

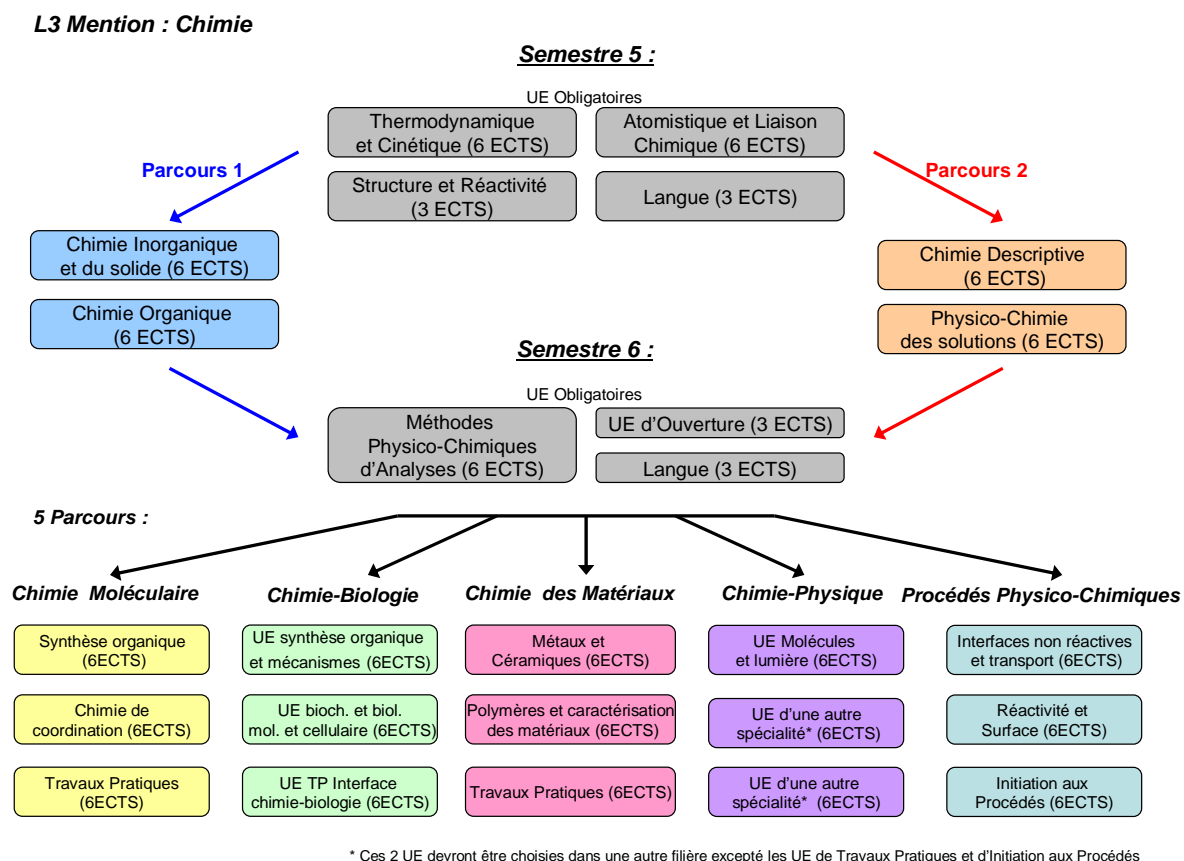
## 3<sup>ème</sup> année de Licence - Mention Chimie

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 5

### Enseignement de Tronc Commun

#### TRONC 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 PIMIENIA

✉ 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. PIMIENIA

**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 (2×1h30 & 3×2h)**

- ☞ 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

**Équipe pédagogique :**

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

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

**Partie Chimie du Solide (2L53CH2)****1. Les défauts de l'état solide et leurs conséquences sur les propriétés physiques et chimiques**

- défauts ponctuels et diffusion
- défauts linéaires (dislocations) et propriétés mécaniques
- défauts de surface et réactivité (corrosion ; catalyse)

**2. Les semi-conducteurs intrinsèques et extrinsèques**

- Exemple de l'élaboration et de la purification du Si "électronique"

**3. Analogies, différences ; applications des conducteurs, semi-conducteurs et supraconducteurs.**

**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.

## 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 (sauf 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.

### 7- Réduction par don d'électrons

Réduction d'aldéhydes, de cétones et d'esters.

**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 pourrons 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-CHEMIE DES SOLUTIONS**

**Enseignant responsable** Sylvain Galier

✉ Laboratoire de Génie Chimique, 118 route de Narbonne, 31062 Toulouse Cedex

Bât 2R1, porte 111

☎ 05 61 55 86 90

✉ [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

Ecart 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

## SPÉCIALITÉ VERS LES PROCÉDÉS PHYSICOCHIMIQUES (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 86 90

✉ [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*