (1999) « Advanced Inorganic Chemistry », F.A. COTTON, G. WILKINSON, C.A. MURILLO, Wiley (1999) « Chemistry of the elements », second edition, N.N. GREENWOOD et A. EARNSHAW, Pergamon Press (1997) « Structure électronique des éléments de transition », O. KAHN, PUF (1977)
Prérequis :	Mécanique quantique : niveau licence. Transformation de Fourier, analyse dans le plan complexe.

Condensation inorganique en solution aqueuse

UE de rattachement : Synthèse chimique (3 ECTS)	
Nombre d'heures : 8h	
Année/semestre : M1/S1	
Langue d'enseignement : mixte français / anglais	
Enseignant référent :	Rémi Dessapt
Objectifs :	• Etablir les réactions d'hydrolyse et de neutralisation de complexes d'ions métalliques en solution aqueuse • Appliquer le modèle des charges partielles à un complexe d'ion métallique en solution aqueuse pour déterminer son électronégativité moyenne, ainsi que les charges portées par les différents atomes (ou groupements d'atomes) dans la molécule • Prévoir à partir des charges partielles des atomes la stabilité d'un complexe vis-à-vis des réactions de condensation et de précipitation en solution aqueuse • Etablir une filiation structurale entre la ou les espèces condensées et le précurseur monomérique en solution aqueuse • Identifier la nature des réactions mises en jeu lors de la condensation des cations métalliques
Contenus abordés :	1.Introduction 2. Les cations métalliques en solutions aqueuses

	3. Le modèle des charges partielles 4. Condensation et précipitation des cations métalliques en solution aqueuse
Modalités d'enseignement :	Cours, travaux dirigés et travaux pratiques

Introduction à la chimie moléculaire inorganique

UE de rattachement : Synthèse chimique (3 ECTS)	
Nombre d'heures : 8h	
Année/semestre : M1/S1	Langue d'enseignement : français
Enseignant référent :	Hélène Serier-Brault
Objectifs :	L'objectif de cet enseignement est d'acquérir des notions de bases sur les complexes métalliques.
Contenus abordés :	A : Présentation des complexes des métaux de transition B : Le modèle du champ cristallin C : Stabilité des complexes des métaux de transition
Modalités d'enseignement :	Cours-TD

UE : PROCEDES D'ELABORATION DE MATERIAUX (3 ECTS)

Couches minces

UE de rattachement : Procédés d'élaboration des matériaux (3 ECTS)	
Nombre d'heures : 16h	
Année/semestre : M1/S2	Langue d'enseignement : mixte français / anglais
Enseignant référent :	Jérémy Barbé
Objectifs :	- Comprendre les principaux domaines d'application et les techniques de dépôt de couches minces, les mécanismes de surface - Choisir une technique de dépôt de couches minces en fonction d'une application donnée. - Évaluer le flux d'atomes évaporés ou pulvérisés et être capable d'estimer le taux de dépôt et le taux de contamination par les gaz résiduels
Contenus abordés :	Principaux domaines d'application des couches minces Panorama des techniques de dépôt de couches minces. Mécanismes de surface conduisant à la croissance d'une couche mince Principe de la pulvérisation cathodique, de l'évaporation thermique, du dépôt chimique en phase vapeur et des techniques de dépôt atmosphérique.
Modalités d'enseignement :	Une évaluation : DS
Bibliographie :	Thin films - R.A. Powell, S.M. Rossnagel - Academic Press
Prérequis :	Notions de thermodynamique : Distribution de Maxwell-Boltzman, loi de Clapeyron - Pression de vapeur saturante - Notion de cristallographie : Réseau cristallin de Bravais

UE de rattachement : Procédés d'élaboration de matériaux (3 ECTS)	
Nombre d'heures : 20h	
Année/semestre : M1-S2	
Langue d'enseignement : français	
Enseignant référent :	Philippe Poizot
Objectifs :	Cette EC vise à introduire différentes voies de synthèses courantes (chimiques et électrochimiques) pour l'élaboration de matériaux inorganiques et hybrides organiques-inorganiques. A l'issue de cet enseignement, l'étudiant sera capable de : • Maîtriser la terminologie afférente aux différents procédés de synthèse • Proposer des stratégies d'élaboration de matériaux sur la base d'une approche raisonnée (recours à des connaissances en thermodynamique, en cinétique et en électrochimie) • Appréhender la relation entre la structuration d'un matériau (taille, morphologie, dispersité) et la voie de synthèse mise en jeu pour le concevoir.
Contenus abordés :	1. Synthèses par voie solide (voie céramique) : choix et mise en forme des réactifs, contrôle de l'atmosphère, trempe, phénomène de croissance cristalline, frittage, broyage et notion de mécanosynthèse. 2. Chimie douce : après une présentation des paramètres cruciaux contrôlant la précipitation de solides inorganiques (solvant, pH, température, précurseurs, réactions de condensation, nucléation, croissance, « template » ...), différents procédés de synthèse seront abordés (synthèse par décomposition de complexes de coordination, le procédé Pechini, synthèse solvothermale, synthèse polyol, synthèse par intercalation, synthèse par voie sol-gel, processus d'auto-assemblage).
Modalités d'enseignement :	Cours et travaux dirigés en présentiel

Caractérisation des matériaux I

UE : CARACTERISATION DES MATERIAUX I (6 ECTS)

Acquisition et traitement du signal

UE de rattachement : Caractérisation des matériaux I (6 ECTS)	
Nombre d'heures : 20h	
Année/semestre : M1 / S1	
Langue d'enseignement : français	
Enseignant référent :	Clément HUNEAU
Objectifs :	• Comprendre : les opérations sur les signaux, la notion de couleur de bruit, les caractéristiques des filtres analogiques, la notion de filtre spatial • Prédire qualitativement le spectre d'un signal (1D) ou d'une image (2D) • Calculer numériquement des transformées de Fourier • Prédire et éviter le repliement spectral • Utiliser un filtre numérique • Charger, représenter et traiter des signaux en langage matlab
Contenus abordés :	1 - Des signaux 2 - Des spectres 3 - Des filtres
Modalités d'enseignement :	CM / TD / TP
Prérequis :	Calcul intégral Base de programmation

Physique expérimentale

UE de rattachement : Caractérisation des matériaux I (6 ECTS)	
Nombre d'heures : 15h	
Année/semestre : M1 / S1	
Langue d'enseignement : mixte français / anglais	
Enseignant référent :	Patricia Bertoncini
Objectifs :	• Mettre en œuvre une démarche expérimentale : suivre un protocole de mesure, analyser des données expérimentales, comparer avec un modèle, interpréter les résultats, élaborer une synthèse. • Prendre connaissance et appliquer les consignes de sécurité. • Rédiger clairement un compte-rendu scientifique en respectant les conventions et les règles spécifiques de la discipline. • Travailler de manière autonome et en équipe.
Contenus abordés :	Diverses expériences sont proposées permettant d'approfondir les connaissances et la compréhension de certains aspects de la physique du solide et de la physique atomique et moléculaire.
Modalités d'enseignement :	Travaux pratiques en binômes / évaluation individuelle
Bibliographie :	Divers documents décrivant les appareils, les expériences à faire, les notions essentielles abordées.
Prérequis :	Unités d'enseignement de base d'une Licence de Physique / Physique-Chimie

Application de la théorie des groupes

UE de rattachement : Caractérisation des matériaux I (6 ECTS)	
Nombre d'heures : 12h	
Année/semestre : M1/S1	
Langue d'enseignement : français	
Enseignant référent :	Aurelian Popa
Objectifs :	• Connaître les concepts de la symétrie (éléments et opérations) • Identifier le Groupe ponctuel d'un composé chimique • Manipuler la projection stéréographique d'un groupe ponctuel • Trouver les représentations avec différents objets physiques (atomiques, liaisons chimiques) ; manipuler les matrices représentatives • Pouvoir réduire une représentation en représentations irréductibles du groupe ponctuel • Trouver les Combinaisons Linéaires Adaptées à la Symétrie (CLAS) • Manipuler l'Opérateur Projection et la procédure d'orthogonalisation de Gram-Schmidt • Définir et identifier les modes de vibration d'une molécule • Construire et interpréter un diagramme d'Orbitales Moléculaires
Contenus abordés :	Opérations et éléments de symétrie Groupe ponctuels (définition, classification, identification) Projection stéréographique d'un groupe ponctuel Représentations non dégénérées, représentations matricielles, représentations dégénérées, réduction en RI Somme directe, Produit direct, Opérateur projection, Combinaisons Linéaires Adaptées à la Symétrie (CLAS), Orthogonalisation des bases de vecteurs Applications de la théorie des groupes aux vibrations moléculaires (IR, RAMAN) et aux liaisons chimiques (Orbitales Moléculaires)
Modalités d'enseignement :	Cours et travaux dirigés

Cristallographie et diffraction des rayons X

UE de rattachement : Caractérisation des matériaux I (6 ECTS)	
Nombre d'heures : 20h	
Année/semestre : M1/S1	
Langue d'enseignement : français	
Enseignant référent :	Olivier Hernandez
Objectifs :	• Manipuler les opérations de symétrie en utilisant la notation matricielle • Décrire la structure d'un solide avec le formalisme des groupes d'espace • Utiliser l'espace réciproque pour interpréter le phénomène de diffraction par un cristal • Déterminer la contribution du réseau et du motif sur le cliché de diffraction • Connaître les étapes de la résolution structurale à partir d'un cliché de diffraction d'un monocristal
Contenus abordés :	Cristallographie : Réseaux direct / réciproque - Notation de Seitz des opérations de symétrie - Utilisation des groupes d'espace Diffraction des rayons X : Utilisation de la construction d'Ewald - Applications de la loi de Bragg Facteur de structure et facteur de forme d'un cristal - Conditions d'extinctions systématiques - Méthodes expérimentales - Application de la résolution structurale <i>ab-initio</i> sur monocristal
Modalités d'enseignement :	Cours et travaux dirigés, en présentiel et distanciel

Spectroscopies optiques et vibrationnelles

UE de rattachement : Caractérisation des matériaux II (4 ECTS)	
Nombre d'heures : 23.30h	
Année/semestre : M1/S2	Langue d'enseignement : français
Enseignant référent :	Maxime Bayle
Objectifs :	• Décrire formellement une vibration dans une molécule et un solide, • Expliquer le concept de fréquence propre de vibration, • Utiliser les techniques expérimentales d'absorption infrarouge et de diffusion Raman permettant • d'exciter ces vibrations et de les analyser, • Utiliser ses connaissances en théorie des groupes pour dénombrer les modes de vibration de molécules et de cristaux, et d'anticiper leur activité infrarouge et Raman. • Décrire le fonctionnement de différents lasers.
Contenus abordés :	Fondamentaux de la spectroscopie vibrationnelle 1. Dynamique moléculaire et cristalline 2. Interactions lumière-matière 3. Spectroscopies Infrarouge et Raman Introduction aux lasers 1. Historique et mécanismes mis en jeu 2. Types de laser et classification 3. Fonctionnement de plusieurs lasers (gaz, solide, semiconducteurs) Théorie des groupes appliquée à la spectroscopie optique 1. Groupes et opérations de symétrie 2. Tables de caractères 3. Représentation des mouvements atomiques 4. Introduction à l'étude de cristaux
Modalités d'enseignement :	Cours, travaux dirigés et travaux pratiques

Spectroscopie d'impédance

UE de rattachement : Caractérisation des matériaux II (4 ECTS)	
Nombre d'heures : 16h	
Année/semestre : M1/S2	
Langue d'enseignement : mixte français / anglais	
Enseignant référent :	Caroline Borderon
Objectifs :	• Identifier et formuler les propriétés de filtres • Identifier et différencier les propriétés physiques associées au diagramme d'Argand • (spectroscopie d'impédance).
Contenus abordés :	Nous étudions les fonctions de transfert de filtres de différents ordres (diagramme de Bode en Gain et en phase). Une analogie entre les circuits électriques et les caractéristiques physiques des matériaux sera ensuite effectuée. 1. Filtre du 1er ordre et du 2nd ordre. Fonction de transfert et diagramme de Bode 2. Spectroscopie d'impédance. Diagramme d'Argand. Modélisation des matériaux par des circuits électriques simples. Modèle de Debye. Modèle de Cole-Cole et Davidson-Cole.
Modalités d'enseignement :	Cours et travail personnel : synthèses, exercices et problèmes.
Bibliographie :	1. R. MacDonald, "Impedance spectroscopy, Theory, Experiment and Application", Wiley (2005). 2. R. Coelho, B. Aladenize, « Les diélectriques, propriétés diélectriques des matériaux isolants », Traité des nouvelles technologies Série matériaux, Hermes (1993).

Cristallographie et DRX2

UE de rattachement : Caractérisation des matériaux II (4 ECTS)	
Nombre d'heures : 4h	
Année/semestre : M1 S2	
Langue d'enseignement : français	
Enseignant référent :	Hélène Serier-Brault
Objectifs :	• Réaliser des exercices pratiques liés à la diffraction des rayons X sur poudre.
Contenus abordés :	- Indexation d'un diagramme - Affinement des paramètres de maille - Modélisation d'un diagramme de diffraction de poudre
Modalités d'enseignement :	Travail en binômes en salle informatique.
Prérequis :	Les prérequis sont les objectifs de l'UE M1 E-MAT - Cristallographie et diffraction des rayons X

Propriétés des matériaux et systèmes pour l'énergie

UE : PROPRIETES DES MATERIAUX I (4 ECTS)

Physique des solides

UE de rattachement : Propriétés des matériaux I (4 ECTS)	
Nombre d'heures : 32h	
Année/semestre : M1, semestre 1	
Langue d'enseignement : Français	
Enseignant référent :	Jean-Luc Duvail
Objectifs :	• Connaître, comprendre et savoir appliquer les notions fondamentales sur les propriétés physiques des matériaux cristallins ainsi que la corrélation entre structure cristalline, structure électronique ou phononique et les propriétés électriques, optiques et thermiques, voire mécaniques. <i>Ces propriétés sont les fonctions exploitées dans les dispositifs et systèmes de multiples domaines applicatifs. Il s'agit du socle pour l'ensemble des modules en lien avec les matériaux fonctionnels et l'énergie à un niveau plus avancé en M1 et M2.</i>
Contenus abordés :	Introduction et rappels : Structures cristallines – Réseaux réciproques Partie A : Structure vibronique, phonons et propriétés associées 1. Vibrations et phonons dans les solides 2. Propriétés thermiques dues aux phonons 3. Propriétés optiques en lien avec les phonons Partie B : Structure électronique et propriétés associées 1. Gaz des électrons libres de Fermi – Propriétés des métaux 2. Electrons quasi-libres – Bandes d'énergie – Propriétés des métaux de transition 3. Semi-conducteurs, isolants et semi-métaux Partie C : Jonction pn et contact métal/semi-conducteur : vers les composants électroniques 1. Semi-conducteurs hors équilibre 2. Jonction pn 3. Contact métal/semi-conducteur
Modalités d'enseignement :	Pédagogie inversée : préparation du cours en autonomie. En classe : discussion sur les notions importantes ; exercices applicatifs.
Bibliographie :	C. R. Kittel, Introduction to solid-state physics 8 th ed. ISBN: 978-1-119-45416-8 N. Ashcroft, N. D. Mermin, Solid state physics ISBN: 0-03-083993-9
Prérequis :	Electromagnétisme - Mécanique du point - Thermodynamique - Physique statistique - Physique quantique

Structure électronique des solides

UE de rattachement : Propriétés des matériaux I (4 ECTS)	
Nombre d'heures : 12h	
Année/semestre : M1/S1	
Langue d'enseignement : mixte français / anglais	
Enseignant référent :	Jean Le Bideau
Objectifs :	• Interpréter qualitativement un diagramme de structure électronique d'un solide. • Appréhender les effets possibles d'anisotropies de structures cristallographiques ou de structures électroniques.
Contenus abordés :	1. Rappels - Généralités 2. Description structurale 3. La structure électronique des solides

	Des exemples concrets : TiS_2 et TiO_2 , graphite et diamant : structures cristallographiques, structures électroniques, propriétés.
Modalités d'enseignement :	Cours et travaux dirigés. Analyses de document en distanciel asynchrone
Bibliographie :	Introduction à la physique des solides - C. Kittel Introduction à la chimie du solide - L. Smart & E. Moore Basic solid state chemistry - A. R. West Electronic structure of solids - E. Canadell, M.-L. Doublet, C. Iung

UE : TRANSFERT THERMIQUE ET TRANSFERT ELECTROCHIMIQUE DE CHARGES (5 ECTS)

Electrochimie niveau 1

UE de rattachement : Transfert thermique et transfert électrochimique de charges (5 ECTS)	
Nombre d'heures : 12h	
Année/semestre : M1-S1	Langue d'enseignement : Français
Enseignant référent :	Mohammed Boujtita
Objectifs :	Cet enseignement a pour objectif de renforcer les concepts de base pour aborder les réactions de transferts de charge à l'interface électrode/solution et les phénomènes de transport de matière dans l'électrolyte. A l'issue de cet enseignement, l'étudiant devra être capable de : • Maîtriser les différents aspects d'une réaction électrochimique • Prévoir l'influence de la solution électrolytique et du matériau d'électrode sur le comportement électrochimique d'une espèce électroactive
Contenus abordés :	1. Processus électrochimique, notions de potentiel et courant 2. Réactions de transfert d'électrons à l'interface électrode/solution électrolytique 3. Loi de Butler-Volmer, loi empirique de Tafel, détermination des paramètres cinétiques (α et k^0) d'une réaction électrochimique 4. Transport de matière : diffusion, convection et migration 5. Techniques ampérométriques à potentiel contrôlé, voltampérométrie cyclique en régime convectif et régime de diffusion, chronoampérométrie et chronocoulométrie.
Modalités d'enseignement :	Cours et travaux dirigés en présentiel
Bibliographie :	Electrochemical Methods: Fundamentals and Applications, J. Allen Bard / Larry R. Faulkner
Prérequis :	Electrocinétique, oxydoréduction en solution aqueuse, pile galvanique

Electrochimie niveau 2

UE de rattachement : Transfert thermique et transfert électrochimique de charges (5 ECTS)	
Nombre d'heures : 18h	
Année/semestre : M1-S1	Langue d'enseignement : Français
Enseignant référent :	Philippe Poizot
Objectifs :	Cet enseignement vise à approfondir les concepts de base de l'électrochimie en introduisant les générateurs électrochimiques, la réactivité électrochimique à l'état solide, ainsi que des techniques avancées en électrochimie analytique. A l'issue de cet enseignement, l'étudiant devra être capable de : • Décrire les principaux générateurs électrochimiques et leur mode de fonctionnement

	• Identifier les critères de performance électrique des piles et accumulateurs courants • Proposer un protocole pour analyser un échantillon complexe et reconnaître les processus chimiques et électrochimiques impliqués
Contenus abordés :	Partie : Générateurs électrochimiques 1. Contexte énergétique 2. Des réactions redox aux réactions électrochimiques 3. Aspect thermodynamique – force électromotrice à l'équilibre ($I=0$) 4. Aspect cinétique – force électromotrice hors équilibre ($I \neq 0$) 5. Grandeurs caractéristiques 6. L'insertion (intercalation) électrochimique 7. Géométries de cellules et de batteries 8. Caractérisations électrochimiques de cellules 9. Exemples de systèmes non rechargeables (piles) 10. Exemples de systèmes rechargeables (accumulateurs –batteries) Partie : Cinétique électrochimique et analytique 1. Electrochimie analytique des milieux complexes 2. Mécanismes EC', ECE, ECEC 3. Techniques électrochimiques avancées (Méthodes impulsionnelles)
Modalités d'enseignement :	Cours et travaux dirigés en présentiel et Formation pratique (TP en présentiel)
Prérequis :	Electrochimie niveau 1

Transfert thermique / Engineering heat transfer

UE de rattachement : Transfert thermique et transfert électrochimique de charges (5 ECTS)	
Nombre d'heures : 24h	
Année/semestre : M1-S1	Langue d'enseignement : Anglais
Enseignant référent :	Xavier PY
Objectifs :	• Connaître et formaliser les mécanismes fondamentaux de transferts thermiques • Connaître les propriétés clés des matériaux en transferts thermiques sont connues • Identifier les mécanismes de transferts thermiques impliqués dans un système, décrire leur couplage et quantifier leurs contributions • Etablir les bilans thermiques des systèmes en régime permanent et transitoire
Contenus abordés :	L'enseignement de thermique a pour objet de maîtriser les différents mécanismes fondamentaux de transferts thermiques (conduction, convection, rayonnement) ainsi que leurs couplages éventuels, en système monophasique ou polyphasique, avec ou sans changement d'état ou réaction chimique, d'établir des bilans thermiques en régime permanent comme en régime transitoire. Les travaux dirigés sont autant d'illustrations de ces transferts appliqués à différents types de matériaux (homogènes, hétérogènes, composites, anisotropes...) au sein de procédés énergétiques (notamment énergies renouvelables).
Modalités d'enseignement :	Cours et travaux dirigés en présentiel
Bibliographie :	Fundamentals of Heat and Mass Transfer. Theodore L. Bergman, Adrienne S. Lavine, Frank P. Incropera, David P. DeWitt, Wiley, 2016, ISBN : 1118989171, 9781118989173.

Propriétés des matériaux II

UE de rattachement : Propriétés des matériaux II (3 ECTS)	
Nombre d'heures : 21.30h	
Année/semestre : M1/S2	Langue d'enseignement : mixte français / anglais
Enseignant référent :	Benoît GUIFFARD
Objectifs :	<u>Partie Propriétés diélectriques</u> • Connaître l'origine des différents mécanismes de polarisation, les modéliser et relier ces mécanismes aux processus de résonance et de relaxation • Comprendre le couplage entre une onde électromagnétique et la polarisation • Connaître la relation de Lyddane Sachs Teller, l'importance de la notion de polaron • Comprendre l'origine des propriétés piézoélectriques et pyroélectriques • Comprendre la ferroélectricité : origine, l'organisation en domaines, mur de domaines • Connaître les notions de champ coercitif, de polarisation rémanente • Connaître quelques applications des propriétés des diélectriques <u>Partie Propriétés magnétiques</u> • Reconnaître un matériau paramagnétique, diamagnétique ou ferromagnétique à partir de mesures de cycles d'aimantation $M(H)$ • Connaître les ordres de grandeur des principales grandeurs magnétiques pour les métaux ferromagnétiques : susceptibilité, aimantation, champs coercitif/à saturation • Expliquer les mécanismes responsables des diverses formes de magnétisme • Expliciter l'origine du ferromagnétisme itinérant, de la notion de matériau magnétique doux/dur en lien les anisotropies magnétiques • Expliquer l'effet de la température sur le comportement magnétique d'un matériau • Identifier si un matériau est supraconducteur • Expliciter le lien propriété - fonction d'usage <u>Partie Matériaux piezo/flexo-électriques : propriétés et applications</u> • Connaître les différents mécanismes de couplage électromécanique, les différentes familles de matériaux piézo-électriques et les dispositifs classiques les intégrant • Manipuler les équations constitutives macroscopiques de la piézo- et flexo-électricité • Connaître les figures de mérite pour les applications capteur/actionneur • Déterminer les coefficients piezo- et flexo-électrique à partir des caractéristiques des dispositifs et inversement
Contenus abordés :	<u>Partie Propriétés diélectriques</u> 1. Mécanismes de polarisation – Relaxation diélectrique. 2. Propriétés optiques des diélectriques. 3. Transport dans les milieux isolants. 4. Piézoélectricité, pyroélectricité. 5. Matériaux ferroélectriques. <u>Partie Propriétés magnétiques</u> 1. Rappels des états magnétiques de la matière 2. Métaux ferromagnétiques 3. Oxydes magnétiques 4. Introduction aux matériaux supraconducteurs <u>Partie matériaux piezo/flexo-électriques : propriétés et applications</u> 1 - Propriétés des matériaux piézoélectriques. Type et applications 2 - Les transducteurs piézoélectriques en régime statique ou quasi-statique 3. Flexoélectricité
Modalités d'enseignement :	Cours et travaux dirigés

Modélisation

UE : MODELISATION (5 ECTS)

Description semi-classique des interactions atomiques

UE de rattachement : Modélisation (5 ECTS)	
Nombre d'heures : 15 h	
Année/semestre : M1/S2	Langue d'enseignement : mixte français / anglais
Enseignant référent :	Yann Claveau
Objectifs :	- Savoir mettre en œuvre une étude d'un fluide par dynamique moléculaire : de la création du système à l'analyse des trajectoires pour en déduire les propriétés du fluide - Modéliser des phénomènes physiques par la méthode Monté-Carlo cinétique
Contenus abordés :	Interactions semi-classiques intra et intermoléculaires Dynamique moléculaire Monté-Carlo cinétique Ensembles thermodynamiques LAMMPS Python Calcul parallèle
Modalités d'enseignement :	Cours / TP en salle informatique Evaluation sur 1 TP et 1 projet En fonction du projet choisi, le travail peut être ensuite publié.
Bibliographie :	Computer simulation of liquids – Tildesley Statistical mechanics : theory and molecular simulation – Tuckerman – Computer Simulation Using Particles – RW Hockney & JW Eastwood – Adam Hilger Handbook of Monte-Carlo Methods – Dirk P. Kroese, Thomas Taimre, Zdravko I. Botev, - Wiley
Prérequis :	Base en programmation python (calcul scientifique de base + utilisation de fonctions), Linux, bases de thermodynamique

Analyse de données

UE de rattachement : Modélisation (5 ECTS)	
Nombre d'heures : 5.30h	
Année/semestre : M1/S2	Langue d'enseignement : français
Enseignant référent :	Clément Huneau
Objectifs :	- Comprendre les distributions de probabilités multivariées et la notion de covariance - Comprendre le concept d'estimateur, et de compromis biais-variance - Modéliser et résoudre des problèmes classiques d'analyse de données
Contenus abordés :	1/ Signal/Vecteur aléatoire 2/ Modèle d'observation linéaire 3/ Estimation paramétrique (ajustement) 4/ Classification
Modalités d'enseignement :	Cours interactif et illustré et travaux pratiques
Bibliographie :	Candelpergher, Bernard. 2013. <i>Théorie des probabilités. Une introduction élémentaire</i> . Mathématiques en devenir. Paris: Calvage et Mounet.

Modélisation physique et multi-échelle

UE de rattachement : Modélisation (5 ECTS)	
Nombre d'heures : 18 h	
Année/semestre : M1 / S2	Langue d'enseignement : mixte français / anglais
Enseignant référent :	Stéphane Cuenot
Objectifs :	A l'issue de ce cours, l'étudiant(e) sera capable de : • Maîtriser les étapes de modélisation d'un problème physique • Maîtriser la convergence d'une solution numérique en fonction du maillage • Connaître les différentes étapes de modélisation d'un problème physique
Contenus abordés :	Les problèmes physiques abordés couvriront principalement les domaines de la mécanique des solides, des transferts de chaleur, de la mécanique des fluides, de l'électromagnétisme et des transports d'espèces diluées ... 1. Introduction à la résolution numérique par éléments finis 2. Modélisation en 2D et 3D de problèmes physiques simples et complexes 3. Etapes de résolution : dessin, conditions limites, maillage, solveur, post-traitement, analyse 4. Contrôle du maillage, convergence de la solution numérique, relation maillage-temps de calcul 5. Optimisation du maillage pour un problème et une pièce donnée 6. Choix de l'étude numérique (stationnaire, transitoire, paramétrique, fréquentielle ...) et du solveur adapté 7. Post-traitement des résultats numériques
Modalités d'enseignement :	Cours, travaux dirigés et pratiques puis micro-projet de modélisation en binôme (6h)

Problème inversé

UE de rattachement : Modélisation (5 ECTS)	
Nombre d'heures : 9.30h	
Année/semestre : M1/S2	Langue d'enseignement : mixte français / anglais
Enseignant référent :	Clément Huneau
Objectifs :	• Comprendre les problèmes mal posés et la nécessité de régulariser • Utiliser un algorithme pour optimiser un critère d'estimation • Régulariser le critère d'un problème inverse par l'information a priori
Contenus abordés :	1/ Introduction Modèle direct/inverse Séparation de sources, Tomographie, Déconvolution Caractérisation ou cartographie ? 2/ Problèmes mal posés Conditionnement Propagation d'erreur 3/ Régularisation Compromis Biais/Variance Quadratique Parcimonieuse
Modalités d'enseignement :	Cours interactif et illustré et travaux pratiques
Bibliographie :	Idier Jérôme. 2001. Approche bayésienne pour les problèmes inverses. Hermes Science Publications. IC2 Signal et Image. Lavoisier.

Préparation à l'insertion professionnelle

UE : PREPARATION A L'INSERTION PROFESSIONNELLE I (4 ECTS)

Fondement des organisations

UE de rattachement : Préparation à l'insertion professionnelle I (4ECTS)	
Nombre d'heures : 16h	
Année/semestre : M1/S1	Langue d'enseignement : mixte français / anglais
Enseignant référent :	Mathias Guérineau
Objectifs :	• Décrire une organisation • Repérer un problème organisationnel • Porter un regard réflexif et critique sur le monde des organisations
Contenus abordés :	Introduction aux enjeux managériaux et économiques des organisations permettant de comprendre et définir ce qu'est un problème organisationnel. Les étudiantes et étudiants développeront des bases théoriques et pratiques permettant de comprendre la variété des organisations, mais aussi les grands principes qui les constituent. Nous aborderons aussi les grands enjeux de l'organisation contemporaine en lien avec plusieurs dimensions organisationnelles : culture, pouvoir, modes de prises de décisions, places et rôles des incitations et des instruments de gestion, stratégie. Des exemples, lectures d'articles (presse, recherche, magazines spécialisés) et études de cas (papier, film, série) permettront d'aborder ces différents thèmes.
Modalités d'enseignement :	<i>Théorie des Organisations</i> (A. Desreumaux), Editions EMS: 2015 (3eme ed) <i>Organization Theory: Challenges and perspectives</i> . Mc Aulay et al. (2007) Pearson <i>Mintzberg on management : inside our strange world of organizations</i> (H. Mintzberg), [Le management; <i>Voyage au centre des organisations</i> , Free Press [Eyrolles Ed. d'Organisation]

Projet expérimental 1

UE de rattachement : Préparation à l'insertion professionnelle I (4ECTS)	
Nombre d'heures : 20 h	
Année/semestre : M1S1	Langue d'enseignement : français
Enseignant référent :	Jean-Luc Duvail, Philippe Poizot
Objectifs :	• Connaître la démarche et quelques outils appropriés pour effectuer une recherche bibliographique dans le domaine de la physique et la chimie • Connaître les grands principes de l'intégrité scientifique et la notion de plagiat • S'approprier les attendus d'un rapport scientifique et d'un support de présentation orale
Contenus abordés :	1. <u>Recherche et gestion de l'information scientifique et technologique</u> Du cahier de laboratoire aux publications, au dépôt de brevet Formation à l'interrogation et au bon usage des bases de données spécialisées (Scifinder, ScienceDirect, GoogleScholar,...) Usage d'un outil de gestion de l'IST (Zotero) 2. <u>Communication scientifique</u> Grands principes de l'intégrité scientifique et notion de plagiat ; découverte du logiciel Compilatio Règles et principes pour la mise en forme d'un document scientifique Conception et présentation orale d'une communication scientifique
Modalités d'enseignement :	Combinaison de cours magistral, travail préparatoire personnel, mise en pratique en classe (sur rapports de stage de L3) et sur ordinateur.

	Evaluation : Rapport bibliographique en anglais
Bibliographie :	Intégrité scientifique – Charte anti-plagiat de Nantes Université : https://www.univ-nantes.fr/recherche-et-innovation/laboratoires/lintegrite-scientifique-un-engagement-de-luniversite-de-nantes

Ecole thématique

UE de rattachement : Préparation à l'insertion professionnelle I (4ECTS)	
Nombre d'heures : sans objet	
Année/semestre : M1/S1	Langue d'enseignement : français
Enseignant référent :	Jean-Luc Duval, Philippe Poizot, Xavier Py
Objectifs :	- Gérer l'organisation de la ou les journées concernées par l'évènement. - Développer des compétences de savoir-être au contact de professionnels du laboratoire - Développer sa capacité à travailler en autonomie
Contenus abordés :	Thématiques variables
Modalités d'enseignement :	Projet évènementiel

UE : PREPARATION A L'INSERTION PROFESSIONNELLE II (6 ECTS)

Risques chimiques

UE de rattachement : Préparation à l'insertion professionnelle II (6 ECTS)	
Nombre d'heures : 4h	
Année/semestre : M1/S2	Langue d'enseignement : français
Enseignant référent :	Virginie Blot
Objectifs :	- Identifier les risques santé & sécurité auxquels il sera confronté dans sa vie professionnel, - Identifier les moyens de prévention des risques auxquels il/elle sera confronté-e dans sa vie professionnelle.
Contenus abordés :	Cette intervention sensibilise les étudiantes et étudiants à la gestion des risques en santé et sécurité en laboratoire de chimie ou plus généralement au sein de leur future activité professionnelle. Elle devrait également les aider à valider le module d'auto-formation NEO du CNRS, obligatoire pour tous les nouveaux entrants dans un laboratoire de recherche du CNRS.
Modalités d'enseignement :	Le distanciel proposera aux étudiantes et étudiants de suivre la e-formation de l'INRS concernant les risques chimiques " Acquérir les notions de base sur les produits chimiques". Le présentiel introduira la prévention des risques auxquels seront confrontés les étudiantes et étudiants dans leur future vie professionnelle.

Initiation au management de projet

UE de rattachement : Préparation à l'insertion professionnelle II (6 ECTS)	
Nombre d'heures : 8h	
Année/semestre : M1/S2	Langue d'enseignement : mixte français / anglais
Enseignant référent :	Mathias Guérineau
Objectifs :	• Décrire une organisation • Repérer un problème organisationnel • Porter un regard réflexif et critique sur le monde des organisations • Décrire un projet • Organiser un projet • Définir et mettre en œuvre des pratiques de management
Contenus abordés :	Les étudiants auront deux éléments introductifs, l'un centré sur la théorie des organisations et l'autre le management de projet : <u>I1 orga</u> Introduction aux enjeux managériaux et économiques des organisations permettant de comprendre et définir ce qu'est un problème organisationnel. Bases théoriques et pratiques permettant de comprendre la variété des organisations, mais aussi les grands principes qui les constituent. Grands enjeux de l'organisation contemporaine en lien avec plusieurs dimensions organisationnelles : culture, pouvoir, modes de prises de décisions, places et rôles des incitations et des instruments de gestion, stratégie. <u>I2 projet</u> Initiation au management de projet : définitions du management de projet, présentation des spécificités de l'activité projet au sein des organisations, principes fondamentaux du management de projet : définir les objectifs, planifier les tâches, communiquer en interne et en externe, etc.
Modalités d'enseignement :	<i>Présentielle (CM) : lecture d'articles, études de cas, etc), projet de groupe</i>
Bibliographie :	<i>Théorie des Organisations (A. Desreumaux), Editions EMS: 2015 (3eme ed)</i> <i>Organization Theory: Challenges and perspectives. Mc Aulay et al. (2007) Pearson</i> <i>Mintzberg on management: inside our strange world of organizations (H. Mintzberg), [Le management; Voyage au centre des organisations, Free Press [Eyrolles Ed. d'Organisation] 1989 [1998]</i> <i>Management de projet, Garel, G. (2011).. La découverte collection Repères,</i> <i>Antimanuel de management de projet : composer avec les incertitudes, Thomas Reverdy, 2021, Dunod</i> <i>Pratiques de management de projet ; 46 outils et techniques pour prendre la bonne décision, Vincent Drecq, 2020, Dunod</i>

Projet expérimental 2

UE de rattachement : Préparation à l'insertion professionnelle II (6 ECTS)	
Nombre d'heures : sans objet	
Année/semestre : M1S1	Langue d'enseignement : Français
Enseignant référent :	Jean-Luc Duvail, Philippe Poizot
Objectifs :	• Intégrer une activité de recherche ou de R&D • Gérer un projet en respectant un calendrier et des échéances intermédiaires. • Développer des compétences de savoir-être au contact des professionnels du laboratoire • Mettre en pratique les notions abordées dans l'EC Projet expérimental 1 • Mettre en œuvre des expériences adaptées pour répondre à un questionnement

	• Utiliser des équipements de laboratoire après une période de formation • Développer sa capacité à travailler en autonomie
Contenus abordés :	En monôme ou binôme, de janvier à mars, chaque étudiant-e intègre un projet de recherche sous la supervision d'un chercheur/enseignant-chercheur. Il/Elle découvre un domaine de recherche ou R&D, mobilise les notions vues dans son cursus universitaire, en particulier au niveau M1, appréhende des techniques et équipements de recherche pour élaborer un (nano, micro)matériau et le caractériser. Il/Elle doit consigner l'ensemble de ses études (cahier de laboratoire) pour établir un compte-rendu hebdomadaire qu'il soumet à son responsable. Il/Elle propose une analyse des résultats obtenus, en s'appuyant le cas échéant sur des articles ou rapports antérieurs. Il/Elle doit établir un rétroplanning et un plan détaillé du support de présentation orale qu'il soumet à son superviseur dans le respect du cahier des charges et des livrables. Cette présentation doit comporter une partie sur le contexte de la thématique et de l'activité de l'équipe, puis une synthèse avec analyse des résultats obtenus. La soutenance orale est effectuée en anglais.
Modalités d'enseignement :	Enseignement par projet – immersion dans un laboratoire de recherche – intégration d'un projet de recherche expérimental
Bibliographie :	Intégrité scientifique – Charte anti-plagiat de Nantes Université : https://www.univ-nantes.fr/recherche-et-innovation/laboratoires/lintegrite-scientifique-un-engagement-de-luniversite-de-nantes

Le stage joue un rôle important dans le programme du master E-Mat et est basé sur une interaction étroite entre la recherche et l'innovation technologique. Les étudiantes et étudiants passeront entre 2 et 4 mois à travailler dans une équipe de recherche nationale ou internationale ou dans l'industrie.

Durée : à partir de 8 semaines	Nombre d'ECTS : 9
Année/semestre : M1 / S2	Langue d'enseignement : français/anglais
Enseignants référents :	Patricia Bertoncini et Philippe Moreau
Objectifs :	• Mettre en œuvre d'une démarche scientifique dans un travail personnel de recherche fondamentale ou appliquée • S'intégrer dans une équipe de travail en milieu professionnel • Réaliser, pour les stages à l'étranger, une véritable immersion culturelle et linguistique.
Contenus abordés :	Thématiques de recherche dans les domaines des matériaux fonctionnels, des procédés associés et de l'énergétique

Mobilité des étudiantes et étudiants inscrits au Master E-Mat pendant le stage :

Ce programme favorise la mobilité internationale des étudiantes et étudiants en mettant à leur disposition le réseau international des deux laboratoires partenaires.

Les étudiantes et étudiants bénéficient d'une bourse de mobilité de 500 à 700 € par mois, selon le pays de destination. Ils peuvent également bénéficier d'une bourse de déménagement de 1 000 €.

Accueil d'étudiantes et étudiants en stage dans nos laboratoires partenaires :

Les étudiantes et étudiants souhaitant effectuer un stage dans l'un de nos laboratoires partenaires doivent envoyer leur candidature, accompagnée de leur CV et d'un résumé de leurs centres d'intérêt, aux coordinateurs du programme. Si la candidature est jugée recevable, un entretien leur sera proposé pour expliquer leurs objectifs.

