

Master Chimie

Parcours "Lumière, molécules, matière"

Graduate Programme
Lumomat



Syllabus Master 1

SOMMAIRE

INTRODUCTION	4
RESPONSABLES DE PROGRAMME AU NIVEAU MASTER 1	4
LIEU D'ENSEIGNEMENT	4
COMPETENCES DEVELOPPEES	5
OPPORTUNITES DE CARRIERES	5
ARCHITECTURE DU PROGRAMME	6
INTEGRER LE MASTER LUMOMAT	6
Bourse	6
Comment candidater ?	6
UNITÉ D'ENSEIGNEMENT (UE) : SYNTHÈSE MOLECULAIRE ET MODELISATION (3 ECTS)	7
Notions de solvants et de réactivité	7
Chimie de coordination	7
Chimie organométallique	8
Modélisation	9
UE : CARACTERISATIONS PHYSICO-CHIMIQUES (3 ECTS)	9
Spectrométrie RMN	9
Spectroscopie moléculaire niveau 1	10
Electrochimie niveau 1	11
Spectrométrie de masse	11
Méthodes chromatographiques	12
UE : DE LA MOLECULE AU SOLIDE (3 ECTS)	13
Chimie de coordination et transitions électroniques	13
Condensation inorganique en solution aqueuse	13
Travaux pratiques de chimie inorganique	14
UE : SPECTROSCOPIE MOLECULAIRE, CRISTALLOGRAPHIE ET ELECTROCHIMIE (6 ECTS)	15
Spectroscopies moléculaires optiques	15
Cristallographie et diffraction des rayons X	16
TP Electrochimie : approche expérimentale	16
TP Cristallographie et diffraction des rayons X	17
Application de la théorie des groupes	17
UE : PHYSICO-CHIMIQUES NIVEAU 3 (5 ECTS)	18
Projet intégrateur	18
Imagerie électronique	18
Modélisation niveau 2	19
Plan d'expérience	20

UE : CHIMIE MOLECULAIRE NIVEAU 3 (6 ECTS).....	20
Chimie organique.....	20
Analogie isolobale	21
Chimie organométallique	21
UE : LUMOMAT MATERIAUX NIVEAU 3 (3 ECTS)	22
Matériaux stimulables.....	22
Polymères.....	23
UE : ANALYSE THERMIQUE (1 ECTS)	24
Analyse thermique	24
METHODOLOGIE POUR LA SYNTHESES DE MATERIAUX (1ECTS)	25
Méthodologie pour la synthèse des matériaux.....	25
ANGLAIS : PREPARATION TOEIC (0 ECTS)	25
Anglais : préparation TOEIC	25
UE : FORMATION GENERALE (3 ECTS)	27
Anglais	27
Ouverture professionnelle	27
Photosciences	28
Ecole d'automne	28
Art, sciences et société	28
Risques chimiques.....	29
UE : STAGE (27 ECTS).....	30

INTRODUCTION

Notre parcours Lumière Molécule, Matière (Lumomat) est labellisé [Cursus Master Doctorat \(CMD\)](#) par Nantes Université. Il s'agit d'un cursus intégré qui offre d'excellentes opportunités à celles et ceux qui souhaitent initier une carrière dans la recherche académique, mais aussi dans la recherche développement en entreprise. Ce label, soutenue par l'Agence Nationale de la Recherche (ANR), atteste que ce programme s'appuie sur les compétences de quatre laboratoires reconnus internationalement :



Lumomat s'intègre dans la filière à très fort potentiel des photosciences, et notamment de la photochimie qui innove différents champs d'application clés tels que l'énergie, la santé, l'environnement ou encore le stockage de l'information.

La synergie des compétences réunies au sein de l'équipe Lumomat vous offre l'opportunité de développer un savoir-faire unique dans le domaine des molécules et matériaux moléculaires. L'enseignement repose sur un équilibre entre cours magistraux, travaux pratiques, travaux dirigés et immersion en laboratoire de recherche. Des ateliers et projets en forte interaction avec [les acteurs académiques et industriels](#) vous offrent la possibilité de personnaliser votre parcours en fonction de l'orientation de votre projet professionnel. Les ateliers et travaux pratiques s'appuient sur des équipements de pointe, disponibles au sein des plateformes et laboratoires partenaires de l' [Ecole Universitaire de Recherche \(EUR\) LUMOMAT](#) à laquelle ce parcours est adossé. Les périmètres complémentaires de ces intervenants vous permettent d'aborder toute la chaîne du développement de l'architecture moléculaire : la conception, la modélisation, la synthèse et l'application.

RESPONSABLES DE PROGRAMME AU NIVEAU MASTER 1

Clémence QUEFFELEC

Clemence.Queffelec@univ-nantes.fr

Vincent COEFFARD

Vincent.Coeffard@univ-nantes.fr

LIEU D'ENSEIGNEMENT

UFR Sciences et Techniques

Campus Lombarderie

2, rue de la Houssinière

BP 92208

44322 Nantes Cedex 3

COMPETENCES DEVELOPPEES

A l'issue du master, vous aurez :

- Développé une connaissance du monde de l'entreprise et été sensibilisé-e-s à la notion d'entrepreneuriat,
- Une expérience de management de projets.

Vous serez capables de :

- Utiliser les techniques de l'ingénierie moléculaire et supramoléculaire pour réaliser la synthèse de matériaux fonctionnels,
- Proposer des voies de synthèse éco-compatibles de ces matériaux innovants,
- Choisir les techniques de caractérisations adéquates et les modèles théoriques appropriés pour optimiser les propriétés des matériaux fonctionnels,
- Restituer des connaissances sur des matériaux organiques, leurs débouchés et applications,
- Superviser et conduire des projets R&D dans le domaine des matériaux organiques (photonique moléculaire et électronique), dans l'environnement, la pollution, la santé
- Proposer une série de stratégies de caractérisations pour établir les liens entre structure et propriétés électronique et photonique de la matière.

OPPORTUNITES DE CARRIERES

Diplômé du Master de chimie LUMOMAT, vous pourrez occuper un poste d'ingénieur (synthèse, analyses, gestion d'instruments) et exercer à terme des fonctions de cadre en entreprise en lien avec la R&D et la gestion de projets innovants.

Vous pourrez également intégrer la recherche publique avec un niveau ingénieur d'études par voie de concours dans les grands organismes publics de recherche (Université, CNRS, INRA, INSERM, etc.) ou préparer une thèse de doctorat en France ou à l'étranger en bénéficiant d'un accès facilité au financement de thèse (ex : bourses de type CIFRE en lien avec une entreprise, financements via l'appel à projets de l'EUR LUMOMAT et de son réseau).

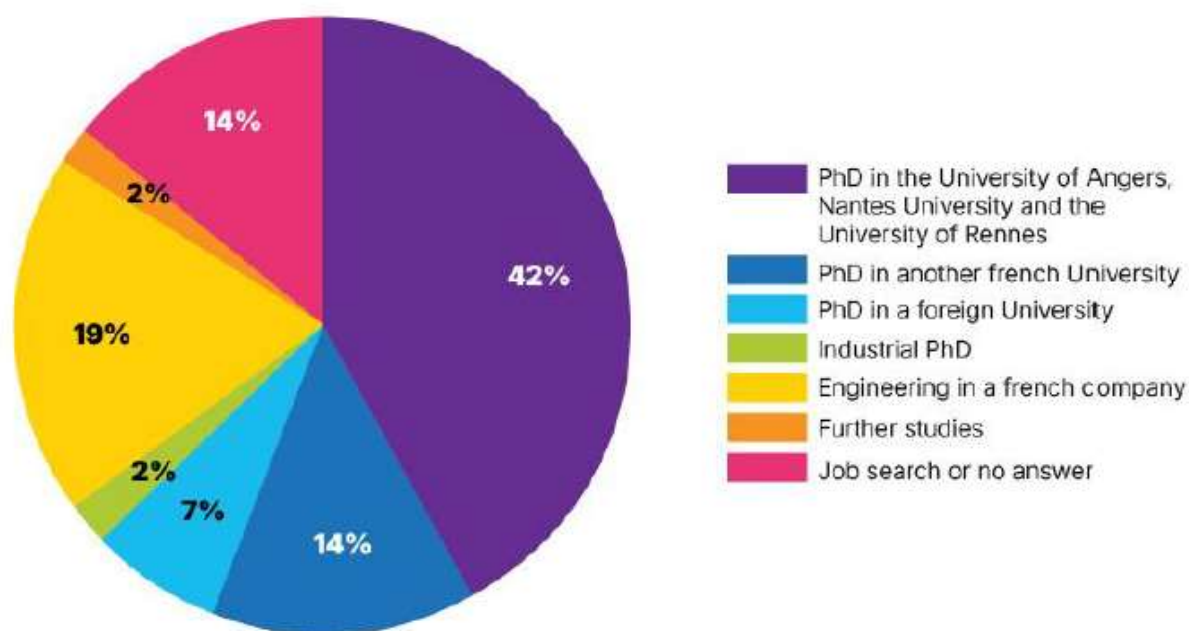
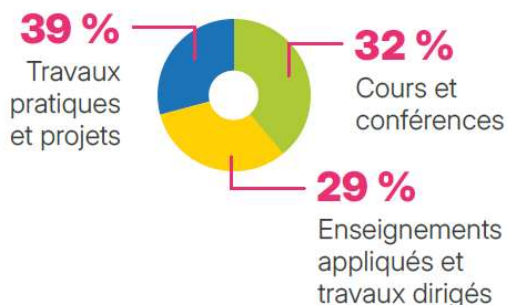


Figure 29. Diagram showing the professional integration of Master students from the 2020-2024 cohorts

Zoom sur le Master Lumomat



- ↳ **Semestre 1** dédié aux enseignements théoriques avec 8 UE obligatoires, 2 UE au choix et un projet intégrateur (immersion dans un laboratoire)
- ↳ **Semestre 2** dédié à un stage de 4 à 6 mois à partir de début mars, en laboratoire ou entreprise, en France ou à l'étranger



INTEGRER LE MASTER LUMOMAT

Bourse

Une bourse d'accueil de 1 500 € est accordée aux étudiant·e·s étrangers qui s'inscrivent dans notre cursus. Ils/elles peuvent également postuler à la bourse d'excellence G. Eiffel ainsi qu'aux éventuelles bourses proposées par leur ambassade.

Les étudiant·e·s qui souhaitent effectuer un stage à l'étranger peuvent également bénéficier d'une aide à la mobilité sous forme d'allocation mensuelle de 500€ à 700€ (sous réserve d'éligibilité).

Comment candidater ?

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



Bloc 1 : Tronc commun du Master Chimie

UNITÉ D'ENSEIGNEMENT (UE) : SYNTHÈSE MOLECULAIRE ET MODELISATION (3 ECTS)

Notions de solvants et de réactivité

UE de rattachement : Synthèse moléculaire et modélisation	
Nombre d'heures : 8h	Nombre d'ECTS : 0,75
Année/semestre : M1/S1	Langue d'enseignement : mixte français / anglais
Enseignant référent :	Clémence Quéffelec Pierrick Nun
Objectifs :	<ul style="list-style-type: none">• Connaître les principaux solvants et leur réactivité• Distinguer les différents types de liaisons et anticiper leur réactivité• Décrire un mécanisme réactionnel
Contenus abordés :	<p>1. <i>Solvants</i> :</p> <ul style="list-style-type: none">- Principaux solvants, structure (et acronyme)- Propriétés physico-chimiques (polarité, constante diélectrique, acidité, basicité...)- Choisir un solvant en fonction de son utilité (solubilisation, chauffage, impact environnemental...) <p>2. <i>Réactivité</i> :</p> <ul style="list-style-type: none">- Electrophilie/nucléophilie- Réactivité des liaisons chimiques- Théorie de valence vs théorie des OM- Ecriture d'un mécanisme réactionnel <p>3. <i>Liaisons (en distanciel)</i> :</p> <ul style="list-style-type: none">- Principales liaisons chimiques- Polarité / Polarisabilité
Modalités d'enseignement :	Enseignement en distanciel et présentiel, exercices en groupe de 4-5 étudiants.
Bibliographie :	Documentation en ligne sur MADOC

Chimie de coordination

UE de rattachement : Synthèse moléculaire et modélisation	
Nombre d'heures : 8h	Nombre d'ECTS : 0,75
Année/semestre : M1/S1	Langue d'enseignement : français
Enseignant référent :	Rémi Dessapt
Objectifs :	<ul style="list-style-type: none">• Prévoir la stabilité et la réactivité d'un complexe de coordination• Comprendre les modèles de liaison (champ cristallin/Orbitales moléculaires) et leurs limites
Contenus abordés :	<p>Ce cours aborde les aspects moléculaires de la chimie inorganique. Les fondements sont posés avec la présentation de la structure et de la réactivité des complexes des métaux de transition.</p> <ol style="list-style-type: none">1. Rappels - Complexes de coordination (Types de ligand / Géométrie des complexes)2. Rappels - Utilisation d'un modèle de liaison champ cristallin3. Stabilité des complexes des métaux de transition4. Introduction à la réactivité complexes des métaux de transition.

Modalités d'enseignement :	Cours et travaux dirigés
Bibliographie :	<p>Huheey, J. E.; Keiter, E. A.; Keiter, R. L. <i>Chimie Inorganique</i>; De Boeck Université: Bruxelles, 2000.</p> <p>Kettle, S. F. A. <i>Physico-Chimie Inorganique</i>; De Boeck Université: Bruxelles, 1999.</p> <p>Cotton, F. A.; Wilkinson, G.; Murillo, C. A. <i>Advanced Inorganic Chemistry</i>; Wiley: New York, 1999.</p> <p>Greenwood, N. N.; Earnshaw, A. <i>Chemistry of the Elements</i>, 2nd ed.; Pergamon Press: Oxford, 1997.</p> <p>Kahn, O. <i>Structure Électronique des Éléments de Transition</i>; Presses Universitaires de France (PUF): Paris, 1977.</p>

Chimie organométallique

UE de rattachement : Synthèse moléculaire et modélisation		
Nombre d'heures : 8h	Nombre d'ECTS : 0,75	
Année/semestre : M1/S1	Langue d'enseignement : mixte français / anglais	
Enseignant référent :	Rémi Dessapt	
Objectifs :	<ul style="list-style-type: none"> • Identifier les différents types de ligands dans la sphère de coordination d'un complexe organométallique, et la nature de leur interaction avec le centre métallique. • Déterminer les grandeurs caractéristiques d'un complexe organométallique (Nombre d'électrons de valence du complexe, nombre de liaisons, nombre de valence du métal). • Utiliser ses grandeurs pour anticiper les réactions chimiques potentielles d'un complexe organométallique ou pour identifier la nature d'une réaction chimique dans laquelle il est impliqué. • Analyser en détail les différentes étapes d'un cycle catalytique industriel mettant en jeu un catalyseur organométallique. 	
Contenus abordés :	<p><i>1. Outils de description des complexes organométalliques</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - Grandeurs caractéristiques des complexes organométalliques : Les NEV, NL et NV - Les différents types de ligands en chimie organométallique - La règle des 18 électrons - Les complexes métaux-carbonyls - Les complexes p de mono et polyènes - Complexes bimétalliques et liaisons multiples M-M <p><i>2. Réactivité en chimie organométallique</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - Réaction de dissociation d'un complexe - Réaction de substitution de ligand - Réaction d'addition oxydante - Réaction d'élimination réductrice - Réactions d'insertion-migration et de désinsertion - Couplage oxydant et découplage réducteur <p><i>3. Application des complexes organométalliques en catalyse</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - Hydrogénation des oléfines - Polymérisation des oléfines - Carbonylation du méthanol (procédé Monsanto) - Hydroformylation des oléfines (synthèse oxo) 	
Modalités d'enseignement :	Cours et travaux dirigés	
Bibliographie :	Documentation en ligne sur MADOC	

UE de rattachement : Synthèse moléculaire et modélisation	
Nombre d'heures : 16h	Nombre d'ECTS : 0,75
Année/semestre : M1/S1	Langue d'enseignement : mixte français / anglais
Enseignant référent :	Denis Jacquemin
Objectifs :	<ul style="list-style-type: none"> • Expliquer les différences fondamentales entre les méthodes classiques et les méthodes quantiques Hartree-Fock ou DFT • Distinguer les principales contributions nécessaires à la description des liaisons chimiques • Appréhender la pertinence des articles scientifiques basés sur des études de modélisation moléculaire • Choisir une méthode de modélisation moléculaire pour étudier les propriétés simples d'un composé chimique
Contenus abordés :	<ol style="list-style-type: none"> 1. <i>Bases physiques</i> <ul style="list-style-type: none"> • Grandes familles de méthodes théoriques (classiques / quantiques) • Principes fondateurs et champs d'applications de ces différentes familles 2. <i>Mécanique classique</i> <ul style="list-style-type: none"> • Notion de champs de force • Classes et paramétrisations des champs de force 3. <i>Mécanique quantique</i> <ul style="list-style-type: none"> • Méthode CLOA avancée : du principe aux énergies finales • Grandes familles de bases de fonctions atomiques localisées • Notion d'échange, liaison chimique, approche auto-cohérente et méthode Hartree-Fock • Introduction aux méthodes DFT, fonctionnelles (B3LYP, PBE0...) 4. <i>Applications à l'étude de cas concrets</i> <ul style="list-style-type: none"> • Optimisation des structures et analyse conformationnelle • Descripteurs théoriques de la réactivité chimique • Approches théoriques qualitatives pour les spectroscopies UV/Vis, IR et RMN.
Modalités d'enseignement :	Cours : socle théorique TD : prise en main permettant d'appréhender ensuite les enseignements de modélisation de "niveau 2" spécifiques aux différents parcours
Bibliographie :	Documentation en ligne sur MADOC

UE : CARACTERISATIONS PHYSICO-CHIMIQUES (3 ECTS)

Spectrométrie RMN

UE de rattachement : Caractérisations physico-chimiques	
Nombre d'heures : 12h	Nombre d'ECTS : 0,6
Année/semestre : M1/S1	Langue d'enseignement : français
Enseignant référent :	Serge Akoka
Objectifs :	<ul style="list-style-type: none"> • Extraire les informations (déplacements chimiques et couplages) de spectre RMN haute résolution 1D des noyaux les plus courants (^1H, ^{13}C, ^{15}N...) - Niveau intermédiaire • Déterminer, à partir de spectres RMN, la structure d'un composé organique - Niveau intermédiaire
Contenus abordés :	<ul style="list-style-type: none"> - Approfondissements sur les principes de la RMN. - Démarche systématique d'élucidation de structures moléculaires par RMN.

	<ul style="list-style-type: none"> - Influence des phénomènes dynamiques sur le spectre. - Noyaux autres que le ^1H (Couplages avec des hétéronoyaux, RMN du ^{13}C et du ^{15}N). - Technique 1D d'aide à l'interprétation (édition de spectre, isolation d'un sous-spectre). - Introduction à la RMN 2D
Modalités d'enseignement :	Cours magistral et exercices d'application pour le présentiel Cours en ligne, vidéos et exercices d'autoévaluation pour le distanciel
Bibliographie :	Une introduction à la RMN. Serge Akoka. Cours en ligne : http://www.sciences.univ-nantes.fr/CEISAM/index.php?page=43&lang=FR Günther, H. <i>La Spectroscopie de RMN</i> ; Masson: Paris, 1996.

Spectroscopie moléculaire niveau 1

UE de rattachement : Caractérisations physico-chimiques		
Nombre d'heures : 12h	Nombre d'ECTS : 0,6	
Année/semestre : M1/S1	Langue d'enseignement : mixte français / anglais	
Enseignant référent :	Elena Ishow	
Objectifs :	<ul style="list-style-type: none"> • Décrire une transition électronique d'un point de vue quantique (probabilité de transition, principe de Franck-Condon, structure fine) • Tracer le diagramme de Perrin-Jablonski et identifier les processus de relaxation d'un état électronique excité • Distinguer les processus de fluorescence et de phosphorescence (multiplicité de spin, conditions d'observations) • Enregistrer un spectre d'émission (principe de mesure et conditions expérimentales) • Déterminer la valeur de rendement quantique d'un échantillon inconnu à partir d'une référence • (choix de la référence, choix des gammes spectrales d'excitation et d'émission, choix du solvant) 	
Contenus abordés :	<ul style="list-style-type: none"> - Rappel sur les niveaux d'énergie d'une molécule (modèle de Born Oppenheimer, fonction d'onde moléculaire, orbitales moléculaires et énergie électronique) - Description quantique d'une transition électronique en (interactions dipolaires électriques, états singulet et triplet, processus d'absorption et d'émission spontanée, principe de Franck-Condon) - Processus de relaxation unimoléculaire (définition du diagramme de Perrin-Jablonski, processus radiatifs et non radiatifs, échelle de temps des processus) - Caractéristiques des processus de fluorescence et de phosphorescence (rendements quantiques d'émission, paramètres structuraux, caractéristiques photophysiques, conditions expérimentales) - Approche expérimentale des processus d'émission (enregistrement d'un spectre d'émission, appareillage, mesure du rendement quantique d'émission, précautions opératoires) 	
Modalités d'enseignement :	Présentiel et distanciel	
Bibliographie :	Valeur, B. <i>Molecular Fluorescence: Principles and Applications</i> ; Wiley: New York, 2004. Lakowicz, J. R. <i>Principles of Fluorescence Spectroscopy</i> , 3rd ed.; Springer: New York, 2006. Turro, N. J.; Ramamurthy, V.; Scaiano, J. C. <i>Principles of Molecular Photochemistry: An Introduction</i> ; University Science Books: Sausalito, CA, 2009. Atkins, P.; de Paula, J. <i>Physical Chemistry</i> , 11th ed.; Oxford University Press: Oxford, 2022.	

Electrochimie niveau 1

UE de rattachement : Caractérisations physico-chimiques	
Nombre d'heures : 12h	Nombre d'ECTS : 0,6
Année/semestre : M1/S1	Langue d'enseignement : mixte français / anglais
Enseignant référent :	Mohamed Boujtita
Objectifs :	<ul style="list-style-type: none"> Maîtriser les différents aspects d'une réaction électrochimique Prévoir l'influence de la solution électrolytique et du matériau d'électrodes 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 (stationnaire) et régime de diffusion, chronoampérométrie et chronocoulométrie.
Modalités d'enseignement :	Cours et travaux pratiques
Bibliographie :	Documentation en ligne sur MADOC

Spectrométrie de masse

UE de rattachement : Caractérisations physico-chimiques	
Nombre d'heures : 12h	Nombre d'ECTS : 0,6
Année/semestre : M1/S1	Langue d'enseignement : français
Enseignant référent :	Françoise Zammattio/ Pierrick Nun
Objectifs :	<ul style="list-style-type: none"> Identifier les différents mécanismes de fragmentation des molécules lors d'une analyse structurale par spectrométrie de masse par impact électronique. Prédire les réactions de fragmentation et les masses des fragments formés pour une structure moléculaire donnée. Exploiter les résultats fournis par la spectrométrie de Masse, pour en extraire la masse moléculaire, la formule brute, des informations structurales et de proposer une formule développée.
Contenus abordés :	Identification du pic moléculaire. Interprétation des massifs isotopiques. Détermination de la formule brute. Calcul du nombre d'insaturation. Règles de fragmentations. Identification des fragments caractéristiques primaires et secondaires. Mécanismes de réarrangement (Mac Lafferty et 4 centres). Interprétations de spectres de masse obtenus en IE.
Modalités d'enseignement :	Travaux dirigés
Bibliographie :	Supports de cours des UE de techniques de caractérisation en solution de la licence de chimie (SDM, RMN). Silverstein, R. M.; Basler, G. C.; Morill, T. C. <i>Identification spectrométrique de composés organiques</i> ; De Boeck Université.

Méthodes chromatographiques

UE de rattachement : Caractérisations physico-chimiques	
Nombre d'heures : 12h	Nombre d'ECTS : 0,6
Année/semestre : M1/S1	Langue d'enseignement : français
Enseignant référent :	Michèle Morançais
Objectifs :	<ul style="list-style-type: none"> • Identifier les types d'appareillages de chromatographie et leurs spécificités. • Sélectionner le mode de chromatographie et l'appareillage associé selon les besoins d'une analyse. • Interpréter les résultats de séparation en termes d'interactions moléculaires.
Contenus abordés :	<p>Influence des paramètres physico-chimiques sur la séparation</p> <p>Modalités de choix de la technique séparative et du mode de détection en fonction de la nature des analytes</p> <p>Séparation des analytes :</p> <ul style="list-style-type: none"> - en HPLC : modes, phases stationnaires et mobiles, interactions spécifiques, mise en jeu dans la séparation et optimisation des gradients d'élution en LC - en GC : interactions et séparation des analytes, phases stationnaires, optimisation des gradients de T°, gaz, injecteurs et techniques d'injection, détecteurs <p>Cas concrets sur la séparation des analytes : interactions physico-chimiques intervenant dans la séparation des analytes en chromatographie, optimisation de gradient.</p> <p>Traitement du signal et des données : paramètres d'acquisition, d'intégration et stratégies d'analyse qualitative et quantitative. Cas concrets en analyse quantitative.</p>
Modalités d'enseignement :	<p>Formation à distance pour l'homogénéisation des connaissances prérequisés dans un processus d'autoévaluation partielle des compétences.</p> <p>Formation en présentiel pour le reste de la formation.</p>
Bibliographie :	Documentation en ligne sur MADOC

Bloc 2 : Lumomat S1

UE : DE LA MOLECULE AU SOLIDE (3 ECTS)

Chimie de coordination et transitions électroniques

UE de rattachement : De la molécule au solide	
Nombre d'heures :	Nombre d'ECTS : 1.11
Année/semestre : M1/S1	Langue d'enseignement : français
Enseignant référent :	Rémi Dessapt
Objectifs :	<ul style="list-style-type: none">• 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 :	Caractérisation d'un complexe inorganique ou d'un solide inorganique via les transitions électroniques : 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 :	Formation en présentiel
Bibliographie :	Huheey, J. E.; Keiter, E. A.; Keiter, R. L. <i>Chimie Inorganique</i> ; De Boeck Université: Brussels, 2000. Kettle, S. F. A. <i>Physico-Chimie Inorganique</i> ; De Boeck Université: Brussels, 1999. Cotton, F. A.; Wilkinson, G.; Murillo, C. A. <i>Advanced Inorganic Chemistry</i> , 6th ed.; Wiley: New York, 1999. Greenwood, N. N.; Earnshaw, A. <i>Chemistry of the Elements</i> , 2nd ed.; Pergamon Press: Oxford, 1997. Kahn, O. <i>Structure électronique des éléments de transition</i> ; Presses Universitaires de France: Paris, 1977.

Condensation inorganique en solution aqueuse

UE de rattachement : De la molécule au solide	
Nombre d'heures : 8h	Nombre d'ECTS : 1.11
Année/semestre : M1/S1	Langue d'enseignement : mixte français / anglais
Enseignant référent :	Rémi Dessapt
Objectifs :	<ul style="list-style-type: none">• 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.

	<ul style="list-style-type: none"> 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 2.1. Rappels sur les propriétés physico-chimiques du solvant H ₂ O 2.2. Les cations métalliques en solution aqueuse 2.3. Propriétés acido-basiques des cations en solution aqueuse 3. Le modèle des charges partielles 3.1. Principe d'égalisation des électronégativités de Sanderson 3.2. Exemples : la molécule d'eau et les complexes hexaaqua 3.3. Approximations et limites du modèle 4. Condensation et précipitation des cations métalliques en solution aqueuse 4.1. Notions de condensation et de précipitation en solution aqueuse 4.2. Mécanismes des réactions de condensation inorganique 4.3. Condensation des cations divalents 4.4. Condensation des cations trivalents 4.5. Condensation des métaux à haut degré d'oxydation : cas de l'ion V ⁵⁺
Modalités d'enseignement :	Formation en présentiel
Bibliographie :	Documentation en ligne sur MADOC

Travaux pratiques de chimie inorganique

UE de rattachement : De la molécule au solide		
Nombre d'heures : 8h	Nombre d'ECTS : 0.78	
Année/semestre : M1/S1	Langue d'enseignement : mixte français	
Enseignant référent :	Rémi Dessapt/ Florin Popa	
Objectifs :	<ul style="list-style-type: none"> Effectuer des synthèses sous conditions ambiantes ou sous atmosphère contrôlée. Caractériser une molécule inorganique par son spectre d'absorption Appliquer la théorie des orbitales moléculaires pour déterminer le nombre de liaisons métal-métal d'un complexe organométallique dinucléaire. 	
Contenus abordés :	Synthèse et caractérisation optique de molécules (complexes de coordination, complexes organométalliques) et de solides inorganiques, obtenus à partir de précurseurs moléculaires en solution : 1. TP1 : Synthèses et étude spectrale de complexes du vanadium. 2. TP2 : Synthèse d'un complexe dinucléaire de chrome (II) à liaison métal-métal multiple	
Modalités d'enseignement :	Formation en présentiel	
Bibliographie :	Documentation en ligne sur MADOC	

Spectroscopies moléculaires optiques

UE de rattachement : spectroscopie moléculaire, cristallographie et électrochimie	
Nombre d'heures : 24h	Nombre d'ECTS : 1.5
Année/semestre : M1/S1	Langue d'enseignement : mixte français / anglais
Enseignant référent :	Ivan Lucas
Objectifs :	<ul style="list-style-type: none"> • Conceptualiser et expliquer d'un point de vue microscopique les phénomènes d'absorption-émission et de diffusion de la lumière par les molécules • Etablir le caractère permis ou interdit :- d'une transition électronique sur la base de considérations de symétrie et de spin électronique - d'une transition dans le domaine infrarouge sur la base de considérations de symétrie - d'une transition Raman • Décrire la résonance de Fermi et les bandes chaudes dans une approche anharmonique • Anticiper les caractéristiques photophysiques en fonction des structures moléculaires • Calculer la constante d'acido-basicité et le potentiel d'oxydo-réduction d'un état excité • Définir le temps de vie d'un échantillon porté à l'état excité • Savoir distinguer un processus d'extinction dynamique d'un processus d'extinction statique • Utiliser la théorie des groupes pour décrire des modes de vibration d'une molécule ou d'un groupement fonctionnel pour interpréter les spectres d'absorption IR et de diffusion Raman • Proposer des structures moléculaires au vu des spectres complémentaires IR et Raman • Choisir en pratique le type de spectromètre adapté à son analyse
Contenus abordés :	<p>Règles de sélection des transitions (description quantique du moment de transition dipolaire; règles de sélection, coefficients d'Einstein)</p> <p>1. Partie Vibrationnelle :</p> <p>Règles de sélection des transitions vibrationnelles, lien avec les coefficients d'Einstein</p> <p>Transitions induites par la diffusion inélastique de la lumière</p> <p>Relation structures moléculaires- spectres vibrationnels, théorie des groupes</p> <p>En dehors de l'approximation harmonique : - bande chaude et Résonance de Fermi reliées aux effets de solvant - domaine proche infrarouge, vers une méthode analytique</p> <p>Diffusion Raman par la pratique, une méthode analytique simple (FT-Raman)</p> <p>Proposition de conformation et/ou de structure moléculaire à partir des spectres expérimentaux de vibration</p> <p>2. Partie Photophysique:</p> <p>Relation structure-propriétés photophysiques</p> <p>Propriétés des états excités (acido-basicité, oxydo-réduction, polarité)</p> <p>Description dynamique d'un état excité</p> <p>Description des processus bimoléculaires d'extinction de fluorescence</p>
Modalités d'enseignement :	Présentiel et distanciel
Bibliographie :	<p>Humbert, B.; et al. Spectrométrie d'Absorption dans l'IR. <i>Les Techniques de l'Ingénieur</i>, 2012.</p> <p>Hollas, J. M. <i>Spectroscopie</i>, 2003.</p> <p>Barbillat, J.; et al. Spectrométrie Raman. <i>Les Techniques de l'Ingénieur</i>, 2002.</p>

Cristallographie et diffraction des rayons X

UE de rattachement : spectroscopie moléculaire, cristallographie et électrochimie	
Nombre d'heures : 20h	Nombre d'ECTS : 1.5
Année/semestre : M1/S1	Langue d'enseignement : mixte français / anglais
Enseignant référent :	Olivier Hernandez
Objectifs :	<ul style="list-style-type: none"> • 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 Méthodes d'enseignement
Modalités d'enseignement :	Cours, TD et travaux distanciels sur des logiciels de cristallographie et de diffraction, par ailleurs mis à la disposition des étudiants. Evaluation : travail en distanciel non compris dans le volume horaire de cet enseignement.
Bibliographie :	Documentation en ligne sur MADOC

TP Electrochimie : approche expérimentale

UE de rattachement : spectroscopie moléculaire, cristallographie et électrochimie	
Nombre d'heures : 8h	Nombre d'ECTS : 0.9
Année/semestre : M1/S1	Langue d'enseignement : mixte français / anglais
Enseignant référent :	Mohammed Boujtita
Objectifs :	<ul style="list-style-type: none"> • Mobiliser les concepts et méthodes analytiques électrochimiques et photoélectrochimiques • Caractériser des matériaux conducteurs et semiconducteurs
Contenus abordés :	L'enseignement s'appuie sur un ensemble d'études de cas tirées de publications. Il traite des phénomènes électrochimiques et photo-électrochimiques (batteries, capteurs, dispositifs photovoltaïques...) et est structuré en deux grandes parties : 1. Principes généraux de la spectroscopie d'impédance électrochimique 2. Introduction à l'analyse des spectres d'impédance des systèmes électrochimiques
Modalités d'enseignement :	Présentiel et distanciel en alternance, pour laisser à l'étudiant le temps de réaliser les travaux demandés en autonomie. Le travail distanciel en autonomie n'est pas compris dans le volume horaire indiqué.
Bibliographie :	Documentation en ligne sur MADOC

TP Cristallographie et diffraction des rayons X

UE de rattachement : spectroscopie moléculaire, cristallographie et électrochimie	
Nombre d'heures : 8h	Nombre d'ECTS : 0.9
Année/semestre : M1/S1	Langue d'enseignement : mixte français / anglais
Enseignant référent :	Olivier Hernandez
Objectifs :	<ul style="list-style-type: none"> Déterminer la classe cristalline de quelques cristaux Indexer les faces d'un cristal en utilisant la projection stéréographique Exploiter un cliché de diffraction d'un monocristal et d'une poudre pour en déduire le groupe d'espace et les paramètres de maille
Contenus abordés :	<p>Cet enseignement expérimental permet l'appropriation de notions vues dans l'UE Cristallographie et diffraction des rayons X :</p> <ul style="list-style-type: none"> Le cristal à l'échelle macroscopique : classes cristallines et projection stéréographique Exploitation d'un cliché de diffraction sur monocristal : détermination du groupe d'espace (conditions d'extinction), choix entre plusieurs modèles structuraux (calcul des intensités) Enregistrement et indexation d'un diagramme de poudre
Modalités d'enseignement :	Travaux pratiques
Bibliographie :	Documentation en ligne sur MADOC

Application de la théorie des groupes

UE de rattachement : spectroscopie moléculaire, cristallographie et électrochimie	
Nombre d'heures : 12h	Nombre d'ECTS : 1.2
Année/semestre : M1/S1	Langue d'enseignement : mixte français / anglais
Enseignant référent :	Florin Popa
Objectifs :	<ul style="list-style-type: none"> 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 ; 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 :	<p>Opérations et éléments de symétrie</p> <p>Groupes ponctuels (définition, classification, identification)</p> <p>Projection stéréographique d'un groupe ponctuel</p> <p>Représentations non dégénérées, représentations matricielles, représentations dégénérées, réduction en RI</p> <p>Somme directe, produit direct, opérateur projection, Combinaisons Linéaires Adaptées à la Symétrie (CLAS), orthogonalisation des bases de vecteurs</p> <p>Applications de la théorie des groupes aux vibrations moléculaires (IR, RAMAN) et aux liaisons chimiques (Orbitales Moléculaires)</p>
Modalités d'enseignement :	Cours et travaux dirigés
Bibliographie :	Documentation en ligne sur MADOC

Bloc 3 : Lumomat

UE : PHYSICO-CHIMIQUES NIVEAU 3 (5 ECTS)

Projet intégrateur

UE de rattachement : Physico-chimiques niveau 3	
Nombre d'heures : 10h	Nombre d'ECTS : 2
Année/semestre : M1/S1	Langue d'enseignement : anglais
Enseignant référent :	Clémence Queffélec
Objectifs :	<ul style="list-style-type: none">• Appréhender la complémentarité entre les différentes disciplines• Adopter une approche multidisciplinaire• Décontextualiser les connaissances acquises au cours du M1• Adopter une approche critique• Expérimenter et évaluer le travail de groupe
Contenus abordés :	L'objectif du projet intégrateur est de sensibiliser les étudiants à l'innovation technologique. Il s'agit d'un projet multidisciplinaire qui fédère 3 à 5 étudiants pour mener à bien un travail allant de la conception de la molécule au dispositif. L'ensemble des activités menées au sein du projet a pour but de fédérer au moins trois enseignants de disciplines différentes.
Modalités d'enseignement :	Pédagogie par projet : les étudiants travaillent en autonomie avec un soutien de la part des enseignants et doctorants. L'autonomie sera étayée par des cours ou séminaires spécifiques en fonction des besoins
Bibliographie :	Documentation en ligne sur MADOC

Imagerie électronique

UE de rattachement : Physico-chimiques niveau 3	
Nombre d'heures : 20h	Nombre d'ECTS : 1
Année/semestre : M1/S1	Langue d'enseignement : mixte français / anglais
Enseignant référent :	Anne-Claire Gaillot
Objectifs :	<ul style="list-style-type: none">• Maîtriser les techniques d'analyse élémentaires, de l'échelle submicrométrique jusqu'à l'échelle atomique,• Choisir les techniques d'observation adaptées au matériau à analyser et à l'information recherchée• Choisir la méthode de préparation adaptée à la nature de cet échantillon• Interpréter les données acquises (images et spectres)
Contenus abordés :	<ol style="list-style-type: none">1. Préparation d'échantillon pour la microscopie électronique : métallisation, méthodes de polissage (mécanique, PIPS), ultramicrotomie, découpes FIB, cryo-préparation pour les bio-objets2. Microscopie électronique à balayage (MEB) : interaction électron-matière, les divers modes d'imagerie. Microscope dual-beam, l'analyse élémentaire par spectroscopie EDX ou WDX, microscopie environnementale, couplage Raman3. Microscopie électronique en transmission (MET) : origine physique des contrastes dans une image, imagerie en champ clair ou en champ sombre, analyses élémentaires et cartographie chimique (EDX, STEM-EDX, EELS), imagerie à contraste chimique (EFTEM, HAADF), imagerie haute-résolution, caméras CCD, correcteurs d'aberrations, tomographie électronique et cryo-microscopie

	Ce module insiste sur la notion essentielle de contraste dans une image, son origine physique et sa manipulation de manière à éviter des artefacts expérimentaux conduisant à des erreurs d'interprétation. Les techniques classiques d'imagerie en microscopie électronique à balayage mais également plus complexes de microscopie électronique haute-résolution, ainsi que les avancées techniques récentes sont abordées.
Modalités d'enseignement :	Cours en présentiel, discussion autour de publications scientifiques
Bibliographie :	Documentation en ligne sur MADOC

Modélisation niveau 2

UE de rattachement : Physico-chimiques niveau 3	
Nombre d'heures : 20h	Nombre d'ECTS : 1.25
Année/semestre : M1/S1	Langue d'enseignement : mixte français / anglais
Enseignant référent :	Denis Jacquemin
Objectifs :	<ul style="list-style-type: none"> • Effectuer des modélisations de composés pconjugués d'intérêt pour le photovoltaïque et l'électronique organique. • Choisir une approche adéquate pour simuler les spectres d'absorption de molécules organiques. • Décrire la nature des transitions électroniques dans des molécules en utilisant des descripteurs adaptés et quantifiera l'importance du transfert de charge pour ces transitions. • Déterminer les spectres de phosphorescence de composés moléculaires.
Contenus abordés :	<p>Calculs de spectres électroniques</p> <ul style="list-style-type: none"> - Introduction pragmatique aux méthodes de simulations des états électroniques excités - Modélisation de l'absorption et de la phosphorescence <p>TP Phase 1 : absorption</p> <ul style="list-style-type: none"> - Détermination de la géométrie de composés - Calcul des paramètres thermodynamiques - Détermination des énergies de transitions verticales et simulation des spectres - Estimation des effets auxochromes et solvatochromes - Comparaisons aux données expérimentales <p>TP Phase 2 : propriétés et phosphorescence</p> <ul style="list-style-type: none"> - Représentation des états excités et interprétation de leur nature - Evaluation de l'amplitude des transferts de charge - Optimisation de la structure du triplet le plus bas - Détermination des énergies de phosphorescence verticales et adiabatique - Critique des approches théoriques mises en oeuvre
Modalités d'enseignement :	Cours (4h) et Travaux Pratiques (16h).
Bibliographie :	Documentation en ligne sur MADOC

Plan d'expérience

UE de rattachement : Physico-chimiques niveau 3		
Nombre d'heures : 6h		Nombre d'ECTS : 0.75
Année/semestre : M1/S1		Langue d'enseignement : mixte français / anglais
Enseignant référent :	Hamada Boujtita	
Objectifs :	<p>Former les étudiant.es à élaborer un plan d'expérience en mettant un focus sur les deux aspects suivants :</p> <ul style="list-style-type: none"> • Comment choisir les paramètres expérimentaux pour l'élaboration d'un plan d'expérience, • Comment analyser les résultats d'un plan d'expérience en termes d'effets et interactions. 	
Contenus abordés :	<ul style="list-style-type: none"> - Présentation de l'approche d'un plan d'expérience - Choix des paramètres expérimentaux dans le domaine étudié - Détermination de la zone d'intérêt - Interprétation de des résultats - Application à l'optimisation d'une formulation chimique 	
Modalités d'enseignement :	Cours (3h) et Travaux Dirigés (3h).	
Bibliographie :	Documentation en ligne sur MADOC	

UE : CHIMIE MOLECULAIRE NIVEAU 3 (6 ECTS)

Chimie organique

UE de rattachement : Chimie moléculaire niveau 3		
Nombre d'heures : 44h		Nombre d'ECTS : 3
Année/semestre : M1/S1		Langue d'enseignement : mixte français / anglais
Enseignant référent :	Clémence Queffélec	
Objectifs :	<ul style="list-style-type: none"> • Acquérir l'autonomie nécessaire à la mise en place de la synthèse de molécules d'une certaine complexité en utilisant les outils mis à disposition dans ce module 	
Contenus abordés :	<p>Cet enseignement vise à fournir à l'étudiant des connaissances théoriques, méthodologiques et techniques en chimie organique et une culture générale des grandes réactions de la synthèse organique moderne. Les fondements de l'analyse rétrosynthétique sont introduits :</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Principes de réactivité et orbitales frontières : rappels de réactivité, contrôles thermodynamique et cinétique, postulat de Hammond, contrôle orbitalaire, théorie HSAB. 2. Réactivité du groupement carbonyle : principes de réactivité ; réactifs chimiosélectifs de réduction et oxydation, réactions de formylation en série aromatique. 3. Réactivité du groupement carbonyle, additions nucléophiles et chimiosélectivité (organométalliques), addition de nucléophiles neutres, réactivité associée à la labilité de l'hydrogène en α ; réactivité des énone. 4. Principe de création de liaison double et triple : réactions de Wittig, Horner-Wadsworth-Emmons, Corey-Fuchs, Bestmann-Ohira, Siegrist, Mac Murry, Knoevenagel. 5. Autres principes d'accrochage de deux unités : réaction de Mitsunobu, réaction de couplages activés. Réactions de cycloaddition. 6. Bases de chimie hétérocyclique (hétérocycles azotés, oxygénés et soufrés). 7. Notions de rétrosynthèse. 	
Modalités d'enseignement :	Cours en Powerpoint, listes d'exercices et mise en pratique.	
Bibliographie :	Scifinder, ACS data base, Clayden, Vollhardt	

Analogie isolobale

UE de rattachement : Chimie moléculaire niveau 3	
Nombre d'heures : 8h	Nombre d'ECTS : 1.2
Année/semestre : M1/S1	Langue d'enseignement : mixte français / anglais
Enseignant référent :	Remi Dessapt
Objectifs :	<ul style="list-style-type: none"> • Prédire l'éclatement du bloc d d'un métal de transition en fonction du caractère électronique, du nombre et de la position des ligands dans sa sphère de coordination. • Utiliser les diagrammes de Walsh pour prévoir la géométrie privilégiée d'un complexe de métal de transition. • Utiliser le concept d'analogie isolobale pour combiner des fragments moléculaires simples et appréhender la construction et la stabilité des molécules organiques et des complexes organométalliques.
Contenus abordés :	<p>L'étudiant utilisera la théorie des Orbitales Moléculaires comme outils pour caractériser la symétrie et la stabilité des complexes organométalliques de métaux de transition.</p> <p><u>Chapitre 1: Notions de symétrie et de stabilité des complexes de métaux de transition par la méthode des orbitales moléculaires</u></p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Rappels sur les modèles de liaison 2. Diagrammes d'OM des complexes ML_n 3. Champs dérivés des symétries Oh et BPT 4. Utilisation des diagrammes de Walsh <p><u>Chapitre 2. Notion d'analogie isolobale : les carboranes et métalloboranes</u></p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Définitions et concepts 2. Fragments organiques et organométalliques isolobaux de CH₃ 3. Fragments organiques et organométalliques isolobaux de CH₂ 4. Fragments organiques et organométalliques isolobaux de CH 5. Les carboranes 6. Les métalloboranes et les clusters
Modalités d'enseignement :	Cours traditionnels et TD
Bibliographie :	Documentation en ligne sur MADOC

Chimie organométallique

UE de rattachement : Chimie moléculaire niveau 3	
Nombre d'heures : 18h	Nombre d'ECTS : 1.8
Année/semestre : M1/S1	Langue d'enseignement : mixte français / anglais
Enseignant référent :	Errol Blart
Objectifs :	<ul style="list-style-type: none"> • Intégrer et utiliser les outils de la chimie organométallique dans la construction d'architectures moléculaires complexes. • Développer des compétences de stratégie de synthèse et de réflexion mécanistique. • Acquérir l'autonomie nécessaire à la mise en place de la synthèse de molécules d'une certaine complexité en utilisant les outils mis à disposition dans ce module. • Proposer le mécanisme d'une transformation catalytique inconnue, mais apparentée à une transformation traitée en cours. • Approfondir et interpréter un cycle catalytique avec compréhension fine des stratégies à adopter pour contourner une étape limitante. • Connaître les réactions de couplage croisé catalysées par le Pd, Ni, Cu, pour la formation de liaisons C-C, C-N, C-O, C-S et C-P.

	<ul style="list-style-type: none"> • Connaître des réactions « modernes » comme la C-H activation et la métathèse d'oléfines et d'alcynes. • Comprendre les réactions d'oxydation et de réduction catalysées par les métaux. • Repérer les interactions à l'origine de la stéréosélectivité. • Comprendre et éventuellement prédire la diastéréo-sélectivité d'une réaction mettant en jeu un ligand chiral.
Contenus abordés :	<p>Cet enseignement ouvre la chimie organique (C, H, O, N,..) à d'autres atomes du tableau périodique comme B, Si, P, Sn... en montrant leurs réactivités particulières et leurs utilisations en synthèse lors de réactions de couplage croisé catalysées par des métaux de transitions.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Il aborde l'utilisation des métaux de transitions (Pd, Ru, Co, Ti...) en montrant que leurs mécanismes d'action donnent accès à des réactivités totalement inaccessibles par ailleurs et qui sont à l'avant-garde de la chimie moderne. • Cet enseignement décrit de nombreux cycles catalytiques discutés et interprétés. • Les processus catalytiques homogènes fondamentaux comme l'hydrogénation, l'hydrosilylation, l'hydroformylation, l'oxydation, la réduction, la métathèse, ... seront vus.
Modalités d'enseignement :	Cours, études de cas et mises en pratique
Bibliographie :	Documentation en ligne sur MADOC

UE : LUMOMAT MATERIAUX NIVEAU 3 (3 ECTS)

Matériaux stimulables

UE de rattachement : Lumomat, matériaux niveau 3		
Nombre d'heures : 20h		Nombre d'ECTS : 1.2
Année/semestre : M1/S1		Langue d'enseignement : mixte français / anglais
Enseignant référent :	Elena Ishow	
Objectifs :	<ul style="list-style-type: none"> • Décrire les caractéristiques d'une réaction photochimique et les différentes sources de lumières usuelles • Etablir des relations structure-propriétés pour de molécules et des matériaux photochromes • Définir les conditions réactionnelles et les paramètres importants pour réaliser une réaction photochimique • Exploiter différents stimuli pour moduler la réponse fonctionnelle de molécules électro- et photochromes 	
Contenus abordés :	<p>L'introduction d'unités activables pour moduler les propriétés optiques (absorption, émission, réfraction) de systèmes moléculaires a conduit à l'émergence d'une nouvelle famille de matériaux, les X-chromes.</p> <p>Ces matériaux suscitent un véritable engouement dans l'industrie et les laboratoires de recherche en raison de leurs multiples applications en physique (stockage de l'information, détection de fractures mécaniques, rupture de chaîne du froid), en chimie (verres ophtalmiques colorés, crème solaire) et en biologie (sondes de diagnostic, relargage de principes actifs).</p> <p>Il s'agit ici de présenter l'identité de ces systèmes, les relations structures-propriétés ainsi que le transfert de la molécule au matériau pour concevoir un matériau aux propriétés contrôlées.</p> <p>Le cours se déclinera selon plusieurs axes :</p> <ul style="list-style-type: none"> - Stockage/codage de l'information par gravure optique - Photochimie et photochromes - Les électrochromes - Applications des switches 	

Modalités d'enseignement :	Cours, travaux dirigés et pratiques en présentiel
Bibliographie :	Tian, H.; Zhang, J. <i>Photochromic Materials: Preparation, Properties and Applications</i> ; Wiley-VCH: Weinheim, Germany, 2016. Dürr, H.; Bouas-Laurent, H. <i>Photochromism: Molecules and Systems</i> ; Elsevier: Amsterdam, 2003. Feringa, B. L. <i>Molecular Switches</i> ; Wiley-VCH: Weinheim, Germany, 2001.

Polymères

UE de rattachement : Lumomat, matériaux niveau 3	
Nombre d'heures : 24h	Nombre d'ECTS : 1.8
Année/semestre : M1/S1	Langue d'enseignement : mixte français / anglais
Enseignant référent :	Christophe Chassenieux/ Sagrario Pascual
Objectifs :	<ul style="list-style-type: none"> • Décrire les matériaux polymères organiques en termes de classification, spécificités et propriétés. • Illustrer les grandes voies d'accès aux polymères, les moyens d'atteindre le contrôle sur la structure et les dimensions des chaînes. • Décrire les techniques de caractérisation spécifiques aux polymères. • Présenter et illustrer les principales relations structure / propriétés (thermiques & mécaniques) des matériaux polymères.
Contenus abordés :	<p><u>Introduction et Généralités :</u></p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Définitions - Notions de chaîne macromoléculaire et de polymère 2. Polymères synthétiques et polymères artificiels : polymérisation et modification chimique 3. Les processus de croissance de chaîne : polymérisation en chaîne et polycondensation 4. Structures et dimensions : enchaînements, tacticité, masses molaires moyennes, degré de polymérisation, dispersité. 5. Mesures des masses molaires et de la dispersité <p><u>Quelques méthodes de synthèse des polymères :</u></p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Polymérisation anionique vivante – Application à la synthèse des copolymères à blocs 2. Polycondensation 3. Polymérisation radicalaire conventionnelle 4. Introduction à la polymérisation radicalaire par désactivation réversible et à l'ingénierie macromoléculaire 5. Modification chimique. <p><u>Propriétés des solutions de polymère :</u></p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Conformation des macromolécules, influence des interactions à courte et longue portée 2. Thermodynamique des solutions de polymères : notion de qualité thermodynamique des solvants, régime de concentration. 3. Méthodes de caractérisation des polymères en solution : méthodes colligatives, viscosimétrie et SEC. <p><u>Propriétés physique et mécanique des polymères :</u></p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Transitions thermiques des polymères (transition vitreuse, fusion, cristallisation) 2. Eléments d'élasticité caoutchoutique 3. Propriétés mécaniques 4. Eléments de mise en oeuvre des polymères
Modalités d'enseignement :	en présentiel
Bibliographie :	Fontanille, M.; Gnanou, Y. <i>Chimie et Physico-Chimie des Polymères</i> , 2nd ed.; Dunod: Paris, 2010.

Analyse thermique

UE de rattachement : Analyse thermique	
Nombre d'heures : 20h	Nombre d'ECTS : 1
Année/semestre : M1/S1	Langue d'enseignement : mixte français / anglais
Enseignant référent :	Florin Popa
Objectifs :	<p>Partie analyses élémentaires :</p> <ul style="list-style-type: none"> • Décrire le rôle de chaque élément de base des différents appareillages d'analyse élémentaire, • Préparer les échantillons en vue d'une analyse et optimiser les paramètres instrumentaux, • Identifier les perturbations possibles d'une analyse et y remédier, • Mettre en oeuvre un dosage par étalonnage classique ou par la méthode des ajouts dosés, • Connaître les performances analytiques propres à chaque méthode, • Déterminer la formule brute d'un composé à partir d'une analyse élémentaire. <p>Partie analyses thermiques :</p> <ul style="list-style-type: none"> • Connaître le principe des techniques et le fonctionnement d'un appareil d'analyse thermique, • Identifier la nature d'une transformation, • Déterminer l'équation chimique d'une décomposition, • Maîtriser l'influence des paramètres expérimentaux, • Exploiter les données brutes de mesures, • Calculer l'énergie d'activation d'une transformation.
Contenus abordés :	<p><u>1 : Analyses élémentaires</u> Analyse élémentaire par les méthodes de spectrométrie d'absorption et émission atomique, ainsi que les techniques d'ICP-AES et ICP-MS pour l'analyse de traces. Principe théorique d'une analyse, possibilités et limites de chaque technique et interférences mises en jeu. Analyses de différents éléments par le biais de travaux pratiques sur différentes matrices.</p> <p><u>2 : Analyses thermiques</u> Techniques d'analyses thermiques pour la détermination de la composition d'un produit, sa pureté et sa stabilité thermique. Appareillage et techniques ATG, DTG, ATD, DSC : analyse des transformations possibles (décompositions, changements d'état, transitions vitreuse, changements de structure). Influence des paramètres expérimentaux sur les mesures d'analyse thermique Méthode de Kissinger et cinétique des phénomènes.</p>
Modalités d'enseignement :	présentiel, CM, TD et TP
Bibliographie :	Documentation en ligne sur MADOC

METHODOLOGIE POUR LA SYNTHES DE MATERIAUX (1ECTS)

Méthodologie pour la synthèse des matériaux

UE de rattachement : Méthodologie pour la synthèse des matériaux		
Nombre d'heures : 20h		Nombre d'ECTS :
Année/semestre : M1/S1		Langue d'enseignement : mixte français / anglais
Enseignant référent :	Philippe Poizot	
Objectifs :	<p>Cette EC vise à introduire différentes voies de synthèses courantes (chimiques et électrochimiques) pour l'élaboration de matériaux inorganiques et hybrides organiques-inorganiques.</p> <ul style="list-style-type: none"> • 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 :	<ol style="list-style-type: none"> 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 : présentation des paramètres cruciaux contrôlant la précipitation de solides inorganiques, procédés de synthèse (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-assemblages). Exemples : synthèse d'oxydes, d'oxyhydroxydes et d'hydroxydes de métaux de transition avec contrôle de la morphologie et taille, de matériaux hybrides organiques-inorganiques cristallisés (Metal Organic Frameworks ou amorphes (polymères organominéraux), de particules nanométriques métalliques. 3. Electrodépôt : aspects méthodologiques et structuration des dépôts 	
Modalités d'enseignement :	Cours et travaux dirigés, majoritairement en présentiel	
Bibliographie :	Documentation en ligne sur MADOC	

ANGLAIS : PREPARATION TOEIC (0 ECTS)

Anglais : préparation TOEIC

UE de rattachement : Préparation TOEIC		
Nombre d'heures : 0h		Nombre d'ECTS : 0.75
Année/semestre : M1/S1		Langue d'enseignement : anglais
Enseignant référent :	Emmanuel Vincent	
Objectifs :	<p><i>Se préparer pour obtenir une certification en anglais (objectif B2 et +) :</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • Reconnaître et anticiper les formats de certifications d'anglais. • Compléter les réponses exigées par les tests de certifications. • Optimiser ses résultats aux certifications grâce à une méthodologie de travail appliquée lors des séances d'entraînement. 	
Contenus abordés :	<ol style="list-style-type: none"> 1. Présentation des formats 2. Exercices d'entraînement 	

	3. Conseils pour optimiser son score
Modalités d'enseignement :	Distanciel
Bibliographie :	<p>Byrne, M.; Dickinson, M. <i>200% TOEIC 2017 Listening & Reading</i>; 2016.</p> <p>Mayer, D.; Murdoch Stern, S. <i>TOEIC® La Méthode Réussite</i>; 2011.</p> <p>Trew, G. <i>Tactics for TOEIC® Listening and Reading Test</i>; 2007.</p> <p>Gear, J.; Gear, R. <i>Cambridge Grammar and Vocabulary for the TOEIC Test</i>; 2010.</p>

Bloc 4 : M1 LUMOMAT S2

UE : FORMATION GENERALE (3 ECTS)

Anglais

UE de rattachement : Formation générale	
Nombre d'heures : 22h	Nombre d'ECTS : 0.75
Année/semestre : M1/S1	Langue d'enseignement : mixte français / anglais
Enseignant référent :	Emmanuel Vincent
Objectifs :	<ul style="list-style-type: none">• Maîtriser la terminologie courante liée à son domaine de spécialité• Présenter et expliquer un contenu scientifique lié à la chimie, en respectant les formats et attendus scientifiques et institutionnels• Argumenter, défendre un point de vue dans le cadre d'une discussion scientifique. Les présentations seront faites avec un minimum de recours aux notes, et dans un anglais clair et phonologiquement correct.
Contenus abordés :	<ol style="list-style-type: none">1. Développement du vocabulaire scientifique de spécialité2. Analyse de textes scientifiques de spécialité3. Analyse de documents audio ou video4. Pratique de l'oral en contexte
Modalités d'enseignement :	Présentiel

Ouverture professionnelle

UE de rattachement : Formation générale	
Nombre d'heures : 8h	Nombre d'ECTS : 0.25
Année/semestre : M1/S1	Langue d'enseignement : mixte français / anglais
Enseignant référent :	<i>A définir</i>
Objectifs :	<ul style="list-style-type: none">• Décoder une offre de stage• Rédiger une lettre de motivation et un CV en cohérence avec sa candidature et les besoins de l'entreprise.• Argumenter de façon objective et factuelle à l'oral en situation de recrutement
Contenus abordés :	Accompagnement à la recherche de stages : 8H TD en présentiel dédiées à l'aide à la recherche de stages (identifier les différents leviers pour la recherche de stages, les atouts pour la rédaction de CV et lettres de motivations, comment se préparer à un entretien).
Modalités d'enseignement :	L'évaluation se fera avec une mise en situation avec une simulation d'entretien de recrutement. (30 minutes de TER/ étudiant)
Bibliographie :	Enseignement théorique et pratique d'environ 20/30 minutes. Puis travail en mode participatif pour chaque équipe projet, avec suivi par l'enseignant ou l'intervenant professionnel.

Photosciences

UE de rattachement : Formation générale		
Nombre d'heures : 6h		Nombre d'ECTS : 0.5
Année/semestre : M1/S1		Langue d'enseignement : mixte français / anglais
Enseignant référent :	Clémence Queffélec	
Objectifs :	<ul style="list-style-type: none"> Introduction à la photochimie 	
Contenus abordés :	introduction générale à la photochimie appliquée à la santé, l'environnement et la catalyse	
Modalités d'enseignement :	En présentiel	

Ecole d'automne

UE de rattachement : Formation générale		
Nombre d'heures : 10h		Nombre d'ECTS : 0.25
Année/semestre : M1/S1		Langue d'enseignement : mixte français / anglais
Enseignant référent :	Clémence Queffélec	
Objectifs :	<ul style="list-style-type: none"> ouverture vers le monde de la recherche académique et industrielle 	
Contenus abordés :	conférences	
Modalités d'enseignement :	conférences	

Art, sciences et société

UE de rattachement : Formation générale		
Nombre d'heures : 10h		Nombre d'ECTS : 0.75
Année/semestre : M1/S1		Langue d'enseignement : mixte français / anglais
Enseignant référent :	A définir	
Objectifs :	<ul style="list-style-type: none"> <i>Descriptif à venir</i> 	
Contenus abordés :	<i>Descriptif à venir XXXXXXXX</i>	
Modalités d'enseignement :	En présentiel	

Risques chimiques

UE de rattachement : Formation générale		
Nombre d'heures : 4h		Nombre d'ECTS : 0.5
Année/semestre : M1/S2		Langue d'enseignement : mixte français / anglais
Enseignant référent :	Virginie Blot	
Objectifs :	<ul style="list-style-type: none"> • Identifier les risques santé & sécurité auxquels il sera confronté dans sa vie professionnel, • Identifier les moyens de prévention des risques auxquels il sera confronté dans sa vie professionnelle 	
Contenus abordés :	Sensibilisation des étudiants à la gestion des risques en Santé et Sécurité en laboratoire de chimie ou plus généralement au sein de leur future activité professionnelle. Préparation à la validation du module d'auto-formation NEO du CNRS, obligatoire pour tous les nouveaux entrants dans un laboratoire de recherche du CNRS.	
Modalités d'enseignement :	Distanciel : e-formation de l'INRS concernant les risques chimiques " Acquérir les notions de base sur les produits chimiques". Présentiel : prévention des risques auxquels seront confrontés les étudiants dans leur future vie professionnelle	

Le stage joue un rôle important dans le programme du master Lumomat, basé sur une interaction étroite entre la recherche et l'innovation technologique. Les étudiant·e·s seront intégrés dans une équipe de recherche nationale ou internationale, ou encore dans l'industrie.

Durée : de 4 à 6 mois	Nombre d'ECTS : 27
Année/semestre : M1 / S2	Langue d'enseignement : français/anglais
Enseignants référents :	Clémence Queffelec
Objectifs :	<ul style="list-style-type: none">• Mettre en œuvre une démarche scientifique dans un travail personnel de recherche fondamentale ou appliquée en mobilisant les connaissances scientifiques et techniques acquises au premier semestre du master• S'intégrer dans une équipe multidisciplinaire en milieu professionnel• Développer son autonomie en situation de travail et proposer des initiatives• Réaliser, pour les stages à l'étranger, une véritable immersion culturelle et linguistique• Analyser et synthétiser sous forme d'un rapport écrit et d'une présentation orale les résultats de son travail

Mobilité des étudiant·e·s inscrit·e·s au Master Lumomat pendant le stage :

Ce programme favorise la mobilité internationale des étudiant·e·s en mettant à leur disposition le réseau international des enseignant·e·s-chercheurs/euses des laboratoires partenaires.

Les étudiant·e·s bénéficient d'une bourse de mobilité de 500 à 700 € par mois, selon le pays de destination. Ils peuvent également bénéficier d'une bourse d'installation de 1 000 € proposée par le Conseil Régional, sous réserve d'éligibilité.

Accueil d'étudiant·e·s étrangers pour des stages dans nos laboratoires partenaires :

Les étudiant·e·s étrangers 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 approfondir leurs objectifs.

