

UNIVERSITE  
PAUL  
SABATIER



TOULOUSE III

**UFR Physique Chimie Automatique**

**LICENCE SCIENCES TECHNOLOGIES  
SANTÉ**

**MENTION  
CHIMIE MATÉRIAUX PROCÉDÉS**

**3<sup>ème</sup> année de Licence**

**SYLLABUS**

**ANNEE UNIVERSITAIRE 2008-2009**

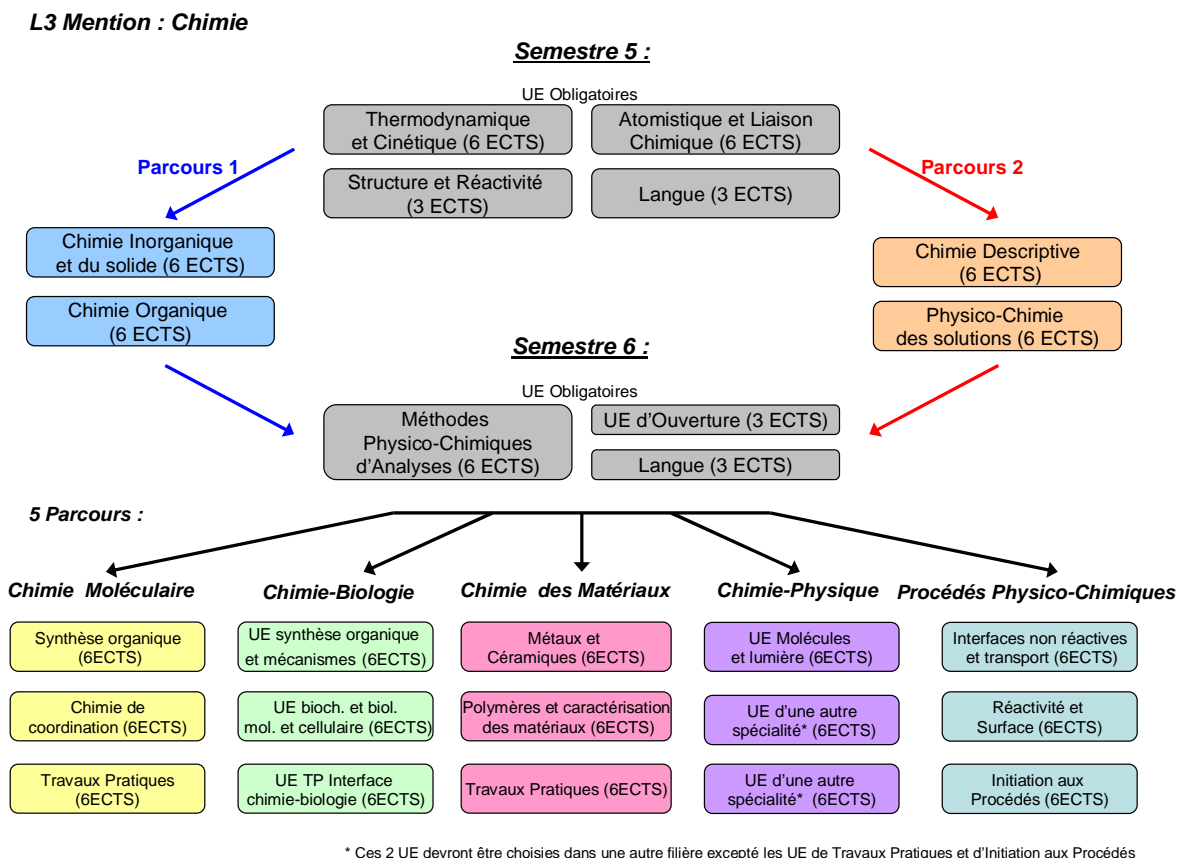
## 3<sup>ème</sup> année de Licence - Mention Chimie

Enseignant responsable : Marc VERELST

✉ CEMES-CNRS, 27 rue Jeanne Marvig 31055 Toulouse cedex 04

☎ 05 62 25 78 54    📧 verelst@cemes.fr

La troisième année de la mention Chimie s'organise suivant le schéma reporté sur la figure ci-dessous:



### Organigramme L3 Chimie: habilitation 2007-2010

#### Semestre 5

Dès le premier semestre (S5), le L3 Chimie propose 2 parcours complémentaires aux étudiants. Dans le premier parcours, *parcours 1*, la chimie moléculaire constitue un axe fort de la formation. Ce parcours assure la continuité avec le L2 mention Chimie de l'UPS. Ce parcours 1 devrait regrouper environ 80% des effectifs d'une promotion.

Le second parcours propose un programme équilibré entre la Chimie Moléculaire et la Physico-Chimie, elle constitue une alternative aux étudiants du L2 mention Chimie présentant une attirance vis à vis des enseignements relevant de la Physico-Chimie. En outre, ce cursus serait plus adapté aux étudiants provenant d'IUT ou de BTS (Génie Chimique, Mesures-Physiques,...) ou aux étudiants en réorientation pour lesquels l'enseignement de chimie fondamentale et de chimie organique du parcours 1 est parfois en décalage par rapport à leur formation initiale. Enfin, ce parcours est susceptible d'intéresser des étudiants du L2 Physique qui souhaitent se réorienter vers la chimie. L'effectif global de ce second parcours est estimé à 20% d'une promotion.

Ces deux parcours s'articulent autour de 4 UE communes (18 ECTS au total) et de 2 UE spécifiques (12 ECTS au total). Le choix de l'étudiant pour l'un ou l'autre parcours est effectué à la rentrée de septembre après une réunion d'information.

### Semestre 6 :

Au semestre 6 la licence de Chimie se décline en cinq parcours différenciés : Chimie Moléculaire, Chimie Biologie, Chimie des Matériaux, Chimie-Physique, et Procédés Physico-Chimiques.

Le parcours Chimie-Physique comporte un volume d'enseignement spécifique réduit à une UE de 6 ECTS (contre 3 UE totalisant 18 ECTS pour les autres parcours). Ce module d'enseignement spécifique de Chimie-Physique correspond à des « pré-requis » nécessaires à une poursuite en Master 1 de la même spécialité ou dans le domaine des sciences analytiques. Les étudiants qui s'orienteront vers ce parcours Chimie-Physique choisissent deux autres UE au choix parmi les UE des autres parcours (excepté les UE de Travaux Pratiques et d'Initiation aux Procédés) suivant une logique pédagogique qui sera précisée à l'étudiant par l'équipe pédagogique.

Les autres parcours comportent 3 UE de 6 ECTS spécifiques à la spécialité qui s'additionnent à une UE (6 ECTS) de tronc commun, une UE (3ECTS) de langues ainsi qu'une UE dite « d'Ouverture » qui est à choisir dans un large panel proposé par l'Université Paul Sabatier (voir même d'autres Universités Toulousaines si les emplois du temps le permettent).

Pour résumer, l'étudiant rejoignant le L3 Chimie au semestre 5 aura le choix entre deux parcours. Un *parcours 1* qui dispensera un enseignement de base qui permettra à l'étudiant un large spectre d'orientation futur. Un *parcours 2* qui dispensera un enseignement destiné aux étudiants provenant des flux parallèles non spécifiquement « Chimiste ». Au semestre 6 deux possibilités s'offriront également aux étudiants: i) Suivre l'enseignement complet d'un parcours comportant une proportion importante de travaux pratiques. ii) Suivre l'enseignement d'un parcours (sans TP) tout en s'initiant aux problématiques de Chimie-Physique théorique. Cette dernière solution constituant un pré-requis à la poursuite d'étude vers un Master de Chimie-Physique (sans exclusivité) à Toulouse.

Au final, L'offre de formation proposée offre beaucoup de modularité et devrait satisfaire un large public.

Au moment de l'inscription en « ligne » (en juillet) ou de la candidature auprès de la commission de validation des acquis, il est demandé à l'étudiant de spécifier son choix de parcours. En aucun cas ce pré-choix n'engage définitivement l'étudiant. Le choix définitif entre parcours 1 et 2 n'intervient qu'après la réunion d'inscription pédagogique de la rentrée de septembre. Le choix du parcours de spécialité est modifiable jusqu'à début décembre.

Suite à un accord interne à l'Université Paul Sabatier les étudiants ayant validé un L2 Biochimie, Biologie Moléculaire (BBM) peuvent intégrer de droit le parcours L3 Chimie Biologie. Nous leur conseillons cependant de s'informer auprès de la responsable de ce parcours sur les difficultés occasionnées par cette réorientation.

3<sup>ème</sup> année de Licence de Chimie - Semestre 5Enseignement de Tronc CommunTRONC COMMUN - UNITE D'ENSEIGNEMENT 1 (2L50CHM)  
ATOMISTIQUE, LAISON CHIMIQUE ET BASES POUR LES SPECTROSCOPIES**Enseignant responsable :** Romuald POTEAU☒ LPCNO-IRSAMC-UPS/INSAT, 135 avenue de Ranguel, 31077 Toulouse Cedex  
Bât DGP, porte 133 ☎ 05 61 55 96 64 ✉ romuald.poteau@irsamc.ups-tlse.fr**Enseignant responsable des TP :** Laurent MARON☒ LPCNO-IRSAMC-UPS/INSAT, 135 avenue de Ranguel, 31077 Toulouse Cedex  
Bât DGP, porte 133 ☎ 05 61 55 96 64 ✉ laurent.maron@irsamc.ups-tlse.fr

Cours	TD (h)	TP numériques (h)	TP (h)	ECTS
20	24	4	17h30	6

**Équipe pédagogique :** F. ALARY, C. BROUCA, S. EVANGELISTI, M.-C. HEITZ, S. HOYAU, T. LEININGER, I. MALFANT, L. MARON, G. NICOLAS, R. POTEAU, N. SUAUD, V. VETERE

**Objectif :** *Les modèles et outils issus de la mécanique quantique et de la chimie théorique seront utilisés pour mieux comprendre la structure électronique des atomes et principalement des molécules. Les bases des techniques de spectroscopie seront aussi abordées. On se proposera en particulier de faire un lien entre la signature spectrale d'une molécule et sa géométrie (symétrie). Cet enseignement est fortement couplé au module « structure et réactivité » du tronc commun.*

**Programme cours et TD**

- 1) Symétrie moléculaire
  - a) Eléments et opérations de symétrie ; représentations réductibles et irréductibles
  - b) Groupes ponctuels de symétrie
  - c) Symétrie des OM et des modes de vibration
  
- 2) Atomistique et bases de mécanique quantique
  - a) Évidence expérimentale (rappels : spectre d'émission de l'atome d'hydrogène, loi de Ritz, condition de fréquence de Bohr ; spectre d'émission de l'atome de sodium ; diffraction et interférences)
  - b) Bases de mécanique quantique (caractère corpusculaire du rayonnement électromagnétique et nature ondulatoire des particules quantiques ; inégalité d'Heisenberg ; fonction d'onde et équation de Schrödinger ; opérateurs et valeurs)
  - c) Les atomes hydrogénoïdes (quantification du moment angulaire, opérateur hamiltonien, énergie et fonction d'onde ; spin, termes spectroscopiques et règles de sélection)
  - d) Les atomes polyélectroniques (approximation orbitale, principe de Pauli et configuration électronique ; orbitales de Slater, effets d'écran ; couplage spin-orbite, termes spectroscopiques, multiplicité de spin)

- 3) Structure électronique des molécules et symétrie
  - a) Approche quantitative : détermination de la structure électronique des molécules (approximation de Born-Oppenheimer, approximation orbitale, états électroniques ; méthode de Hückel, molécules aromatiques et antiaromatiques ; méthode de Hückel étendue pour calculer des OM, électrophiles et nucléophiles)
  - b) Approche qualitative : méthode des orbitales de fragments
  
- 4) Fondements de techniques spectroscopiques
  - a) Spectroscopie vibrationnelle (technique expérimentale ; molécules diatomiques, quantification de l'énergie de vibration; molécules polyatomiques, modes normaux de vibration; règles de sélection : activité Raman et Infrarouge)
  - b) Spectroscopie électronique (technique expérimentale ; orbitales atomiques (OA), OM, états électroniques et transitions entre états : molécules organiques et chromophores ( $\pi \rightarrow \pi^*$ ,  $n \rightarrow \pi^*$ , ...), transitions sur un centre métallique, transfert de
  - c) Notions élémentaires de RMN (moments magnétiques nucléaires ; technique expérimentale ; énergies nucléaires dans un champ magnétique)
  - d) Conclusion : quantification, niveaux d'énergie électronique, vibrationnels, rotationnels et relation avec le spectre électromagnétique et les techniques spectroscopiques

**Programme TP numériques (2 × 2h)**

- ☞ Symétrie moléculaire : manipulation de modèles 3D et recherche des propriétés de symétrie
- ☞ Modélisation moléculaire : Hückel étendu : calcul et analyse d'OM de molécules diatomiques

**Programme TP (5 × 3h30)**

- 1) Spectre d'émission de l'hydrogène et du sodium
- 2) Spectroscopie UV et interprétation théorique à l'aide de la méthode de Hückel
- 3) Spectroscopie IR : influence de facteurs intra- et inter-moléculaires sur la fréquence de vibration du groupement CO
- 4) Spectroscopies IR et Raman de molécules symétriques et analyse par la théorie des groupes
- 5) Propriétés magnétiques, transitions électroniques de complexes organométalliques, analyse par la théorie des groupes

**TRONC COMMUN - UNITE D'ENSEIGNEMENT 2 (2L51CHM)  
THERMODYNAMIQUE ET CINETIQUE**

**Enseignante responsable :** Véronique PIMIANTA

✉ 118 route de Narbonne - Bât 2R1 porte 3021 ☎ 05 61 55 62 75 📧 [pimienta@chimie.ups-tlse.fr](mailto:pimienta@chimie.ups-tlse.fr)

**Enseignant responsable des TP :** Sophie HOYAU

✉ LPQ-IRSAMC-UPS, 118 route de Narbonne, 31062 Toulouse Cedex

Bât 3R1b3, porte 205 ☎ 05 61 55 68 71 📧 [sophie.hoyau@irsamc.ups-tlse.fr](mailto:sophie.hoyau@irsamc.ups-tlse.fr)

Matières	Cours (h)	TD (h)	TP (h)	ECTS
Thermodynamique	10	12	24	6
Cinétique	10	12		

**Équipe pédagogique :** M. BROST, M. ETIENNE, J. GIRARD, I. HALLERY, S. HOYAU, F. JOLIBOIS, F. MATHIEU, V. VETERE, P. ROZIER, V. PIMIANTA

**Programme**

**1 - THERMODYNAMIQUE 22 h**

- Potentiel chimique d'un corps pur : le corps pur, applications aux gaz, idéalité et écart à l'idéalité.
- Mélanges et solutions : grandeurs molaires partielles, énergie de Gibbs de mélange, mélanges de gaz parfaits, mélanges de liquides et solutions (loi de Raoult, loi de Henry), solutions non idéales, propriétés colligatives.
- Transformations physiques des mélanges : diagrammes de phase des mélanges binaires, courbes d'analyse thermique, diagrammes liquide-vapeur, diagrammes solide-liquide.

**2- CINETIQUE 22 h**

- Vitesse de la réaction chimique : vitesse d'un processus élémentaire, vitesse d'une réaction composée, nombre de variables indépendantes, stœchiométrie unique - stœchiométries multiples.
- Méthodes expérimentales : techniques d'acquisition des données temporelles, avancement en fonction d'une grandeur expérimentale, étude d'ordre (initial, courant) - loi de vitesse.
- Quelques schémas réactionnels : réactions parallèles, réactions réversibles, réaction autocatalytique, réactions successives : Approximation de l'Etat Quasi Stationnaire (AEQS) et Approximation de l'Equilibre Rapide (AER).
- Réactions complexes : réactions par stade, réactions en chaîne, chaînes droites : bilan majeur - bilan mineur - longueur de chaîne cinétique, chaînes ramifiées : réactions explosives.
- Initiation au traitement informatisé : simulation et optimisation numérique

**3- TRAVAUX PRATIQUES 6x4 = 24 h**

- Détermination expérimentale de volumes molaires partiels
- Etude cinétique de l'Hydrolyse du chlorure de tertio-butyle
- Cinétique autocatalytique : la réaction permanganate / acide oxalique en milieu sulfurique
- Détermination potentiométrique des constantes de formation successives par la méthode de Bjerrum
- Changement d'état liquide-vapeur : cas du corps pur et du mélange éthanol-butanol

**TRONC COMMUN - UNITE D'ENSEIGNEMENT 1 (2L52CHM)  
STRUCTURE ET REACTIVITE**

**Enseignant responsable :** Romuald POTEAU

✉ LPCNO-IRSAMC-UPS/INSAT, 135 avenue de Rangueil, 31077 Toulouse Cedex

Bât DGP, porte 133

☎ 05 61 55 96 64

✉ romuald.poteau@irsamc.ups-tlse.fr

Co-responsable : Michèle BROST

✉ 118 route de Narbonne - Bât 2A ☎ 05 61 55 83 53 ✉ mbrost@cict.fr

Cours	TD (h)	TP numériques (h)	TP (h)	ECTS
8	10	9	0	3

**Équipe pédagogique :** F. ALARY, M. BROST, C. BROUCA, S. EVANGELISTI, I. HALLERY, M.-C. HEITZ, S. HOYAU, T. LEININGER, I. Malfant, L. MARON, G. NICOLAS, V. PIMIENTA, R. POTEAU, N. SUAUD, V. VETERE

**Objectif :** *Cet enseignement est fortement couplé aux module « atomistique, liaison chimique et bases pour les spectroscopies » et « thermodynamique et cinétique » du tronc commun. On essaiera d'aborder une même réaction chimique sous l'angle microscopique (orbitales frontières) et macroscopique (cinétique)*

**Programme cours et TD**

- 1) La structure et la réactivité des molécules sont gouvernées par leur structure électronique... et par la symétrie
  - a) Structure électronique et propriétés géométriques des molécules (orbitales frontières : géométrie la plus stable d'une molécule)
  - b) Réactivité chimique (réactions sous contrôle frontalier ou bien sous contrôle de charge, quelques applications de la théorie des orbitales frontières à la réactivité, réactions péricycliques)
- 2) Approche macroscopique
  - a) De la théorie des collisions à la théorie du complexe activé
  - b) Relation d'Eyring et profils réactionnels

**Programme TP numériques (2x1h30 & 3x2h)**

- ☞ Modélisation moléculaire : méthode de Hückel ; calcul et analyse d'OM pour la structure et la réactivité
- ☞ Réactions de type Diels-Alder : règle d'Alder
- ☞ Réactions chélétropiques
- ☞ Etude de quelques schémas mécanistiques simples
- ☞ Choix d'un mécanisme et détermination des paramètres

**TRONC COMMUN - UNITE D'ENSEIGNEMENT 4  
LANGUE (ANGLAIS : 2L5VCHM)**

Voir UFR de Langue : Anne Dutech : dutech@cict.fr

**Parcours 1 :****PARCOURS 1 - UNITE D'ENSEIGNEMENT 5 (2L53CHM)  
CHIMIE INORGANIQUE ET DU SOLIDE****Enseignant responsable :** Isabelle Malfant

✉ LCC, 205 route de Narbonne, 31077 Toulouse Cedex 4

☎ 05 61 33 31 06    📧 isabelle.malfant@lcc-toulouse.fr

**Enseignant responsable des TP :** Anne-Marie Galibert

✉ CIRIMAT/LCMIE, UMR CNRS 5085 Bâtiment 2R1 31062 TOULOUSE Cedex 9

☎ 05 61 55 61 19    📧 galibert@chimie.ups-tlse.fr

Cours (h)	TD (h)	TP (h)	ECTS
24	24	18	6

**Équipe pédagogique :**

Isabelle Malfant, Christophe Laurent, Bénédicte de Bonneval, Pascal Dufour, Christophe Tenailleau, Anne-Marie Galibert, Chantal Brouca, Véronique Brumas, Jérôme Girard, Mary Grellier, Marie Gressier, Marie-Joëlle Menu.

**Programme cours et TD****Partie Chimie Inorganique Moléculaire (2L53CH1)****1. Structure :** complexes de coordination

- Liaison covalente par partage d'électrons → liaisons ionique et de coordination

- Electrons périphériques (ns, np) → électrons de valences ((n-1)d ns)

- Molécule → complexe : définition, formalisme ionique et formalisme de Green

- VSEPR et hybridation → modèle du lien de valence : succès et limites.

- Théorie du champ cristallin. Rôle central de la symétrie octaédrique. Orbitales d, orbitales "non liantes" de quelques ligands simples (NH<sub>3</sub>, H<sub>2</sub>O, CO...), champ fort, champ faible, interprétation des données expérimentales (spectres électroniques, série spectrochimique), spin électronique et magnétisme (règle de Hund → complexes BS-HS).

- OM de champ de ligands. Effets donneurs  $\sigma$  et  $\pi$ .

**2. Réactivité**

- Acidité de Bronstedt ↔ acidité de Lewis. Rappels. Stabilité des complexes. Rappel sur les constantes de dissociation. Influence de la complexation et du pH sur la précipitation.

- Transfert de proton ↔ transfert d'électron. Influence de la complexation sur les équilibres redox. Diagrammes de Frost et Latimer, diagrammes potentiel-pH. Diagrammes potentiel-pL.

- Electronegativité et acido-basicité de Lewis → dureté/mollesse. Théorie HSAB (Pearson). Lien avec les orbitales frontières.

**Partie Chimie du Solide (2L53CH2)****I - Introduction**

- 1) Composition chimique, structure, microstructure.
- 2) Etats désordonnés, état ordonné.
- 3) Les différents types de liaison chimique, matériaux et applications

**II - Rappels sur le cristal parfait**

- 1) Motif, réseau, structure, maille.
- 2) Modèle des sphères dures tangentes.
- 3) Empilements compacts.
- 4) Empilements non compacts.
- 5) Sites cristallographiques.

**III - Solution solides et alliages**

- 1) Solutions solides d'insertion.
- 2) Solutions solides de substitution.

**IV - Le cristal réel**

- 1) Les défauts.
  - 2) Les défauts ponctuels.
- 3) La non-stoechiométrie.
- 4) Les centres colorés.
- 5) La diffusion : mécanismes (lacunaire, interstitielle), diffusion en régime stationnaire et non stationnaire.

**V - Relations entre composition, structure et caractéristiques électriques.**

- 1) Structure des bandes d'énergie dans les métaux, semi-conducteurs et isolants.
- 2) Mobilité des électrons.
- 3) Conducteurs métalliques.
- 4) Semi-conducteurs intrinsèques.
- 5) Semi-conducteurs extrinsèques.
- 6) Elaboration des semi-conducteurs (monocristaux, couches minces).
- 7) Autres cristaux à propriétés électriques intéressantes (thermistances, piézoélectriques, ferroélectriques).

**PARCOURS 1 - UNITE D'ENSEIGNEMENT 6 (2L54CHM)  
CHIMIE ORGANIQUE**

**Enseignant responsable** : Brigitte GUIDETTI

✉ Université Paul Sabatier- LSPCMIB - UMR5068 - Bat 2R1 porte 1009 - 31062 Toulouse Cedex 9

☎ 0561556107    ✉ guidetti@chimie.ups-tlse.fr

Cours (h)	TD (h)	TP (h)	ECTS
18	18	18	6

**Équipe pédagogique** : H. DURAN (responsable TP), B. GUIDETTI, C. PAYRASTRE, F. BEDOS, C. GALAUP, P. HOFFMANN, S. MAZIERES, H. MATONDO.

## Programme

*Le programme est centré sur l'étude des molécules à groupe C=O d'une importance capitale en chimie organique. En partant des notions essentielles acquises en 2<sup>ème</sup> année, on développera une chimie raisonnée basée sur les mécanismes réactionnels, la réactivité et la stéréochimie.*

### 1- Introduction

Nucléophilie et basicité ; théorie HSAB - Contrôle de charge - Contrôle orbitalaire - Orbitales frontières.

**2- Molécules à groupement C=O (aldéhydes, cétones, molécules conjuguées, cumulènes, acides et dérivés) - Aspects généraux de la réactivité - Stéréochimie - Activation**

Schéma général :

Panorama des réactions - Assistance électrophile - Description orbitalaire.

Action de nucléophiles ( autre que les carbanions)

Réactions d'addition :

Réactivité des aldéhydes et des cétones vis à vis de l'addition - Exemples de réactions - Cétènes et isocyanates - Composés carbonylés conjugués.

Réactions de substitution :

Réactivité du substrat et du nucléophile - Exemples de réactions.

### 3- Composés organométalliques

Organomagnésiens - organosodiques - organolithiens - dérivés organiques du cuivre - organocadmien - organozinciques.

### 4- Enolates

Enolate cinétique et thermodynamique - Alkylation d'énolates - Condensation aldolique - Réaction des énolates avec les esters et réactions apparentées - Condensation de Michael - Réaction de Darzens.

### 5- Enols

Réaction d'halogénéation - Réaction de Hell-Volhard-Zelinsky - Aldolisation - Réaction de Mannich.

### 6- Composés du soufre, du phosphore et le diazométhane

Thioacétals (inversion de polarité du C=O) - Ylures du soufre - Ylures du phosphore - Réaction de Wittig - Phosphonates - Le diazométhane : Réaction sur les cétones et les chlorures d'acides.

**Parcours 2 :****PARCOURS 2 - UNITE D'ENSEIGNEMENT 7 (2L55CHM)  
CHIMIE DESCRIPTIVE****Enseignant responsable :** PASCAL DUFOUR

✉ 118 route de Narbonne, CIRIMAT/LCMIE, bât. 2R1

☎ 05 61 55 61 02

📧 [dufour@chimie.ups-tlse.fr](mailto:dufour@chimie.ups-tlse.fr)**I- CHIMIE ORGANIQUE : 15h cours et 15h de TD****Équipe pédagogique :** C. PAYRASTRE, B. GUIDETTI**Présentation**

*En partant d'exemples concrets (molécules ou synthèses), nous reviendrons sur des notions fondamentales afin de les approfondir. Les réactions choisies illustreront les additions électrophiles et nucléophiles, les substitutions nucléophiles et électrophiles et les éliminations.*

**Programme****I- Rappels**

- 1- Effets électroniques : effets inductif et mésomère
- 2- Acidité-basicité-nucléophilie
- 3- Introduction aux mécanismes réactionnels
  - différents types de réactifs : électrophiles-nucléophiles
  - intermédiaires réactionnels (carbocations, carbanions et radicaux)

**II- Etudes de différentes réactions**

- 1- Addition électrophile sur alcènes avec passage par carbocation et par ion ponté :
  - applications aux réactions d'hydrohalogénéation, halogénéation, hydratation, éthérification, hydroboration-oxydation, oxymercuration-réduction et polymérisation cationique
- 2- Addition nucléophile sur carbonyle :
  - généralités et induction asymétrique
  - action de nucléophiles autres que carbanions :
    - obtention de cyanhydrines et d'acétal
    - nucléophiles azotés
    - réduction par  $\text{LiAlH}_4$  et  $\text{NaBH}_4$
  - action de nucléophiles carbonés :
    - organométalliques (magnésien, zincique)
    - condensation aldolique en milieu basique et réactions apparentées
    - addition de Michaël
- 3- Substitution nucléophile :  $\text{SN}_1$ ,  $\text{SN}_2$ ,  $\text{SN}_{\text{acyl}}$ 
  - généralités et facteurs d'influence
  - applications à quelques réactions importantes
- 4- Élimination :
  - généralités  $\text{E}_1$ ,  $\text{E}_2$

- compétition SN/E

**5- Substitution électrophile aromatique :**

- orientation de substitution
- applications aux réactions d'halogénéation, nitration, sulfonation, nitrosation, alkylation et acylation

## II- CHIMIE INORGANIQUE : 15h cours et 15h de TD

Equipe pédagogique : PASCAL DUFOUR

Programme :

A partir d'exemples simples et aux vues des propriétés physiques et chimiques, nous définirons les 2 grandes classes présentes dans la classification périodique : métaux et non métaux. 4 grandes parties seront ainsi traitées :

- 1) La cohésion d'un matériau à l'état solide.(solide covalent , ionique, alliage, défauts)
- 2) Les complexes métalliques (élaboration et propriétés). Nous définirons un complexe de métaux de transition (formation , géométrie, propriétés). La liaison métal-ligand sera développée selon le formalisme ionique et de Green. La théorie du champs cristallin sera détaillée ainsi que celle du champ des ligands.
- 3) Réactivité de ces complexes en solution aqueuse. Nous pourrions étudier l'influence de différents paramètres sur la stabilité de ces composés (diagramme E-pH, E-pL, diagramme de Frost).
- 4) L'extraction des métaux à partir de leurs oxydes (diagramme d'Ellingham).

Toutes ces différentes parties seront à chaque fois illustrées à partir d'exemples concrets présents dans notre environnement.

### PARCOURS 2 - UNITE D'ENSEIGNEMENT 8 (2L55CHM) PHYSICO-CHIMIE DES SOLUTIONS

**Enseignant responsable** Sylvain Galier

✉ Laboratoire de Génie Chimique, 118 route de Narbonne, 31062 Toulouse Cedex  
Bât 2R1, porte 111      ☎ 05 61 55 83 18      ✉ [galier@chimie.ups-tlse.fr](mailto:galier@chimie.ups-tlse.fr)

Cours (h)	TD (h)	TP (h)	ECTS
22	22	16	6

**Équipes pédagogiques :** P. CHAMELOT, S. GALIER, L. MASSOT (Responsable TP)

*Ce module de chimie-physique macroscopique est complémentaire au module du tronc commun « Thermodynamique et Cinétique » (UE2). Il traite de l'écart à l'idéalité des mélanges et des solutions. Il introduit également les solutions ioniques ainsi que les équilibres électrochimiques.*

#### 1- SOLUTIONS

Distinction solution /mélange - Potentiel chimique - Non idéalité des solutions

*Solutés* : Relation entre les différents modes d'expression des compositions - Activité - Coefficient d'activité d'un soluté - Etat standard - Influence T et P - Relation Gibbs-Duhem  
*Solvant* : Activité relative - Coefficient d'activité - Coefficient osmotique molaire - Relation Gibbs-Duhem

## 2- SOLUTIONS NON-IONIQUES

Écarts aux lois des solutions diluées et mesures des écarts à l'idéalité :

*Loi ébulliométrique de Raoult Van't Hoff, Loi cryométrique de Raoult Van't Hoff, Loi osmotique de Van't Hoff, Loi de Henry (solubilité).*

## 3- SOLUTIONS IONIQUES

Propriétés physico-chimiques des électrolytes

1-Grandeurs d'équilibre : Dissociation des composés ioniques (solvatation), Activité, coefficients ionique moyen (Debye Hückel)

2- Transport et phénomènes irréversibles : Conductivité (*Electrolyte Fort et Faible*), Dosage conductimétrique, Transport en solution

## 4- EQUILIBRES ELECTROCHIMIQUES (5/5)

- Définitions - Conventions : Electrochimie, Electrode, cellule galvanique, sens de réaction, fem, potentiel d'électrode.

- Loi de Nernst : fem d'une cellule galvanique, potentiel d'électrode

- Préviation des réactions

- Applications : mesure pH - Dosages potentiométriques

## TRAVAUX PRATIQUES : 16 hrs (4 TP de 4 hrs)

Cryométrie - Détermination de grandeurs thermodynamiques par la mesure de fem  
 Pression osmotique - Electrolyte Fort / Electrolyte faible

### 3<sup>ème</sup> année de Licence de Chimie - Semestre 6

**Enseignant responsable** : Marc VERELST

✉ CEMES-CNRS, 27 rue Jeanne Marvig 31055 Toulouse cedex 04

☎ 05 62 25 78 54      📧 verelst@cemes.fr

**Le semestre 6 s'articule autour de trois modules en tronc commun et des enseignements de spécialités (parcours).**

**Tronc commun :**

- UE9 : Méthodes Physico-Chimiques d'Analyse (6 ECTS)**
- UE10 : Module d'Ouverture (3 ECTS)**
- UE11 : Langue (anglais) (3 ECTS)**

**Les spécialités :**

La **spécialité Chimie Moléculaire de la Licence de Chimie** est la première étape de la spécialité du même nom en Master 1. En Master 2 recherche, elle se subdivise en deux spécialités, Chimie moléculaire : de la synthèse aux applications et Chimie supramoléculaire et macromoléculaire. Elle permet aussi d'intégrer le Master 1 de Sciences Analytiques qui conduit à un Master 2 professionnalisé appelé Chimie analytique et instrumentation. Elle permet également une poursuite d'études en IUFM, Écoles d'ingénieurs ou Agrégation de Chimie (après validation de l'année de Master 1). Cette spécialité est bien adossée à la recherche (laboratoires associés UPS-CNRS ou propres du CNRS : LCC, CEMES, SPCMIB, HFA, IMRCP, LCI...). Les principaux domaines d'étude sont la synthèse organique, la chimie moléculaire inorganique, la catalyse, la chimie organométallique, les matériaux moléculaires et la chimie supra- et macromoléculaire.

La **spécialité Chimie Physique de la Licence de Chimie** est la première étape de la spécialité du même nom en Master 1 et Master 2 recherche. Elle permet aussi d'intégrer le Master 1 de Sciences Analytiques qui conduit à un Master 2 professionnalisé appelé Chimie analytique et instrumentation. Elle permet également une poursuite d'études en IUFM, Écoles d'ingénieurs ou en Masters Physico-Chimie d'éléments lourds, Méthodes et outils informatiques de la chimie, Catalyse et chimie physique des interfaces, Matières condensées. Cette spécialité est bien adossée à la recherche (IRSAMC).

La **spécialité Chimie-Biologie de la Licence de Chimie** est la première étape de la spécialité du même nom en Master 1 et Master 2 recherche. Elle permet aussi d'intégrer le Master 1 de Sciences Analytiques qui conduit à un Master 2 professionnalisé appelé Chimie analytique et instrumentation. Elle permet également une poursuite d'études en IUFM, Écoles d'ingénieurs ou Agrégation de Chimie (après validation de l'année de Master 1). Cette spécialité est bien adossée à la recherche (laboratoires associés UPS-CNRS ou propres du CNRS : LCC, SPCMIB, IMRCP, LCI...). Les principaux domaines d'étude sont la stratégie de synthèse et les mécanismes réactionnels, la structure et la chimie des biomolécules et la biologie cellulaire et moléculaire.

La **spécialité Matériaux de la Licence de Chimie** est la première étape de la filière Matériaux enseignée à l'Université Paul Sabatier. Cette filière complète, pluridisciplinaire, à finalité professionnelle (Master 2 professionnalisé Matériaux et traitements de surface) ou fondamentale (Master 2 recherche Science des matériaux), est bien appuyée sur la Recherche (laboratoires associés UPS-CNRS ou propres du CNRS : CIRIMAT, CEMES, LCC, IMRCP...) et sur l'Industrie, notamment régionale (EADS (Aérospatiale, Airbus), Astrium (Matra), Alcatel, Motorola, CEAT, Mécaprotec Industrie, Turboméca, Microturbo, Ratier-Figeac, Union Minière, Malet, Mapaéro,

Fortech, Luzenac-Europe, Lafarge-Mortiers...). Elle traite des aspects de synthèse, caractérisation, analyse, propriétés, retraitement de tous les types de matériaux.

La **spécialité Procédés Physico-chimiques de la Licence de Chimie** est la première étape de la filière Procédés Physico-chimiques. Cette filière complète, à finalité fondamentale (Master 2 recherche Génie des procédés) ou professionnelle (Masters 2 professionnalisé « Procédés Physico-Chimiques » constitué de deux éléments pédagogiques : Procédés Electrochimiques et Procédés de séparation), est bien appuyée sur la Recherche (laboratoire associé UPS-CNRS : LGC, ENSIACET...) et sur l'Industrie (Veolia, Pierre Fabre, Sanofi, Atofina, ...). Elle traite des phénomènes de transport, des phénomènes interfaciaux, des procédés physicochimiques bi- et polyphasiques, des bilans de matière et d'énergie, des opérations unitaires et de la modélisation des procédés.

Des informations complémentaires sur la formation sont aussi disponibles (Format html/pdf) sur le site : [www.ppc.ups-tlse.fr](http://www.ppc.ups-tlse.fr).

## TRONC COMMUN - UNITE D'ENSEIGNEMENT 9 (2L60CHM) METHODES PHYSICO-CHIMIQUES D'ANALYSE

**Enseignante responsable:** Véronique GILARD

✉ Laboratoire SPCMIB - Bât 2R1- UPS, 118, route de Narbonne, 31062 Toulouse Cedex 4

☎ 05 61 55 82 81    ✉ [gilard@chimie.ups-tlse.fr](mailto:gilard@chimie.ups-tlse.fr)

Matières	Cours (h)	TD (h)	TP (h)	ECTS
Techniques spectroscopiques	14	22	12	6
Diffraction X	8	8		
Méthodes d'Analyse thermique	3	3	1	
Chromatographies		9	8	

**Equipe Pédagogique:** J. AZEMA, C. BROUCA, C. BAUDOIN, F. DELPECH, H. DURAN, V. GILARD, B. GUIDETTI, M. ETIENNE, C. LAURENT, R. MARTINO, S. MAZIERES, B. MESTRE, C. PAYRASTRE (responsable des TP), R. POTEAU, M. VERESLT.

### Objectif

*Ce module permettra aux étudiants d'acquérir les notions essentielles des principales méthodes Physico-Chimiques utilisées pour l'analyse et la caractérisation de composés organiques ou inorganiques. Il constitue une ouverture sur la diversité des méthodes d'analyses existantes dans différents domaines de spécialité en chimie.*

### TECHNIQUES SPECTROSCOPIQUES

#### Résonance Magnétique Nucléaire (RMN)

Propriétés cinétiques et magnétiques du noyau

Principe physique de base du phénomène de RMN - Relaxation

Le déplacement chimique - RMN <sup>1</sup>H

Le couplage spin-spin, systèmes de spins

RMN du <sup>13</sup>C

#### Spectrométrie de Masse

Abondance isotopique - Règle de parité

Appareillage : Présentation de quelques sources d'ions et d'analyseurs

Principaux modes de fragmentation - Réarrangements

Méthodes combinées : élucidation de structures de molécules organiques à partir de l'utilisation conjointe de différentes techniques spectroscopiques (RMN, Masse, IR, UV)

**DIFFRACTION X**

Notions élémentaires de cristallographie

Diffraction des rayons X par les poudres : loi de Bragg, indexation d'un diagramme cubique.

Applications : identification de phases, polymorphisme, ordre-désordre

Appareillage : chambre de Debye-Scherrer, montages à focalisation, diffractomètre  $\theta$ - $2\theta$

**METHODES D'ANALYSE THERMIQUE**

Analyse Thermo-Gravimétrique (ATG)

Principe

Appareillage

Exemples d'applications

Analyse Thermique Différentielle (ATD)

Principe

Appareillage

Exemples d'applications

**CHROMATOGRAPHIES**

Introduction aux bases de la chromatographie et compréhension du phénomène chromatographique :

Notions d'interactions moléculaires

Choix de solvants

Paramètres chromatographiques

Techniques chromatographiques abordées :

Chromatographie couche mince

Chromatographie phase gazeuse

Chromatographies d'adsorption et de partage

Analyse quantitative : notions de dosage

**TRONC COMMUN - UNITE D'ENSEIGNEMENT 10**  
**MODULE D'OUVERTURE : A CHOISIR PARMIS LES MODULES PROPOSES PAR**  
**L'UNIVERSITE PAUL SABATIER.**

**TRONC COMMUN - UNITE D'ENSEIGNEMENT 11**  
**LANGUE (ANGLAIS : 2L5VCHM)**

Voir UFR de Langue : Anne Dutech : dutech@cict.fr

## PARCOURS CHIMIE MOLÉCULAIRE (2L6CH3M) 18 ECTS

**Enseignant responsable :** Corinne Payrastré

✉ Laboratoire SPCMIB - Bât 2R1- UPS, 118, route de Narbonne, 31062 Toulouse Cedex 9  
☎ 05 61 55 83 92 📧 [payrastr@chimie.ups-tlse.fr](mailto:payrastr@chimie.ups-tlse.fr)

### Présentation

*La Chimie Moléculaire est la science de la conception, de la construction et de l'étude des molécules. Elle est au centre de toute la chimie.*

*La Chimie Moléculaire est à la base de grandes industries et ses domaines d'application sont immenses : carburants, colles, colorants, détergents, encres, industries alimentaire et pharmaceutique, matériaux pour l'enregistrement optique (CD, DVD), pour l'optoélectronique (diodes, lasers), matériaux énergétiques solides (poudres, explosifs, propergols), parfums, arômes, additifs alimentaires et cosmétiques, peintures, vernis, verres, pigments, produits pour la photographie et la reprographie, polymères synthétiques, textiles et certainement dans le futur de nouvelles applications à découvrir...*

*La Chimie Moléculaire est en constante évolution : elle se crée chaque jour. Par leur compréhension de plus en plus fine du comportement des molécules (mécanismes réactionnels) et par la maîtrise d'outils (réactifs, méthodes d'analyse...) de plus en plus performants, les chimistes parviennent (souvent à des fins thérapeutiques) à synthétiser des molécules de plus en plus complexes qui peuvent être soit des molécules identiques à des molécules naturelles, soit des molécules originales. Notre capacité à proposer de nouveaux médicaments, de nouveaux matériaux, plus généralement de nouvelles utilisations des molécules, sera étroitement liée à notre aptitude à les imaginer et à concevoir les molécules de base qui seront mises en jeu.*

*Si la Chimie Organique traditionnelle est bâtie autour de molécules à squelette hydrocarboné incluant souvent des atomes d'azote, d'oxygène, de soufre, de phosphore, d'halogène, de nombreux autres éléments (souvent des métaux) peuvent aussi être présents. Les composés organiques du lithium, du bore, du magnésium, de l'aluminium, du silicium... sont des réactifs incontournables. De plus, d'autres molécules contenant des métaux de transition jouent aussi un rôle essentiel dans plusieurs domaines. Le centre actif de l'hémoglobine qui nous permet de fixer l'oxygène est un atome de fer. Les métaux de transition (Pd, Co ...) permettent de nombreuses catalyses et étendent le domaine des réactions organiques. La puissance de la Chimie Organique associée à celle des métaux de transition a permis de réaliser de nombreuses avancées en synthèse.*

*Plus nos connaissances progressent et plus nous remarquons qu'il n'y a pas de frontière nette entre Chimie Organique et Chimie Inorganique. Pour concevoir une synthèse ou une application le chimiste doit souvent faire appel à ses connaissances dans les deux domaines : le module de Travaux Pratiques est conçu pour illustrer cette complémentarité.*

### Organisation

La spécialité Chimie Moléculaire est organisée en 3 modules :

- Deux modules théoriques de 40h chacun
- Un module de TP (80h)

Modules	Cours (h)	TD (h)	TP (h)	ECTS
Modules Théoriques :				
- Synthèse Organique	20	20		6
- Chimie de Coordination	20	20		6
Module de TP :				
Synthèse Organique et Chimie de Coordination			80	6

## MODULE DE SYNTHÈSE ORGANIQUE (40h - 6ECTS)

Équipe pédagogique : C. PAYRASTRE (responsable), H. GASPARD

### Présentation

*Basé sur la compréhension des phénomènes, cet enseignement complète ceux du S4 et du S5 pour aboutir à une bonne assimilation des réactions essentielles utiles en synthèse organique.*

*Nous présenterons une chimie organique raisonnée et critique, basée sur les mécanismes réactionnels afin de comprendre quelle pourra être la façon de réagir d'une molécule organique dans un milieu donné. La bonne connaissance de ces principes fondamentaux balisera le(s) chemin(s) possible(s) pour une réaction et limitera considérablement l'effort de mémoire à fournir.*

*Le chimiste organicien est souvent amené à raisonner "à l'envers" : on connaît la molécule d'arrivée et on cherche un chemin possible pour la préparer. L'étude des aromatiques sera l'occasion d'une initiation à la rétrosynthèse.*

*Les réactions des composés comportant un groupement C=O porteur ou non d'un groupe partant ont été étudiées au semestre 5 de la licence. Cette chimie, particulièrement importante, sera supposée connue. Dans ce domaine, nous apporterons des compléments (de stéréochimie essentiellement).*

### Programme

#### I - Aménagement fonctionnel

Additions électrophiles sur les liaisons multiples carbone-carbone ; composés du bore ; organomercuriques

Eliminations

Interconversion de groupes fonctionnels par substitution nucléophile

Oxydations

Réductions

Transpositions

#### II - Cycles et hétérocycles aromatiques

Aromaticité

Réactions de substitution : SE ; SN ; Sels de diazonium

Rétrosynthèse et stratégies

#### III - Formation de liaisons C-C

Aspects stéréochimiques de l'aldolisation et de la réaction de Wittig

Utilisation des composés du silicium

Réactions péricycliques : réactions électrocycliques ; cycloadditions ; réarrangements sigmatropiques

#### IV - Réactions radicalaires

### Principaux ouvrages de référence

- Chimie Organique, J. Clayden, N. Greeves, S. Warren, P. Wothers, De Boeck Université 2003
- Chimie Organique Avancée partie A et partie B, F.A. Carey, J. Sunberg, Plenum Press 1997
- Principles of Organic Synthesis, R.O.C. Norman and J.M. Coxon, Blackie Academic and Professional 1994
- Traité de Chimie Organique, K.P.C. Volhatdt, N.E. Schore, De Boeck Université 1999

## MODULE CHIMIE DE COORDINATION (40h - 6ECTS)

Structure électronique et réactivité des complexes de métaux de transition

Équipe pédagogique : M. ÉTIENNE (responsable), M. GOUYGOU, J.P. LAUNAY

### Présentation

*Le but de cet enseignement est de comprendre la structure électronique des complexes des métaux de transition et de s'en servir comme "fil conducteur" pour interpréter le maximum de propriétés : propriétés physiques telles que les spectres d'absorption des complexes responsables de leur coloration et propriétés chimiques, notamment la stabilité et la réactivité dans les réactions d'échange de ligands ou d'oxydoréduction. L'outil essentiel est la méthode des orbitales moléculaires s'appuyant sur la théorie des groupes, mais l'aspect mathématique est volontairement réduit au minimum. On mettra l'accent sur la compréhension qualitative des phénomènes et on aura recours pour l'aspect quantitatif aux logiciels de modélisation et de représentation d'orbitales moléculaires.*

*Avec cette méthode, on peut expliquer les propriétés fondamentales des complexes : leur stabilité, à partir du remplissage électronique, leur réactivité, en examinant comment se modifie la structure électronique lors d'un changement de géométrie. La présence d'orbitales "d", d'énergies voisines et incomplètement remplies, entraîne par ailleurs des propriétés optiques et photochimiques remarquables. On prendra soin à ce sujet de montrer comment le modèle des Orbitales Moléculaires complète et englobe le modèle du Champ Cristallin.*

*Les éléments de transition jouent un rôle de mieux en mieux reconnu dans certains processus biologiques complexes (domaine de la Chimie bioinorganique) et dans des applications de haute technologie comme l'électronique moléculaire et les nanosciences. Ces différents aspects seront abordés en guise de conclusion.*

### Programme

#### I. Liaisons dans les complexes de coordination et organométalliques

Modèle des Orbitales Moléculaires, calcul pratique d'OM.

Relation avec la théorie du champ cristallin

Quelques conséquences : rationalisation de la série spectrochimique, bandes de transfert de charge, stabilisation des hauts ou bas degrés d'oxydations

Introduction à la chimie organométallique

#### II. Éléments de spectroscopie visible-UV

Termes spectroscopiques, diagrammes de Tanabe-Sugano

Interprétations de spectres et applications pratiques

#### III. Chimie descriptive succincte

Evolution générale des propriétés dans le bloc "d", préférence pour des types de ligands ou certaines géométries, liaisons métal-métal, clusters.

#### IV. Cinétique des réactions de substitution

Inertie et labilité dans les complexes octaédriques. Explication théorique du rôle de la configuration électronique (paramétrisation des OM par la méthode du recouvrement angulaire)

Effet *trans* dans les complexes plan-carrés. Applications en synthèse.

Substitutions photochimiques

#### V. Cinétique des réactions rédox

Réactions par sphère interne ou externe

Introduction à la théorie de Marcus. Phénomènes déterminant la vitesse des réaction redox. Composés à valence mixte.

## VI. Quelques applications récentes

Introduction à la Chimie bioinorganique, à l'électronique moléculaire, aux nanosciences

### Ouvrages conseillés

#### - En français

- Les orbitales moléculaires dans les complexes par Jean, Les Editions de l'Ecole Polytechnique (Ellipses), 2003.
- Chimie Inorganique par Huheey, Keiter et Keiter, De Boeck Université, Bruxelles 1996
- Chimie moléculaire des éléments de transition par Mathey et Sevin, Les Editions de l'Ecole Polytechnique (Ellipses), 2000.
- Chimie Inorganique par Shriver et Atkins, De Boeck Université, Bruxelles 2001.

#### - En anglais

- Inorganic Chemistry, a Unified Approach par Porterfield, Acad. Press, 1993
  - Advanced Inorganic Chemistry par Cotton et Wilkinson, 5<sup>e</sup> ed., John Wiley, 1988
  - Basic Inorganic Chemistry par Cotton, Wilkinson et Gaus, 2<sup>e</sup> ed., John Wiley, 1987 (version allégée du précédent)
  - Inorganic Chemistry, par Purcell et Kotz, W. B. Saunders, 1977.
- Pour révision éventuelle de la théorie des groupes
- Application de la théorie des groupes à la chimie par Cotton, Dunod Université, 1968
  - Symétrie et Structure : théorie des groupes en chimie par S. F. A. Kettle, 1997
  - Chimie et théorie des groupes, par P. H. Walton, De Boeck, 2001 (excellente présentation de l'essentiel de la théorie, avec exercices)

## MODULE DE TRAVAUX PRATIQUES DE CHIMIE ORGANIQUE ET CHIMIE INORGANIQUE

**Équipe pédagogique** : S. MAZIÈRES (responsable ; [mazieres@chimie.ups-tlse.fr](mailto:mazieres@chimie.ups-tlse.fr)), R. BOUHADIR, B. MARTIN-VACA, F. DELPECH, P. SUTRA

### Présentation

*Ce module de travaux pratiques qui comporte deux parties, une de chimie organique et une autre de chimie inorganique, illustre les principaux thèmes abordés dans le module théorique. Un autre objectif est de mettre en avant les spécificités de chaque partie, mais également de montrer leur complémentarité.*

### Programme

En **chimie organique** (40h), un cycle de manipulations de synthèse de composés organiques à partir de modes opératoires issus d'ouvrages d'enseignement mais aussi de publications récentes est proposé.

En **chimie inorganique** (40h), les manipulations porteront sur la synthèse de complexes de coordination impliquant des métaux de transition, leur caractérisation, l'étude de leurs propriétés physico-chimiques et leurs applications.

La **complémentarité** de ces deux spécialités est par ailleurs mise en avant par la réalisation de travaux pratiques mixtes, comportant une partie organique (synthèse de macrocycles) et une partie inorganique (utilisation de ces ligands pour des synthèses de complexes de coordination).

Les conditions opératoires, la sécurité, la qualité et l'analyse constituent les points clés de ces travaux.

L'ensemble des manipulations proposées repose sur des techniques expérimentales largement utilisées dans les laboratoires de recherche :

- Manipulations sous atmosphère inerte
- Utilisation de rampes à vide
- Chromatographies
- Mesures de magnétisme et de pouvoir rotatoire
- Caractérisation spectroscopiques (IR, UV, RMN, etc...)

Afin d'être dans des conditions optimales de manipulation, chaque TP se déroulera sur une même journée (durée d'un TP : 7h30).

## PARCOURS CHIMIE PHYSIQUE (2L6CP3M) 6 ECTS

**Enseignante responsable** : Laurent Maron

✉ Laboratoire de Physique et Chimie des Nanoobjets, INSA, 135, avenue de Rangueil 31077 Toulouse

☎ 0561559664

✉ laurent.maron@irsamc.ups-tlse.fr

### Présentation

*La Chimie Physique a pour objectif de comprendre la structure, les propriétés et les transformations chimiques de la matière depuis les mécanismes microscopiques jusqu'aux comportements macroscopiques. Un physico-chimiste doit être capable d'analyser les informations en provenance de toutes les branches de la chimie, de les rationaliser et de concevoir des modèles prédictifs. Il doit également être capable de maîtriser les techniques spectroscopiques usuelles (RMN, IR, UV) ainsi que les techniques spectroscopiques en émergence : spectroscopies à temps très court, femtochimie...)*

*En s'appuyant sur les fondements de la chimie, de la physique et des mathématiques, la Chimie Physique prend une part active dans l'interprétation et la compréhension de phénomènes observés dans des domaines allant de la médecine (photothérapie...) jusqu'aux nanosciences (fullerènes, nanotubes...).*

### Sites web à consulter

dr.education.fr, www.education.gouv.fr/sup/, www.gaylussac.net

### Organisation

Matières	Cours (h)	TD (h)	TP (h)	ECTS
Chimie et Lumière	20	20	20	6

### I. Chimie et Lumière

**Equipe Pédagogique** : F. BENOIT-MARQUIE, S. HOYAU, L. MARON, F. JOLIBOIS

### Programme

*Ce module est conçu comme une approche théorique et expérimentale des techniques spectroscopiques telles que la RMN ou la photochimie. En parallèle une approche de la thermodynamique statistique sera proposée. Ce module permettra d'avoir une vision assez complète des notions théoriques et expérimentales sous-jacentes aux techniques de spectroscopie UV-Visible ou encore RMN.*

#### 1) Aspect quantique de la RMN (4h C, 4h TD)

- Fonctions et opérateurs de spin (électronique et nucléaire)
- Effet Zeeman
- Couplage spin-spin
  - Produits d'opérateurs
  - Multiplets
  - Absence de couplage entre protons chimiquement équivalents
- Méthode des variations pour la détermination des spectres au second ordre

#### 2) TP (4h)

- RMN : système ABX et RMN dépendante de la température

### 3) Thermodynamique statistique (7h C, 7h TD)

#### a) Des grandeurs moléculaires aux grandeurs macroscopiques

- Niveaux électroniques, vibrationnels et rotationnels, énergie de vibration de point zéro
- Grandeurs thermodynamiques : de l'énergie interne à OK à l'enthalpie libre à 298K
- Cas particulier de la complexation en phase gazeuse entre un cation et une molécule
  - (a) *Les méthodes expérimentales disponibles et leurs limites*
  - (b) *Apport de la chimie quantique et de la thermodynamique statistique*

#### b) Distribution des états moléculaires

- Configurations et poids statistiques
  - (a) *Configurations instantanée et dominante du système*
  - (b) *Distribution statistique de Boltzmann*
- Fonction de partition moléculaire
  - (a) *Interprétation*
  - (b) *Cas simple d'un gaz monoatomique*
  - (c) *Approximations et factorisations*

#### c) Vers les systèmes de molécules interagissantes

- Ensemble canonique
  - (a) *Concept d'ensemble et configurations dominantes*
  - (b) *Distribution et fonction de partition canoniques*
- Cas de molécules indépendantes
  - (a) *Relation entre fonction de partition moléculaire et canonique*
  - (b) *Fonctions de partition translationnelle, rotationnelle et vibrationnelle*
  - (c) *Energie moyenne, entropie statistique et capacité calorifique*
- Application à la complexation en phase gazeuse d'une molécule par un cation métallique
  - (a)  *$H_2O + Na^+ \rightarrow H_2O-Na^+$  : enthalpie et entropie expérimentales et calculées*
  - (b) *Détermination d'affinités absolues d'acides aminés pour  $Cu^+$  à l'aide d'une échelle expérimentale d'affinités relatives*

#### TP (4h)

- Thermostatistique : Calcul de grandeurs thermodynamiques standards à partir d'un calcul de chimie quantique

### 4) Photochimie (30h)

#### a) Principes fondamentaux

- *Absorption de la lumière*
  - énergie d'excitation
  - Beer-Lambert
- *États électroniquement excités*
  - Transitions électroniques
  - États singulets et triplets
  - $\pi \rightarrow \pi^*$ ,  $n \rightarrow \pi^*$
- *Spectre d'absorption*
  - Franck-Condon
  - Bandes d'absorption
  - Caractéristiques des spectres d'absorption
- *Processus photochimiques de désactivation des états excités*
  - non radiatives
  - radiatives
  - durée de vie des états excités

- *Transferts d'énergie*
  - triplet-triplet
  - photosensibilisation
  - photo-inhibition
- *Transformations photochimiques*
  - Surfaces d'énergie potentielle
  - Photoréactions adiabatiques
  - Photoréactions non adiabatiques
  - Réactions photoamorcées
- *Rendement quantique*

b) Photochimie appliquée

- *radiométrie et actinométrie*
- *lampes et filtres*
- *réacteurs photochimiques*
- *réactions industrielles*
- *photooxydations*
  - oxygène singulet
  - photocatalyse

**5) Travaux pratiques (3 x 5 h)**

- actinométrie
- photocatalyse et photolyse
- synthèse photochimique

## SPÉCIALITÉ CHIMIE-BIOLOGIE (2L6CB3M) 18 ECTS

**Enseignante responsable :** Colette DENIER

✉ 118 route de Narbonne, Laboratoire SPCMIB, Bat 2R1 - porte 1100 ☎ 05 61 55 64 85

📧 [denier@cict.fr](mailto:denier@cict.fr)

### Objectif

*La filière Chimie-Biologie répond à la demande d'étudiants de Chimie qui ont pris conscience que l'interface Chimie-Biologie est une des interfaces majeures et que la bidisciplinarité est un atout important et original pour tout étudiant qui se destine à travailler dans l'industrie pharmaceutique, cosmétique, agro-alimentaire, vétérinaire ou dans l'environnement. Elle intéresse également des étudiants qui se destinent aux carrières de la recherche. En effet, notre capacité à imaginer de nouveaux médicaments par exemple est de plus en plus liée à la compréhension des phénomènes génétiques, biochimiques, physiologiques... conduisant à un état pathologique.*

*L'objectif de cette spécialité est double :*

- donner aux étudiants qui continueront en Master une quasi double formation conduisant à une profession à l'interface Chimie-Biologie au sens large ;
- donner au petit nombre d'étudiants qui sortiront à bac +3, les bases biochimiques et biologiques nécessaires pour dialoguer avec des biochimistes et des biologistes.

*Ce programme de Licence s'adresse à des étudiants qui n'ont aucune connaissance de Biologie ou de Biochimie puisqu'ils viendront des L1 et L2 de la majeure Physique et Chimie, mention Chimie.*

### Organisation

La spécialité Chimie-Biologie est organisée en 3 modules.

Matières	Cours (h)	TD (h)	TP (h)	ECTS
<b>Module 1 : CB1</b> Stratégies de synthèse et mécanismes réactionnels	30	24		6
<b>Module 2 : CB2</b> Biochimie. Biologie cellulaire et moléculaire	36	18		6
<b>Module 3 : CB3</b> Interface Chimie-Biologie : Travaux Pratiques et Exposés		14	42	6

**MODULE 1 : STRATEGIES DE SYNTHÈSE ET MECANISMES REACTIONNELS**

**Enseignant responsable :** Alain VIGROUX

✉ 118 route de Narbonne 31062 Toulouse cedex 4 - Bât 2R1 porte Laboratoire SPCMIB

☎ 05 61 55 62 97 📧 vigroux@chimie.ups-tlse.fr

**Équipe pédagogique :** J. AZÉMA, F. BEDOS-BELVAL, C. DENIER, C. GALAUP, P. HOFFMANN, C. PAYRASTRE, N. de VIGUERIE, A. VIGROUX

**Objectif**

*Enseignement abordant à la fois une approche mécanistique des réactions en chimie organique et leur application à la synthèse de molécules polyfonctionnelles.*

**Programme****Partie A : Mécanismes réactionnels (11h C, 11h TD)****I. Les mécanismes réactionnels fondamentaux de la chimie organique**

- 1) Considérations générales sur la réaction chimique
- 2) Description et classification des réactions organiques d'après leurs mécanismes
- 3) Les points stationnaires
- 4) La théorie de l'état de transition

**II. Détermination des mécanismes réactionnels en chimie organique**

- 1) Méthodes cinétiques
- 2) Autres méthodes
- 3) États d'ionisation et fractions réactives des réactifs (réactants)

**III. Mécanismes réactionnels et transfert de proton en solution : catalyse acido-basique**

- 1) Les réactions de transfert de proton
- 2) Catalyse acide-base générale dans les systèmes enzymatiques

**IV. Effets de solvant**

- 1) Solvatation
- 2) Pouvoir ionisant et dissociant

**Partie B : Molécules polyfonctionnelles, biomolécules et stratégies de synthèse (19h C, 13h TD)****I. Molécules polyfonctionnelles : Analyse et plan de synthèse**

- 1) Vocabulaire et méthodologies de la rétrosynthèse (Déconnexions, synthons, équivalents synthétiques, stratégies basées sur l'utilisation de transformations types)
- 2) Groupes protecteurs et compatibilités
- 3) Contrôle de la stéréochimie

**II. Intermédiaires réactionnels (carbocation, carbanion, radical) et réactions de transposition****III. Interconversion de groupes fonctionnels (réactions d'élimination, addition, substitution, oxydation, réduction)****IV. Synthèse d'acides aminés, synthèse peptidique, synthèse d'acides nucléiques (oligonucléotides)**

## MODULE 2 : BIOCHIMIE - BIOLOGIE CELLULAIRE ET MOLECULAIRE

**Enseignant responsable :** Pascal HOFFMANN

✉ 118 route de Narbonne 31062 Toulouse cedex 4 - Bât 2R1 porte 3080

☎ 05 61 55 61 44 📧 hoffmann@cict.fr

**Équipe pédagogique :** S. CASSEL, N. de VIGUERIE, V. ECOCHARD, D. FOURNIER, P. HOFFMANN, V. MILLS, C. SOULA

### Objectif

*Cet enseignement a pour but de présenter les structures et les principales fonctions biologiques des quatre grandes familles de molécules du monde vivant ainsi que les notions de base nécessaires à la compréhension du fonctionnement cellulaire et de la biologie moléculaire.*

### Programme

#### I. Biochimie

##### **Acides Nucléiques :**

- Structure des acides nucléiques
- Techniques associées à leur étude
- Enzymes associées aux acides nucléiques
- Fonctions biologiques des acides nucléiques : notions essentielles

##### **Protéines :**

- Structure et propriétés des acides aminés
- Aspect structural des peptides et protéines
- Les enzymes : différentes classes, stratégie moléculaire de la catalyse enzymatique et principaux mécanismes, notion de cinétique enzymatique

##### **Glucides :**

- Structures linéaire et cyclique des oses
- Structure et fonction des oligomères et polymères glucidiques
- Quelques aspects des voies métaboliques des glucides

##### **Lipides :**

- Structure des lipides saponifiables et insaponifiables (acides gras, stéroïdes, terpènes)
- Structure, fonction et dynamique des membranes biologiques

#### II. Biologie cellulaire

Membrane plasmique : architecture moléculaire

Perméabilité membranaire, phénomènes d'endocytose et d'exocytose

Compartiments intracellulaires : organisation

Noyau et expression génique

Prolifération et cycle cellulaire

Cytosquelette

#### III. Biologie moléculaire

Bases de la biologie moléculaire : acides nucléiques, dénaturation et hybridation, réplication, transcription, traduction

Les outils de la biologie moléculaire

Les techniques de la biologie moléculaire (PCR, clonage, séquençage, mutagénèse)

## MODULE 3 : INTERFACE CHIMIE-BIOLOGIE : TRAVAUX PRATIQUES ET EXPOSES

**Enseignante responsable** : Colette DENIER

✉ 118 route de Narbonne, Laboratoire SPCMIB, Bat 2R1 - porte 1100 ☎ 05 61 55 64 85

📧 [denier@cict.fr](mailto:denier@cict.fr)

**Équipe pédagogique** : C. ALBENNE, N. de VIGUERIE, C. DENIER, C. GALAUP, P. HOFFMANN, B. MESTRE, M. TROPIS

### Objectif

*Cet enseignement a pour but de permettre à l'étudiant de comprendre des phénomènes qui impliquent à la fois la biologie et la chimie, de façon pratique en TP mais également en TD, sous formes d'exposés, en analysant et en présentant des publications sur des thèmes choisis à l'interface de la chimie et de la biologie.*

### Programme

Les **Travaux Dirigés** seront sous deux formes : une séance sera consacrée à la préparation des TP de Biochimie et les autres séances seront réservées à des exposés présentés par les étudiants. Ces derniers seront élaborés à partir de publications sur différents thèmes situés à l'interface de la chimie et de la biologie (ex : la communication entre les insectes, la thérapie génique, les traitements contre diverses maladies telles que le cancer, le sida, le diabète ...).

Les **Travaux Pratiques de Biochimie** auront trait à la purification et à l'analyse structurale de lipides et de glucides et au séquençage de protéines.

Glucides : analyse structurale d'un trisaccharide (oxydation périodique et dosage d'acide formique, hydrolyse partielle et CCM)

Lipides: extraction et dosage du cholestérol à partir du jaune d'oeuf (GC/MS) et analyse qualitative des phospholipides (extraction, CCM)

Protéines: hydrolyse enzymatique d'une protéine et séparation de peptides par HPLC, caractérisation des acides aminés N et C terminaux des peptides et recherche dans des banques de données pour identifier la protéine.

Les **Travaux Pratiques de Chimie** seront :

- pour moitié de la synthèse organique (synthèse chimique et enzymatique de l'acétate de 1-phényléthyle, séparation de produits ) avec analyses en CPG, IR et RMN <sup>1</sup>H, CCM et polarimétrie.

- pour moitié l'étude de la réactivité de molécules organiques (halogénéation de cétones biologiques, hydrolyse du DTNB ou réactif d'Ellmann et dosage des cystéines, étude mécanistique de l'hydrolyse de dérivés d'acides (esters, amides,...): études cinétiques par spectroscopie UV-visible et conductimétrie.

## SPÉCIALITÉ CHIMIE DES MATÉRIAUX (2L6MA3M) - 18 ECTS

**Responsable** : Prof. Alain PEIGNEY

✉ CIRIMAT-LCMIE, bât. 2R1

✉ [peigney@chimie.ups-tlse.fr](mailto:peigney@chimie.ups-tlse.fr)

**Equipe Pédagogique** : F. Ansart, A. Barnabé, C. Bonningue, C. Fournier, Ch. Laurent, I. Malfant, F. Mathieu, A. Peigney, J.C. Remigy, P. Rozier, Ch. Tenailleau, A. Weibel.

**La spécialité "chimie des matériaux" est la première étape, pour les étudiants de la licence de chimie, vers la filière Master "Matériaux" de l'Université Paul Sabatier.**

Cette filière complète, pluridisciplinaire, à finalité professionnelle ou fondamentale, désignée par la mention " Matériaux" du domaine STS est bien appuyée sur la recherche et sur l'industrie, notamment régionale. Elle traite des aspects de synthèse, caractérisation, analyse, propriétés et traitement de tous les types de matériaux.

La filière Master "Matériaux" de l'UPS offre 4 possibilités :

- M1 "Science des Matériaux" + M2 Professionnel "Matériaux : Elaboration, Caractérisation et Traitements de Surface",
- M1 "Science des Matériaux" + M2 Professionnel "Matériaux et Structures pour l'Aéronautique et le Spatial",
- M1 "Science des Matériaux" + M2 Recherche "Science des Matériaux, Nanomatériaux et Multimatériaux",
- Master Erasmus Mundus : M1 + M2 Recherche "Materials for Energy Storage and Conversion".

**Les enseignements théoriques et pratiques de la spécialité "Chimie des matériaux" sont destinés à faire découvrir les matériaux et leur importance dans la vie courante, ainsi qu'à renforcer les connaissances en chimie du solide. L'accent est mis sur les aspects scientifiques et technologiques liés à l'élaboration et aux propriétés des matériaux découverts dans les dernières décennies (alliages pour l'aéronautique, céramiques techniques, polymères, .....). Le programme est réparti à volumes égaux entre les trois classes de matériaux (métaux, céramiques et polymères), sans exclure les matériaux composites. Il comprend aussi des enseignements relatifs aux techniques d'analyse et de caractérisation des matériaux les plus importantes, parmi celles qui ne sont pas enseignées dans le module commun du 2<sup>ème</sup> semestre (UE9). Les enseignements sont répartis en trois modules, les deux premiers comprenant, à parts égales, des cours et des travaux dirigés. Tous les travaux pratiques sont regroupés dans le module n° 3.**

### **Unité 2L6OMAM: "Métaux et céramiques" - 6 ECTS**

#### **Matériaux métalliques (14h C + 14h TD)**

- **Introduction** : Présentation des différents types d'alliages utilisés industriellement, par exemple en s'appuyant sur une vue « éclatée » d'un avion.
- **Les grandes familles de métaux et alliages** : Alliages ferreux, alliages légers, inox, superalliages, base cuivre, base titane, composites base métallique.
- **Relation structure propriétés** : Liaison métallique, dislocation, déformation des métaux, courbes de traction, antagonisme résistance / résilience.
- **Corrosion** : Présentation des problèmes de corrosion aqueuse rencontrés dans les véhicules; comportements noble, passif ou corrodable, traitements de surface et couples galvaniques.
- **Structure des métaux et alliages (TD)** : Les structures de base des métaux, sites cristallographiques, alliages d'insertion/de substitution, défauts cristallins, inter-métalliques.

- **Diagrammes de phases (TD)** : Les diagrammes traités auront un aspect pratique : Pb-Sn (brasure) Al-Mg, Al-Ti (alliages légers), Ni-Al (superalliages), Cu-Ni (alliages cuivreux hautes performances), Cu-Zn (bronzes).

#### Matériaux céramiques (14h C + 14h TD)

- **Introduction** : Des céramiques dans la vie courante aux grandes classes de céramiques et à leurs propriétés spécifiques, en relation avec leur structure et/ou leur microstructure.
- **Elaboration des céramiques** : Mise en forme des céramiques. Frittage en phase solide.
- **Céramiques pour l'électronique** : Cristaux semiconducteurs (intrinsèques et extrinsèques) et leur application aux composants électroniques actifs. Quelques céramiques à structure pérovskite et leurs applications dans les composants électroniques passifs.
- **Céramiques thermomécaniques** : Propriétés thermiques (dilatation, conductivité thermique, résistance aux chocs thermiques), comparaison de leurs propriétés et leurs utilisations. Renforcement des céramiques (composites à matrice céramique).-

### ***Unité 2L61MAM: "Polymères et caractérisation des matériaux" - 6 ECTS***

#### Matériaux polymères (14h C + 14h TD)

- **Introduction** : présentation générale des polymères (Définitions de base, exemples d'applications, nomenclature, architecture, propriétés principales).
- **Chimie macromoléculaire**: La polycondensation ou polymérisation en étapes. La polymérisation en chaîne (voie radicalaire, anionique, cationique et par les métaux de transition).
- **Relations structure-propriétés** : Propriétés des polymères en solution & méthodes de caractérisations. Propriétés thermiques des polymères. Propriétés mécaniques des polymères.
- **Mise en oeuvre et mise en forme des polymères** : Cinétique de polymérisation. Procédés de polymérisation (mise en oeuvre). Procédés de transformation (mise en forme). Vieillessement et formulation des polymères.

#### Techniques de caractérisation des matériaux (15h C + 16h TD)

- **Préliminaire** : Introduction aux différentes classes de matériaux.
- **Interactions rayonnement-matière** : permettant d'introduire les techniques qui suivent et de les resituer par rapport à d'autres techniques (Diffraction des rayons X par exemple).
- **Fluorescence X** (technique d'analyse élémentaire non destructive des solides).
- **Microscopies** : Optique, Electronique à Balayage (MEB), Electronique à Transmission (MET), Technique analytique associée (microanalyse en dispersion d'énergie).
- **Caractérisations mécaniques** : Déformation élastique et plastique, rupture fragile ou ductile et application aux essais de dureté, traction, compression, flexion.

### ***Unité 2L62MAM: "Travaux pratiques" - 6 ECTS***

**Métaux** (15h) : Analyse thermique simple, établissement du diagramme Sn/Pb. Coloration d'une équerre en aluminium, anodisation, coloration et colmatage. Etude métallographie d'un laiton au plomb, microdureté.

**Céramiques** (15h) : Synthèse par combustion autopropagée de  $ZrO_2$ , contrôle du taux de lacune anionique par substitution avec  $MgO$  ou  $Al_2O_3$  caractérisation par DRX et interprétation des diagrammes de phases. Préparation de céramiques type  $Ba_{1-x}Sr_xTiO_3$ , réalisation de condensateurs céramiques et mesure des propriétés diélectriques. Synthèse par coprécipitation puis dégradation thermique de solution solides entre  $Al_2O_3$  et  $Fe_2O_3$ .

**Polymères** (15h) : Polymérisation en masse du PMMA et mesure de l'avancement de la réaction par deux techniques comparatives. Détermination de la masse moléculaire (Mn) et du degré de

polymérisation (DPn) à partir de la viscosité intrinsèque. Séparation et identification d'un plastifiant dans un échantillon de PVC. Détermination des masses molaires du Polystyrène par Chromatographie d'exclusion stérique (CES ou SEC).

## SPÉCIALITÉ VERS LES PROCÉDÉS PHYSICOCIMIQUES (2L6PC3M) 18 ECTS

**Enseignant responsable** Sylvain Galier

✉ Laboratoire de Génie Chimique, 118 route de Narbonne, 31062 Toulouse Cedex  
Bât 2R1, porte 111 ☎ 05 61 55 83 18 📧 [galier@chimie.ups-tlse.fr](mailto:galier@chimie.ups-tlse.fr)

**Équipe pédagogique** : P. BACCHIN, H. CAQUINEAU, C. CAUSSERAND, M. COMTAT, S. GALIER, B. LAFAGE, L. MASSOT (responsable des TP), J.C. RÉMIGY, A. SAVALL, T. TZÉDAKIS

### Objectif

*La spécialité "vers les PPC" a pour objectif d'initier l'étudiant aux techniques du Génie des procédés et lui permettre de découvrir les potentialités de cette discipline. Il s'agit d'une formation en chimie physique de la transformation de la matière et de l'énergie, qui présente les connaissances fondamentales et les concepts nécessaires à la compréhension des principaux mécanismes régissant les procédés physicochimiques.*

*La formation théorique et pratique est conçue de façon à permettre la poursuite vers une formation approfondie (bac+5) sur le Génie des procédés; elle donne également un aperçu complémentaire de ce qu'est un procédé et par extension de la "chimie en industrie" aussi bien à l'étudiant désireux d'intégrer la vie active, qu'à celui qui souhaite une spécialisation dans les disciplines fondamentales de la chimie.*

### Programme

Le programme proposé s'organise autour de 3 unités complémentaires et comporte des compléments de thermodynamique, associés aux bases physicochimiques des procédés bi/polyphasiques, ainsi que les fondements des bilans matière et d'énergie; l'application de ces notions donne un rapide aperçu des opérations unitaires rencontrés dans un procédé industriel.

UE	Cours (h)	TD (h)	TP (h)	ECTS
<b>Interfaces non réactives et transport</b> - Phénomènes de transport - Phénomènes aux interfaces non réactives - Travaux pratiques	12 6	11 6	20	6
<b>Réactivité et Surface</b> - Cinétique hétérogène - Interactions de surface - Travaux Pratiques	10 7	10 7	20	6
<b>Initiation aux procédés</b> - Aspects descriptifs des procédés - Initiation à la modélisation des procédés - Travaux Pratiques	12 2	11 6	20	6

### INTERFACES NON REACTIVES ET TRANSPORT

#### **Mat 1 : Phénomènes de Transport**

*Diffusion, Convection, Migration, Transport de quantité de mouvement et de chaleur, et principaux couplages*

Transport de quantité de mouvement (mécanique des fluides). Statique des fluides. Notions de viscosité et dynamique des fluides réels. Application des relations de Poiseuille et Bernouilli au dimensionnement d'installations hydrauliques.

- Transport de matière par diffusion et convection (naturelle et forcée). Nombres adimensionnels et corrélations.
- Transfert de chaleur par conduction et convection.
- Applications à des problèmes de génie chimique.

**Mat 2 : Phénomènes aux interfaces non réactives**

*Miscibilité, Solubilisation, Tensions interraciales, Mouillage, Notions sur les Tensioactifs, Colloïdes*

**Travaux Pratiques :**

*Mécanique des fluides - Transfert de Chaleur*

*Phénomènes de Capillarité - Coefficient de diffusion 1*

## REACTIVITE ET SURFACE

**Mat 1 : Cinétique Electrochimique et Interfaces électrochimiques**

*Le but de cet enseignement est de donner aux étudiants les bases nécessaires à la description et à la compréhension du fonctionnement des piles, batteries, accumulateurs et cellules d'électrolyse.*

Il s'appuie sur la connaissance de l'interface électrode/solution, du transport électronique hétérogène qui s'y déroule et les modes de transport en solution. Il évoque les solutions pour activer une réaction d'électrode et pose les bases de l'électrocatalyse. Un panorama des applications dans le domaine de la corrosion, du stockage de l'énergie et de la synthèse termine cet enseignement.

**Mat 2 : Interactions de Surface Adsorption, diffusion dans les solides**

*Adsorptions physique et chimique, notions énergétiques (Modèles de Langmuir, Freundlich, BET).*

*Réactions chimiques associées (notions).*

*Éléments de diffusion dans des solides, analogies et couplages*

**Travaux Pratiques :**

*Cinétique électrochimique - Interface & Transfert*

*Isothermes d'adsorption - Coefficient de diffusion 2*

## INITIATION AUX PROCÉDES

**Mat 1 : Aspects Descriptifs des Procédés**

*Une approche des opérations unitaires sous l'angle des Bilans Matière et Énergétique.*

L'objectif de cet enseignement, essentiellement descriptif, est d'initier l'étudiant aux techniques du génie des procédés et lui permettre de découvrir les potentialités de cette science dans l'industrie, mais aussi dans la recherche. Après quelques compléments sur la thermodynamique des solutions, des procédés industriels "type" seront examinés (tels que la fabrication du chlore et de ses dérivés, de l'ammoniac, des acides principaux, des polymères...) afin d'introduire de façon sommaire la plupart des opérations unitaires du génie chimique. Les notions "bilans de matière et énergétique" seront développées dans quelques cas simples en vue de mettre en place les bases nécessaires au dimensionnement de l'appareillage utilisé en génie des procédés.

**Mat 2 : Initiation à la modélisation des procédés**

*Analyse théorique d'un problème relevant du Génie des Procédés*

Cette partie sera effectuée sous forme de projet/programme du calcul scientifique à construire, à vérifier/valider et à présenter. L'étudiant se verra confier un problème concret du génie des procédés, relevant des manipulations dispensées en Travaux pratiques, pour lequel il aura à construire un programme de calcul simple lui permettant une première confrontation avec la modélisation. La réalisation de ce projet devra avoir lieu dans la salle informatique du service commun.

**Travaux Pratiques :**

*Extraction L/L - Cycle frigorifique*

*Ultrafiltration - Étude ébulliométrique*