

**Approche microscopique de la cinétique chimique – 3<sup>ème</sup> année de Licence**

UNIVERSITE PIERRE ET MARIE CURIE

Volume horaire : 12h de cours, 12h de travaux dirigés, 6h de laboratoire

Descriptif de l'enseignement :

## Objectifs

Comprendre les bases théoriques des mécanismes réactionnels déjà vus en chimie organique et inorganique. Relier mécanismes et cinétique des réactions. Initier à la pratique de la recherche (questionnement scientifique, lecture d'article, exploration d'hypothèses) sous forme de projets de groupe.

## Thèmes abordés

- Actes élémentaires.
- Mécanismes par stades et en chaîne.
- Étape déterminant la vitesse (EDV), Approximation de l'état quasi stationnaire (AEQS), Notion de pré-équilibre.
- Résolution numérique des équations cinétiques complexes.
- Notion de modèle d'un processus complexe.
- Liens théories/expériences

## Prérequis

- Chimie : LC101 : cinétique formelle, ordre des réactions.
- Mathématiques : Équations différentielles. Maîtrise d'un logiciel de calcul formel type matlab, maxima ou mathematica.

**Biomolécules – 3<sup>ème</sup> année de Licence**

UNIVERSITE PIERRE ET MARIE CURIE

Volume horaire : 22 de cours, 4h de travaux dirigés, 4h de laboratoire

Descriptif de l'enseignement :

## Objectifs

Initiation à la chimie des monomères et des oligomères des trois grandes familles de biopolymères (protéines, oligosaccharides, acides nucléiques).

## Thèmes abordés

- Synthèses d'acides aminés et de peptides.
- Stratégies de synthèse peptidique phase liquide et phase solide.
- Introduction à la réactivité des carbohydrates, protections orthogonales et introduction aux réactions de glycosylation.
- Des nucléosides/nucléotides à la synthèse chimique d'oligonucléotides
- Construction (modèles moléculaires) et visualisation d'acides aminés, peptides, carbohydrates et oligonucléotides. Construction des structures secondaires canoniques.
- Synthèse d'un dipeptide et purification.

## Prérequis

- Chimie et réactivité des fonctions trivalentes (acides carboxyliques et dérivés d'acides carboxyliques).
- Chimie et réactivité des amines et cétones (chimie organique niveau L2/L3).
- Stéréochimie.
- Propriétés physico-chimiques et structure des peptides et des protéines.

**Cheveux et chimie capillaire – 2<sup>ème</sup> année de Licence**

UNIVERSITE PIERRE ET MARIE CURIE

Volume horaire : 30h de cours

Descriptif de l'enseignement :

Objectifs

La composition et la structure du cheveu sont étudiées afin d'en comprendre les propriétés et le comportement. L'analyse du mode d'emploi des produits cosmétiques capillaires et de leurs ingrédients permet d'établir le lien entre les aspects théoriques et la pratique.

Thèmes abordés

- Composition, structure et croissance des cheveux

Protéines et lipides (relation structure-propriétés, importance du pH, notions élémentaires de polymères, polymérisation et architecture).

- Le shampoing

Principaux tensio-actifs / Détergence (propriétés mouillantes, émulsionnantes et moussantes) / Épaississants (solubilisation des polymères, paramètres régissant la viscosité, influence des électrolytes) / Agents conditionneurs (tensio-actifs et polymères cationiques, silicones) / Notions élémentaires de réflexion, réfraction et brillant.

- La coiffure

Mise en plis (aspect mécanique, relation structure-propriétés) / Laque (polymère à l'état solide, notion de plastification) / Gel (notion de gel physique, rhéologie des solutions de polymères, relation composition-structure-propriétés) / Permanente (oxydo-réduction appliquée aux cheveux)

- La décoloration et la coloration

Cheveux (notion de couleur et de pigmentation, biosynthèse par polymérisation oxydative et par cyclisation-condensation) / Décoloration (dépolymérisation par oxydo-réduction, relation composition-propriétés) / Coloration permanente et semi-permanente (dépolymérisation et polymérisation par oxydo-réduction, relation composition-propriétés).

### **Chimie analytique** – 2<sup>ème</sup> année de Licence

UNIVERSITE PARIS DIDEROT

Résumé du programme : Bases fondamentales des principales techniques d'analyse structurale et quantitative utilisées en Chimie. L'accent sera mis sur l'aspect expérimental ainsi que sur des applications pratiques. Spectroscopies optiques (UV-Visible, Infra-rouge) et magnétique (RMN), les chromatographies (liquide et gaz), la spectrométrie de masse.

Compétences visées : Connaissances des appareillages, des théories classiques, des domaines d'applications. Savoir élucider une structure et quantifier la molécule.

#### **Travaux Pratiques de chimie analytique**

Résumé du programme :

TP adossés à l'enseignement de Chimie Analytique 3. Identification, caractérisation structurale et/ou quantification de molécules via des techniques spectroscopie, magnétique ou chromatographique.

Compétences visées : Spectroscopies optique et magnétique, spectrométrie de masse, chromatographie, détermination structurale.

### **La chimie au service de la biologie** – 2<sup>ème</sup> année de Licence

UNIVERSITE PARIS DIDEROT

Résumé du programme :

Appliquer les connaissances de chimie acquises en L1 et L2 semestre 3 à l'étude des systèmes biologiques : l'eau comme solvant (caractère ionisant et dissociant, acide-base) ; les tampons (définition, préparation, caractéristiques) ; liaisons intermoléculaires : structures des édifices

biomoléculaires (ADN, protéines, membranes) ; constantes d'équilibre. Relation structure-fonction des édifices biomoléculaires : stabilité, reconnaissance, quelques notions de cinétique enzymatique ; Thermodynamique du métabolisme (Oxydo-réduction).

Compétences visées : Equilibres en solutions aqueuses. Thermodynamique. Biomolécules. Liaisons intermoléculaires et relation structure-fonction.

### **Chimie moléculaire** – 3<sup>ème</sup> année de Licence

UNIVERSITE PIERRE ET MARIE CURIE

Volume horaire : 24h de cours, 30 h d'ateliers de mise en application, 2h d'examen

Descriptif de l'enseignement :

#### Objectifs

Consolider et d'approfondir les bases de la chimie moléculaire organique et inorganique acquises en L2 par l'étude des relations structure–propriétés et structure–réactivité des molécules organiques et des complexes de métaux de transition.

Proposer une ouverture vers de nombreux domaines d'applications : la chimie médicinale, la biologie moléculaire, les matériaux moléculaires, l'électronique moléculaire, etc.

Proposer un contenu pédagogique innovant sous forme d'ateliers de mise en application en petit groupe, des ateliers problèmes sur un sujet appliqué en chimie moléculaire, des colles en autoévaluation pour permettre aux étudiants de s'entraîner et de progresser sur les conseils personnalisés de l'enseignant.

#### Thèmes abordés

Formation de liaisons carbone–carbone (réactivité de la liaison C=O, C=O conjugués), réactions de réduction et d'oxydation des grandes fonctions, réactions de substitutions aromatiques sur le benzène et ses dérivés, réactions péricycliques et cycloadditions.

Étude des interactions métal–ligand (structure et réactivité), stabilité des complexes de transition, réactions de substitution de ligands, réactions de transfert d'électron entre complexes, étude des grandes classes de réactions organométalliques (exemples d'application en catalyse homogène).

#### Prérequis

Programme de L1 et L2 de chimie générale, chimie organique et inorganique.

### **Chimie moléculaire expérimentale** – 3<sup>ème</sup> année de Licence

UNIVERSITE PIERRE ET MARIE CURIE

Volume horaire : 6 h de travaux dirigés, 24h de laboratoire

Descriptif de l'enseignement :

#### Objectifs

Renforcer et enrichir les compétences expérimentales en synthèse organique et inorganique et techniques d'analyse et de caractérisation associées acquises en L2. Déterminer les paramètres de stabilité et de réactivité des complexes de transition. Étudier l'influence de divers paramètres sur l'orientation et la sélectivité d'une synthèse organique. Mettre en œuvre des synthèses et caractérisations de composés moléculaires. Élaborer les protocoles de synthèse d'un ligand organique, d'un complexe de coordination associé, puis celui de la synthèse l'engageant en catalyse homogène dans une réaction d'oxydoréduction.

#### Thèmes abordés

- Réaction d'additions 1-2 et 1-4 sur les énones.
- Réaction des ylures de phosphore sur la fonction carbonyle.
- Réaction d'oxydoréduction en chimie organique.

- Stabilité et propriétés des complexes, influence du ligand sur les propriétés du métal.
- Réaction de transfert d'électron et de substitution pour des complexes.
- Cycle catalytique en catalyse homogène.

#### Prérequis

- Chimie expérimentale : Techniques de synthèse, de séparation et d'analyse en chimie (2C005, 2C015 et 2C035)
- Chimie moléculaire : Les bases de la chimie organique et inorganique (2C002 et 2C012), de la liaison chimique (2C001) et de la thermodynamique chimique (1C002 et 2C011)

### **Chimie moléculaire organique** – 3<sup>ème</sup> année de Licence

UNIVERSITE PIERRE ET MARIE CURIE

Volume horaire : 24h de cours, 24h de travaux dirigés, tutorat et travail encadré personnel 12h

Descriptif de l'enseignement :

#### Objectifs

L'étudiant renforcera et enrichira progressivement ses connaissances de base de chimie organique. Il maîtrisera les principaux mécanismes réactionnels et prédira la chimiosélectivité des réactions. La synthèse organique multi étapes sera abordée.

#### Thèmes abordés

- Fonctions organiques
- Chimiosélectivité
- Réactivité comparée
- Synthèse multi-étapes

#### Prérequis

- Bases en stéréochimie
- Écriture des mécanismes (écriture, sens des flèches)
- Effets électroniques (inductifs, mésomères)
- Connaissance des nucléophiles et électrophiles ; des pKa des molécules organiques
- Les grandes réactions en chimie organique (addition, substitution, élimination, réduction, oxydation, etc.)
- Notions en cinétique chimique, en spectroscopie RMN 1H et IR (interprétation essentiellement), en atomistique (orbitales frontières, nature des liaisons chimiques, structure de Lewis), réactions acide-base (milieux non aqueux).

### **Chimie moléculaire inorganique** – 3<sup>ème</sup> année de Licence

UNIVERSITE PIERRE ET MARIE CURIE

Volume horaire : 24 de cours, 16h de travaux dirigés, 20h de laboratoire

Descriptif de l'enseignement :

#### Objectifs

Cette UE présente les bases d'une culture générale en chimie inorganique moléculaire, avec une approche intégrée de la chimie de coordination et de la chimie organométallique. Les exemples seront choisis pour montrer comment les complexes peuvent répondre aux grands enjeux socioéconomiques : conversion de l'énergie solaire, catalyse et chimie verte, imagerie médicale, matériaux moléculaires. L'étudiant devra acquérir une maîtrise des modèles de la liaison métalligand, de la structure moléculaire et électronique des complexes de métaux de transition et des principaux types de réactions de ces composés...

#### Thèmes abordés

- Notion de complexe en chimie inorganique : ligands usuels, ligands carbonés, stabilité des complexes. Interaction métal-ligand, activation du ligand.
- Réactivité : Réactions de substitution, de transfert d'électrons, réactions des ligands coordonnés, grandes classes de réactions en chimie organométallique.
- Complexes polynucléaires.  
Prérequis
- Chimie générale : Savoir identifier les réactifs courants : acides, bases, nucléophiles, électrophiles, oxydants, réducteurs ; pouvoir écrire la formule de Lewis et retrouver la structure électronique de molécules simples ; équilibres de complexation ; notions de spectroscopies RMN, IR.
- Chimie inorganique Avoir une bonne connaissance des composés du bloc p comme autant de ligands potentiels ; stéréochimie des complexes ; modèle ionique de l'interaction métal-ligand à travers le modèle du champ cristallin.

### **Chimie organique 3 – 2<sup>ème</sup> année de Licence**

UNIVERSITE PARIS DIDEROT

Résumé du programme :

Composés aromatiques ; Etude de composés multifonctionnels (1,3- dicarbonyle, accepteur de Michael, ...) ; Réactions d'oxydation et de réduction des principales fonctions organiques ; Utilisation de composés organométalliques (Mg, Li, Cu) pour la création de liaison carbone-carbone ; Protection et déprotection des fonctions organiques ; Initiation à la synthèse multi-étapes de petites molécules simples.

Compétences visées : Connaissances approfondies en chimie organique ; bases permettant d'aborder la chimie organique de L3.

#### **Travaux Pratique de chimie organique**

Résumé du programme :

Initier les étudiants de L2 Chimie aux techniques de base de la chimie organique et aux bonnes pratiques de laboratoire. A travers de quelques synthèses simples, dont les mécanismes auront été préalablement étudiés dans les UE de Chimie Organique, les étudiants apprendront comment purifier et caractériser des composés organiques simples.

Compétences visées : Connaissances des techniques pratiques de laboratoire.

### **Chimie organique expérimentale – 3<sup>ème</sup> année de Licence**

UNIVERSITE PIERRE ET MARIE CURIE

Volume horaire : 28h de travaux pratiques

Descriptif de l'enseignement :

Objectifs

Compléter les connaissances de bases de la chimie organique qui ont été acquises en 3C002 (chimie organique moléculaire), et en particulier dans le domaine des travaux pratiques (acquises en 2C002, 2C005 et 2C015, partie chimie organique).

Thèmes abordés

- Apprentissage des techniques de la chimie organique expérimentale.
- Synthèse multi étapes, utilisation de groupement protecteur, synthèse d'un réactif de Grignard, réaction de Friedel-Crafts, méthodes de purification (distillation sous vide, sublimation, recristallisation).
- Analyses de données spectroscopiques (RMN 1H, IR).

Prérequis

Avoir suivi les travaux pratiques de Chimie Organique en 2e année de la Licence de Chimie (2C002, 2C005, 2C015).

### **Chimie organique à l'interface avec la biologie** – 2<sup>ème</sup> année de Licence

UNIVERSITE PARIS DIDEROT

Objectif de l'enseignement : Renforcer les bases de la chimie organique acquises en S2 et S3 et de présenter une introduction à la chimie bio-organique.

Résumé du programme :

Le cours s'articulera en trois parties : rappels : stéréochimie, chiralité, effets électroniques, représentations spatiales. Présentation des principales catégories de biomolécules : acides aminés, glucides, lipides, acides nucléiques. Introduction à leur réactivité ; présentation des bioisostères ; introduction à la biocatalyse. Utilisation des enzymes en chimie organique.

Compétences visées : Consolidation des principes de base de la chimie organique. Notions de chimie bio-organique.

### **Cristallographie** – 2<sup>ème</sup> année de Licence

UNIVERSITE PARIS DIDEROT

Résumé du programme :

Etat cristallin, groupes ponctuels, groupes d'espace : la maille, le réseau ponctuel, les groupes de symétrie et d'espace. Diffraction des rayons X : interaction des rayons X avec la matière, intensité des rayons diffractés, conditions limitant la diffraction, extinctions systématiques. Techniques expérimentales : production des rayons X, méthode de Debye-Scherrer, diffractomètre à poudre et exploitation.

Compétences visées : Formation de base en cristallographie géométrique et en radiocristallographie. Exploiter un diagramme de diffraction sur poudre.

### **Découverte de quelques médicaments** – 2<sup>ème</sup> année de Licence

UNIVERSITE PIERRE ET MARIE CURIE

Volume horaire : 8h de cours, 18h de projet

Descriptif de l'enseignement :

#### Objectifs

Sensibiliser l'étudiant à des projets intégrant des approches pluridisciplinaires en chimie et biologie  
Acquérir une méthode de travail, recherche d'informations par internet, assimilation et synthèse des données, initiation aux techniques de présentation orale

#### Thèmes abordés

- Bases de la reconnaissance moléculaire (chiralité, pKa, interactions non covalentes).
- Vue d'ensemble des différentes cibles de médicaments, Notions d'affinité.
- La liaison amide et l'hydrolyse chimique de la liaison amide, avec en parallèle la coupure de la liaison amide par une enzyme. Les différentes classes de protéases.
- Exemple de la découverte des antihypertenseurs, l'acétylcholine estérase et ses inhibiteurs, tacrine et dérivés (maladie d'Alzheimer).
- Travail encadré (référént) en binôme d'étudiants sur quelques pathologies et des médicaments associés (antiprotéase et VIH, anticancéreux, immunosuppresseurs, etc.).

#### Compétences attendues à la fin de l'UE

- Autonomisation de l'étudiant devant un projet de recherche ciblé.

- Apprentissage de la rédaction d'un rapport.
- Utilisation de power point pour une présentation orale.

**Électrochimie** – 3<sup>ème</sup> année de Licence

UNIVERSITE PIERRE ET MARIE CURIE

Volume horaire : 22 de cours, 22h de travaux dirigés, 16h de laboratoire

Descriptif de l'enseignement :

## Objectifs

Cette UE a pour objet la formation initiale en électrochimie des chimistes et physico-chimistes destinés à travailler dans les domaines du stockage et de la conversion d'énergie, de l'analyse et de la mesure, des matériaux et de l'enseignement.

## Thèmes abordés

Conductivité molaire et non-idéalité, activité dans le cas des solutions électrolytiques, potentiel électrochimique, potentiel de phase et interfaces électrochimiques, condition d'évolution des réactions électrochimiques, potentiel d'électrode, électrode standard à hydrogène, Électrodes de référence pratiques, potentiel de Nernst et états de références, potentiel de jonction ionique à courant nul, chaînes électrochimiques, cellules galvaniques, construction des diagrammes potentiel-pH et généralisation aux diagrammes potentiel-pX, lois de Faraday, courant de transfert de charge, transport de masse : diffusion, migration et convection, courbes courant-tension stationnaires, les électrolyseurs, les générateurs électrochimiques, notion de corrosion électrochimique

## Prérequis

- Chimie : UE du L1, thermodynamique du L1 et du L2,
- Mathématiques : Fonction exponentielle, fonction logarithmique, fonctions de plusieurs variables, dérivées partielles, développements limités usuels,
- Physique : Notions de variables et fonctions thermodynamiques, système fermé/ouvert/isolé, milieu extérieur (physique L1), mesure de tension, mesure de courant, travail électrique, notion de flux.

**Grands problèmes environnementaux** – 2<sup>ème</sup> année de Licence

UNIVERSITE PARIS DIDEROT

Résumé du programme :

Présenter quelques-uns de ces problèmes environnementaux sous le regard de la chimie. Une série de dix conférences de deux heures traitera chaque thème en considérant les processus de transport et de transformations des principaux éléments chimiques impliqués : le changement climatique : gaz à effet de serre et cycle biogéochimiques ; les pics de pollution atmosphériques ; la pollution des eaux douces et eutrophisation ; la pollution des océans : du pétrole au plastique ; la pollution des sols : les métaux lourds ; risque phytosanitaire : pesticides, herbicides, dioxines ; développement durable et devenir des polluants chimiques ; la radioactivité ; les déchets.

Compétences visées : Connaissance de base des principaux polluants, de leur réactivité dans les principaux compartiments terrestres et de leurs interactions.

**Industrie et environnement** – 2<sup>ème</sup> année de Licence

UNIVERSITE PIERRE ET MARIE CURIE

Volume horaire : 18h de cours, 12h de travaux dirigés

Descriptif de l'enseignement :

## Objectifs

La chimie a un impact considérable dans la vie quotidienne par les objets que nous utilisons, les aliments que nous ingérons, les médicaments que nous prenons mais aussi l'air que nous respirons. Ce cours a pour objectif de donner des exemples significatifs et d'en montrer les bases scientifiques afin de les approfondir.

Thèmes abordés

- Chimie Organique Industrielle :

Place de la chimie organique dans notre société, impact environnemental et évolution des procédés industriels. Matières premières (oléfines, benzène, phénol, etc.). Matières plastiques (polyoléfines, polycarbonates, etc.). Pesticides organiques (DDT, Phosphorés, Carbamates, biopesticides, etc.). Antalgiques. Colorants. Notions de chimie verte.

- Chimie Inorganique et Environnement :

L'atmosphère (structure verticale, gaz industriels et applications, pollutions et transports, effet de serre, couche d'ozone). L'hydrosphère (répartition, cycle de l'eau, pluies acides, contaminations et métaux lourds, traitements). Les sols (composition et structure, pollutions par les engrais et les métaux lourds). Chimie nucléaire (radioactivité, applications en médecine, en analyse, traitements des déchets).

### **Introduction à la chimie verte – 2<sup>ème</sup> année de Licence**

UNIVERSITE PIERRE ET MARIE CURIE

Volume horaire : 24h de cours, 10,5h de travaux dirigés, 6h de laboratoire

Descriptif de l'enseignement :

Objectifs

La chimie est une science expérimentale dont les découvertes et innovations trouvent des applications sans limites : de la santé aux matériaux, de l'agriculture à l'agroalimentaire sans oublier l'énergie. Elle a pourtant mauvaise presse et reste associée aux pollutions et catastrophes écologiques. En 1987, la commission mondiale sur l'environnement et le développement introduit le concept de développement durable. Au début des années 1990, l'agence américaine pour la protection de l'environnement développe le concept de chimie verte.

Thèmes abordés

Cette UE propose de décrypter les principes de la chimie verte à partir d'exemples de développements industriels allant de la « drug discovery » à la production de biocarburants et polymères biodégradables issus de la biomasse. Les stratégies et procédés de synthèse respectueux de l'impact sur l'environnement seront ainsi décortiqués. Trois intervenants industriels (voir ci-dessous) présenteront à travers des conférences-débats les applications dans les domaines allant de la « drug discovery » aux biocarburants

Prérequis

Avoir des connaissances de base en chimie, autour de la structure des molécules, valence des atomes, les différents modes de représentation (Cram en particulier), distinction des fonctions chimiques et bases de la réactivité, la chiralité.

Intervenants industriels

- Alexis Denis (Directeur Drug Discovery GSK).
- Jérôme Toum (Ingénieur Recherche, responsable chimie verte chez GSK).
- Pascal Manuelli (Direction Stratégie Recherche du groupe Total).

### **Introduction aux polymères – 3<sup>ème</sup> année de Licence**

UNIVERSITE PIERRE ET MARIE CURIE

Volume horaire : 12h de cours, 10h de travaux dirigés, 8h de laboratoire

Descriptif de l'enseignement :

#### Objectifs

Cet enseignement a pour objectif de donner aux étudiants les notions de base en chimie et physico-chimie des polymères. Il s'agit de les initier à la synthèse et à la caractérisation des polymères et de s'intéresser à la relation structure/ propriétés. L'enseignement comprendra une approche des grandes méthodes de synthèse (polycondensation/polyaddition et polymérisations en chaîne) et des méthodes de caractérisation en solution (en particulier l'analyse des masses molaires moyennes et des distributions). Les structures à l'état solide (amorphe, cristallin ou semi-cristallin) ainsi que les propriétés thermiques et mécaniques seront présentées.

#### Thèmes abordés

- Structure des polymères.
- Degré de polymérisation/ masses molaires moyennes et distributions.
- Caractérisation des macromolécules en solution.
- Structure et propriétés des polymères à l'état solide.
- Synthèse macromoléculaire : polyaddition/polycondensation, polymérisation en chaîne des monomères éthyléniques.

#### Prérequis

- Notions de base de la chimie organique
- Notions de cinétique chimique
- Notions de chimie générale

### **Liaisons intramoléculaires et réactivité** – 2<sup>ème</sup> année de Licence

UNIVERSITE PIERRE ET MARIE CURIE

Volume horaire : 14 h de cours et 15 h de laboratoire.

Description de l'enseignement :

#### Objectifs

Le but de cet enseignement est de mobiliser les outils de chimie quantique, et plus particulièrement les orbitales moléculaires, pour mieux comprendre les concepts de liaison (polarisation, géométrie, donneur-accepteur, métal-ligand, résonance, aromaticité) et de réactivité (rupture homo- ou hétérolytique, électrophilie et nucléophilie, etc.).

#### Thèmes abordés

Symétrie moléculaire :

- Utilisation d'orbitales adaptées en symétrie,
- Construction de diagrammes grâce à la symétrie,
- Analyse de la symétrie des orbitales.

Géométrie des molécules :

- Longueur de liaison et diagramme orbitalaire,
- Diagramme et règle de Walsh,
- Distorsion et effet Jahn-Teller.

Méthode des fragments :

- Construction d'une molécule,
- Cas des complexes de métaux de transition,
- Réactivité de deux fragments en interaction.

Délocalisation Résonance :

- Systèmes infinis,
- Systèmes cycliques,

- Aromaticité et anti-aromaticités.

### **Matériaux inorganiques : synthèses, propriétés, cristallographie et diffraction – 3<sup>ème</sup> année**

UNIVERSITE PIERRE ET MARIE CURIE

Volume horaire : 22 de cours, 12h de travaux dirigés, 14h de laboratoire, 6h d'auto-apprentissage

Descriptif de l'enseignement :

#### Objectifs

L'objectif de cette UE est de définir le solide en tant que matériau inorganique depuis son élaboration jusqu'à la description de ses propriétés en s'appuyant en particulier sur sa caractérisation cristallographique. Le but étant de montrer que le choix d'un matériau pour une application donnée peut être prédictif car il existe une relation étroite entre sa structure cristalline et électronique et ses propriétés. L'apprentissage des différentes notions abordées dans cette UE, s'appuiera progressivement sur des méthodes pédagogiques innovantes.

#### Thèmes abordés

- Classification des différentes familles de matériaux inorganiques.
- Méthodes de synthèse de solides inorganiques, exemples de grands procédés industriels (verres, métaux et alliages, bétons) et synthèses de nanomatériaux.
- Modèles de liaison (métalliques, ioniques et covalentes).
- Introduction aux propriétés des matériaux inorganiques (électriques, optiques, magnétiques...).
- Cristallographie géométrique.
- Rayonnement X, méthodes expérimentales de diffraction X sur poudre.

#### Prérequis

Les prérequis nécessaires sont les notions en mathématique et chimie de L1 et L2 en particulier : notions de thermodynamique, d'atomistique et de chimie de coordination, d'électrostatique, connaissance des structures cristallines de référence, notions élémentaires de mathématiques (arithmétique de l'exponentielle, bases de trigonométrie par exemple), séries de Fourier, symétrie en géométrie élémentaire, nombres complexes.

### **Mécanique quantique et spectroscopies – 3<sup>ème</sup> année de Licence**

UNIVERSITE PIERRE ET MARIE CURIE

Volume horaire : 24h de cours, 25,5h de travaux dirigés, 10,5h de laboratoire

Descriptif de l'enseignement :

#### Objectifs

L'objectif de l'enseignement est de présenter les bases de la mécanique quantique qui permettent de comprendre et de décrire la structure des atomes et des molécules et leur interaction avec le rayonnement électromagnétique. Les concepts et outils présentés font systématiquement l'objet d'illustrations au travers d'applications au monde chimique. Une introduction aux principales spectroscopies qui permettent de sonder ces structures et leur transformation sera présentée. De ce point de vue, l'UE formalise et approfondit les différents concepts utilisés dans des UE atomistique, liaisons chimiques et spectroscopies de la Licence de Chimie.

#### Thèmes abordés

- Mécanique quantique : Les fondements, les systèmes simples, le spin.
- Les atomes : Les systèmes hydrogénoïdes et les atomes/ions polyélectroniques. Introduction aux spectroscopies atomiques.
- Les molécules : Retour sur les orbitales moléculaires. Traitement de la vibration et de la rotation. Introductions aux spectroscopies moléculaires.

## Prérequis

- Chimie : atomistique et spectroscopie des UE de L1 et L2, théorie des groupes et applications.
- Physique : énergies cinétique, potentielle et totale, moment cinétique, force coulombienne.
- Mathématiques : dérivées et intégrales, notion d'équations différentielles, fonctions usuelles.

**Processus chimiques aux géo-interfaces** – 2<sup>ème</sup> année de Licence

UNIVERSITE PARIS DIDEROT

Résumé du programme :

Ce cours détaille le traitement quantitatif des processus chimiques dans les systèmes aquatiques comme les lacs, océans, rivières, estuaires, eaux souterraines et des eaux usées mais aussi dans les sols et à l'interface avec l'atmosphère. Il comprend une brève revue de la thermodynamique chimique qui est suivie d'une discussion sur les réactions acide-base, précipitation-dissolution, oxydo-réduction ainsi que la coordination. L'accent est mis sur les calculs d'équilibre comme un outil pour la compréhension des variables qui régissent la composition chimique aux géo-interfaces et le devenir des polluants inorganiques.

Compétences visées : L'objectif principal de cette option vise à procurer aux étudiants de licence une introduction aux processus chimiques aux interfaces dans l'environnement, notamment en les faisant réfléchir à l'importance du prélèvement sur la qualité des résultats.

**Relations structure–propriétés en chimie organique** – 2<sup>ème</sup> année de Licence

UNIVERSITE PIERRE ET MARIE CURIE

Volume horaire : Cours de 24 h, Travaux dirigés de 24 h, Travaux pratiques de 12 h

Descriptif de l'enseignement :

Objectifs :

Donner aux étudiants les bases fondamentales de la chimie organique :

- maîtrise des aspects structuraux, électroniques et stéréochimiques de molécules organiques ;
- compréhension réfléchie de la réactivité par le biais de la compréhension des mécanismes réactionnels.

Thèmes abordés :

- Les molécules organiques : énergie et premières implications.
- Introduction à la réactivité des molécules organiques.
- La réactivité des liaisons  $\sigma$
- Substitutions nucléophiles sur l'atome de carbone saturé.
- Éliminations sur l'atome de carbone saturé.
- La réactivité des liaisons  $\pi$ .
- Additions électrophiles sur  $C=C$  et  $C\equiv C$ .
- Additions nucléophiles sur  $C=O$ .
- Interconversions entre fonctions de nombres d'oxydations distincts.

**Spectroscopies atomiques et moléculaires** – 3<sup>ème</sup> année de Licence

UNIVERSITE PIERRE ET MARIE CURIE

Volume horaire : 16 h de cours et 14h de travaux dirigés

Descriptif de l'enseignement :

Objectifs

En plus d'initier l'étudiant à différentes spectroscopies atomiques et moléculaires, l'UE est conçue pour permettre d'acquérir une base solide en chimie-physique à l'échelle de l'atome et de la molécule en introduisant les bases permettant de caractériser les niveaux d'énergie atomiques et moléculaires et les transitions entre niveaux dans le cadre des interactions rayonnement-matière. Cette UE va permettre d'initier les étudiants à la modélisation quantique des atomes et des molécules, aux méthodes d'approximation (perturbations, variations) et aux spectroscopies atomiques et moléculaires.

#### Thèmes abordés

Le cours aborde l'équation de Schrödinger pour des systèmes poly-électroniques pour introduire les termes et les états spectraux, les règles de sélections et les spectroscopies atomiques. Un approfondissement de la théorie des groupes ponctuels sera ensuite appliqué à la description des molécules poly-atomiques, des systèmes localisés et conjugués (méthode de Hückel, méthode de variation) et des modes normaux de vibration.

Enfin en introduisant les règles de sélections pour les transitions entre niveaux moléculaires, différentes spectroscopies seront abordées : micro-onde, infrarouge, diffusion Raman et UV-visible.

#### Prérequis

Les programmes des UE suivantes constituent des prérequis :

- « Chimie : structure et réactivité (1C001) ».
- « Liaisons intramoléculaires et réactivité (2C001) ».
- « Outils et méthodes mathématiques (2C007) ».

### **Théorie des groupes – 2<sup>ème</sup> année de Licence**

UNIVERSITE PARIS DIDEROT

Résumé du programme :

- Groupes de symétrie : détail des opérations de symétrie. Nomenclature. Représentation des opérations de symétrie, représentations irréductibles, tables de caractères.
- Application à la mécanique quantique et aux spectroscopies ; symétrie d'une fonction d'onde poly électronique, termes spectroscopiques, spectroscopies électronique et vibrationnelle.

Compétences visées : Applications à la description de la structure électronique et à la prévision des propriétés spectroscopiques des molécules.

### **Thermodynamique appliquée à la chimie – 2<sup>ème</sup> année de Licence**

UNIVERSITE PIERRE ET MARIE CURIE

Volume horaire : 22 h de cours, 24 h de travaux dirigés, 14 h de travaux pratiques

Descriptif de l'enseignement :

#### Objectifs

Utiliser les outils de thermodynamique introduits en physique en L1 dans les parcours PCGI et BGC pour prévoir :

- les échanges d'énergie entre un système en réaction chimique et le milieu extérieur,
- le sens d'évolution d'un système en réaction chimique,
- les équilibres de changement d'états d'un mélange binaire sans réaction.

Cette UE donne les fondements théoriques de certains outils déjà utilisés au lycée et en 1C002 (affinité, quotient de réaction/constante d'équilibre, activité).

#### Thèmes abordés

Mesure des enthalpies de réaction par calorimétrie et calcul à partir des grandeurs thermodynamiques disponibles dans les tables. Établissement de l'expression de l'affinité d'une réaction à partir des

principes de la thermodynamique. Notion de potentiel chimique et d'activité. Propriétés des mélanges de deux constituants chimiques sans réaction (miscibilité, changements d'états).