

École Supérieure de Physique et de Chimie Industrielles

Enseignements de 3^{ème} année du cycle
ingénieur

2012-2013

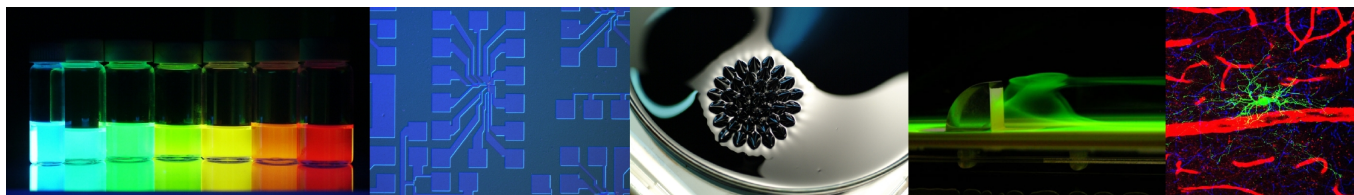


Table des matières

1	Organisation de la troisième année	3
2	Enseignements de Physique	5
2.1	Génie Nucléaire	5
2.2	Méthodes et instrumentation pour l'imagerie biomédicale	6
2.3	Microfluidique	7
2.4	Ondes en Milieux Complexes	8
2.5	Physique des Composants Microélectroniques	9
2.6	Physique de la mesure	9
2.7	Physique du Solide	10
2.8	Relativité et électromagnétisme	11
2.9	Rhéologie	12
2.10	Systèmes énergétiques	13
2.11	Télécommunications Avancées	14
3	Enseignements de Chimie	14
3.1	Chimie fine et biologie	15
3.2	Chimie Inorganique Avancée	15
3.3	Environnement et développement durable	17
3.4	Etats colloïdaux et biomolécules	18
3.5	Matériaux sur mesure	19
3.6	Matière Molle et Développement	20
3.7	Réactivité	21
3.8	Synthèse Approfondie et Chimie Verte	22
3.9	Synthèse Organique	24
3.10	Chimie des Polymères	26
4	Enseignements de Biologie	27
4.1	Biochimie	27
4.2	Biophysique	28
4.3	Biotransformations et Génie des procédés	28
5	Enseignements de Mathématiques et Méthodes Numériques	29
5.1	Chimométrie	29
5.2	Statistiques appliquées	30
5.3	Statistiques et apprentissage	31
6	Enseignements de Langue, Sciences Economiques et Sociales	32
6.1	Anglais	32
6.2	Fondamentaux de la finance	32
6.3	Préparation à la recherche d'emplois	33

1 Organisation de la troisième année

La troisième année est une année de spécialisation et d'initiation à la recherche. Elle commence par un stage industriel de 4 à 6 mois jusqu'au 31 décembre. Ce stage a deux objectifs : la conduite d'un projet en entreprise, avec rédaction d'un rapport technique et présentation orale et la connaissance du milieu industriel sous forme d'une enquête socio-économique. La majorité des étudiants effectue ce stage à l'étranger.

Les étudiants ont alors le choix entre trois dominantes : **physique**, **physico-chimie** et **chimie** avec des enseignements magistraux entre janvier et avril qui sont ensuite complétés par un stage de recherche en laboratoire de 2 à 3 mois.

Les étudiants ont également la possibilité de s'engager dans des cursus de double diplôme avec l'AgroParisTech, l'Institut d'Optique Graduate School, l'ESSEC, l'université Doshisha, l'Ecole Polytechnique de Montréal.

Enseignements communs à toutes les dominantes

Matière molle et développement
Statistiques appliquées
Fondamentaux de la finance
Anglais

Dominante physique

Enseignements obligatoires
Physique de la Mesure
Physique du solide
Statistiques et apprentissage
Enseignements au choix
Biophysique
Ondes en milieux complexes

Dominante physico-chimie

Enseignements obligatoires
Physique de la Mesure
Statistiques et apprentissage
ou Chimiométrie
Chimie inorganique avancée
Enseignements de physique
au choix
Physique du solide
Physique de la Mesure
Ondes en milieux complexes
Biophysique
Enseignements de chimie au
choix
Chimie inorganique avancée
Synthèse des Polymères
Biochimie
Réactivité
Rhéologie
Synthèse organique

Dominante chimie

Enseignements obligatoires
Synthèse organique
Synthèse des Polymères
Réactivité
Chimiométrie
Chimie inorganique avancée
Rhéologie
Enseignements au choix
Rhéologie
Synthèse Approfondie et
Chimie verte
Biophysique
Biochimie

Options "sciences et technologies" au choix pour toutes les dominantes

Microfluidique
Introduction au génie nucléaire
Télécommunications avancées
Physique des microsystèmes
Environnement et Développement Durable
Etats colloïdaux et biomolécules
Biotransformations et génie des procédés

Option d'ouverture pour toutes les dominantes

1 module au choix (3 ECTS) :

- Matériaux sur mesure
- Méthodes et instrumentation pour l'imagerie biomédicale
- Systèmes énergétiques
- Chimie fine et biologie
- Relativité et électromagnétisme

2 Enseignements de Physique

2.1 Génie Nucléaire

Cours d'option "Sciences et Technologies" 3ème année

Cours : 21 h - 3 ECTS.

Contenu

Physique nucléaire Structure de l'atome – Eléments chimiques Structure du noyau – Isotopes Radioactivité – Types de rayonnement, Cinétique de la radioactivité Défaut de masse – Energie nucléaire Réactions nucléaires Caractéristiques des neutrons – Domaines d'énergie Interactions des neutrons Sections efficaces

Principe des réacteurs Fusion et Fission – Energie dégagée Produits de fission Réaction en chaînes – Facteur de multiplication Choix du combustible Choix du modérateur Rapport de modération – Réacteur sous modérés Choix du caloporteur Filières des réacteurs

Cinétique des réacteurs Réactivité Neutrons retardés – Précurseurs Temps de vie des neutrons Equations de la cinétique Cinétique en neutrons prompts (hypothétique) Cinétique à 1 groupe de neutrons retardés Relation et courbe de Nordheim Evolution de la population neutronique en fonction de la réactivité Temps de doublement Principes de pilotage des réacteurs Poisons neutroniques – Xénon et Samarium Effet en réactivité induit par les variations de température Approche sous-critique avant démarrage du réacteur

La filière des réacteurs à eau sous pression Principe de fonctionnement et description : bâtiments, circuits primaire, secondaire et tertiaire, piscines, salle de commande. Présentation de certains circuits auxiliaires et de sauvegarde.

L'EPR European Pressurized water Reactor : Présentation des particularités de l'EPR par rapport aux réacteurs actuels.

Les acteurs du nucléaire en France Les acteurs du nucléaire en France : Gouvernement, DGEMP, ASN, IRSN, ANDRA, CEA, AREVA, ALSTOM et EdF

Cycle du Combustible Nucléaire et Gestion des Déchets

Combustible nucléaire pour filière REP

Uranium ; aspects de chimie et de physique nucléaire

U, élément chimique ; famille actinides, configuration électronique, multiplicité des degrés d'oxydation, . . . U radio-élément ; ses isotopes et leurs périodes, descendants, fissile/fertile, uranium nature/enrichi/appauvri, filière réacteurs/isotopie.

Uranium ; dans le cœur des REP

Quelle forme chimique ? Pourquoi ? Quel conditionnement ? L'assemblage, le crayon, la pastille, la poudre UO₂. Besoins du parc électronucléaire français. L'industrie de la fabrication du combustible ; quelques aspects. Du combustible neuf au combustible usé ; réactions nucléaires, production de nouveaux éléments chimiques, aspects de corrosion, . . .

De la mine à la fabrication du combustible ; l'amont du cycle du combustible nucléaire

De la mine à la fabrication du combustible ; une simple logique d'enchaînement d'étapes

Objectifs des 3 étapes ; extraction- concentration, conversion, enrichissement. L'uranium sous plusieurs formes chimiques et dans plusieurs états. Ressources minières mondiales, usines de conversion et enrichissement.

L'enrichissement de l'uranium ; un procédé de séparation physique

Principes de séparation par procédé diffusion gazeuse ; opération unitaire, cascade, l'UTS. Composition d'un module de DG. Comparaison procédé DG / procédé ultracentrifugation gazeuse. L'usine Georges Besse 1 et le projet Georges Besse 2.

Devenir du combustible usé et gestion des déchets ultimes ; l'aval du cycle du combustible nucléaire

Des étapes qui dépendent d'une stratégie de fin de cycle

Cycle ouvert / cycle fermé; éclairage sur le choix de quelques pays. Stratégie retraitement – recyclage : les implications industrielles. Industrie du retraitement et du recyclage; combustibles MOX, l'URT, l'URE). Stratégie retraitement – recyclage : les implications en matière de gestion des déchets de fin de cycle. La situation aujourd'hui.

Procédé de traitement des combustibles usés : les grandes lignes du procédé PUREX

Gestion des déchets radioactifs : la situation aujourd'hui en France

Origine, classification, production annuelle. Stockage en surface des déchets très faible et faible activité à vie courte (TFA, FA/MA vie courte). R&D associée à la gestion des déchets de haute activité et moyenne activité à vie longue (HMA-VL).

Gestion des déchets radioactifs HMA-VL : les perspectives en France, les stratégies développées par nos voisins

Enseignants

François Foulon, Patrick Jouenne, Pascal Dannus.

Laboratoire associé

Institut National des Sciences et Techniques Nucléaires

2.2 Méthodes et instrumentation pour l'imagerie biomédicale

Option d'ouverture 3ème année

Cours : 21 h - 3 ECTS.

Coordonnateur

Emmanuel Bossy.

Objectifs

Cette option a pour but de présenter les concepts physiques et les méthodes sur lesquels reposent les principales modalités d'imagerie médicale. Si dans ce cours l'accent est mis sur l'imagerie médicale, les concepts abordés ne se limitent néanmoins pas à cette thématique, et sont applicables au contrôle non destructif des matériaux par exemple. Un objectif majeur du cours est de comprendre comment sont formées les images fournies par telle ou telle technique, en se basant sur les connaissances acquises au cours des deux premières années à l'ESPCI.

Contenu

La première partie du cours s'articulera autour des quatre modalités suivantes : rayons X, ultrasons, imagerie par résonance magnétique et optique. Chacune de ses approches met en oeuvre des principes physiques et méthodologiques qui lui sont propres. Les résolutions impliquées par l'ensemble de ces méthodes vont typiquement du μm au mm. Nous nous attacherons à identifier les points communs ou analogies ainsi que les différences fondamentales entre les différentes modalités. Au delà des modalités utilisées à ce jour en routine clinique, nous présenterons également dans la seconde partie du cours quelques techniques actuellement en cours de développement dans les laboratoires et/ou dans l'industrie, en particulier les approches dite multi-ondes qui conduisent à de nouvelles modalités d'imagerie, alternatives ou complémentaires des modalités plus classiques. Le cours s'appuiera en particulier sur les techniques développées au sein des laboratoires de l'ESPCI, et sera illustré au cours de visites en laboratoire sur des instruments disponibles à l'ESPCI (IRM, échographes, microscopie optique, pour en citer quelques uns).

Laboratoire associéInstitut Langevin

2.3 Microfluidique**Cours d'option "Sciences et Technologies" 3ème année**

Cours : 16 h - Préceptorat : 8 h - 3 ECTS.

Enseignants

M.C. Jullien



P. Tabeling

**Objectifs**

Le but est d'introduire les élèves dans le domaine de la microfluidique, dans un esprit pluridisciplinaire. Le cours comprend une introduction générale sur les microsystèmes, les MEMS, les laboratoires sur puce, les puces à ADN,... Nous expliquons comment les équilibres des systèmes ordinaires sont bouleversés par la miniaturisation. Nous nous concentrons ensuite sur les écoulements dans les microsystèmes, les phénomènes d'adsorption, de dispersion, de séparation dans les systèmes microfluidiques. Suit une description des phénomènes électrocinétiques, qui sont souvent exploités dans les microsystèmes, pour transporter des fluides, ou séparer des molécules. Finalement, nous présentons, à un niveau élémentaire, les techniques de microfabrication courantes, basées sur Silicium ou autres matériaux, permettant de réaliser des microsystèmes.

Contenu

Introduction générale sur les microsystèmes
La physique de la miniaturisation
Les écoulements dans les microsystèmes
Phénomènes d'adsorption, de mélange ; applications à la séparation dans les microsystèmes
Phénomènes électrocinétiques : électroosmose, électrophorèse, diélectrophorèse
Introduction aux techniques de microfabrication

Préceptorats

Analyse d'un article et démonstration de l'expérience correspondante, par exemple :
Analyse d'une réaction chimique dans un microcanal.
Cassure de gouttes dans un microcanal
Structure de microgouttes dans un microcanal

Laboratoire associéLaboratoire de Microfluidique, MEMs et Nanostructures

2.4 Ondes en Milieux Complexes

Dominantes physique et physico-chimie 3ème année

Cours : 10 h - 1 ECTS.

Enseignants

E. Bossy



R. Carminati



Contenu

Diffusion de la lumière par des particules

Diffusion, sections efficaces, théorème optique.

Rappels de rayonnement. Rayonnement dipolaire.

Cas particuliers (diffusion Rayleigh, particules grandes devant λ , diffusion de Mie)

Diffusion multiple (I)

Extinction par un nuage de particules

Balistique et diffus. Echelles de longueur. Champ moyen et champ fluctuant

Homogénéisation (exemple du milieu finement divisé)

Homework : Diffusion par les fluctuations d'un gaz. Bleu du ciel

Diffusion multiple (II) : transport

Equation de transfert radiatif. Méthode à deux flux

Approximation de la diffusion. Conductance radiative

Transitions entre régimes

Exemples d'application, imagerie

Speckle (I)

Modèle de lumière chaotique. Statistique de l'intensité (Rayleigh)

Photodétection des fluctuations d'intensité (modèle semi-classique)

Techniques d'imagerie en milieux diffusants.

Ultrasons, photo-acoustique, acousto-optique

Speckle (II)

Statistiques du second ordre. Corrélations angulaires

Diffusion dynamique de la lumière

Régime de diffusion simple (DLS)

Régime de diffusion multiple (DWS)

Exemples d'application en imagerie (matière molle, vivant)

Diffusion par des surfaces rugueuses

Propriétés radiatives. Réflexion spéculaire et diffuse

Approximation de Kirchhoff, méthode perturbative

Speckle de surface, champ proche

Laboratoire associé

Laboratoire d'Optique Physique

2.5 Physique des Composants Microélectroniques

Option d'ouverture 3ème année

Cours : 12 h - 1,5 ECTS.

Objectifs

Ce cours est destiné à expliquer le fonctionnement physique des composants électroniques qui ont été étudiés et mis en oeuvre à l'occasion du cours et des TP d'électronique de première année ; il décrit également les éléments de la technologie de fabrication des circuits intégrés et des microsystèmes.

Contenu

Semi-conducteurs à l'équilibre et hors d'équilibre : loi d'action de masse, injection et extraction, centres de création-recombinaison.

La jonction p-n : caractéristiques statiques, polarisation directe et inverse, temps de recouvrement, capacité différentielle.

Les transistors MOS : effet de champ, propriétés de la structure MOS (capacité différentielle, résistance du canal), caractéristiques statiques courant-tension des transistors MOS.

Transistors bipolaires : modèle statique du transistor bipolaire, comportement à haute fréquence, régime saturé, effet Early.

Technologie de fabrication des circuits et systèmes intégrés : lithographie (optique et électronique), diffusion, épitaxie, oxydation, pulvérisation cathodique, implantation ionique.

Enseignants

Jean-Jacques Ganem

2.6 Physique de la mesure

Dominantes physique et physico-chimie 3ème année

Cours : 12 h - Travaux Pratiques : 12 h - 2 ECTS.

Enseignants

D. Cassereau



V. Croquette



Contenu

1. Systèmes non-linéaires et introduction au chaos
2. Rappels sur les notions classiques de traitement du signal
 - Les lois de probabilité et leur application à des signaux bruités.
 - Le théorème de la limite centrale.
 - Son application directe à un signal expérimental ne marche pas !
 - Existence d'un temps de corrélation d'un signal expérimental.

- Moyennage et détection synchrone.
- 3. La transformée de Fourier 1D
 - Décomposition d'un signal sur une base orthogonale, exemple polynômes orthogonaux.
 - Harmoniques, signal de Dirac, importance de la phase.
 - Fourier, la base idéale pour les équations linéaires.
 - Transformée discrète et signaux périodiques. Principe de l'algorithme de la FFT 2N.
 - Les artéfacts de la FFT.
 - Filtrage, corrélation, convolution, applications.
- 4. Numérisation et théorème de Shannon
 - Nécessité du filtrage avant numérisation, aliasing.
 - Cas particulier d'une caméra, conséquence de l'absence de filtrage temporel.
- 5. La transformée de Fourier 2D
 - Convolution et déconvolution, exemple rendre net une photo bougée.
 - Reconstitution d'une image en utilisant l'espace de Fourier. - Cliché de rayon X, - Principe de la tomographie.
 - Les nouvelles microscopies optiques ayant une résolution optique supérieur à celle donnée par le critère de Rayleigh.
- 6. La physique du bruit
 - Les différents type de bruit et leurs origines physiques.
 - Bruit de grenaille et mesure de la charge élémentaire.
 - Bruit d'une résistance, analogie avec le mouvement Brownien. Discussion du théorème de fluctuation-dissipation.
 - Caractéristiques spectrales de ces bruits physiques. Densité spectrale de bruit. Existence du bruit en $1/f$.
 - Variation de ces bruits avec la température.
 - Adaptation d'un amplificateur dans une chaîne de mesure.
- 7. Travaux Pratiques : traitement numérique de signaux et images
 - 3 séances consacrées au traitement de signaux expérimentaux.
 - Expériences inspirées des recherches sur les matériaux tactiles.
 - Traitements à base de corrélations, en lien avec la physique.
 - 3 séances consacrées à la manipulation des images. I
 - Quelques opérations simples (rotation, zoom, ...).
 - Filtrage dans l'espace réel (passe-bas, passe-haut, défloutage).
 - Filtrage dans l'espace des fréquences spatiales (TF2D).
 - Nettoyage d'une image de Saturne à travers une grille.

2.7 Physique du Solide

Dominantes physique et physico-chimie 3ème année

Cours : 24 h - Préceptorat : 14 h - 5 ECTS.

Enseignants

D. Roditchev



Objectifs

Lorsqu'on cherche à décrire le comportement électrique, magnétique, optique ou thermique des solides, il n'est pas possible, compte tenu du nombre élevé d'atomes par unité de volume d'effectuer une analyse précise à partir du comportement de chaque atome.

La physique du solide permet de construire des modèles qui, s'ils sont vérifiés par des expériences, peuvent être considérés comme représentatifs.

Le formalisme, construit à cette fin, a de nombreuses applications. Des exemples seront donnés dans des domaines variés et parfois apparemment très éloignés de la physique du solide.

Contenu

- La diffraction
- Vibrations élastiques dans les solides
- Relation de dispersion
- Les phonons
- Chaleur spécifique
- Modèle de Debye
- Interaction phonon phonon
- Propriétés électroniques des solides
- Modèles de l'électron libre, de l'électron presque libre et de l'électron fortement lié
- Modèles de bandes
- Propriétés électriques des solides
- Les différents types de solides
- Phénomènes hors d'équilibre
- Equation de transport
- Exemples d'applications
- La supraconductivité
- Le magnétisme

Préceptorat

- Les systèmes périodiques
- Vibrations et phonons
- Chaleur spécifique, susceptibilité paramagnétique, l'électron presque libre
- Les liaisons fortes, ex. La_2CuO_4
- Les semi-conducteurs et la jonction PN - applications
- Transistor à effet de champ et gaz 2D d'électrons
- L'effet Hall quantique

Laboratoire associé

Laboratoire de Physique et d'Étude des Matériaux

2.8 Relativité et électromagnétisme

Option d'ouverture 3ème année

Cours : 30 h - 3 ECTS.

Enseignants

J. Lesueur



Contenu

Limites de la mécanique de Newton-Galilée
Relativité restreinte
Structure de l'espace temps de Minkowski (quadrivecteurs, causalité)
Cinématique relativiste
Dynamique relativiste
Electromagnétisme
Equation de Dirac (spin de l'électron, antimatière)

Laboratoire associé

Laboratoire de Physique et Etude des Matériaux

2.9 Rhéologie

Dominantes chimie et physico-chimie 3ème année

Cours : 10 h - 1 ECTS.

Enseignants

M. Djabourov



Objectifs

Le cours de rhéologie est destiné aux élèves chimistes et physico-chimistes de 3ème année et il a pour objectif de permettre aux futurs ingénieurs d'être en mesure de caractériser les propriétés d'écoulement des milieux complexes, tels que des solutions contenant des polymères et des particules colloïdales, des émulsions ou des pâtes humides formées de particules non colloïdales. ... Ces problèmes interviennent dans un grand nombre de domaines industriels tels que l'agro-alimentaire, les peintures et les revêtements, les formulations pharmaceutiques ou cosmétiques, les procédés de polymérisation en suspension, le transport des minerais ... Le cours suppose que les notions de mécanique de fluides sont bien acquises au cours des années précédentes et que l'élève est familiarisé avec le langage de la rhéologie (contrainte, déformation, taux de cisaillement, mesures dynamiques, spectre en fréquences, mesures transitoires, mesures stationnaires. . .). L'enseignement

des polymères leur a également permis auparavant de comprendre la visco-élasticité linéaire des solutions et des fondus et son interprétation en termes de paramètres moléculaires.

Contenu

Bref rappel des notions de base de rhéologie. Sensibilisation aux notions de rhéométrie : choix des géométries de mesure pour rhéomètres rotatifs (géométries classiques, géométries non standard, à ailettes ou hélicoïdales). Problèmes de glissement aux parois et de fracture des milieux structurés.

Rhéologie des suspensions colloïdales : milieux dilués, semi-dilués ou concentrés.

Comportements rhéologiques et interprétation structurale. Suspensions de sphères dures sans interactions, fraction volumique variable (Keiger-Dougherty, Quémada, Brady). Suspensions complexes : approche simplifiée du modèle de Quémada. Quelques notions sur la rhéologie des suspensions non colloïdales et les pâtes.

La gélification ou transition sol-gel et l'analogie avec la percolation. Quelques exemples de relations rhéologie-structure dans les systèmes réels.

Rhéologie des émulsions et des mousses : modèle de Princen. Exemples. Rhéologie de mélanges immiscibles de fondus ou de solutions démixtés : modèle linéaire de Palierne. Exemples.

Travaux dirigés

Rhéologie des fluides complexes

Rhéologie des suspensions et modélisation

Rhéologie des émulsions et des gels

2.10 Systèmes énergétiques

Option d'ouverture 3ème année

Cours : 30 h - 3 ECTS.

Contenu

Le système pétrolier (conférenciers de l'IFP School, 12h)

Problématique pétrolière et énergétique M. Orivel

Exploration pétrolière J.P. Roy,

Exploitation des gisements A. Couturier

Valorisation du pétrole et du gaz, P. Bichet

Stockage et conversion d'énergie ; systèmes électrochimiques (D. Larcher Univ. Picardie, 9h)

L'énergie, quelques généralités

Conversion d'énergie chimique en énergie électrique

Piles et batteries : du concept à la réalisation

accumulateurs à ions lithium

Piles à combustibles

Supercondensateurs

Les énergies renouvelables (6h)

Solaire photovoltaïque (D. Lincot, ENSCP)

Bioénergie, biomasse (M. Rousset, CNRS BIP)

Hydraulique, éolien, énergies marines (X., EDF)

Quels systèmes énergétiques ? Choix et données économiques (D. Blaustein ADEME) (3h)

Vue d'ensemble

Objectifs et risques

Perspectives par type de solution

Scénarios

2.11 Télécommunications Avancées

Cours d'option "Sciences et Technologies" 3ème année

Cours : 13 h - 1,5 ECTS.

Enseignants

E. Géron



J. Lucas



Objectifs

Cet enseignement a essentiellement pour but d'approfondir plusieurs aspects liés aux télécommunications. Il comporte également une initiation au domaine dit de la compatibilité électromagnétique (CEM).

Dans ce module sont abordés les outils nécessaires à la compréhension des nouvelles normes de communications radioélectriques et filaires, publiques et privées ainsi que les moyens utilisés pour réaliser les composants électroniques et les équipements associés.

Contenu

Les systèmes de Télécommunications avancés (10h)

Les besoins

Télécommunications privées - télécommunications publiques (voix et données)

Interaction entre les systèmes

L'augmentation du débit et les nouvelles modulations (bande étroite - large bande)

L'attribution spatiale (les antennes intelligentes)

Le "tout communiquant" : Wifi et Bluetooth

Les supports alternatifs : réseau de transport d'énergie (powerline)

Processus de standardisation mondiale

Le futur

Vivre avec les autres : la Compatibilité électromagnétique (CEM) (3h)

Grandeurs physiques

La susceptibilité électromagnétique

Les émissions parasites

Les décharges électrostatiques

Méthodes de mesure

Normalisation

Laboratoire associé

Laboratoire d'Electricité Générale

3 Enseignements de Chimie

3.1 Chimie fine et biologie

Option d'ouverture 3^{ème} année

Cours : 30 h - 3 ECTS.

Objectifs

La recherche de nouveaux médicaments est un défi perpétuel. L'objectif de l'option Chimie Fine et Biologie est d'illustrer, à l'aide d'exemples, les principes et outils utilisés pour la recherche et la mise au point de nouveaux médicaments. Différentes étapes du processus conduisant à la mise sur le marché d'un médicament seront abordées selon les intervenants.

Contenu

Professeur Jean-Marc PARIS (Rhodia et ENSCP, Paris) (9h)

Processus de découverte et de développement de nouveaux médicaments (recherche et découverte du premier "hit", optimisation d'un "hit", développement préclinique ...).

Cibles thérapeutiques

Les antibactériens.

Docteur Hervé MINOUX (Sanofi-Aventis) (3h)

La modélisation moléculaire appliquée à la découverte et optimisation de nouveaux médicaments.

Démonstration en salle 3D (Sanofi-Aventis à Vitry sur Seine)

Professeur Jean-Marie Aubry (ENSC Lille) (3h)

La formulation

Dr Gillian Barratt (Univ. Paris XI) (3h)

La vectorisation

Dr Patrice DENEFLÉ (Ipsen) (3h)

Les biothérapies

Dr Etienne HIRSCH (Faculté de Médecine, UPMC) (3h)

Les maladies neurodégénératives

Dr Michel HAMON (Faculté de Médecine, UPMC) (3h)

Dépression et antidépresseurs

Pr Bernard ROQUES (INSERM, Université Paris V, Pharmaleads) (3h)

Opioides endogènes et exogènes : différences et implications dans la douleur et l'addiction

3.2 Chimie Inorganique Avancée

Dominantes chimie et physico-chimie 3^{ème} année

Cours : 12 h - 3 ECTS.

Enseignants

Sophie Norvez



Corinne Soulié



Catalyses industrielles

Objectifs

Plus de 80% des procédés de fabrication comprennent au moins une réaction catalysée. La catalyse permet généralement de diminuer les coûts (énergie, séparation, retraitement, ...) et de limiter l'emploi de matières toxiques ou dangereuses. L'enjeu économique et écologique est donc évident. Pour bien comprendre les phénomènes mis en jeu, le cours présente les différents types de catalyse à travers l'étude de grands procédés industriels et de cycles fondamentaux du vivant. Les problèmes liés à la performance et à l'optimisation d'un système catalytique, à son coût, à son impact écologique, sont mis en avant et expliqués par une approche cinétique mécanistique. Le cours s'appuie sur les connaissances acquises en deuxième année en Chimie et Matériaux Inorganiques.

Contenu

Catalyses industrielles

1. Catalyse : concepts fondamentaux
 - (a) Principe de la catalyse
 - (b) Catalyse homogène vs hétérogène
 - (c) Estimer qu'un catalyseur est bon : activité, sélectivité, stabilité, quotient environnemental, efficacité atomique
 - (d) Connaissances et développements de la catalyse
2. Catalyses et grands procédés industriels
 - (a) Catalyse homogène : procédés, mécanismes et aspects cinétiques, problèmes et solutions
 - (b) Catalyse hétérogène : procédés, préparation des catalyseurs, mécanismes
3. Mécanismes et cinétique de catalyse hétérogène
 - (a) Etapes réactionnelles : physisorption vs chimisorption
 - (b) Adsorption : modèles de Langmuir, BET, mesures des aires spécifiques
 - (c) Equations de vitesses : systèmes solide-gaz et solide-liquide, mécanismes de Langmuir-Hinshelwood, Eley-Rideal
4. Performances d'un système catalytique hétérogène
 - (a) Propriétés d'un bon catalyseur
 - (b) Stabilité : désactivation du catalyseur
 - (c) Sélectivité
 - (d) Types de réacteurs

Biocatalyses

1. Eléments de la biosphère
 - (a) Rôle biologique des ions métalliques
 - (b) Calcium dans les systèmes biologiques
 - (c) Transport et stockage de l'oxygène
2. Catalyse acide, enzyme à zinc
 - (a) Métalloenzymes, généralités
 - (b) Anhydrase carbonique
 - (c) Carboxypeptidases
3. Catalyse redox
 - (a) Généralités et importance dans les processus de respiration et de photosynthèse
 - (b) Protéines Fer-Soufre

- (c) Cytochromes de la chaîne de transport des électrons
 - (d) Les protéines à cuivre bleu
 - (e) Cytochrome P-450
 - (f) Coenzyme B12, une biomolécule organométallique
 - (g) Fixation de l'azote
 - (h) Photosynthèse
4. Procédés industriels utilisant des biocatalyseurs.
- (a) Cinétique des réactions catalysées par les enzymes
 - (b) Acrylamide à partir d'acrylonitrile
 - (c) Aspartame par synthèse peptidique enzymatique
 - (d) L-aminoacides par procédé à l'amylocylase

Laboratoire associé

Laboratoire de Matière Molle et Chimie

3.3 Environnement et développement durable

Cours d'option "Sciences et Technologies" 3ème année

Cours : 24 h - 3 ECTS.

Enseignants

M.C. Hennion



Objectifs

Toutes les industries, mais plus particulièrement celles dans le domaine de la pétrochimie, métallurgie, chimie, construction automobile, pharmacie, alimentation, fabrication ou recyclage du papier, textile, sont confrontées à des problèmes environnementaux. Actuellement, elles mènent toutes des actions spécifiques, tels la prévention des risques à l'intérieur et à l'extérieur des sites de production, des études de l'impact sur l'environnement des biens produits, des analyses du cycle de vie des produits, la gestion des déchets, le traitement des rejets, l'augmentation de la possibilité de recyclage et de récupération-valorisation des déchets en matière et en énergie ou la mise au point de technologies propres.

Ce cours s'inscrit dans le contexte "mieux connaître pour mieux apprécier les divers contextes liés aux problèmes environnementaux", avec comme objectifs prioritaires, la notion de développement durable, la prise en compte de l'environnement dans toutes ses dimensions, et la compréhension de la complexité de l'environnement, tant naturel que modifié par l'homme, complexité qui tient de l'interaction de ses aspects biologiques, physiques, sociaux économiques et culturels.

Contenu

Introduction : pourquoi une formation à l'environnement ?
Les questions de l'environnement
Historique de la mise en évidence de la pollution d'origine chimique à l'échelle globale
De la prise en compte des problèmes environnementaux au développement durable
Comment appréhender les problèmes environnementaux et nécessité de pluridisciplinarité ?
Les pollutions chimiques actuelles
Les outils
Réglementation et directives
Le programme REACH
Analyse de cycle de vie
Notions d'écotoxicologie et d'écotoxicité
Ecosystèmes et cycles de la matière
Problématique de l'accroissement de la population humaine
Notions d'écotoxicité (les diverses voies de transport et transformation des polluants, leur effet sur le fonctionnement et la structure des écosystèmes)
Exemple de perturbation des écosystèmes aquatiques : le phénomène d'eutrophisation
Exemples de contamination par les polluants organiques persistants (POP) : hydrocarbures, PCB, dioxines, insecticides organochlorés...
Effet des activités humaines sur l'atmosphère
Effet de serre et changement climatique
Ozone stratosphérique
Atmosphère troposphérique
Surveillance de la qualité de l'air : AirParif
Pollution diffuse des systèmes aquatiques : exemple des pesticides
Caractéristiques générales, physico-chimie, toxicité et écotoxicité, transfert, transformation et contamination des systèmes aquatiques et des sols, méthodes d'estimation des risques environnementaux, établissement des listes de surveillance.
Cas d'études de suivi de sites : conséquences sur la connaissance du transport dans les eaux de surface et souterraines. Exemple de l'atrazine et de ses produits de transformation.
Importance des produits de dégradation
Elimination des polluants lors du traitement des eaux
Les contaminants émergents : retardateurs de feu, disrupteurs endocriniens, résidus de médicaments, toxines des microalgues, etc.

Laboratoire associé

Laboratoire Environnement et Chimie Analytique

3.4 Etats colloïdaux et biomolécules

Cours d'option "Sciences et Technologies" 3ème année

Cours : 12 h - 3 ECTS.

Enseignants

Jérôme Bibette



Objectifs

Les biotechnologies et la biophysique font un large usage des colloïdes. La bioanalyse et l'imagerie, par exemple, utilisent les colloïdes comme marqueurs, la biophysique les utilise afin de manipuler mécaniquement des structures biologiques. La reconnaissance spécifique entre colloïdes greffés par anticorps et par antigènes est la base de diagnostics biologiques (ELISA...).

Le cours décrit d'abord les principes associés à cette reconnaissance spécifique. Il donne ensuite un aperçu de ces applications et autres applications potentielles dans le domaine de l'immuno-diagnostic. Il évoque finalement l'élaboration de matériaux biomimétiques.

Contenu

Reconnaissance spécifique : généralités et définitions
Durée de vie d'un assemblage et paysage d'énergie
Formation d'un assemblage, cas à 2 et 3 dimensions
Application au diagnostic biologique
Application à la micromécanique des filaments

Laboratoire associé

Laboratoire Colloïdes et Matériaux Divisés

3.5 Matériaux sur mesure

Option d'ouverture 3ème année

Cours : 30 h - 3 ECTS.

Contenu

Cette option est placée dans le cadre de la chaire **Sciences des Matériaux et Surfaces Actives** mise en place conjointement par Saint-Gobain, l'ESPCI et l'Ecole Polytechnique.

Les thèmes abordés sont :

1. Physique et chimie des matériaux
 - Propriétés massiques des matériaux (électronique, catalyse,)
 - Mise en forme des matériaux et engineering de surface (PVD, CVD, sol- gel, texturation...)
2. Surfaces actives
 - Optique des couches minces
 - Propriétés mécaniques (fractures, frottement, ...)
 - Mouillage et adhésion

L'option comprend 7 conférences et une visite d'une usine Saint-Gobain.

Chaque conférence couvre deux aspects :

- un aspect "socle de connaissances " : compréhension des mécanismes

- un aspect “connaissances à la frontière” : nouveaux matériaux, nouvelles fonctionnalités, avancées scientifiques

Conférenciers 2013

- Erich Wimmer (Materials Design) Electronic structure calculation in industriel context
- C. Weisbuch (UC Santa Barbara) : The revolution of LEDS for lighting
- W. Poon (Univ. Edinburgh) : How to use concepts in physics of colloids for elaboration of ceramics
- M. Wuttig (Univ. Aachen) A new class of exciting materials : phase change materials for rewriteable optical data storage
- A. Popoff (St Gobain Recherche) : Les coatings industriels
- M. Van Damme (Ecole des Ponts ParisTech) : Mechanics and physics of porous solids
- T. Graule (EMPA Switzerland) : Ceramic based nanomaterials for application in photocatalysis, filtration technology and fuel cell research.

Laboratoire associé

Physico-chimie des Polymères et des Milieux Dispersés

3.6 Matière Molle et Développement

Tronc commun 3ème année

Cours : 19 h - Préceptorat : 7,5 h - 3 ECTS.

Enseignants

M. Cloitre



S. Norvez



Objectifs

Le terme Matière Molle désigne un ensemble de matériaux qui va des matières plastiques aux cristaux liquides en passant par les gels, les pâtes colloïdes, les solutions de tensio-actifs, les biopolymères, les mousses... Qu'ont donc en commun ces matériaux qui sont tantôt solides, tantôt liquides ? Comme leur nom l'indique, ils ont la faculté de se déformer facilement et de réagir à des sollicitations physiques ou chimiques faibles. Cette propriété découle de la nature des forces d'interaction dont l'amplitude est généralement comparable à celle des forces Browniennes. L'entropie joue aussi un rôle considérable et peut être à l'origine de phénomènes surprenants. Ainsi la compétition entre forces enthalpiques et forces entropiques se trouve à l'origine des phénomènes d'auto-assemblage qui conduisent à des structures fascinantes impliquant toute une hiérarchie d'échelles de longueur et de temps.

Ces matériaux sont à la base d'une multitude de produits industriels techniques et de commodité. Les mélanges de polymères et les copolymères à blocs sont à l'origine de matières plastiques extrêmement performantes, d'élastomères recyclables, de films barrière pour l'emballage, d'adhésifs... Nos écrans et nos dispositifs d'affichage contiennent des cristaux liquides qui peuvent être orientés par la simple application d'un champ électrique. La formulation des peintures,

des encres d'impression, des cosmétiques utilise des associations de molécules tensio-actives, de colloïdes et de polymères qui permettent d'atteindre les propriétés physico-chimiques requises avec de faibles concentrations.

Le cours Matière Molle et Développement, qui s'adresse à la fois aux physiciens, chimistes et physico-chimistes, illustre comment une bonne connaissance des concepts de base en Matière Molle, une approche résolument interdisciplinaire, ainsi que beaucoup d'imagination, permettent de concevoir et de développer à façon des matériaux et des procédés innovants.

Contenu

Ingénierie macromoléculaire

Mélanges et alliages de polymères
Copolymères à blocs
Séparation de microphase dans les copolymères à blocs
Elastomères thermoplastiques
Matériaux nanostructurés
Contrôle de la nanostructuration
Analogie avec les phases de tensio-actifs

Cristaux liquides

Nématiques, smectiques, phases chirales
Défauts et textures
Afficheurs à cristaux liquides et autres dispositifs d'écrans plats

Mise en forme des matériaux

Injection, extrusion, moulage et procédés dérivés
Applications de l'extrusion (galénique, céramiques)
Mise en forme des élastomères et des polymères fondus
Ecoulement de polymères (viscoélasticité linéaire et non-linéaire)
Glissement et instabilités d'extrusion
Matériaux cellulaires et mousses polymères

Formulation en solution

Colloïdes, polymères et gels neutres : structure et dynamique
Systèmes chargés en Matière Molle et en Biologie
Notions sur les polyélectrolytes
Equation de Poisson Boltzmann, condensation de Manning ...
Polyélectrolytes à squelette hydrophobe
Polymères et gels polyélectrolytes

Préceptorat

Nouveaux copolymères multiblocs pour le stockage de l'information
Hybrides à base de copolymères à blocs et de nanoparticules
Polymères hydrosolubles associatifs
Membranes réactives à reconnaissance moléculaire
Réseau optique modulable utilisant des cholestériques

Laboratoire associé

Laboratoire Matière Molle et Chimie

3.7 Réactivité

Dominantes chimie et physico-chimie 3ème année

Cours : 8 h - Préceptorat : 4,5 h - 2 ECTS.

Enseignants

F. Volatron

**Contenu****Méthodes d'analyse**

Domaine d'étude

Diagrammes de corrélation

Approximation des orbitales frontières

Applications à la chimie organique

Réactions électrocycliques

Corrélation des OM

Corrélation des états

Réactions de cycloaddition

Approximation des orbitales frontières

Règle d'Alder

Effet *endo***Applications à la chimie de coordination**Rappels sur les fragments ML_n Etude de la conformation de ML_4 (éthylène)

Description des grands types de réaction en catalyse homogène

Addition oxydante de H_2

Couplage de carbènes

Préceptorat

Application des méthodes théoriques (diagramme de corrélation et approximation des orbitales frontières) à l'étude de la réactivité en chimie organique.

Structure des complexes boryles des métaux de transition.

Etude théorique de la réactivité des nickelacyclopentane.

Structure des complexes borohydrure.

Laboratoire associé

UPMC, Laboratoire de Chimie Théorique

3.8 Synthèse Approfondie et Chimie Verte

Dominantes chimie et physico-chimie 3ème année

Cours : 13 h - Travaux dirigés : 5 h - Préceptorat : 4,5 h - 3 ECTS.

Enseignants

V. Bellosta



J. Cossy



S. Gilat



D. GomezPardo

**Objectifs**

A l'heure actuelle, la sélectivité, et en particulier l'énantiosélectivité sont incontournables en synthèse organique. Obtenir de façon sûre et économique tel ou tel énantiomère d'une molécule donnée est l'objet d'efforts très importants, tant dans l'industrie que dans le monde académique.

Contenu

Enantiosélectivité, diastéréosélectivité : définitions et rappels
 Enantiotopie, diastéréotopie. Configuration absolue et configuration relative.
 Rappels sur les dédoublements : acides et bases du pool chiral, enzymes.
 Synthèses diastéréosélectives. Additions nucléophiles sur le carbonyle muni d'un centre stéréogène.
 Modèles de Cram et de Felkin-Anh (réduction par LiAlH_4 et addition nucléophile). Cas du Cram chélaté.
 Réactions avec RMgX chélaté ou non. Cas de $\text{RMgX} + \text{MgX}_2$.
 Alkylation énantiosélective
 Alkylation en série racémique
 Copule d'Heathcock
 Oxazolidinones d'Evans Copule de Nagao-Fujita
 Copules d'Opolzer et de Meyers.
 Copule d'Enders (SAMP et RAMP)
 Aldolisation énantiosélective
 Etat de transition de Zimmermann.
 Aldolisation intermoléculaire (Aldéhydes et énolates sans centre stéréogène).
 Réaction des énamines chirales (Michael). Imines (cat. Corey)
 Addition conjuguées : Sakurai (TiCl_4), (utilisation de la proline)
 Oxydation énantiosélective
 Epoxydation : réactifs possibles, m-CPBA, H_2O_2 , oxone, N-sulfonyloxaziridines.
 Epoxydation de Katsuki-Sharpless avec modèle du mécanisme et résolution cinétique.
 Réaction de Jacobsen (oléfines de type Z). (Comparaison des différentes méthodes d'époxydation)
 $\text{VO}(\text{acac})_2$
 Ouverture des époxydes par les nucléophiles. ($\text{BF}_3 \cdot \text{Et}_2\text{O}$, HBr , OH^- , HBr , DIBAL-H, RedAl , cuprates)
 Attaque des hydroxyépoxydes par des nucléophiles (Ti, REDAL, $\text{LiCu}(\text{CH}_3)_2$). Réarrangement de Payne suivie d'attaque nucléophile.
 Ouverture d'époxyde avec des bases chirales (Simpkins).
 Dihydroxylation de Sharpless
 Coupure des oléfines (O_3 , $\text{OsO}_4\text{-NaIO}_4$, OsO_4/NMO et NaIO_4 , $\text{Pb}(\text{OAc})_4$)
 Oxydation de cétones (m-CPBA, O_2 , SeO_2 et CrO_3).
 Réaction des oléfines munies d'un centre stéréogène, Réactions de réduction
 Modèle de Houk
 Hydroboration des oléfines avec un centre stéréogène en.
 Utilisation du 9-BBN
 Réducteurs : AlpineBorane, Boronate (avec Rh), réducteur de Corey, BINAL.

Hydrogénations énantiosélectives : Noyori, Knowles, Kagan (DIOP) ; réduction des cétones.
 Enaminoester donne dérivé d'acide aminé actif.
 Réarrangements [4+2] et sigmatropiques [3+3]
 Diels-Alder, réactions normales, intramoléculaires. Diels-Alder en série optiquement active(Ti(OR*)₄).
 Diels-Alder sur alcynes.
 Hétéro Diels-Alder. Réarrangement d'ylures, réarrangement chélotropique (SO₂). Diène de Danishefsky [4+2] et [2+3], oxyde de nitriles, N-oxydes, Cycloadditions [2+2] thermiques et photochimiques. Réaction de Paterno-Buchi. Cétène. [2+2] sur des énonnes
 Cope, Claisen, oxy-Cope et ène-réaction.
 Réarrangement des hydroxyesters silylés. Sigmatropiques [2,3]. Ene sulfoxyde/Zn, énylures de soufre, énaminiums (Simpkins).
 Eliminations thermiques : chélotropiques (SO₂), réarrangement de Wittig. Décomposition des dérivés azo, des oxydes de séléniums et des oxydes d'amines.
 Organométalliques
 Vinyllithien, synthèse (échange métal-métal) et réactivité.
 Transmétallation avec vinylstannane (cis > > trans)
 Attaque équatoriale RMgX sur des cétones.
 Shapiro. Organométallique sur l'amide de Weinreb, attaque RMgX sur ester avec TMSCl.
 Réformatsky.
 Diéthylzinc activé. R₂CuLi : attaque SN' sur un acétate d'allyle
 Organocadmiums, Organocériens, Organocuivreux.
 Complexes du palladium sur oléfines (Trost, Tsuji, Stille et Suzuki), réaction de Wacker.
 Intermédiaires électrodéficients
 LDA-TMSCl tBuBr sur les cétones, Friedel-Craft, Diazocétones.
 Réactions en cascade (Johnson).
 Réarrangements : Pinacoliques (acide et basique), Diazométhane sur C=O, Halogénocétones, Halogéno sulfones, réarrangement de Grobb.
 Carbènes et nitrènes
 Décomposition thermique ou photochimique des diazo. Préparation des aziridines.
 Carbénoïdes.
 Nitrènes : réarrangements de Hofmann, Schmidt et de Curtius.

Préceptorat

Etude de grandes réactions énantiosélectives, de leurs applications et des facteurs qui les régissent :

- Enantiosélectivité, alkylations énantiosélectives, aldolisations énantiosélectives
- Oxydations énantiosélectives, réactions de réduction, réductions énantiosélectives sur alcènes avec centre stéréogène, réarrangements (première partie)
- Réarrangements (fin), organométalliques, intermédiaires électrodéficients

Laboratoire associé

Laboratoire de Chimie Organique

3.9 Synthèse Organique

Dominante chimie 3ème année

Cours : 12 h - Travaux dirigés : 3 h - Préceptorat : 6 h - 3 ECTS.

Enseignants

V. Bellosta



J. Cossy



A. Duprat



D. GomezPardo



S. Reymond

**Objectifs**

Que ce soit au travers des médicaments, parfums, de la cosmétique, des matériaux, la Chimie organique fine est partout. Connaître les bases de la synthèse organique est essentiel pour un chimiste.

Cet enseignement s'adresse aux chimistes et vise à les initier, par l'exemple, aux nouvelles réactions utilisées en synthèses organique. Ce travail trouve son application dans l'étude de grandes synthèses de produits biologiquement actifs. Ces études constituent de surcroît une première approche relative aux stratégies de synthèse en Chimie Organique.

Contenu

- Réactions d'alkylation
- Formation des carbanions par déprotonation
- Formation régiosélective des énolates. Conditions cinétiques et thermodynamiques
- Stéréochimie des énolates (Z, E)
- Alkylation des énolates et des dianions (Nature de l'agent alkylant, RX donnant C-alkylation, O-alkylation avec silylation et acétylation)
- Utilisation des éthers d'énol silylés (lithien ? monoalkylation)
- Conditions d'alkylation des esters (énolate E), amides (énolate Z), et nitriles
- Action des nucléophiles carbonés sur le groupement carbonyle.
- Alkylation en milieu basique
- Formation et hydrolyse des énamines
- Réactions de condensation des énamines (régiosélectivité)
- Aldolisation, Robinson
- Réaction de Mannich
- Réaction de Knoevenagel
- Acylation des carbanions : réaction de Claisen, cyclisation de Dieckmann
- Intermédiaire réactifs : imidazole d'acyle
- Additions conjuguées : réaction de Michael, réaction de Sakurai, éther d'énol silylé (Mukaiyama)
- Préparation des α -cétolactones, réactif de Mander (CNCO₂Me)
- Transformation d'ester en cétone
- Réactions de Wittig et de Wittig-Horner, Peterson
- Ylures de soufre nucléophiles
- Réaction de Darzens.
- Interconversion des groupes fonctionnels
- Halogénures et esters sulfoniques à partir des alcools
- Effets de solvant
- Formation des nitriles, des azides (réaction de Mitsunobu)
- Alkylation des amines et des amides
- Nucléophiles oxygénés : réaction de Mitsunobu sur les alcools
- Nucléophiles soufrés

Groupes protecteurs (ROTHP, ROSiR₃, ROBn, ROME), formation et déprotection.
 Rupture des liaisons C-O d'esters et d'éthers (TMSI, BBr₃, H₂ pour OBn)
 Interconversion des dérivés des acides carboxyliques : réactifs pour l'acylation (imidazoles, chlorures d'acides). Préparation d'esters (DCC), et d'amides à partir d'esters, de nitriles, de chlorures d'acides. Formation de cétones suivie du piégeage (COCl + NEt₃)
 Additions électrophiles sur les doubles liaisons. Oxydations et Réductions, Métathèse.
 NBS, PhSeCl, Hg(OAc)₂, iodolactonisation
 Organoboranes, formation d'amines à partir d'organoboranes.
 Réduction : Diimide, LAH-NaBH₄ et réduction des amides en amines NaBH₃CN, Dibal-H, n-Bu₃SnH (Barton). Métaux dissous, Clemmensen, Wolf-Kishner Réaction de Shapiro
 Oxydation : Swern, PCC et PDC comparés, Dess-Martin, oxydation allylique par SeO₂. Formation de cétones ??-insaturées à l'aide de PhSeCl et PhSSPh, OsO₄, Bayer-Villiger. Coupure oxydante des diols
 Intermédiaires réactifs
 Réarrangements des carbocations : réarrangement pinacolique, cascades de Johnson.
 Agrandissement de cycle par CH₂N₂.
 Fragmentation de Grob. Transposition de Favorski
 Les réarrangement d'Hofmann, de Schmidt, de Curtius et de Beckman
 Réaction de Métathèse et applications

Préceptorat

Basés sur l'étude approfondie de quelques grandes réactions intégrées dans des synthèses multistades :

Alkylations, additions nucléophiles carbonés sur la double liaison C=O
 Additions nucléophiles carbonés (suite), interconversion de groupes fonctionnels, métathèse
 Additions électrophiles sur les doubles liaisons, oxydations et réductions
 Intermédiaires réactifs, révisions

Laboratoire associé

Laboratoire de Chimie Organique

3.10 Chimie des Polymères

Dominantes chimie et physico-chimie 3ème année

Cours : 10 h - Travaux dirigés : 4 h - 2 ECTS.

Enseignants

R. Nicolay



Objectifs

L'ingénierie macromoléculaire permet aux chimistes des polymères de préparer à façon une infinité d'architectures macromoléculaires. Ces architectures peuvent varier de par leurs masses, composition, stéréochimie, topologie, fonctionnalités... Le cours de chimie des polymères vise à fournir les outils permettant de concevoir et de préparer ces objets.

Contenu

Les principales techniques - radicalaire, coordination, ouverture de cycles, ionique, condensation, addition - et procédés de polymérisation - masse, solution, émulsion, précipitation - sont présentés en essayant de mettre en avant les différences et les points communs entre chaque technique. Les développements actuels en termes de recherche sont également abordés.

Le concept de polymérisation vivante/contrôlée est présenté en détails ainsi que certaines des réactions couramment utilisées pour la fonctionnalisation de polymères.

Des exemples de synthèse d'architectures macromoléculaires (copolymères, étoiles, brosse, hyperbranchés, gels) sont ensuite détaillés en s'appuyant sur les notions précédemment introduites.

Finalement, des exemples de matériaux polymères et d'architectures macromoléculaires incorporant des polymères stimulables et/ou des liens réversibles (supramoléculaire, dynamique covalent) sont étudiés.

Laboratoire associé

Laboratoire de Matière Molle et Chimie

4 Enseignements de Biologie

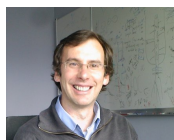
4.1 Biochimie

Dominantes chimie et physico-chimie 3ème année

Cours : 12 h - 3 ECTS.

Enseignants

Andrew Griffiths



Contenu

Applications

- Protein Engineering (for fundamental studies and industrial applications of enzymes)
- Protein engineering for therapeutic applications (e.g. Antibodies)
- Engineering of diagnostic systems
- Engineering of vaccines

Techniques

- Recombinant DNA techniques : amplification, cloning, synthesis, and sequencing of DNA
 - Mutagenesis (directed and random) and recombination
 - Strategies for overexpression of recombinant proteins
 - Strategies for screening and selection
 - Directed evolution
-

4.2 Biophysique

Dominantes physique, physico-chimie et chimie 3ème année

Cours : 12 h - Préceptorat : 4,5 h - 1 ECTS.

Enseignants

U. Bockelmann



H. Isambert



T. Maggs



Objectifs

Ce cours traitera les bases physiques et les méthodes d'investigation physiques de la vie à l'échelle de la cellule biologique. Une sélection de techniques expérimentales et de concepts théoriques est considérée, pour illustrer l'apport de la physique aux études des objets, des assemblages et des processus biologiques et aux applications correspondantes, qui vont de la technologie au diagnostic médical. Le cours de biophysique est aussi une introduction à un domaine de recherche importante en pleine expansion. L'enseignement se servira des différents pré acquis de l'élève, notamment en biologie moléculaire, physique expérimentale et physique statistique.

Contenu

- Constituants et principes physiques de la cellule biologique.
- Techniques de mesure sur molécule unique.
- Biopuces, biocapteurs et nanotechnologie à base d'ADN.
- Moteurs moléculaires.
- Réseaux de régulation.

Préceptorat

- Dénaturation de l'ADN
- Mouvement d'une bactérie
- Evolution des génomes et grands réseaux biologiques.

Laboratoire associé

Laboratoire de Nanobiophysique

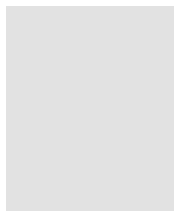
4.3 Biotransformations et Génie des procédés

Cours d'option "Sciences et Technologies" 3ème année

Cours : 12 h - Préceptorat : 5 h - 2 ECTS.

Enseignants

Catherine Béal



Objectifs

Une approche rationnelle des transformations de la matière biologique sera présentée en s'appuyant sur les fondements du génie des procédés. Ce cours permet de passer en revue les principaux principes théoriques qui président à la maîtrise des Bioprocédés. Des exemples de procédés industriels seront choisis dans le secteur des agro-industries débouchant sur les applications alimentaires, énergétiques, chimiques ou encore pharmaceutiques. De manière plus originale, ce cours ouvre sur l'intérêt des concepts du génie des procédés à la compréhension du fonctionnement de l'organisme humain avec la notion d'opérations unitaires du vivant.

Ce cours fait appel à des connaissances en physique, cinétiques physiques et réactionnelles, mécanique des fluides, thermodynamique, chimie organique et informatique.

Contenu

Introduction au génie des procédés (bases et concepts appliqués aux biotransformations)

Génie microbiologique : outils pour les biotransformations

Séparation : des opérations unitaires pour de nouvelles fonctionnalités

Stabilisation des bioproduits

Un exemple de procédé industriel

Les opérations du vivant : la perception en bouche par le consommateur

Préceptorat

Mise en oeuvre d'outils de simulation : conduite d'une biotransformation (production d'antibiotiques) et/ou maîtrise du relargage des composés d'arômes dans les matrices alimentaires.

Laboratoire associé

[AgroParisTech UFR Technologie et procédés alimentaires](#)

5 Enseignements de Mathématiques et Méthodes Numériques

5.1 Chimiométrie

Dominantes chimie et physico-chimie 3ème année

Cours : 11 h - 1 ECTS.

Enseignants

J. Vial

**Contenu****ANOVA (Analyse de la Variance) à un facteur contrôlé**

- Principe et utilité
- Tests statistiques
- Tableau d'ANOVA et interprétation
- Etudes de cas

La régression linéaire

- Principe et utilité
- Statistiques de la régression
- Hyperboles de confiance et de prédiction
- Adéquation du modèle
- Etudes de cas

Les plans d'expériences

- Principe et utilité
- Plans factoriels 2^n
- Significativité des effets
- Plans factoriels fractionnaires 2^{n-p} et de criblage
- Plans pour surface de réponse

Laboratoire associé

Laboratoire Environnement et Chimie Analytique

5.2 Statistiques appliquées

Tronc commun 3ème année

Cours : 10 h - 1 ECTS.

Enseignants

I. Rivals

**Contenu**

Variabes aléatoires

- Définitions, notions de statistique descriptive
- Densités de probabilité utiles
- Théorème de Fisher-Cochran

Estimation ponctuelle et par intervalle des paramètres d'une distribution

- Estimation ponctuelle de l'espérance mathématique et de la variance d'une variable aléatoire
- Estimation par intervalle
- Exemples illustratifs

Les tests d'hypothèse

- Tests de comparaison de deux échantillons
- Test d'élimination de valeurs aberrantes
- Tests de χ^2
- Risque de première espèce et valeur-p

Laboratoire associé

Equipe de Statistiques Appliquées

5.3 Statistiques et apprentissage

Dominantes physique et physico-chimie 3ème année

Cours : 11 h - 1 ECTS.

Enseignants

G. Dreyfus



Contenu

I - Introduction à l'apprentissage statistique

- Un exemple simple de classification automatique
- Un exemple simple de modélisation pour la prédiction
- Éléments de la théorie de l'apprentissage : Fonction de régression, classifieur de Bayes, dilemme biais-variance, dimension de Vapnik-Cervonenkis, méthodes de sélection de modèles

II - Régression linéaire

- Méthode des moindres carrés
- Estimation de l'erreur de généralisation, leave-one-out virtuel
- Sélection des variables d'un modèle : orthogonalisation de Gram-Schmidt, méthode de la variable sonde. Application à la modélisation du soudage par points et au traitement automatique du langage.

III - Réseaux de neurones

- Définition et propriétés d'approximation parcimonieuse ; application à la prédiction de la température de liquidus de verres industriels
- Apprentissage des réseaux de neurones
- Sélection de modèle
- Application à la prédiction du stress oxydatif

IV - Classification, machines à vecteurs supports

- Classification automatique : principe

- Règle du Perceptron, séparabilité linéaire
- Classifieur linéaire optimal
- Machines à vecteurs supports et méthodes à noyaux pour la classification
- Application à la reconnaissance automatique des codes postaux

Laboratoire associé

Laboratoire SIGnaux, Modèles, Apprentissage statistique (SIGMA)

6 Enseignements de Langue, Sciences Economiques et Sociales

6.1 Anglais

Tronc commun 3ème année

Cours : 32 h - 2 ECTS.

Objectifs

Les activités du Département Langues et Communication ont pour but de donner aux futurs ingénieurs et chercheurs des outils pratiques et des points de repères professionnels et culturels qui, en complétant leur formation scientifique, favoriseront leur insertion dans le monde de l'entreprise en France et dans le contexte international. La maîtrise de l'anglais étant indispensable pour toute activité scientifique et technique, les élèves doivent acquérir un excellent niveau dans la pratique de cette langue, sanctionné par le passage d'un test international, le TOEIC (objectif : 750 points), indépendamment des modalités de contrôle internes.

Contenu

Les activités d'enseignement de l'anglais, langue obligatoire, sont organisés en quatre groupes de niveau, sous des formes variées, impliquant aussi bien la participation de lecteurs étrangers que des activités individuelles, conversation ou auto-formation en salle multimédia (CD-ROMs et Internet).

Un soutien personnalisé est apporté aux élèves les plus faibles, incluant des bourses linguistiques "Ville de Paris" pour un séjour d'été de 2 à 3 semaines dans un pays anglophone.

Programme :

- révision des bases de langue : grammaire, vocabulaire situationnel
- communication écrite et orale professionnelle : situations dans l'entreprise
- anglais scientifique
- culture et communication interculturelle
- préparation à la recherche de stage et d'emploi

Enseignants

Jean Le Bousse, Renée Rochard, John Hession, Bethany Cagnol, Nicolas O'Toole, Rosa Rodriguez

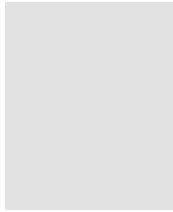
6.2 Fondamentaux de la finance

Tronc commun 3ème année

Cours : 14 h - Travaux dirigés : 4 h - 2 ECTS.

Enseignants

V. Rouanne



Objectifs

Cet enseignement est une introduction aux mécanismes de la finance d'entreprise.

Contenu

- Les états financiers
 - La trésorerie : quels enjeux ?
 - Le cycle économique de l'entreprise
 - Le bilan
 - Le tableau des flux de trésorerie
 - Le compte de résultat
-

6.3 Préparation à la recherche d'emplois

Tronc commun 3ème année

Cours : 8 h -

Enseignants

B. Beaussart

E. Honikman



Contenu

Ce module, qui vise à préparer les élèves à la recherche d'emploi comporte deux parties :

- recherche d'informations sur les sociétés (méthodes et outils)
- simulations d'entretiens interactifs avec debriefing personnalisé