ENSCR

ECOLE NATIONALE SUPÉRIEURE DE CHIMIE DE RENNES

SYLLABUS
Cycle Ingénieur
2019-2022

F
Formation

Ecole Nationale Supérieure de Chimie de Rennes

Table des matières

PREMIERE ANNEE DU CYCLE INGENIEUR 5
SEMESTRE 5 5
SEMESTRE 6 15
DEUXIEME ANNEE DU CYLE INGENIEUR 24
SEMESTRE 7 24
SEMESTRE 8 33
TROISIEME ANNEE DU CYCLE INGENIEUR 53
SEMESTRE 10 93

LA FORMATION A L'ENSCR

Le **programme de formation** proposé en cycle ingénieur se caractérise par les points forts suivants :

- Le **tronc commun** couvre les semestres 5, 6 et 7 et comprend un approfondissement des connaissances fondamentales en chimie et une formation industrielle dans les domaines du génie des procédés, des outils méthodologiques, des filières de production, de l'informatique, de l'hygiène et la sécurité et l'assurance qualité. Une formation aux sciences humaines et en langues est dispensée sur l'ensemble des trois années.

- Dès le semestre 8, les étudiants choisissent une **des deux majeures** proposées par l'école et qui renforcent le lien formation-recherche :

  - **Chimie et Technologies pour le Vivant**
  - **Environnement, Procédés et Analyse**

Les majeures constituent deux structures de formation pluridisciplinaire, permettant aux élèves de se construire, en relation avec un tuteur, des parcours personnalisés répondant à des référentiels métiers et en adéquation avec leur projet professionnel.

La majeure **Chimie et Technologies pour le Vivant (CTV)** forme des ingénieurs capables, dans un esprit de développement durable, de concevoir, produire, formuler et analyser des molécules et des matériaux innovants destinés aux domaines des sciences et technologies du vivant.

La majeure **Environnement, Procédés et Analyse (EPA)** forme des ingénieurs capables de concevoir et d'élaborer (i) des procédés permettant une meilleure gestion des processus de fabrication ainsi qu'une minimisation de la consommation de matières premières et de la production de rejets via le développement de traitements spécifiques; (ii) des procédés permettant de réduire la pollution ; (iii) des méthodologies analytiques pour un suivi rigoureux des procédés et du devenir des produits chimiques dans l'environnement. Une formation à la problématique du droit de l'Environnement est également proposée dans la majeure.

Au **semestre 8**, l'élève ingénieur suit les enseignements obligatoires du tronc commun de la majeure puis il peut opter pour une des deux UEs (Unités d'enseignement) optionnelles proposés dans la majeure : (i) "**Chimie organique avancée**" ou **« Matériaux**" dans la majeure CTV et (ii) "**Génie des procédés et de l'environnement**" ou "**Analyse & environnement**" dans la majeure EPA.

Le **semestre 9** correspond à la poursuite de l'enseignement des majeures. Après un tronc commun de la majeure, l'élève-ingénieur choisit 100 heures de cours correspondant à une des **filières** proposées dans la majeure ou dans la filière inter-majeure « Chimie & Numérique » (chaque filière correspondant à 2 UEs de 50 heures), ou une des spécialités du Master Recherche, ou le Master Management et Administration des Entreprises (MAE) ou l'option Management et Administration de l'Entreprise, plus une **UE complémentaire** (50 heures de cours) issu d'une autre filière intra- ou inter-majeure. Cette dernière UE provenant de la même majeure ou de l'autre majeure permet encore à l'étudiant d'affiner son parcours de formation en fonction du profil plus spécifique qu'il souhaite acquérir.

Chimie et Technologies pour le Vivant :

- Filière "Biotechnologies"
- Filière " Formulation"
- Filière "Technologies numériques"
- Master Recherche M2, Spécialités "Chimie moléculaire" ou "Chimie du solide et des matériaux"
- Master en Management et Administration des Entreprises ou Option Management et Administration de l'Entreprise (en partenariat avec Institut de Gestion de Rennes)
- UE "Chimie verte"

Environnement, Procédés et Analyse :

- Filière "Génie des Procédés & Environnement"
- Filière "Analyse & Environnement"
- Filière " Technologies numériques "
- Master Recherche M2, Spécialité "QuaTrO"
- Master en Management et Administration des Entreprises ou Option Management et Administration de l'Entreprise (en partenariat avec Institut de Gestion de Rennes)
- UE "Management & Développement Durable"

PREMIERE ANNEE DU CYCLE INGENIEUR

SEMESTRE 5

UE I : Chimie théorique, générale et inorganique

Nom du référent : J. JEFTIC **Crédit ECTS :** 7

Equipe pédagogique	Code(s) de l'UE
- J. JEFTIC	- CC3ATOMC
- E. FURET	- CC3SYMEC
- L. LE POLLES	- CC3CDESC
- E. LE FUR	- CC3MAGNC
- R. GAUTIER	- CC3DIAGC
- Intervenants multiples en TP	- CC3CINOC

Volume horaire (élèves) total de l'UE

CM	TD	TP	Projets	Hybride, en ligne	Autres	Total
66		**24**		**6**		**96**

Langue de cours Français

Objectifs d'apprentissage

Comprendre les lois physicochimiques qui règnent dans la classification des éléments chimiques
Comprendre les origines de la mécanique quantique, maitriser les concepts et outils de la mécanique quantique
Comprendre la structure électronique des atomes et être capable d'interpréter les propriétés de molécules
Identifier les éléments de symétrie moléculaire afin d'interpréter les propriétés physico-chimiques des molécules
Connaitre et comprendre les diverses situations magnétiques dans le solide.
Maitriser les éléments de base des diagrammes binaires et ternaires. Comprendre les comportements de systèmes condensés en fonction de la température.

Programme

Chimie descriptive : histoire du tableau périodique des éléments, chimie du carbone, chimie du silicium
Introduction à la chimie quantique.
Étude des atomes hydrogénoïdes et polyélectroniques. Spectroscopie atomique.
Diamagnétisme. Paramagnétisme. Magnétisme coopératif.
Analyse du mode de liaison dans les molécules.
Notion de groupe de symétrie ponctuel. Théorie du champ de ligands.
Repérage dans des diagrammes binaires et ternaires (concentration, points invariants, réactions chimiques, …).
Travaux pratiques : Diverses manipulations avec une finalité analytique (calibration d'appareils) allant de la démarche qualitative à la démarche quantitative (dosages divers) via des méthodes connues (pH, complexation, électrodes spécifiques) ou nouvelles (spectroscopie UV-Visible, absorption atomique, émission de flamme.

Compétences et connaissances visées

Se familiariser avec les notions de rayon atomique, électronégativité, énergie d'ionisation, affinité électronique
Acquérir des notions sur la structure électronique des atomes et des molécules dans le cadre de la théorie quantique.
User de la symétrie pour mieux comprendre les propriétés physico-chimiques des molécules.
Être en mesure d'appréhender les propriétés magnétiques des molécules et matériaux
Etre capable de définir quantitativement un système ternaire et de le positionner dans un diagramme de phase. Pouvoir envisager l'évolution d'un système en fonction de la température à des fins d'extraction, de purification ou de préparation d'un solide.

Modalités de contrôle des connaissances

Examen écrit
Rédaction de compte-rendu à chaque séance (TP)

Bibliographie

P. W. Atkins, *Physical Chemistry*, W. H. Freeman and Company, New York, 1986.
P. W. Atkins, *Molecular quantum chemistry*
F. A. Cotton, *Applications de la théorie des groupes à la chimie*, Dunod Université, 1968
C.S.G. Phillips & R. J. P. Williams, *Chimie Minérale*, Dunod Université, 1971
J. L. Rivail, *Eléments de chimie quantique à l'usage des chimistes*, Savoirs Actuels, InterEditions CNRS Editions, 1994
O. Kahn, *Molecular magnetism*

UE II : Chimie analytique et physico-chimie

Nom du référent : Y. TROLEZ **Crédit ECTS :** 6

Equipe pédagogique
- V. ALONZO
- N. CIMETIERE
- V. FERRIERES
- D. HAUCHARD
- J. JEFTIC
- L. OUGHEBBI
- Y. TROLEZ

Code(s) de l'UE
- CC3CHROC
- CC3CINETC
- CC3COMPC
- CC3ELECC
- CC3ANAIP

Volume horaire (élèves) total de l'UE

CM	TD	TP	Projets	Hybride, en ligne	Autres	Total
30	**13,5**	**17,5**	**0**	**8**	**-**	**74**

Langue de cours Français

Objectifs d'apprentissage

- Maîtriser les fondamentaux des principales techniques chromatographiques analytiques et préparatives : chromatographie liquide, chromatographie gazeuse, analyse quantitative, matériels, interprétation des résultats
- Comprendre la cinétique des réactions en phase homogène et hétérogène
- Donner les outils nécessaires pour prédire et comprendre les phénomènes de complexation afin d'appliquer des opérations de chimie en solution (solubilisation et insolubilisation, oxydation-réduction et réaction de transfert de phase) dans les procédés industriels
- Comprendre les phénomènes physiques impliqués lors des processus électrochimiques et aborder quelques applications industrielles
- Utiliser différentes techniques pour réaliser des analyses qualitatives et quantitatives

Programme

- Chromatographies
- Cinétique et catalyse hétérogène
- Complexation et opérations de chimie en solution
- Electrochimie
- TP de chimie analytique (HPLC, CPG, Karl-Fisher, ATG, spectroscopies IR et UV-visible)

Compétences et connaissances visées

- Connaître et comprendre les principales méthodes chromatographiques à l'échelle analytique et à l'échelle préparative
- Comprendre et interpréter les phénomènes chromatographiques
- Etre en mesure de choisir la méthode chromatographique la plus judicieuse
- Savoir interpréter un chromatogramme
- Maîtriser les principales méthodes quantitatives en chromatographie
- Maîtriser les aspects microscopiques et macroscopiques de la cinétique homogène
- Connaître et savoir modéliser le phénomène d'adsorption
- Maîtriser la physico-chimie de la catalyse hétérogène
- Maîtrise l'influence de la complexation et du pH sur les équilibres en solution impliquant des espèces métalliques
- Savoir effectuer des calculs prédictifs et utiliser les données obtenues sous forme de diagrammes dans le but de les exploiter et de déterminer les conditions d'application des opérations de chimie en solution (solubilisation et insolubilisation, oxydation-réduction et réaction de transfert de phase) dans les procédés industriels
- Etre capable de proposer des solutions pour effectuer des opérations de chimie en solution sélectives dans le domaine du traitement des effluents, de l'hydrométallurgie, de la préparation de matériaux, de la préparation d'échantillons pour leurs analyses, dans la mise en œuvre de méthodes d'analyse (électrochimiques, spectrophotométriques, chromatographiques)
- Maîtriser les aspects cinétiques et thermodynamiques des réactions électrochimiques
- Connaître les principales applications (cellules galvaniques, cellules électrolytiques et accumulateurs) et savoir les replacer dans un contexte général (stockage d'électricité, indépendance énergétique, environnement)
- Savoir interpréter une courbe intensité-potentiel
- Savoir utiliser un diagramme potentiel-pH
- Connaître certaines applications industrielles
- Maîtriser les aspects pratiques de base de l'HPLC, la CPG, les spectroscopies IR et UV-visibles, l'ATG et la méthode de Karl-Fisher

Modalités de contrôle des connaissances

Deux examens écrits et évaluation pratique

Bibliographie

- *"Analyse chimique – Méthodes et Techniques Instrumentales Modernes", F. Rouessace, A. Rouessac, 8ème édition, 2016, Ed. Dunod*
- *"Chromatography – Concepts and Contrasts", J. M. Miller, 1987, Wiley-Intersciences Pub.*
- *Chromatographic Methods" A. Braithwaite, F.-J. Smith, 5th edition, 1996, Chapman & Hall Pubs.*
- *HPLC – "Practical and Industrial Applications" 1996, J. Swadesh Ed.*
- *"Chimie tout-en-un – PCSI", B. Fosset, J.-B. Baudin, F. Lahitète, V. Prévost, 2005, Ed. Dunod*
- *"Chimie Inorganique", D. F. Shriver, P. W. Atkins, 2001, Ed. De Boeck Université*
- *"Chimie Physique", P. W. Atkins, J. De Paula, 2004, Ed. De Boeck*
- *"HPrépa Chimie – 1ère année PCSI", A. Durupthy, J. Estienne, M. Giacino, A. Jaubert, C. Mesnil, 2003, Ed. Hachette Supérieur "Cinétique et catalyse", G. Scacchi, M. Bouchy, J.-F. Foucaut, O. Zahraa, 1996, Ed. Tec & Doc*
- *"Electrochimie analytique et réactions en solution" Tome 1, B. Trémillon, Paris, 1993, Ed. Masson*
- *"Chimie des solutions : résumés de cours et exercices corrigés", P.-L. Fabre, 2001, Ed. Ellipses*
- *"Mini manuel de chimie générale : chimie des solutions, E. Bardez, 2008, Ed. Dunod*
- *"Chimie des solutions", M. Roche, J. Desbarres, C. Colin, Paris, 1990, Technique & Documentation*
- *"Solutions acqueuses : classe de mathématiques supérieures", P. et J.-C. Morlaës, Paris, 1989, Ed. Vuibert*
- *"Physico-chimie des solutions : cours et problèmes corrigés", R. Gaboriaud, Paris, 1996, Ed. Masson*
- *"Metal complexes in aqueous solutions", A. E. Martell, R. D. Hancock, New York, 1996, Plenum press*
- *"Chimie des solutions", S. Zumdahl, M. Rouleau, J. M. Gagnon, 1999, De Boeck université*
- *"Chimie analytique", Skoog, West, Holler, 1997, De Boeck université*
- *"Chimie analytique : équilibres en solution" M. Guernet, E. Guernet, C. Herrenknecht, 2000, Ed. Dunod*
- *"Electrochimie, des concepts aux applications", F. Miomandre, S. Sadki, P. Audebert, R. Méallet-Renault, 2019, Ed. Dunod*
- *"L'électrochimie", C. Lefrou, P. Fabry, J.-C. Poignet, 2013, Coll. Grenobles Sciences*
- *"H Prépa Chimie 2ème année PC-PC*", 2004*

UE III : Chimie organique et biologique

Nom du référent : V. FERRIERES **Crédit ECTS :** 6

Equipe pédagogique
- C. CRESVISY
- A. DENICOURT
- V. FERRIERES
- L. LEMIEGRE
- C. NUGIER-CHAUVIN
- S. CALVEZ
- N. LEGRAND

Code(s) de l'UE
- CC3CORGC
- CC3BIOLC
- CC3ORGAP

Volume horaire (élèves) total de l'UE

CM	TD	TP	Projets	Hybride, en ligne	Autres	Total
44	**6**	**25**				**75**

Langue de cours Français

Objectifs d'apprentissage

- Connaitre les principes fondamentaux des réactions en chimie organique pour résoudre des problèmes de synthèse et de rétrosynthèse.
- Connaitre les structures, les propriétés physicochimiques et biologiques majeures des biomolécules (glucides, lipides, acides aminés et protéines).
- Être capable de mettre en œuvre les techniques expérimentales de base de la synthèse organique.
- Appréhender l'importance de la chimie organique dans le domaine du Vivant (biomolécules, composés bioactifs).

Programme

- Notions d'orbitales et de mécanisme réactionnel.
- Mécanismes généraux de chimie organique : Substitution nucléophile sur un carbone sp^2, (C=O), Substitution nucléophile (S_N2), Elimination (E2), Addition électrophile sur un carbone sp^2 (C=C), Addition nucléophile sur un carbone sp^2 (C=O, C=C), Applications à la synthèse multi-étape.
- Stéréochimie.
- Chimie aromatique (aromaticité, réactivité).
- Les ylures (de phosphonium, de sulfonium).
- Chimie des énolates et réactions assimilées (formation, réactivité, énamines, synthèse malonique).
- Aminoacides : définitions, classifications, propriétés physicochimiques.
- Peptides : la liaison peptidique, peptides naturels d'intérêt biologique.
- Structure et conformation des protéines : structures primaire, secondaire, tertiaire, quaternaire, structures super secondaires et domaines, protéines fibreuses, protéines globulaires.
- Propriétés de solubilité des protéines, méthodes de fractionnement : solubilité, méthodes chromatographiques, électrophorèses, dialyse.
- Les glucides : Classification et stéréochimie des monosaccharides ; Filiation des aldoses et des cétoses, structures cycliques et conformations des monosaccharides.
- Composés naturels dérivés des monosaccharides.
- Les disaccharides, les homopolysaccharides, les glycoprotéines et les rôles des sucres dans la reconnaissance cellulaire.
- Les lipides et acides gras : Structures et comportement des lipides dans l'eau (exemple d'agrégation lipidique cellulaire : les lipoprotéines plasmatiques), rôles fonctionnels de certains lipides.
- Séparation de composés ayant les mêmes propriétés chimiques. Distillation fractionnée et colonne préparative.
- La fonction acide : estérification du pentan-2-ol par l'acide benzoïque ou son chlorure d'acide.

Compétences et connaissances visées

- Connaitre les principaux mécanismes de la chimie organique : substitutions, éliminations, chimie aromatique, chimie des énolates et réactions assimilées.
- Maitriser les principaux facteurs influençant ces réactions.
- Savoir résoudre des problèmes de synthèse, voire de rétrosynthèse.
- Acquérir les connaissances de base sur les structures et les propriétés des aminoacides et peptides ainsi que sur la structure et la conformation des protéines.
- Acquérir et savoir utiliser des notions de base sur les propriétés physicochimiques et les méthodes de séparation et de purification des protéines.
- Acquérir des connaissances de base sur les structures et les conformations cycliques des glucides ainsi que sur celles des dérivés mono-, di- et polysaccharidiques communs.
- Identifier les rôles biologiques majeurs de ces composés.
- Maîtrise et savoir appliquer les techniques de purification (distillation, recristallisation, chromatographie).
- Savoir mettre en œuvre un protocole, de la conception du montage à la purification des produits.

- Anticiper les risques et respecter les règles de sécurité.

Modalités de contrôle des connaissances

- Examens écrits.
- Contrôle continu sur la base du travail expérimental et des rapports de travaux pratiques.
- Examen de 4h sous la forme d'un travail expérimental.

Bibliographie

Chimie organique avancée, Carey & Subdberg, DeBoeck Université Eds.
Organic Chemistry second edition, Jonathan Clayden, Nick Greeves et Stuart.
Warren, Oxford Eds.
Biochimie, J. D. Rawn, De Boeck.
Biochimie, L. Stryer, Flammarion.
Biochimie Générale, J. H. Weil, Masson.
Films disponibles sur le site e-formation de l'ENSCR.

UE IV : Génie chimique - environnement–outils méthodologiques

Nom du référent : S. GIRAUDET **Crédit ECTS :** 7

Equipe pédagogique
- D. WOLBERT
- P. LE CLOIREC
- S. GIRAUDET
- A. BOUZAZA
- N. CIMETIERE
- Kh. HANNA
- L. FAVIER

Code(s) de l'UE
- CC3MECAC
- CC3TRACC
- CC3CEAUC
- CC3STATC
- CC3EAUXP
- CC3GECHP

Volume horaire (élèves) total de l'UE

CM	TD	TP	Projets	Hybride, en ligne	Autres	Total
59h20		**44h**				**103h20**

Langue de cours Français

Objectifs d'apprentissage

Ce module est divisé en trois composantes principales :

- Les étudiants doivent être capables d'utiliser des outils statistiques pour l'aide à la décision, à l'analyse des résultats, à la construction d'une courbe d'étalonnage et tous les aspects liés à la chimiométrie.
- Le socle de base des connaissances en Génie Chimique est abordé avec les notions fondamentales en transfert de chaleur et de matière et l'appréhension des phénomènes physiques sous-jacents à la mécanique des fluides, traduits dans les équations de la mécanique des fluides réels. Ceci conduit également, au terme des cours, à des cas concrets d'applications tels que des dimensionnement d'échangeurs de chaleur tubulaires, des estimations pour des situations macroscopiques classiques (vitesse limite de chute, écoulement dans des conduites, dimensionnement de pompes) et la sélection/dimensionnement d'un agitateur.
- Les connaissances précédentes sont appliquées à la découverte de la chimie de l'eau et aux procédés de traitement des eaux, afin d'appréhender le cycle de l'eau dans l'industrie, depuis les sources de prélèvement jusqu'au rejet final dans le milieu naturel, en découvrant les procédés de production d'eaux destinées à la consommation humaine ou industrielle et les traitements des eaux résiduaires.

Ces savoirs sont appliqués directement en Travaux Pratiques au travers de la mise en application d'opérations unitaires du traitement des eaux, des méthodes d'analyse des eaux et de l'application des notions théoriques abordées en cours de mécaniques des fluides, transferts thermiques et transfert de matière.

Programme

Mécanique des fluides (10h40)
Equations fondamentales de la mécaniquedes fluides / Conservation de la matière, conservation de la quantité de mouvement, équation de Navier et Stockes, conservation de l'énergie / Introduction au comportement rhéologique des fluides / Adimensionalisation et similitudes / Eléments sur la turbulence et la couche limite / Bilan macroscopique - Equation de Bernoulli / Les frottements et Pertes de charge / Organes de mise en mouvement / Métrologie / Agitation et Mélange.

Transferts de chaleur et de matière (22h)
Introduction au transfert de chaleur dans l'industrie /Conduction, convection, rayonnement / Notions de coefficient global d'échange / Notions élémentaires sur la technologie des échangeurs / Dimensionnement d'échangeurs tubulaires / Equations générales de base – loi de Fick / Diffusion dans les liquides et les gaz / Diffusion dans les solides et les matériaux poreux / Coefficients global de transfert de masse

Cycles des Eaux Industrielles (9h40)
Aspects généraux et enjeux de la gestion de l'eau / Caractéristiques de l'eau / Equilibres calco-carboniques / Production d'eau à usage industriel / Traitements des eaux résiduaires

Statistiques et analyses de la mesure (17h)
Statistique descriptive, calcul de probabilités, lois de probabilité, loi Normale / Estimation par valeur et par intervalle, distribution d'échantillonnage, lois de Student et du X2 / Inférences statistiques : test d'hypothèse et prise de risque, test d'une moyenne, d'une variance, comparaison de moyennes et de variances, tests d'ajustement et de normalité / Analyse de variance / Régression linéaire, - multi/polynomiale, pondérations, incertitudes des estimations

TP Chimie des eaux (20h)
Equilibres calco-carboniques / Coagulation – floculation / Adsorption sur charbon actif / Chloration - courbe du break point / Pilote de potabilisation des eaux

TP Génie chimique (24h)

Pertes de charge linéaires et singulières / Pompes /Cinétique en réacteur agité /Convection libre / Convection forcée /Diffusion, ultrafiltration

Compétences et connaissances visées

Connaissances fondamentales :
- mécanismes de transferts de chaleur : conduction, convection et rayonnement
- mécanismes de transferts de matière : lois de Fick, diffusion dans les gaz, liquide et solides poreux, coefficient d'échange
- enjeux réglementaires liés aux usages industriels de l'eauet aux étapes de production de l'eau potable
- statistique descriptive, calcul de probabilités, lois de probabilité, loi Normale
- estimation par valeur et par intervalle, distribution d'échantillonnage
- bases de l'inférence statistique : notion de test d'hypothèse et prise de risque
- estimation paramétrique (moindres carrés, régression)
- interprétation statistique des données et calcul d'incertitudes

Compétences
- savoir calculer un échangeur de chaleur
- savoir appliquer la loi de Fick à des échanges de matières simples
- mesurer les principales caractéristiques physico chimiques des eaux
- adoucir et/ou reminéraliser une eau pour atteindre l'équilibre calco-carbonique
- savoir déterminer les données fondamentales des procédés d'adsorption (cinétiques et isothermes)
- savoir déterminer la quantité de chlore à appliquer pour obtenir une désinfection efficace
- savoir déterminer la dose de coagulant à appliquer afin d'assurer une élimination efficace de matières colloïdales
- comprendre les principaux enjeux d'une chaîne de traitements des eaux
- être capable d'utiliser des outils statistiques pour l'aide à la décision (test d'une moyenne, d'une variance, comparaison de moyennes et de variances, tests d'ajustement et de normalité, ANOVA), à l'analyse des résultats, à la construction et l'exploitation d'une courbe d'étalonnage...
- maîtriser les bases du génie des procédés et découvrir le génie de l'environnement

Modalités de contrôle des connaissances

2 examens écrit + 6 TP Génie chimique + 5 TP Chimie de seaux

Bibliographie

R.E. Treybal, Mass transfer operations, McGraw-Hill, 3rd edition, USA (1982)
J.M. Coulson, J.F. Richardson, Chemical engineering, Butterworth Heinemann, 7th edition, GB (2018)
R. Leleu, Tranferts de chaleur, Techniques de l'Ingénieur, Paris, J 1080 (1992)
J.P. Moulin, D. Pareau, M. Rakib, M. Stambouli, Cinétique du transfert de matière entre deux phases, Techniques de l'Ingénieur, Paris, J 1075(2008)
Degrémont Suez, Memento technique de l'eau, 10ième édition, Eyrolles, France (2005)
J. Rodier, B. Legube, N. Merlet, L'analyse de l'eau, 10ième édition, Dunod, France (2016)
R. Veyseyrre, Statistique et probabilités pour l'ingénieur, Dunod, France (2017)
M. Feinberg,La validation des méthodes d'analyse : Une approche chimiométrique de l'assurance qualité au laboratoire, Dunod, France (2004)

*UE **V et** UE **IX :** Langues et formation à l'entreprise*

Nom des référents : M. VIDELO et P. BRIEND **Crédit ECTS :** 4 (S5) et 5 (S6)

Equipe pédagogique
- P. BRIEND
- M. VIDELO
- N. NOIRET
- C. NUGIER
- S. HAKNI
- E. KERESPARS

Code(s) de l'UE
- CC3ANGLC
- CC3LVFLC
- CC3TICCC
- CC3REGLC
- CC3SFVEC
- CC3PINNC
- CC3IMANC

Volume horaire (élèves) total de l'UE

CM	TD	TP	Projets	Hybride, en ligne	Autres	Total
97	**4**		**15**		**32**	

Langue de cours anglais / français /autres

Objectifs d'apprentissage

- Par un travail thématique, renforcer les compétences écrites et orales en conformité avec le cadre européen commun de référence pour l'apprentissage des langues (CECRL). Niveau visé en fin d'année : B1-B2.
- Allemand/espagnol : permettre aux étudiants d'acquérir les outils linguistiques nécessaires au développement de leurs capacités d'expression et de communication orales et écrites.
- FLE (Français Langue Etrangère) : acquérir les outils linguistiques nécessaires au développement de leurs capacités d'expression et de communication orales et écrites. Apprentissage du français sur objectifs universitaires et du français à finalité professionnelle.
- Connaître les bases structurelles et managériales de l'organisation entrepreneuriale.
- Sensibiliser les élèves à l'innovation et à la création d'entreprise.
- Comprendre et connaitre l'environnement de l'ENSCR
- Découvrir les métiers de la chimie et les carrières possibles
- Préparer son projet professionnel et personnel
- Mise en œuvre pratique d'un dossier de réglementation REACH.
-Donner aux élèves les connaissances leur permettant d'une part d'assurer leur propre sécurité et celle de leur environnement au cours de leurs études mais aussi de faire l'évaluation des risques dans les unités dont ils auront la responsabilité lors de leur activité professionnelle future et de mettre en place une démarche globale de prévention.
- Etre capable de réagir face aux situations d'urgence.

Programme

Anglais 36h (S5 + S6) :
Etude de la civilisation du monde anglo-saxon à travers les médias (presse, TV, radio)
Débats sur des grands sujets de société (éducation, économie, environnement, énergie…)
Initiation à la langue scientifique (émissions scientifiques de BBC Radio 4)
Entraînement systématique à la compréhension orale (bulletins de news et nombreuses autres émissions de BBC Radio 4 ou NPR)
Entraînement au TOEIC
Allemand ou Espagnol ou FLE 24h (S5 +S6) :
L'enseignement met en place des unités thématiques à partir d'une variété de médias audio-visuels (radio, TV, films, presse),
Activités pédagogiques: Entraînement systématique écrit / oral sous forme d'exercices structuraux ou de jeux didactiques portant sur la grammaire, le vocabulaire et la phonétique.
Pratique systématique de l'exposé (thème général ou à orientation professionnelle)
Innovation (conférences/cours : 15h et projet 15h)
« La création intellectuelle, une ressource à partager et à protéger »
Propriétés intellectuelles, stratégies de protections (brevets...) (4h)
Sécurité en entreprises, protection de l'innovation, défense, sécurité, intelligence économique (2h)
« Recherche et innovation: deux démarches en synergie »
Innovation par le transfert de technologie/Innovation incrémentale/Open Innovation...(1h30)
Comment articuler Recherche et innovation? (2h)
Etre en phase avec le marché; cibler le client potentiel par l'offre; Business plan - coût - marketing (2h30)
« L'entrepreneuriat »
Créer une entreprise innovante; passer du labo à la start-up; comment créer du business dans une entreprise ? (1h30)
Répartis en groupes, les élèves-ingénieurs travaillent sur le développement d'un projet innovant sur un thème commun. Ce projet devra être original dans un ou plusieurs de ces éléments : le concept, les matières premières, la technologie, la formulation,

l'emballage, et/ou le packaging… Pour mener à bien ce projet, des enseignants, des techniciens, des chercheurs, des doctorants... se mobilisent en acceptant d'être des tuteurs de groupe.
Formation à la vie de l'entreprise : 30 h de conférences (enseignants et extérieurs)
REACH : 4h de cours
Introduction : Rappels sur la réglementation en vigueur concernant le risque chimique.
Les exigences du règlement REACH
1. Définitions, champ d'applications
2. Les dispositions applicables aux substances telles quelles ou contenues dans des mélanges
3. Les dispositions applicables aux substances contenues dans les articles.
Sécurité : 8h ateliers et conférences
Le cours est consacré à la présentation des principes généraux de prévention ainsi que des dangers liés à l'activité chimique aussi bien au laboratoire que dans l'industrie. Pour chacun des dangers les mesures de prévention sont exposées. L'ensemble se déroule en 3 parties :
1- Règles de sécurité : Charte de santé-sécurité, présentation sécurité
2- Ateliers sur les bonnes pratiques de laboratoire et présentation des risques principaux (organisée avec le concours de l'ingénieur sécurité de l'ENSCR) (4h)
3- Intervention sécurité avant le départ en stage (1h30)
Introduction au management 18h
1-Structure : Organisation et Analyse systémique ; Les fonctions de l'entreprise ; Les parties prenantes ; Dimension stratégique et juridique.
2-Management et commandement : Autorité et responsabilité ; La prise de décision ; Styles de direction et leurs déterminants.
3-L'entreprise dans un écosystème : Fournisseurs ; Actionnaires et financeurs ; Clients ; Citoyens ; Pouvoirs publics ; La recherche.
4-Planification et contrôle
5-Focus Start up et innovation

Compétences et connaissances visées

Anglais :
Comprendre les sujets marquants de l'actualité du monde anglophone, actualité britannique et américaine essentiellement.
Communiquer sur des sujets généraux et à orientation spécialisée (pratique de l'exposé).
Rédiger des comptes rendus sur des sujets d'actualité.
Savoir présenter les éléments de base du cv et de la lettre de motivation.
Acquérir et améliorer maîtrise de la syntaxe et du lexique.
Allemand ou **Espagnol** ou **FLE**:
Comprendre les grands enjeux du monde contemporain.
Développer une autonomie langagière de niveau B2 à l'écrit (lettre, cv) et à l'oral (exposé, prise de parole en public)
Projet Innovation :
Sensibiliser les élèves à l'innovation et à la création d'entreprise.
Travailler par projet.
Mettre en avant la littérature scientifique et/ou professionnelle.
Former aux bases de la propriété intellectuelle.
Formation à la vie de l'entreprise :
Ouverture sur le monde industriel. Employabilité des ingénieurs chimistes.
Connaissance de l'Entreprise et des métiers d'ingénieur dans les différents secteurs de l'activité industrielle.
Formations à l'éthique professionnelle et personnelle, et au travail par projet.
Conférences liées à l'interculturalité.
Conférences par des ingénieurs présentant leur société et leur parcours professionnel.
Conférence « premier emploi ». Introduction à l'élaboration du projet professionnel.
Aide à la rédaction du CV et des lettres de motivation.
REACH :
Connaitre les principales exigences règlementaires applicables aux produits chimiques,
Maitriser la nouvelle structure des fiches de données de sécurité intégrant parfois des scenarii d'exposition,
Comprendre les impacts du règlement REACH sur vos activités futures, quelles qu'elles soient.
Introduction au management
Comprendre ce qu'est une entreprise, être à même de la comprendre et de la situer dans le cadre de ses relations internes et externes. Pouvoir se positionner. Savoir utiliser quelques outils d'analyse stratégique.

Modalités de contrôle des connaissances

Langues : Examen écrit et oral – présentation d'exposés.
Management : examen écrit
Projet Innovation : Présentation des résultats du challenge sous forme d'un dossier technique et commercial. Flash communication (180sec) devant un jury.

Bibliographie

- Listening and pronunciation skills: top site with a variety of exercises http://www.manythings.org/listen/: excellent sources http://www.spotlightradio.net/: good and progressive with many topics (with transcripts) http/www.esl-lab.com/: includes a rich database with several levels (from easy to difficult)
- Grammar skills http://www.e-anglais.com/: very good , clear and « pedagogical » http://www.grammaise.fr: extremely accessible http://persocite.francite.com/jennai_fr/ : good level http://jean-claude.guegand.pagesperso-orange.fr/jeu1.html: excellent for motivated students wishing to acquire a bit of "light" grammar theory
- Miscellaneous (podcasts and some transcripts) http://www.bbc.co.uk/podcasts/radio4 http://www.npr.org/ - http://www.guardian.co.uk/audio http://www.nytimes.com
http://www.economist.com/multimedia
http://www.dw.de/deutsch-lernen/top-thema/
http://www.goethe.de/
http://www.magazine-paris-berlin.com/
http://www.orthonet.sdv.fr
http://www.lepointdufle.net
http://passeport.insa-lyon.fr/
- Analyse stratégique, Pierre Jeanblanc (Dunod)
- L'entreprise en 20 leçons. Pierre Conso - Farouk
- Hémici (Dunod)
- The Four Steps to Epiphany (Steve Gary Blank)

SEMESTRE 6

UE VI : Chimie générale, inorganique et analytique

Nom du référent : D. HAUCHARD

Crédit ECTS : 6

Equipe pédagogique
- J. JEFTIC
- Y. TROLEZ
- L. LE POLLES
- V. ALONZO
- D. HAUCHARD

Code(s) des UEs
- CC3THERC
- CC3ANAQC
- CC3CRISC
- CC3CNUCC
- CC3ELECP

Volume horaire (élèves) total de l'UE

CM	TD	TP	Projets	Hybride, en ligne	Autres	Total
39	**16**	**28**				**83**

Langue de cours Français

Objectifs d'apprentissage

- Comprendre les principes fondamentaux de la Thermodynamique et savoir les appliquer à des problèmes variés de la Thermodynamique. Comprendre le fonctionnement de l'homéothermie chez les mammifères.
- Connaître et comprendre les édifices structuraux majeurs (du solide ionique au solide intermétallique).
- Etablir une relation entre les propriétés physicochimiques et l'arrangement structural
- Connaître quelques méthodes d'analyse quantitative utilisées couramment dans un laboratoire de chimie
- Comprendre les processus conduisant à la radioactivité, son effet sur la matière et la façon de détecter et de se protéger des rayonnements issus des processus de désintégration nucléaires. Connaître le fonctionnement d'une centrale nucléaire et le cycle du combustible associé à la production d'énergie d'origine nucléaire
- Aborder par l'expérimentation les différents aspects de l'électrochimie au niveau analytique et des procédés industriels en mobilisant de façon transverse les notions fondamentales vues dans différents cours (thermodynamique et cinétique gouvernant le transfert de l'électron à l'interface ; hydrodynamique des fluides, méthodologie d'analyse (échantillonnage, préparation des solutions, étalonnage, ajouts dosés, chimiométrie), chimie des solutions, corrosion, procédés électrochimiques dans des applications industrielles, outils informatiques (interfaçage, pilotage, gestion de données)

Programme

Thermodynamique (12h) :
1-Généralités et les 4 principes fondamentaux de la Thermodynamique -L'entropie - L'exergie
2- Relations fondamentales
•Énergie libre F, enthalpie libre G, Relations de Maxwell, de Clapeyron. - Potentiels thermodynamiques généralisés. Systèmes monophasés quelconques. Le travail autre que celui des forces pressantes. Relation de Clapeyron. Relation de Gibbs-Helmholtz.
- Potentiels chimiques
•Équilibres thermodynamique, thermique, physique et chimique - Conditions de stabilité de l'équilibre
•Thermodynamique linéaire des phénomènes irréversibles – Approche phénoménologique
•Principe de réciprocité d'Onsager et Casimir
•Phénomènes biologiques (théorème de Prigogine - Divers modèles de l'homéothermie - Stabilité, …)

Chimie nucléaire (12h) :
•Caractéristiques du noyau. Les nucléides. Différents types processus de désintégration (fission, β, α, CE) et émissions des rayonnements qui l'accompagne (γ, RX).
•La radioactivité (Loi de décroissance radioactive, relation masse-activité, filiation radioactive).
•Interactions rayonnement / matière. Détecteurs et instruments de mesure de la radioactivité.
•Notion de Radioprotection.
•Energie nucléaire et production d'électricité. Cycle du combustible nucléaire.

Analyses quantitatives (12h) :
•Les méthodes électrochimiques (méthodes stationnaires, non stationnaires et dosages électrochimiques)
•Les méthodes spectroscopiques (spectroscopie UV-visible, fluorimétrie)

Cristallochimie (16h) :
•Rappels : types de liaisons, édifices fondamentaux (CFC, HC et CC),
•Sites occupables (octaédriques, tétraédriques, …) et exemples structuraux
•Relation édifice cristallin/propriétés physicochimiques (conductions ionique, électronique,…)

TP Electrochimie (28h) :
TP répartis en 8 manipulations de 3H30 :
• Mesure de conductivité et conductibilité des électrolytes.
•Initiation aux techniques voltampérométriques - Application au dosage du Fe^{2+} dans des produits antimousses.
•Electrodialyse – Application à la séparation de cations et suivi par potentiométrie avec des électrodes spécifiques.
•Electrolyse du cuivre sur électrode volumique et suivi spectrophométrique du cuivre en milieu complexant.
•Utilisation d'un titrateur automatisé – Analyse d'eau potable (TA, TAC, Chlorures) avec des capteurs potentiométriques.
•Méthodes électrochimiques de l'analyse des réactions d'électrode et corrosion des métaux.
•Capteur à oxygène appliqué à l'étude de la corrosion du fer.
•Applications analytiques d'une vague catalytique en polarographie au dosage des ions nitrates dans l'eau.

Compétences et connaissances visées

- Connaître les généralités et les principes fondamentaux de la Thermodynamique.
- Savoir déduire les relations fondamentales (Maxwell, Clapeyron, Gibbs Duhem) et appliquer la notion du potentiel chimique.
- Savoir identifier l'équilibre thermique, physique et chimique ainsi que les conditions de la stabilité de l'équilibre
- Comprendre la Thermodynamique linéaire des phénomènes irréversibles et son application aux problèmes au quotidien.
- Appliquer les principes de la thermodynamique aux systèmes biologiques et développer des modèles correspondants à la notion de l'homéothermie.
- Utiliser les outils de la cristallographie pour la modélisation des structures (Groupes d'espace, paramètres de mailles, position atomiques)
- Connaitre et comprendre les édifices structuraux majeurs (du solide ionique au solide intermétallique).
- Etablir une relation entre les propriétés physicochimiques et l'arrangement structural
- Connaitre les différents processus de désintégration nucléaire, savoir écrire les différents schémas de désintégration et les lire à partir de bases de données.
- Connaitre et comprendre les différentes interactions matière/rayonnements issus des processus de désintégration nucléaire afin de maitriser les bases de la radioprotection et de la détection de ces rayonnements.
- Faire valoir un niveau de connaissance minimum pour postuler à un stage dans le domaine du nucléaire
- Savoir utiliser la spectroscopie UV-visible dans différents cas de figure
- Connaître les principes de bases de la fluorimétrie
- Connaître les principales méthodes électrochimiques stationnaires et non stationnaires
- Connaître et maîtriser d'un point de vue pratique différentes méthodes d'analyse électrochimique comme la potentiométrie, la polarographie, la voltampérométie, l'ampérométrie.
- Savoir mettre en œuvre des méthodes d'analyse appropriées pour le suivi de procédés et l'étude de phénomènes de corrosion
- Comprendre quels sont les paramètres importants dans la mise en œuvre de procédés électrochimiques
- Connaitre et Savoir les paramètres pour la mise en œuvre d'un passeur d'échantillons dans l'automatisation de méthodes d'analyse

Modalités de contrôle des connaissances

Contrôles de connaissances écrits
Comptes-rendus de TP

Bibliographie

P. W. Atkins "Chimie Physique", Oxford University press 1998.
B. Jancovici "Thermodynamique et physique statistique"
P. Grécias "Exercices et problèmes de physique : Thermodynamique".
J. Bergua, J. P. Beynier, P. Goulley "Les Grands Classiques de Chimie et Thermodynamique", Breal, Paris, 1996.
J. P. Pérez, P. Laffont "Travaux Dirigés de Thermodynamique" Flash Masson, Paris, 1997.
U. Müller. Inorganic chemistry, John Wiley & Sons, 1992
J. Foos, Manuel de la radioactivité à l'usage de l'utilisateur, Tomes 1,2 et 3 ; Ed. Formascience (1995 et 2001)
D J Gambini et R. Granier, Manuel pratique de Radioprotection, Tec-Doc Lavoisier (1997).
F. Miomandre, S. Sadki, P. Audebert, R. Méallet-Renault.Electrochimie, des concepts aux applications, Ed Dunod.
F. Rouessac, A. Rouessac, D. CruchéAnalyse chimique, Ed Dunod.
B. Trémillon. Electrochimie analytique et réactions en solution. Tome 1 et Tome 2 - Paris : Masson, 1993. - 518 p.
D.Hauchard. Polarographie – Les techniques polarographiques en analyse, P 2135v2 (2008)
D. Hauchard. Polarographie – Principe d'application et mise en œuvre des techniques polarographiques, P 2136 (2011)
G. Durand et B. Trémillon"Électrochimie. Caractéristiques courant-potentiel : théorie (partie 1 et 2) J1606 et J1607;
F. Bedioui. Volampérométrie. Théorie et mise en oeuvre expérimentale ; P 2 126

UE VII : Analyse et caractérisation de la matière

Nom du référent : L. LEMIEGRE **Crédit ECTS :** 6

Equipe pédagogique
- T. BENVEGNU
- C. CREVISY
- J. JEFTIC
- L. LEMIEGRE
- L. LE POLLES
- M. MAUDUIT
- P. MELEARD
- T. POTT

Code(s) des UEs
- CC3SPECC
- CC3IRMAC
- CC3MIDIC
- CC3CORGP

Volume horaire (élèves) total de l'UE

CM	TD	TP	Projets	Hybride, en ligne	Autres	Total
46h40	**9h20**	**28h**		**6h50**		**87h50**

Langue de cours Français

Objectifs d'apprentissage

- Connaitre et être capable d'utiliser les techniques de spectroscopies RMN, IR, Raman et de spectrométrie de masse, notamment pour l'identification de molécules organiques.
- Connaitre et comprendre les principes de RMN du solide.
- Connaitre les bases de l'interaction du rayonnement avec de la matière cristallisée.
- Permettre aux étudiants de devenir des utilisateurs indépendants et critiques des différentes techniques de diffusion des rayonnements utilisées couramment pour la caractérisation des dispersions colloïdales.
- Introduire les élèves-ingénieurs au comportement des milieux dispersés et des colloïdes, abondamment présents dans les milieux formulés, en lien direct avec la caractérisation des milieux colloïdaux et de la matière molle par des techniques de diffusion des rayonnements.
- Mettre en œuvre des techniques expérimentales avancées de la synthèse organique.

Programme

Spectroscopies et spectrométrie de masse :
- Aspects généraux de la résonance magnétique nucléaire (RMN) en solution
- Description des principes de la RMN 1D ^{1}H et ^{13}C en solution
- Application de la RMN 1D en solution à la détermination structurale de molécules organiques
- Présentation des principes de la RMN, dynamique de spin, RMN du solide et exemples
- Aspects généraux de la spectrométrie de masse (MS)
- Description des techniques courantes de spectrométrie de masse
- Application de la MS à la détermination structurale de molécules organiques et de cations (ICP-MS)
- Outils pour la compréhension et l'analyse des spectres IR-Raman
- TD de RMN en solution et de MS sous la forme d'exercices en ligne corrigés
- TD de RMN du solide

Interaction rayonnement-matière :
- Interaction des RX, électrons et neutrons avec la matière cristallisée
- Réseaux et mailles élémentaires et identification des plans réticulaires
- Loi de Bragg, méthode des poudres et diffraction des rayons X par un monocristal
- Présentation et utilisation des techniques de diffusion appliquées à la caractérisation de la matière colloïdale
- Présentation des bases de la théorie de Rayleigh, de l'approximation de Debye et de l'introduction du facteur de forme. La science derrière un tracé de Zimm et son utilisation pour la caractérisation des colloïdes industriels est discutée en détail. Les élèves apprennent comment le produit de la taille des colloïdes (rayon de giration, Rg) et le vecteur de diffusion, q, détermine ce qui peut être mesuré. Ceci est illustré par la région de Guinier, la région fractale et la région de Porod, toutes caractérisées par des plages spécifiques de Rg*q, ce qui permet de déterminer soit la taille (Rg), soit la densité d'agrégation (dimension fractale), soit la forme colloïdale.
- Description de la diffusion dynamique de la lumière d'une dispersion colloïdale.
- Description et illustrations de la caractérisation des cristaux colloïdaux et des assemblages de tensioactifs par diffraction de Bragg.
- Les étudiants ont la possibilité de tester et d'entraîner leurs compétences, leurs connaissances et leur compréhension en utilisant un catalogue étendu d'exercices en ligne. Ces exercices sont inspirés de problèmes réels et, si possible, se basent sur des cas industriels. Le catalogue d'exercices couvre l'ensemble du cours. Tous les exercices sont autocorrigés et comprennent une section d'aide détaillée. Les exercices sont fournis en anglais afin de s'assurer que les étudiants sont capables d'utiliser les techniques dans un contexte international.

Interfaces et milieux dispersés :
- Etude approfondie de la nomenclature IUPAC concernant les colloïdes. Présentation de l'influence des colloïdes sur les propriétés colligatives, notamment la pression osmotique (loi de Van't Hoff, développement du viriel). Impact mouvement Brownien.
- Comportement des colloïdes lorsqu'ils sont soumis à un champ de force extérieur comme la gravité ou un champ de centrifugation.
- Illustrations des effets capillaires dans des phénomènes naturels. Compréhension de l'origine microscopique de la tension interfaciale et de son influence pour les systèmes présentant une interface très développée (équation d'adsorption de Gibbs, de Young-Laplace et de Young-Dupré).
- Description des phénomènes de mûrissement d'Oswald et de montée capillaire (loi de Jurin).
- Ce cours se termine avec le lien entre les phénomènes interfaciaux et l'énergie de cohésion ou d'adhésion.
- Mise à disposition de nombreuses aides sous forme numérique de type QCM ou exercices d'application autocorrigés couvrant l'ensemble du cours.

TP de chimie organique :
- 4 séances d'apprentissage des techniques de synthèse organique sous atmosphère inerte.
- Présentation des aspects de sécurité et de mise en place des expériences et des techniques de purification
- Discussion et réflexion sur les choix de traitements des expériences

Compétences et connaissances visées

- Connaitre les principes de la RMN ^{1}H et ^{13}C en solution.
- Interpréter des spectres RMN ^{1}H et ^{13}C en solution en vue de l'identification de molécules organiques.
- Connaître les principes de RMN du solide et réaliser des interprétations simples
- Connaitre le principe de fonctionnement d'un spectromètre de masse et ses différents composants (sources, analyseurs)
- Interpréter des spectres de masse (amas isotopique, pic moléculaire, fragmentations ..)
- Interpréter des spectres IR et Raman
- Analyser un diffractogramme de poudre cristalline ou d'un monocristal
- Faire un usage approprié des mesures de diffusion statique
- Comprendre et utiliser la diffusion dynamique de la lumière
- Analyser la diffusion expérimentale de la lumière diffusée
- Analyser la diffusion des rayons X aux petits angles des assemblages de tensioactifs
- Comprendre le besoin (industriel) de caractérisation des dispersions et assemblages colloïdaux
- Maîtriser le vocabulaire IUPAC spécifique du domaine colloïdal
- Comprendre les comportements et propriétés essentiels des milieux colloïdaux.
- Elaborer un protocole expérimental de synthèse organique (traitement inclus)
- Mettre en œuvre une réaction de synthèse organique sensible
- Choisir une méthode de purification
- Quantifier la pureté d'un produit organique
- Expliquer et justifier les connaissances théoriques mobilisées en synthèse organique

Modalités de contrôle des connaissances

- Spectroscopies et spectrométrie de masse : Examen écrit
- Interaction rayonnement-matière : Examen écrit et tests basés sur les exercices fournis
- Interfaces et milieux dispersés : Examen écrit et tests basés sur les exercices fournis
- TP de chimie organique : Examen écrit

Bibliographie

P. W. Atkins "Chimie Physique", De Boeck Université, Paris, 2000.
M. Hessen H. Meier, B. Zeeh "Méthodes spectroscopiques pour la chimie organique", Masson, Paris, 1995.
Emmanuel Curis, Laurent Heinrich "Architecture de la Matière" Bréal, Rosny, 1998.
Ulrich Müller, "Inorganic Structural Chemistry", Wiley, Chichester, 1992.
Hiemenz and Rajagopalan, Principles of Colloid and Surface Chemistry, 3rd edition, Marcel Dekker (1997).
Hiemenz, Paul C., and Raj Rajagopalan, eds. Principles of Colloid and Surface Chemistry, revised and expanded. CRC press, 2016.

UE VIII : Génie chimique–outils méthodologiques

Nom du référent : D. WOLBERT **Crédit ECTS :** 5

Equipe pédagogique
- A. BOUZAZA
- E. FURET
- D. WOLBERT
- A. ASSADI
- S. GIRAUDET

Code(s) de l'UE
- CC3FLOWC
- CC3DYPCC
- CC3DYPRP
- CC3ALGOC
- CC3ALGOP

Volume horaire (élèves) total de l'UE

CM	TD	TP	Projets	Hybride, en ligne	Autres	Total
32		**42**				**74**

Langue de cours Français

Objectifs d'apprentissage

Aborder les bases du bilan matière en génie des procédés et du flowsheeting ;
Comprendre, étudier et modéliser le comportement dynamique de système physique et physico-chimique.
Mettre en œuvre les principes de l'automatisme logique et étudier les systèmes transitoires
Introduction aux bases de la programmation impérative et objet à l'aide d'un langage de haut niveau (Swift). Mise en œuvre des concepts de programmation présentés en cours, initiation à une librairie graphique OpenGL. Mise en œuvre du processus Analyse-Codage-Compilation-Validation

Programme

Conception d'un schéma de procédés
-Généralités, Flowsheet global, Bilans
-Potentiel économique, Recyclage, Séparation
-Simulation des procédés (flowsheeting), Notion de RCM, Approche modulaire, Utilisation de Prosim

Dynamique des systèmes
-Introduction : objectif de la régulation, stabilité d'un procédé. Boucle de régulation, Variables d'un procédé
-Systèmes linéaires du premier ordre, du second ordre, avec retard.
-Modèle entrée / sortie. Transformée de Laplace, Résolution d'équation différentielle, Fonction de transfert,
Automatisme Logique, Logique combinatoire et séquentielle, introduction au Grafcet.

Algorithmique
-Présentation générale sur la transformation d'un problème en programme. Déclaration, affectation, ...
-Structures de contrôle : boucles, conditions. / Tableaux., dictionnaires. / Fichiers / Sous-programmes.
-Programmation objet.

Compétences et connaissances visées

Appréhender la problématique du bilan matière
-Réfléchir à l'élaboration d'un flowsheet
-Acquérir des notions en simulation de procédés (flowsheeting)

Comprendre, modéliser et analyser les comportements transitoires de processus et procédés lors de changements subis ou imposés. Mesurer et caractériser la réponse d'un système pour différentes configurations expérimentales
Comprendre, au travers d'exemples, la logique combinatoire et séquentielle,
Analyser un problème pour trouver les étapes élémentaires nécessaires au traitement(algorithme). Etre en mesure de traduire l'algorithme dans un langage (Codage vers Swift).
Procéder à la phase de validation (tests)

Modalités de contrôle des connaissances

Examens écrits + rapports de TP

Bibliographie

-Conceptual design of chemical processes, J.M. Douglas, Ed. Mc Graw Hill 1988
-Process flowsheeting, A.W. Westerberg, Ed. Cambridge University Press 1979
-Chemical Engineering, Coulson &Richardson, Ed. Pergamon Press 1990
-Commande des procédés (3° Éd.), CORRIOU Jean-Pierre, Ed. Lavoisier, 2012
-Chemical Process Control: An Introduction to Theory and Practice, George Stephanopoulos Éd. Prentice-Hall, 1984 ISBN0131286293, 9780131286290, 696 pages
-The Swift Programming Language, Swift 5.2: https://docs.swift.org/swift-book/

Nom du référent : A. JOSSE **Crédit ECTS :** 4

Equipe pédagogique
- A. JOSSE

Code(s) de l'UE
- CC3CNUMC
- CC3PTINC

Volume horaire (élèves) total de l'UE

CM	TD	TP	Projets	Hybride, en ligne	Autres	Total
2	**14**		**26**			**42**

Langue de cours Français

Objectifs d'apprentissage

Les objectifs d'apprentissage de cette UE sont d'enrichir la formation des étudiants ingénieurs en leur proposant de :

- suivre une initiation aux outils numériques et enjeux qui parcourent cet environnement
- traiter une controverse liée aux domaines de la chimie ou de l'ingénierie en intégrant le point de vue d'autres disciplines ou acteurs de la société (économique, politique, juridique, scientifique…). Il s'agit de développer l'esprit critique des élèves ingénieurs et approfondir leur culture scientifique tout en leur faisant découvrir le travail par projet.

Programme

Pour Culture numérique :

- Séance 1 : Utilisation d'un logiciel de traitement de texte
- Séance 2 : Utilisation d'un logiciel de tableur
- Séance3 : Utilisation d'un logiciel de présentation
- Séance4 : Publication en ligne avec WordPress
- Séance 5 : Maîtriser son identité numérique
- Séance 6 : Initiation au droit d'auteur appliqué aux usages du numérique

Pour les Projets Culture générale et scientifique :

Les étudiants sont répartis en groupes, chacun traitant une controverse proposée par son tuteur scientifique (un enseignant de l'école). Ils seront également aidés par un enseignant de sciences humaines, la responsable du centre documentaire ainsi que l'ingénieure pédagogique.
Cette recherche se fait majoritairement en autonomie mais les étudiants bénéficieront de rendez-vous avec les accompagnants et de deux temps de cours plus traditionnels (1 CM et 1 TD) assurés par un enseignant de sciences humaines.
Les livrables attendus :

- une fiche synthèse reprenant la répartition des tâches au sein du groupe de travail
- une bibliographie commentée, une chronologie de la controverse, un court résumé et un poster reprenant les grands points de la controverse. Les posters seront exposés pour permettre à tous de prendre connaissance des controverses travaillées par les autres groupes.
- une soutenance orale : organisation d'une journée événementielle où les élèves jouent leur controverse sous forme de table ronde, suivie d'une interaction avec le public et le jury.

Compétences et connaissances visées

Pour Culture numérique :

- Mettre en forme un document
- Réaliser des calculs automatiques et du traitement de données via un tableur
- Réaliser des présentations ergonomiques
- Produire des ressources en ligne
- Maîtriser son identité numérique
- Appliquer la notion de droit d'auteur à ses usages du numérique

Pour les Projets Culture générale et scientifique :

- Mettre en pratique les principes de la gestion de projet pour atteindre un objectif défini
- Travailler de manière collaborative et en partie à distance
- Chercher de l'information, vérifier et critiquer cette information
- Produire une bibliographie en respectant ses normes
- Diffuser les résultats d'une enquête vers un public de non-spécialistes

Modalités de contrôle des connaissances

Contrôle continu et grille d'évaluation de compétences complétée au fur et à mesure de la réalisation des projets jusqu'à l'oral

Bibliographie

Ertzscheid, O. (2013). Qu'est-ce que l'identité numérique ? Enjeux, outils, méthodologies. OpenEdition Press. DOI : 10.4000/books.oep.332.
Gaylor, B. (2015). Do Not Track [Série documentaire]. Upian.
Tactical Tech. Data Detox Kit. https://datadetoxkit.org/fr/home
Fondation Panoptykon. https://panoptykon.org/
IMT Atlantique. Le droit de savoir. https://ledroitdesavoir.imt-atlantique.fr/
Creative Commons. https://creativecommons.org/

UE XI : Assiduité, comportement

Nom du référent : Equipe pédagogique et SEMI **Crédit ECTS** : 2

Equipe pédagogique

Code(s) de l'UE
-CC3ASCOM

Volume horaire (élèves) total de l'UE

CM	TD	TP	Projets	Hybride, en ligne	Autres	Total

Langue de cours

Objectifs d'apprentissage

Prendre l'habitude de suivre des consignes et des procédures, de respecter des délais, etc…
Adopter un comportement respectueux des règles de bon fonctionnement de l'établissement, des personnels, des usagers dans l'établissement et en dehors lors des périodes de stages, visites de sites ou d'évènements de représentation de l'école.

Compétences et connaissances visées

- Savoir organiser son temps et ses activités personnelles et professionnelles.
- Développer les capacités relationnelles en adaptant sa communication aux circonstances et aux interlocuteurs.
- Porter et faire vivre les Valeurs et l'Ethique de l'organisation à laquelle on appartient.

Modalités de contrôle des connaissances

La note est attribuée par le jury de fin d'année

DEUXIEME ANNEE DU CYLE INGENIEUR

SEMESTRE 7

UE I : Chimie et physico-chimie des matériaux

Nom du référent : P. MELEARD **Crédit ECTS :** 7

Equipe pédagogique
- E. LE FUR
- V. ALONZO
- L. LEGENTIL
- T. POTT
- P. MELEARD
- T. BATAILLE
- L. LE POLLES

Code(s) de l'UE
- CC4INMDC
- CC4PHCHC
- CC4CINOP
- CC4MATEC

Volume horaire (élèves) total de l'UE

CM	TD	TP	Projets	Hybride, en ligne	Autres	Total
40h00		**43h00**		**17h20**		**83h**

Langue de cours Français

Objectifs d'apprentissage

- Cours « Matériaux » : Connaître les différentes classes de matériaux (métaux et alliages, verres et céramiques, polymères) : synthèse, structure, propriétés, utilisations.
- Cours « Interfaces et Milieux Dispersés 2» : Connaître, comprendre et utiliser correctement les définitions UIPAC et la classification des colloïdes. Connaître et comprendre les propriétés physiques et physico-chimiques des colloïdes lyophobes, lyophiles et associatifs.
- TP « Physico-Chimie Colloïdale » : Consolidation des différentes notions acquises dans les cours « Interfaces et milieux dispersés 1 & 2 » et « Interaction rayonnement matière » ; connaître, comprendre comment manipuler et caractériser expérimentalement des systèmes colloïdaux.
- TP « Chimie Inorganique & Matériaux » : Connaître différentes techniques de caractérisation de la matière et comprendre les informations qu'elles peuvent apporter, savoir exploiter et interpréter les observations expérimentales associées aux mesures.

Programme

Cours « Matériaux » :
- Classification des matériaux selon leur composition chimique.
- Comparaison entre l'état cristallin et l'état amorphe, définition des verres.
- Caractéristique de l'état vitreux : la transition vitreuse.
- Les différents constituants des verres (formateur de réseau, modificateur, oxyde intermédiaires).
- Les règles de Zachariasen.
- Élaboration et mise en forme des verres : procédés industriels, les fibres de verre.
- Élaboration des métaux et alliages (acier et fonte, aluminium, titane, chrome, cuivre, zinc, …) : du minerai au produit fini.
- Propriétés mécaniques des différentes classes de matériaux.
- Les oxydes de métaux de transition : lien structure - propriétés - applications (pile à combustible, matériaux de batterie, aimants, pigments et matériaux luminescents).
- Quelques classes particulières de composés (les clusters, les polyanions)
- Prédiction de la composition d'un copolymère en fonction des monomères et de la réaction de polymérisation mise en jeu.

Cours « Interfaces et Milieux Dispersés 2 » :
- Introduction à la notion d'amphiphilie et aux colloïdes associatifs.
- Adsorption interfaciale d'amphiphiles solubles et insolubles.
- Micellisation.
- Auto-assemblage des amphiphiles et géométrie moléculaire.
- Comportement de base des systèmes ternaires huile-eau-tensioactifs.
- Introduction aux polymères colloïdaux.
- Polydispersité des polymères.
- Polymérisation en émulsion et latex.
- Introduction à la stabilité des colloïdes lyophobes (latex).
- Les applications industrielles des dispersions de latex.
- Introduction aux polymères lyophiles.
- Aides à l'apprentissage avec des outils numériques (QCM et exercices d'application autocorrigés).

TP « Physico-Chimie Colloïdale » :

- Etude expérimentale d'un diagramme de phase eau-tensioactif, caractérisation par biréfringence et microscopie de polarisation.
- Etude expérimentale et diagramme d'états de mélanges eau-huile-tensioactif, caractérisation par microscopie de transmission.
- Etude expérimentale d'un nanolatex obtenu par polymérisation en microémulsion. Caractérisation de la turbidité en fonction des conditions expérimentales choisies pour la synthèse.
- Accompagnement des apprentissages avec des outils d'autoformation numérique (formations complémentaires, tests de connaissances des prérequis…).

TP « Chimie Inorganique et Matériaux » :

- Caractérisation des matériaux par diffraction des rayons X : Etude d'une solution solide, application de la loi de Végard ; Indexation d'un diagramme de diffraction par isotypie ; Indexation *ab initio* ; Affinement des paramètres de maille par régression linéaire ; Caractérisation par diffraction des rayons X d'un verre.
- Analyse thermique : Mise en évidence de phénomènes observables par DSC ; Transition vitreuse, cristallisation et fusion ; Transformation structurales ; Décomposition chimique ; Modification de propriétés magnétiques.
- Analyse thermogravimétriques : Interprétation des décompositions thermiques de différents matériaux ; Etude de l'influence de différents paramètres sur le signal Tg (vitesse de montée en température, granulométrie, atmosphère gazeuse, taille de l'échantillon).
- Etude de la structure électronique de complexes de métaux de transition : Etudes par spectroscopie UV-visible de différents complexes en solution, exploitation et interprétation des données à l'aide des diagrammes de Tanabe-Sugano ; Etude des propriétés magnétiques (mise en évidence du diamagnétisme, du paramagnétisme, application des lois de Curie et de Curie Weiss, détermination du nombre d'électrons célibataires et établissement de la structure électronique d'un centre métallique dans un matériau).

Compétences et connaissances visées

Cours « Matériaux » : Connaître des procédés industriels d'élaboration de certains métaux et alliages ;Connaître les différences entre l'état cristallin et l'état vitreux ; Connaître les caractéristiques des verres ; Connaître les céramiques et certaines de leurs applications ; Connaître les différents éléments du tableau périodique (éléments de transition, lanthanides), leur chimie, les applications ; Connaître les propriétés mécaniques des différentes classes de matériaux ; Connaître les principales notions relatives aux polymères et maitriser les mécanismes chimiques et cinétiques des différentes réactions de polymérisation.
Cours « Interfaces et Milieux Dispersés 2 » : Connaître, comprendre et utiliser correctement les définitions UIPAC et la classification des colloïdes ; Connaître et comprendre les propriétés physiques et physico-chimiques des colloïdes lyophobes, lyophiles et associatifs ; Être capable d'analyser et de caractériser les systèmes colloïdaux.
TP « Physico-Chimie Colloïdale » : Connaître et comprendre comment manipuler et caractériser expérimentalement des systèmes colloïdaux ; Être en mesure de développer et d'optimiser un protocole expérimental.

Modalités de contrôle des connaissances

Examens écrits et comptes rendus.

Bibliographie

- *Hiemenz, P.C.and Rajagopalan, R. "Principles of colloid and surface chemistry", Marcel Dekker, New York, 1997.*
- *Myers, D. "Surfaces, interfaces and colloids. Principles and applications", 2nd edition, Wiley-VCH, New York, 1999.*
- *Evans, D.F. and Wennerström, H. "The colloidal domain: Where physics, chemistry, biology and technology meet", 2ndedition, Wiley-VCH, New-York, 1999.*
- *Munk, P. "Introduction to mocromolecular science", John Wiley & Sons, New York, 1989.*
- *Philibert, J., Vignes, A., Bréchet, Y., Combrade, P. "Métallurgie : Du minerai au matériau", Masson, 2002.*
- *Colombié, M. "Matériaux métalliques", Dunod, 2ème ed., 2017.*
- *Ashby, M. F., Jones, D. R. H. "Matériaux : Tome 1 – Propriétés, applications et conception et Tome 2 – Microstructures et procédés de mise en oeuvre", Dunod, 4ème ed., 2013 et 2014.*

UE II : Chimie organique et biologique

Nom du référent : A. ROUCOUX **Crédit ECTS :** 5 **Langue de cours Français**

Equipe pédagogique
- C. CREVISY
-A. ROUCOUX
- S. TRANCHIMAND
- L. LEMIEGRE
- L. LEGENTIL

Code(s) de l'UE
- CC4CELLC
- CC4COORC
- CC4ORGAP

Volume horaire (élèves) total de l'UE

CM	TD	TP	Projets	Hybride, enligne	Autres	Total
39		21				60

Objectifs d'apprentissage

Connaître la nature moléculaire et l'organisation des principaux constituants cellulaires, ainsi que leurs principaux rôles dans le fonctionnement d'une cellule, les mécanismes des transports membranaires ainsi que le fonctionnement et les propriétés des enzymes. Aller des principes de l'activation par les métaux aux applications industrielles en catalyse. Etre capable dans les domaines de la chimie organique et biologique de mettre en œuvre des techniques expérimentales avancées et mener à bien un mini-projet de synthèse multi-étapes.

Programme

Chimie Biologique : Organisation cellulaire des procaryotes et eucaryotes : composition moléculaire et organisation supramoléculaire des éléments structuraux et fonctionnels des cellules. Fonctions des différents éléments cellulaires et spécificités en fonction de la nature des cellules (procaryotes, animales, végétales). Généralités en enzymologie. Efficacité et sélectivité en catalyse enzymatique. Cinétique des réactions enzymatiques. Inhibiteurs enzymatiques. Les enzymes allostériques. Transports membranaires (diffusions simple et facilitée, transports actifs…). Introduction aux mécanismes de transmission des signaux

Chimie de coordination, catalyse et applications industrielles : Ligands, complexes et liaisons spécifiques en chimie de coordination. Réactions fondamentales de la chimie organométallique. Réactivité des complexes homogènes et Passage aux réactions catalytiques. Les grandes réactions (hydrogénation, couplage C-C, métathèse, carbonylation) et Applications industrielles.

Travaux pratiques : Mini-projet au choix, en lien avec la chimie organique/organométallique et la chimie enzymatique. Application de l'époxydation asymétrique selon Sharpless à la production d'un intermédiaire de synthèse de produits naturels. Préparation d'un antidépresseur potentiel. Préparation chimique et chimioenzymatique de l'aspartame. Synthèse d'une lactone à partir de l'acide glutamique et préparation du polyacide malique. Préparation régiosélective d'un disaccharide mannosylé

Compétences et connaissances visées

En chimie Biologique : Acquérir des connaissances de base sur les propriétés des enzymes, les mécanismes et cinétique des réactions enzymatiques. Acquérir des connaissances de base sur la nature des constituants, l'organisation et le fonctionnement des cellules procaryote et eucaryote et sur les mécanismes de transport membranaire. Etre capable de déterminer les constantes cinétiques d'une réaction enzymatique, d'identifier le type d'inhibition d'un inhibiteur enzymatique et de calculer la constante d'inhibition

En chimie organométallique et catalyse homogène : Connaitre les principes de base de la chimie de coordination (ligands, liaisons, réactions). Savoir identifier les principales réactions des complexes de métaux de transition. Concevoir les grandes réactions et cycles catalytiques d'applications industrielles

En travaux pratiques : Respecter les règles de sécurité. Savoir mettre en œuvre des réactions sous atmosphère inerte, leur traitement et la purification du produit formé. Savoir estimer la pureté de composés organiques par des méthodes chromatographiques (CPG, HPLC), caractériser le produit par des techniques spectroscopiques.

Modalités de contrôle des connaissances

Examen écrit. Contrôle continu pour le travail expérimental

Bibliographie

« Biochimie », J. D. Rawn, De Boeck. « Biochimie », L. Stryer, Flammarion. « Biochimie Générale », J. H. Weil, Masson. « La cellule vivante », Ed Belin. « Chimie organométallique » - Auteur : Didier Astruc - Editeur : EDP Sciences - Collection: Grenoble Sciences - Disponible au centre de documentation de ENSCR. « Catalyse homogène par les complexes des métaux de transition » - Auteurs : BREGEAULT, J.M - Editeur : MASSON - Disponible au centre de documentation de ENSCR.

UE III : Génie des procédés et outils méthodologiques

Nom du référent : D. WOLBERT **Crédit ECTS : 5**

Equipe pédagogique
- A. BOUZAZA
- S. GIRAUDET
- D. WOLBERT
- A. ASSADI

Code(s) de l'UE
- CC4RIDEC
- CC4PLEXC
- CC4OPU1C
- CC40PU2C
- CC3GECHP

Volume horaire (élèves) total de l'UE

CM	TD	TP	Projets	Hybride, en ligne	Autres	Total
45h40		**24 h**				**69h40**

Langue de cours français

Objectifs d'apprentissage

Découvrir les Principes et le dimensionnement des opérations unitaires telles que l'extraction liquide-liquide, l'humidification-déshumidification et le séchage.
Etre capable de dimensionner une colonne de distillation. Comprendre les mécanismes de la cristallisation et acquérir les outils de dimensionnement d'un cristallisoir industriel.
Dimensionnement des réacteurs chimiques idéaux
Mettre en œuvre et comprendre l'influence des conditions opératoires pour quelques opérations unitaires du génie chimique lors des travaux pratiques
Comprendre l'intérêt et les limitations de l'utilisation de plans d'expériences, être capable de concevoir, d'organiser, puis d'analyser graphiquement ainsi que statistiquement, les résultats d'un plan

Programme

Extraction liquide-liquide
-Diagramme ternaire
-Extraction co-courant et contre-courant
Humidification-Deshumidification
-Diagramme de l'air humide
-Dimensionnent de colonne d'humidification-deshumidification
Séchage
-Différents types de séchage
-Utilisation du diagramme de l'air humide
Distillation :
-Lois élémentaires, diagrammes d'équilibres et notion de plateaux théoriques
-Méthodes de calcul et de dimensionnement
-Technologies
Cristallisation :
-Notions élémentaires et mécanismes de la cristallisation
-Techniques de cristallisation
-Technologies
Réacteurs
-Présentation générale des réacteurs
-Outils cinétiques et thermodynamique requis pour le calcul des réacteurs.
-Les réacteurs idéaux homogènes :
-Discontinus parfaitement agités
-Continus parfaitement agités
-Réacteurs à flux piston
-Dimensionnement de réacteurs idéaux
-Réacteurs non isothermes

Planification d'expériences.
-Principes de base des plans d'expériences.
-Outils d'analyse des résultats.
-Aléarisation, blocs, …
-Plans non factoriels : carré latin…

-Plans factoriels : plans complets, plans fractionnaires et alias (Tagushi, Box, …), plans complémentaires.
-Autres types de plans (Doehlert, Box-Behnken, …)

Travaux pratiques de Génie des Procédés.
Distillation, extraction liquide-liquide, absorption, séchage, photocatalyse, distribution des temps de séjour dans les réacteurs

Compétences et connaissances visées

-Connaitre quelques opérations unitaires du génie des procédés
-Savoir dimensionner des installations mettant en œuvre ces opérations
-Savoir choisir les opérations unitaires et connaitre leur limite de fonctionnement
-Distinguer les opérations de distillation continue / discontinue / rectification.
-Dimensionner une colonne de distillation en utilisant les méthodes de McCabe etThiele ou de Ponchon-Savarit
-Connaître les principales technologies
-Comprendre les étapes de la cristallisation et les mécanismes de formation et de croissance des cristaux
-Concevoir un cristallisoir en maîtrisant les transferts de matière et de chaleur
-Savoir choisir, concevoir, exécuter et analyser un plan d'expérience adapté aux particularités du problème à traiter.

Modalités de contrôle des connaissances

Examen écrit

Bibliographie

-Mass transfer operations, R.E. Treybal, Ed. Mc Graw Hill
-Mass transfer, Sherwood, Ed. Mc Graw Hill
-Chemical Engineering, Coulson &Richardson, Ed. Pergamon Press 1990
-P. Trambouze, J.P. Euzen (2002) « Les réacteurs chimiques », Edition Technip, Paris.
-J. Villermaux (1992), « Génie de la réaction chimique », Tec & Doc, Lavoisier, Paris.
-O. Levenspiel (1972) "Chemical reaction engineering", John Wiley & Sons, NY, USA.
-Pratique des plans d'expériences, Paul Schimmerling, Jean-Claude Sisson, Ali ZaïdiÉd. Tec et doc-Lavoisier, 1998, 526 p ISBN : 2-7430-0239-5.
-La méthode des plans d'expériences : optimisation du choix des essais & de l'interprétation des résultats / Jacques Goupy, Éd. Dunod, 1996, 303 p. ISBN : 2-10-002962-2.
-Pratique industrielle des plans d'expériences : la qualité à moindre coût : l'approche Taguchi /Jacques Alexis et Philippe Alexis, Éd. AFNOR, 1999, 276 p. ISBN : 2-12-465038-6.
-Plans d'expériences : construction et analyse / Daniel Benoist, Yves Tourbier, Sandrine Germain-Tourbier, Éd. Tech & Doc, 1995, 700 p. ISBN : 2-85206-988-1.
-Introduction aux plans d'expériences, Emmanuel Duclos, Ed. E. Duclos Conseil, 2013, 148 p.ISBN : 978-2-9518260-2-1.

UE IV : Management scientifique : qualité, sécurité, environnement

Nom du référent : N. NOIRET **Crédit ECTS :** 7

Equipe pédagogique
- N. NOIRET[1]
- A. BOURDAIS[2]

Code(s) de l'UE
- CC4MQUAC[1]
- CC4PRHSC[2]

Volume horaire (élèves) total de l'UE

CM	TD	TP	Projets	Hybride, en ligne	Autres	Total
12			**24**			

Langue de cours français

Objectifs d'apprentissage

- Introduction aux principes du Management de la Qualité en Entreprise (par Exposés théoriques, Temps d'échanges, Etudes de cas, Exercices, vidéos).
- Appréhender les bases réglementaires et la diversité des HSE en milieu professionnel.

Programme

Management de la qualité 12h

Exposés théoriques, Temps d'échanges, Etudes de cas, Exercices, vidéos
Introduction à la Qualité (principes, historique, principaux outils).
Le Management de la Qualité selon l'ISO 9001 (principes de Management de la Qualité, approche processus, approche risques…).
Le Management intégré Qualité-Sécurité-Environnement.

Projets Hygiène et Sécurité 24h

Travail en projet sur un des thèmes suivants :
G1 : Les enjeux de la santé et sécurité au travail
G2 : Lois, règlements et jurisprudences
G3 : Analyses des Accidents
G4 : Prévention des risques en entreprise
G5 : Identification, analyse et prévention des risques
G6 : Molécules, toxicité et réglementations
G7 : Le risque chimique : atteinte aux biens et aux personnes
G8 : Approche de l'ergonomie
G9 : Bâtiments et laboratoire
G10 : L'entreprise et son environnement
G11 : Crises et gestion de crises
G12 : L'international : règlementation HSE et systèmes de protection sociale

Compétences et connaissances visées

Management de la qualité

Objectifs de connaissance : maîtrise du vocabulaire, des principes et des principaux outils du management de la qualité
Objectifs de compétences : être capable de s'intégrer dans une entreprise en démarche Qualité ou QSE de manière fluide et autonome.

Projet Hygiène et sécurité

Connaitre et reconnaitre les risques industriels et les réglementations correspondantes ;
Travailler en projet ;
Connaitre les méthodes d'analyse des risques et des accidents ;
Découvrir les métiers liés aux HSE ;
Etre sensibiliser aux différences de législation dans le monde ;
Pouvoir intervenir dans la mise en œuvre d'action de prévention dans une entreprise en HSE.
Lors de ces projets, les compétences visées relevant du référentiel BES&ST sont plus spécifiquement :
1/ Repérer les enjeux humains, sociaux, économiques et juridiques de la santé et sécurité au travail.
2/ Intégrer la prise en compte de ces enjeux dans ses pratiques au quotidien et dans ses projets.
3/ Contribuer au management de la santé et sécurité au travail dans l'entreprise.

Modalités de contrôle des connaissances

Management de la Qualité : En interactif via des quizz dispensés tout au long de la formation
Projets HSE : carnet de bord, feuille de route, TDs ou QCM présenté à la classe, rapport et soutenance.

Bibliography

Le grand livre du Responsable Qualité, Gilles Goinard, F.Seno, 2011, Eyrolles
La Qualité, M.Bellaïche, 2014, AFNOR
Le grand livre de la qualité : Management par la qualité dans l'industrie, une affaire de méthodes. Ed.2, Roger Ernoul, 2013, AFNOR
10 clés pour réussir sa certification QSE, Claude Pinet, 2015, AFNOR
Management de la qualité : vers un management durable, Ed.2, Frédéric Canard, 2012, Gualino

UE V : Langues et formation à l'entreprise

Nom des référents : C. NUGIER et M. VIDELO **Crédit ECTS :** 6 (S7) et 3 (S8)

Equipe pédagogique
- L. LE HEN (Droit des Sociétés)
- A. DE VILLEZ (Marketing de l'innovation)
- L. BIRONNEAU (Supply Chain),
- X. BOURDON(PI)
- Selom AGBETONYO YAOVI (Aspects financiers)
- M. VIDELO (Anglais)
- N. NOIRET

Code(s) de l'UE
- CC4ANGLC
- CC4ASPEC
- CC4ASCOC
- CC4FVDEC
- CC4GRFEC

Volume horaire (élèves) total de l'UE

CM	TD	TP	Projets	Hybride, en ligne	Autres	Total
84					**24**	

Langue de cours

Objectifs d'apprentissage

Développer sa capacité de communication en anglais général, professionnel et scientifique/technique.
Comprendre les principes fondamentaux de gestion de l'entreprise.
Prendre l'habitude de suivre des consignes et des procédures, de respecter des délais, etc…
Adopter un comportement respectueux des règles de bon fonctionnement de l'établissement, des personnels, des usagers dans l'établissement et en dehors lors des périodes de stages, visites de sites ou d'évènements de représentation de l'école.

Programme

Anglais 36h
Mise en situation de communication professionnelle (recherche de stage, téléphone, entretien d'embauche, présentation d'entreprise).
Connaissance de l'entreprise.
Approche de la langue scientifique et technique (suite du cours de EI1): thématiques variées (grandes découvertes et inventions, chimie du vivant, développement durable …).
Préparation au TOEIC (avec tests blancs réguliers).
Allemand/Espagnol/FLE : 24h
Mise en situation de communication professionnelle (lettre de motivation, cv, entretien). Préparation interculturelle à la mobilité en pays germanophone ou hispanophone. Etude thématique à orientation spécialisée (environnement, énergie …)
Les grandes fonctions de l'entreprise : 24h
Introduction à la logistique (et au Supply Chain Management): La logistique des flux ; La logistique de soutien.
Evolution contemporaine de la logistique : La pression des facteurs environnementaux ; L'évolution des stratégies industrielles et des stratégies des distributeurs.
Droit des sociétés : Introduction- Entreprise individuelle ou société ? ; Le contrat de société ; La vie et la gestion des sociétés Conclusion- Le choix de la forme juridique.
Aspects financiers : Introduction : Définitions d'Entreprise et de Finance ; Comptabilité vs Finance ; L'information financière Documents comptables/financiers de base, Bilan, Compte de résultat, Trésorerie.
Appréciation de la santé financière de l'entreprise : Constitution du Résultat d'exploitation ; Répartition du Résultat d'exploitation ; Notions de Risque et Rentabilité.
Marketing de l'innovation : Innovation technologique : enjeu et risque ; De l'innovation au produit : un processus non linéaire ; Le cycle d'adoption des produits innovants ; Identifier ses cibles ; Construire une offre (produit/service) ; Stratégie de partenariat produit.
Droit de la propriété intellectuelle : Stratégie de propriété intellectuelle dans la chaine de l'innovation.
Formation à la vie de l'entreprise : 24h conférences (enseignants et extérieurs).

Compétences et connaissances visées

Anglais :
- Connaître le milieu professionnel dans le monde global.
- Savoir préparer son séjour à l'étranger.
- Rédiger parfaitement cv et lettre de motivation en anglais.
- Niveau visé en fin d'année : B2 (785 points au TOEIC) et +

Allemand/Espagnol/FLE :
- Maîtriser la communication à des fins professionnelles (lettre de motivation, cv, entretien).
- Savoir préparer son séjour en pays germanophone ou hispanophone.
- Atteindre le niveau B2 en FLE (passage du test TFI)

Les grandes fonctions de l'entreprise :
- Savoir dialoguer et communiquer avec toutes les fonctions de l'entreprise.
- Comprendre les contraintes de chaque fonction.
- Assimiler les intérêts d'être en société plutôt qu'en entreprise individuelle.
- S'intégrer à la vie juridique des entreprises.
- Connaissance du processus d'innovation dans l'entreprise, des enjeux qu'il représente et des ressources nécessaires à sa mise en œuvre et des méthodologies associées.
- Compétences en veille technologique, analyse fonctionnelle et méthode de créativité

Formation à la vie de l'entreprise :
-Comprendre et connaitre l'environnement de l'ENSCR.
- Découvrir les métiers de la chimie et les carrières possibles.
- Préparer son projet professionnel et personnel.
- Savoir organiser son temps et ses activités personnelles et professionnelles.
- Développer les capacités relationnelles en adaptant sa communication aux circonstances et aux interlocuteurs.
- Porter et faire vivre les Valeurs et l'Ethique de l'organisation à laquelle on appartient.

Modalités de contrôle des connaissances

Langues : Examen écrit et oral – présentation d'exposés.
Les grandes fonctions de l'entreprise : Examen écrit
Assiduité- comportement : La note est attribuée par le jury de fin d'année

Bibliographie

Crossing the Chasm (Geoffrey Moore)
Marketing of High-Technology products and innovations (Jakki Mohr)
Marketing de l'Innovation (Paul Millier)
Open Innovation (Henry Chesbrough)

SEMESTRE 8

MAJEURE : CTV

UE : TC - CTV - 1 : Chimie

Nom du référent : N. NOIRET

Crédit ECTS : 5

Equipe pédagogique
- T. POTT[1]
- P. MELEARD[1,4]
- V. ALONZO[2]
- L. LE POLLES[3,4]
- N. NOIRET[3]
- L. LEMIEGRE[4]
- Y. TROLEZ[4]

Code(s) de l'UE
- CC4FORMC[1]
- CC4MATVC[2]
- CC4RMNAC[3]
- CC4CANAP[4]

Volume horaire (élèves) total de l'UE

CM	TD	TP	Projets	Hybride, en ligne	Autres	Total
33h20		**21h**		**6h40**		**61h**

Langue de cours Français

Objectifs d'apprentissage

Formulation[1] : Connaître et comprendre les propriétés physiques et physico-chimiques des colloïdes lyophobes, lyophiles et associatifs et leur rôle dans les formulations liquides. Initiation aux comportements rhéologiques.

Matériaux pour le Vivant[2] : Connaître les caractéristiques des matériaux destinés à être au contact du vivant, comme biomatériaux et/ou en biotechnologies.

RMNs[3] : (Re)connaître et utiliser les techniques usuelles de RMN 1D et 2D pour la détermination de structures organiques. Introduction aux bases de la RMN du solide.

Travaux pratiques Analyses et Caractérisations[4] : Savoir utiliser différentes méthodes d'analyse et de caractérisation de composés organiques.

Programme

Formulation

Interactions à l'échelle colloïdale : rappels concernant les interactions à l'échelle atomique/moléculaire ; interactions colloïdales de Van der Waals et constante de Hamaker ; interactions colloïdales électrostatiques ; Théorie DLVO et stabilité des dispersions colloïdales ;
Polymères en solution : conformation des polymères en solution ; polymères lyophiles et rhéomodifiants ; polymères amphiphiles pour la stabilisation stérique ;
Introduction à la rhéologie : présentation des grandes classes de liquides non-Newtoniens ; caractérisation de liquides non-Newtoniens avec un rhéomètre rotationnel.

Matériaux pour le Vivant

Introduction sur les matériaux utilisés au contact du vivant (domaines d'utilisation, classes de matériaux, matériaux massifs *vs* matériaux divisés) ;
Spécifications requises (contamination, propriétés de surface, corrosion et dégradation, propriétés mécaniques, usure) ;
Spécificités des biomatériaux (influence des matériaux sur le vivant, biocompatibilité, bioactivité) ;
Exemples de matériaux métalliques (aciers inoxydables, titane et ses alliages, alliages à mémoire de forme, etc) ;
Exemples de matériaux inorganiques (alumine, zircone, phosphates de calcium, carbonate de calcium, etc).

RMN liquide

RMN 1D (Rappels, séquences, techniques 1D et exercices, noyaux autre que ^{1}H et ^{13}C) ;
RMN 2D (J-Rés, Corrélations homo et hétéronucléaires, INADEQUATE, exercices) ;
IRM et RMN protéines (Introduction).

RMN Solide

Notion d'anisotropie en RMN ;
Nature des interactions structurant les spectres dans le cas général (milieu anisotrope) pour noyaux de spin 1/2 et pour les noyaux quadrupolaires ;
Expériences de base en RMN solide (CPMAS ^{13}C, ^{15}N …).

Travaux pratiques Analyses et Caractérisations

Analyse quantitative par spectroscopie UV-visible ;
Caractérisation de composés organiques par spectroscopie RMN liquide ;
Mesures de concentrations micellaires critiques par conductimétrie.

Compétences et connaissances visées

Formulation

Connaître et comprendre les propriétés physiques et physico-chimiques des colloïdes lyophobes, lyophiles et associatifs ;
Connaître et comprendre les bases du comportement des formulations liquides et le rôle de leurs ingrédients ;
Connaître et comprendre les termes essentiels permettant la caractérisation rhéologique des liquides.

Matériaux pour le Vivant

Connaître les différentes caractéristiques des matériaux destinés à être au contact du vivant (santé, biomatériaux et biotechnologies) ;
Savoir les choisir selon leurs caractéristiques pour ces applications.

RMN liquide

Savoir lire un spectre et mettre en place une stratégie d'analyse d'une molécule (choix des techniques adéquates, attributions)
Savoir utiliser des spectres de RMN autre que ^{1}H et ^{13}C, en particulier en cas de spin différents de ½.

RMN solide

Connaitre les différentes interactions structurant un spectre RMN dans le cas d'un liquide isotrope, d'un liquide anisotrope et d'un solide ;
Connaitre la technique de rotation à l'angle magique et différentes applications en RMN du solide.

Travaux pratiques Analyses et Caractérisations

Mise en œuvre pratiques de méthodes d'analyses de molécules organiques en solution.

Modalités de contrôle des connaissances

Formulation

Evaluation écrite ou par projet en fonction des années.

Matériaux pour le Vivant et RMNs

Examens écrits.

Travaux pratiques Analyses et Caractérisations

Comptes-rendus par manipulation et examen final.

Bibliographie

Formulation

Hiemenz, P.C., Rajagopalan, R. "Principles of colloid and surface chemistry", Marcel Dekker, New York, 1997;
Myers, D. "Surfaces, interfaces and colloids. Principles and applications", 2nd edition, Wiley-VCH, New York, 1999;
Evans, D.F., Wennerström, H. "The colloidal domain: Where physics, chemistry, biology and technology meet", 2nd edition, Wiley-VCH, New-York, 1999;
Munk, P. "Introduction to mocromolecular science", John Wiley & Sons, New York, 1989.

Matériaux pour le Vivant

Traité des matériaux vol. 7 – Comportement des matériaux dans les milieux biologiques, Rainer Schmidt, Presses Polytechniques et Universitaires Romandes (1999)

RMN

Lewitt, M. D. *"Spin Dynamics: Basics of Nuclear Magnetic Resonance", John Wiley & Sons, 2008.*

UE : TC - CTV - 2 : Molécules du vivant

Nom du référent : A. DENICOURT **Crédit ECTS :** 5

Equipe pédagogique
- T. BENVEGNU
- C. CREVISY
- A. DENICOURT
- V. FERRIERES
- E. FURET
- C. NUGIER

Code(s) de l'UE
- CC4BIOPC
- CC4PRODC
- CC4RBIOC
- CC4INFOP

Volume horaire (élèves) total de l'UE

CM	TD	TP	Projets	Hybride, en ligne	Autres	Total
26	**1h20**		**40**	**2h40**		

Langue de cours Français

Objectifs d'apprentissage

- Connaitre différentes familles de biopolymères (structure, méthodes de production, propriétés et exemples d'application) et sensibiliser aux notions de biodégradabilité et biocompatibilité.

- Etre capable d'identifier les structures générales des produits naturels, de les classer parmi les grandes familles distinguées et de retracer les voies générales d'élaboration par le monde du vivant de ces métabolites secondaires.

- Comprendre la réactivité des glucides et des acides aminés et être capable de l'appliquer aux synthèses glycosidique et peptidique.

- Appliquer la programmation en swift et mise en œuvre de la librairie graphique OpenGL pour le traitement informatique de problèmes scientifiques.

Programme

- **Biopolymères:** biodégradation, biocompatibilité, cycle de vie, polyhydroxyalcanoates, acides polylactiques, matériaux protéiques, polysaccharides (amidons modifiés).

- **Produits naturels:** aspects généraux et classifications basées notamment sur la biogénèse, terpènes, stérols et stéroïdes, terpénoïdes aliphatiques d'intérêt industriel (notamment pour la parfumerie ou l'agrochimie), phytostérols, cholestérol, stéroïdes hormonaux, vitamine D, caroténoïdes, métallobiomolécules et rôle biologique des ions métalliques, le fer et son importance biologique fondamentale, produits naturels issus de la voie de l'acide shikimique, acides phénoliques, acides cinnamiques, lignines, coumarines, dérivés phénylpropènes, flavonoïdes….

- **Réactivité des biomolécules:** anomérisation des sucres en solution, construction d'oligosaccharides (couplage glycosidique, mécanisme et stratégies de synthèse), réactivité des hydroxyles (protection/ déprotection), synthèse peptidique (sélectivité et risque d'épimérisation, méthodes d'activation, stratégies, synthèse en phase solide, couplage de fragments peptidiques non protégés, synthèse de cyclopeptides, peptides à ponts disulfures et peptides conjugués)

- **Informatique:** Programmation en swift

Compétences et connaissances visées

- Connaitre les possibilités de formulation de biopolymères en fonction des propriétés recherchées et des applications.

- Savoir extraire des informations de documents scientifiques.

- Connaitre le panorama général des grandes familles de produits naturels (métabolites secondaires des organismes et grandes voies de leur biosynthèse à partir de métabolites primaires).

- Connaitre les stratégies de synthèse industrielle de quelques terpènes d'intérêt et leurs propriétés biologiques et/ou rôles.

- Savoir identifier les métabolites secondaires principaux de grandes familles de produits naturels.

- Concevoir la biosynthèse de terpènes majeurs et celle de dérivés de l'acide shikimique les plus communs.

- Acquérir des connaissances sur la réactivité des aminoacides, les groupements protecteurs en synthèse peptidique et glycosidique, les méthodes usuelles de glycosylation par voie chimique et de synthèse de peptides ou de protéines en solution ou sur support.

- Savoir concevoir une méthode de synthèse de glycosides à partir de donneurs de glycosyle usuels ou de peptides.

- Mettre en œuvre les outils informatiques étudiés à l'échelle d'un projet du processus Analyse-Codage-Compilation-Validation.

Modalités de contrôle des connaissances

Examens écrits
Exercice en ligne avec évaluation par les pairs
Projet informatique avec rapport

Bibliographie

Traité des matériaux. Comportement dans les milieux biologiques. Vol 7. Ed. Rainer Schmidt (Ed), Presses Polytechniques et Universitaires Romandes, 2007
Additifs et auxiliaires de fabrication dans les industries agroalimentaires. Collection Sciences & Techniques Agroalimentaires, Ed. J. L. Multon, (Ed.), Lavoisier Tec & Doc, 2009
Medicinal Natural Product: a biosynthetic approach. P. M. Dewick, Wiley & Sons, 2009
Natural Product Chemistry, K. B. G. Torssell, Ed. J. Wiley & Sons, 1983
Chimie des Substances Odorantes, P. J. Teisseire, Ed. Lavoisier Tec & Doc, 1991
The Chemistry of Natural Products, Ed. R. H. Thomson, Blackle Acad. 1 Professional
Stérols et stéroïdes, J. C. Gaignault, D. Bidet, M. Gaillard, J. Perronnet, Ellipses, 1998.
Glycoscience, Eds. B. Fraser-Reid,O. Bertram, K. Tatsuta, J. Thiem, Springer-Verlag Berlin Heidelberg, 2011
Chimie moléculaire et supramoléculaire, Ed. S. David, InterEditions/ CNRS Editions, Paris, 1995
Preparative Carbohydrate Chemistry, Ed. S. Hanessian, M. Dekker Inc., New-York, 1996
Peptides : Chemistry and Biology, Eds N. Sewald, H. D. Jakubbe, Wiley-VCH, 2015
Amino-acids and peptide synthesis, J. Jones, Oxford University Press, 2002

UE : TC - PROJET CTV : Initiation à la recherche

Nom du référent : E. LE FUR

Crédit ECTS : 5

Equipe pédagogique
-intervenants multiples

Code(s) del'UEs
- CC4PROJP

Volume horaire (élèves) total de l'UE

CM	TD	TP	Projets	Hybride, en ligne	Autres	Total
		72	**40**			**112**

Langue de cours français

Objectifs d'apprentissage

Mener à bien un projet de recherche
Adopter une démarche scientifique en effectuant un travail bibliographique, la conception de modes opératoires, la mise en œuvre des expériences, l'analyse, l'interprétation des résultats et une restitution du travail réalisé.

Programme

Projets variés selon les propositions des enseignants ou d'extérieurs
Exemples :
- Synthèse d'esters boroniques de glycolipides, formation d'organogels
- Synthèse et étude d'ynamides
- Mise au point d'un procédé de catalyse duale : vers une chimie plus durable pour l'élaboration de molécules d'intérêt biologique
- Optimisation de la voie de synthèse d'un thioglycoside
- Greffages de chaines grasses sur des disaccharides par biocatalyse
- Oligoglycosylation bio-inspirée
- Amélioration de l'efficacité catalytique d'une arabinofuranosidase vis-à-vis de substrat exogène
- Evaluation du potentiel « donneur de glycosyle » d'esters de glycoside pour une réaction biocatalysée de thioligation
- Les titanates d'alcalins nanostructurés : élaboration et caractérisation
- Formulation, cosmétique & soins corporels : mousses et détergents typiques des shampooings ou gel-douche
- Matériaux et couleur : propriétés optiques de vanadates et de vanadophosphates
- Synthèse par voie hydrothermale de précurseurs de matériaux de batteries
- Création de défauts de structure au sein de solutions solides (TIMAB Magnésium)
- Développement d'un procédé de chimie verte pour la production de d'agents moussants biodégradables et éco-compatibles pour la cosmétique : synthèses de tensioactifs furaniques carboxylates et évaluations physico-chimiques
- Synthèse par chimie verte de solubilisants 100% biosourcés pour la cosmétique: synthèse de tensioactifs furaniques sulfonates et évaluations physico-chimiques

Compétences et connaissances visées

Recherche bibliographique
Compétences expérimentales : mener des expérimentations et choisir les techniques de caractérisation adaptées, interpréter les résultats.
Esprit d'initiative, créativité, Gestion du temps, Esprit d'équipe, Esprit de synthèse.
Gestion de projet et travail en équipe

Modalités de contrôle des connaissances

-Rapport/cahier de laboratoire et soutenance orale

Bibliographie

Articles issus de la littérature scientifique

UE : CTV- A : Chimie organique avancée

Nom du référent : N. NOIRET

Crédit ECTS : 5

Equipe pédagogique
-T. BENVEGNU[1]
-L. LEMIEGRE[1]
-N. NOIRET[2]
-C. CREVISY[3]
-M. MAUDUIT[3]
-A. DENICOURT[4]
-S. TRANCHIMAND[5]

Code(s) de l'UE
- CC4ANARC[1]
- CC4CRADC[2]
- CC4RETRC[3]
- CC4SYNTC[4]
- CC4OBIOP[5]

Volume horaire (élèves) total de l'UE

CM	TD	TP	Projets	Hybride, en ligne	Autres	Total
40h		**21h**				**61h**

Langue de cours Français

Objectifs d'apprentissage

Réactions concertées et transpositions[1]

Connaitre les réactions de chimie organique faisant appel à des mécanismes concertés ou des transpositions d'atomes ou de groupes d'atomes.

Chimie radicalaire[2]

Connaitre les méthodes d'analyse, les modes de génération et des réactions de chimie organique mettant en œuvre des radicaux.

Analyse rétrosynthétique[3]

Etre capable de concevoir une stratégie de synthèse efficace d'une molécule organique donnée.

Synthèse stéréosélective[4]

Revoir les notions de stéréochimie et présenter les méthodes de synthèse de molécules optiquement actives.

Travaux pratiques de biochimie[5]

Appréhender les méthodes classiques d'extraction et de purification des protéines et des acides nucléiques.

Programme

Réactions concertées et transpositions

Théorie des Orbitales Moléculaires ;
Réactions électrocycliques ;
Réactions de cycloaddition (Diels-Alder, 1,3 dipolaire) : réactivité et sélectivité ;
Réarrangements sigmatropiques (Cope, Claisen, ..) ;
Réactions de transposition (Baeyer-Villiger, Beckmann, ..).

Chimie radicalaire

Historique – Structures – Stabilité et stabilisation – Détections et caractérisation ;
Génération de radicaux : voies physiques – voies chimiques et électrochimiques ;
Applications en synthèse : Création de liaisons C-C et de liaisons C-H(X) - Réarrangements et cyclisation – Stéréosélectivité.

Analyse rétrosynthétique

Groupes protecteurs (GP): Principes généraux - Stratégies d'utilisation - Présentation des GP en fonction des conditions d'élimination, illustrée par une sélection d'exemples pour chaque classe (GP éliminés en milieu acide, basique, en présence de fluorures, d'enzymes….) - Exemples d'applications en synthèse multi-étapes ;
Rétrosynthèse : Généralités - Recherche des liaisons stratégiques – Synthons monofonctionnels - Exemples de rétrosynthèse.

Synthèse stéréosélective

Introduction et rappels (stéréochimie, méthodes de résolution, pool chiral) ;
Synthèse asymétrique (substrats chiraux, auxiliaires chiraux, réactifs chiraux et catalyse asymétrique) ;

Travaux pratiques de biochimie

Détection d'une séquence spécifique d'ADN par PCR : détermination du sexe d'un échantillon bovin par amplification d'un gène porté par les chromosomes X et Y.
Extraction et purification d'une enzyme issue du blanc d'oeuf : le lysozyme ;
Etude cinétique de l'alcool déshydrogénase de levure : détermination de paramètres de Michaelis-Menten.

Compétences et connaissances visées

Réactions concertées et transpositions

Connaître les réactions concertées courantes (réactions électrocyliques, cycloadditions, réarrangements sigmatropiques) et les principales réactions de transposition. Prédire les réactivités, sélectivités et les produits de réactions concertées par la théorie des orbitales moléculaires.
Connaître et utiliser les principaux réarrangements et transpositions en synthèse organique

Chimie radicalaire

Savoir générer, analyser et détecter des radicaux pour des applications en synthèse organique ;
Pouvoir intégrer dans un schéma de rétro synthèse, une ou plusieurs étapes radicalaires.

Analyse rétrosynthétique

Connaitre les principales familles de groupes protecteurs, et être capable de mettre en œuvre une stratégie d'utilisation des groupes protecteurs adaptée à une cible synthétique donnée. Etre capable d'identifier des déconnexions stratégiques et de concevoir une stratégie de synthèse efficace d'une molécule organique donnée.

Synthèse stéréosélective

Savoir proposer une méthode de synthèse stéréosélective pour une molécule optiquement enrichie.

Travaux pratiques de biochimie

Mettre en œuvre les techniques classiques de la biochimie tels que la fabrication et l'analyse d'un gel d'électrophorèse ; la purification d'une protéine par chromatographie d'affinité sur résine ionique ; le dosage des protéines dans un extrait brut ou purifié ;
Réaliser une étude enzymologique avec détermination des paramètres cinétiques ;
Extraire et purifier l'ADN de cellules vivantes ; amplifier et identifier une séquence polynucléotidique.

Modalités de contrôle des connaissances

Cours magistraux[1-4]

Examens écrits.

Travaux pratiques de biochimie[5]

Comptes-rendus simplifiés en ligne.

Bibliographie

Protecting groups, P. J. Kocienski, Ed. Thieme; New York, 1994.
Protecting group strategies in organic synthesis, M. Schelhaas, H. Waldmann, Angew. Chem. Int. Ed. 1996, 35, 2056 ;
La Rétrosynthèse, Daniel Sparfel, Ed Ellipses;
Organic Chemistry second edition, Jonathan Clayden, Nick Greeves et Stuart, Warren, Oxford Eds;
Synthèse et catalyse asymétriques. Auxiliaires et ligands chiraux. J. Seyden-Penne, EDP Sciences, 1993;
Chirality in industry: the commercial manufacture and applications of optically active compounds. A. Collins, G. Sheldrake, J. Crosby, Wiley, 1995;
Biochimie, D. Voet, J. G. Voet, De Boeck.
Protein Purification : Principles and Practice, R. K. Scopes, Springer.

UE : CTV- B : Matériaux

Nom du référent : E. LE FUR

Crédit ECTS : 5

Equipe pédagogique
- T. BATAILLE
- R. GAUTIER
- J. JEFTIC
- E. LE FUR
- L. LE POLLES
- T. POTT

Code(s) des UEs
- CC4DMADC
- CC4CRISC
- CC4SYDSC
- CC4OMATEP

Volume horaire (élèves) total de l'UE

CM	TD	TP	Projets	Hybride, en ligne	Autres	Total
40		**23**				**63**

Langue de cours français

Objectifs d'apprentissage

Théorie de la cristallographie et interprétation des données de diffraction des rayons X par le cristal et la poudre
Propriétés de conductivité dans les solides.
Maîtrise des propriétés physiques des matériaux.
Relation structure - propriétés physicochimiques.
Connaître les différents modes de synthèse de matériaux
Notions de mise en forme et de traitement de surface
Étudier différentes classes de matériaux basés sur des templates et comprendre la conception, la synthèse et les avantages de plusieurs matériaux basés sur des templates
Travaux pratiques : Chimie des matériaux, synthèse et caractérisation de composés de l'état solide, Synthèse haute température de céramiques, Etude de l'intercalation ionique dans des solides lamellaires, Cinétique d'oxydation des métaux, Etudes structurales des solides : Diffraction X sur poudre et RMN du solide

Programme

Zones de Brillouin - Structure de bandes – Conductivités — Propriétés de transport — Thermoélectricité
Phonons acoustiques, thermiques et optiques
Synthèse de matériaux : par voies solide, en présence d'une phase liquide, en présence d'une phase gazeuse
Frittage, couche mince, croissance cristalline
Matériaux nanocomposites et avancés
Des modifications de surface, superhydrophobicité et l'auto nettoyage des surfaces
Matériaux mésoporeux basés sur des templates de cristaux colloïdaux
Matériaux mésoporeux et nano basés sur des templates de la matière molle
Cristallographie géométrique – symétrie et réseaux – théorie de la diffraction – indexation –diagrammes de poudre

Compétences et connaissances visées

Acquérir des notions de base sur la structure électronique d'un solide en lien avec ses propriétés physiques
Comprendre la propagation des ondes sonores dans le solide
Savoir distinguer des différentes origines des phonons
Connaissance de base de la structure et propriétés des supraconducteurs ioniques
Savoir mener à bien la synthèse d'un matériau céramique et optimiser les conditions de préparation
Acquérir des notions de traitement de surface
Comprendre l'origine de la diffraction par un solide périodique
Interpréter une image de diffraction RX d'un cristal ou d'une poudre
Comprendre et manipuler les techniques d'analyse structurales du solide

Modalités de contrôle des connaissances

Examens écrits

Bibliographie

C. Kittel, *Physique de l'état solide*
N. D. Mermin & N. W. Ashcroft, *Physique des solides*
O. Kahn, *Magnétisme Moléculaire*
M. Van Meerssche & J. Feneau-Dupont, Introduction à la cristallographie et à la chimie structurale

MAJEURE : EPA

UE : TC - EPA - 1 : Génie des procédés et environnement

Nom du référent : L. FAVIER **Crédit ECTS :** 6

Equipe pédagogique	Code(s) de l'UE
- P. LE CLOIREC	- CC4EAUPC
- A. BOUZAZA	- CC4EAUUC
- L. FAVIER	- CC4FAIRC
- A. LANGLAIS	- CC4IDREC
- E. FURET	- CC4INFOC

Volume horaire (élèves) total de l'UE

CM	TD	TP	Projets	Hybride, en ligne	Autres	Total
42			**40**			**82**

Langue de cours Français

Objectifs d'apprentissage

- Acquérir des connaissances fondamentales et appliquées sur des filières de traitement des eaux à potabiliser en utilisant une approche descriptive.
- Donner un aperçu des principaux procédés utilisés pour le traitement de l'air et de leur principe de fonctionnement.
- Acquérir des connaissances fondamentales sur les différentes sources de pollutions à traiter, le rôle et le mode de fonctionnement des filières classiques utilisées pour les traitements des eaux usées domestiques basé sur une approche descriptive. Connaître les bases du dimensionnement des principales étapes de traitement intervenant dans une filière de traitement conventionnelle.
- Acquérir des connaissances fondamentales et des connaissances spécifiques sur le droit de l'environnement. Tout particulièrement, seront traités les principes (de précaution, de prévention …), les principaux instruments ainsi que les principales législations environnementales (législation sur les installations classées, les déchets, l'air, l'eau et les produits chimiques) à différentes échelles (internationale, européenne et nationale).
- Familiariser l'élève avec l'application de la programmation en Swift et la mise en œuvre de la librairie graphique OpenGL pour le traitement informatique de problèmes scientifiques à l'échelle d'un projet.

Programme

Aspects généraux concernant la qualité de la ressource en eau.
Les eaux destinées à la consommation humaine, leurs compositions et aspects législatifs (exigences de qualité).
Aspects concernant la corrélation entre la qualité de l'eau et les procédés de traitement.
Présentation des opérations unitaires couramment utilisées dans une filière de traitement des eaux à potabiliser et leurs performances (coagulation floculation, décantation, filtration – membranes, adsorption, oxydation, désinfection).

Aspects législatifs concernant les émissions gazeuses.
Traitement de la pollution particulaire (poussières et aérosols). Traitement des composés organo-volatils (COV).
Aspects concernant les procédés de traitements non destructifs et traitements destructifs.
Notions générales sur les odeurs et leur traitement.

Origine et nature des principales sources de pollution des effluents urbains. Systèmes de collecte des effluents urbains.
Critère globaux d'évaluation des principales sources de pollutions des eaux usées domestiques. Aspects réglementaires.
Critères de choix pour la conception d'une filière de traitement des effluents urbains : données amont et données aval.
Aspects concernant les filières de traitement des eaux usées domestiques, leur rôle et leurs performances.
Dimensionnement d'une filière de traitement des eaux usées domestiques conventionnelle (boues activées).

Les aspects généraux en droit de l'environnement avec un temps dédié sur l'objectif et l'utilité du droit de l'environnement, ses difficultés pour être correctement mis en œuvre ainsi que des explications et des conseils pour l'utiliser dans la vie professionnelle.
Protection juridique de la qualité de l'air et de l'atmosphère. Politique européenne et changement climatique. Diversification des instruments de protection. La déclinaison communautaire du futur marché international des droits d'émission, la nature juridique controversée des droits d'émissions, l'établissement du système communautaire d'échanges.
Le statut juridique de l'eau.

Illustrations de mise en œuvre du processus Analyse-Codage-Compilation-Validation.

Compétences et connaissances visées

Acquérir des connaissances sur les aspects liés à la qualité de la ressource en eau et le filières adaptées aux normes de potabilisation des eaux de boisson.
Savoir identifier et proposer une filière de traitement d'eau la plus adaptée à partir de l'examen préalable des caractéristiques (physico-chimiques, organoleptiques, …) de l'eau brute.

Acquérir des notions de base sur la problématique de la pollution de l'air et de son traitement.
Savoir choisir le procédé ou la filière de traitement de l'air la plus adaptée selon le type de pollution à traiter.
Être capable de comparer les performances des différents procédés de traitement de l'air.

Acquérir des connaissances de base sur l'origine, la nature des principales sources de pollution des effluents urbains et leurs systèmes de collecte.
Connaître les critères globaux de mesure de la pollution des eaux usées domestiques et les aspects réglementaires.
Connaître les différentes étapes intervenant dans une filière de traitement des eaux usées, leur rôle et leurs performances.
Savoir choisir et dimensionner une filière de traitement des eaux usées domestiques conventionnelles (type boues activées).

Acquérir les connaissances de base sur la Protection juridique de Qualité de l'air et de l'atmosphère.
Connaître les aspects concernant la politique européenne sur le changement climatique et celle sur la diversification des instruments de protection.
Appréhender les principales notions liées au statut juridique de l'eau,
Acquérir des notions sur les approches de protection et de gestion de l'eau.
Connaître La Directive cadre sur l'eau et le projet de loi française sur l'eau.

Connaître les bases de programmation nécessaires au processus Analyse-Codage-Compilation-Validation.

Modalités de contrôle des connaissances

Examens écrits (sans document « Introduction au droit de l'environnement » ; avec documents pour les autres cours du module).
Evaluation sur projet pour le Projet Informatique.

Bibliographie

Water treatment, Principles and Design, J.M. MONTGOMERy, New-York NY,USA, 1985.
Chimie des milieux aquatiques, L. SIGGS, W. STUMM, PH. BEHRA, Ed. Masson, 1994.
Water Works Engineering, S.R. QASIM, E.M. MOTLEY, G. ZHU, Ed.Prentice Hall, 2000.
Memento Technique de l'Eau, Ed. Degrémont-Suez, 2005.
Le Guide de l'Eau, Ed. Johannet, 2010.
Analyse et traitement physico-chimiques des rejets atmosphériques industriels, M. POPESCU, Ed. Tec et Doc Lavoisier, 1998.
Les composés organiques volatils dans l'environnement, P. Le CLOIREC, Ed. Tec etDoc Lavoisier, 1998.
Transferts gaz-liquide dans les procédés de traitement des eaux et des effluentsgazeux, M. ROUSTAN, Ed. Tec et Doc Lavoisier, 2003.
Traitements des eaux usées urbaines, A. GAID, Techniques de l'Ingénieur, C5220, 2008.
Lutte contre la pollution de l'eau- Inventaire des traitements, J.C. BOEGLIN, Techniques de l'Ingénieur, G1250, 1999.
Traitements biologiques des eaux résiduaires, J.C. BOEGLIN, Techniques de l'Ingénieur, J3942, 1999
Techniques appliquées au traitement de l'eau, C. CARDOT, Ellipses, 2001.
Droit de l'environnement, M. PRIEUR, 8ème Ed., Dalloz-Sirey, Paris, 2019.
Droit de l'environnement, M. MOLINER-DUBOST, 2ème Ed. Dalloz-Sirey, Paris, 2019.
Quel(s) droit(s) pour les changements climatiques ?, M. MOLINER-DUBOST, M. TORRE-SCHAUB, C. COURNIL, S. LAVOREL, Mare et Martin Ed., Paris, 2018.
Droit de l'environnement, A. VAN LANG, PUF, Paris, 2016.

UE : TC – EPA - 2 : Analyse et contrôle

Nom du référent : WOLBERT D. **Crédit ECTS :** 4

Equipe pédagogique
- A. BOUZAZA
- D. HAUCHARD
- D. WOLBERT
- A. ASSADI
- S. GIRAUDET

Code(s) del'UE
- CC4DECHC
- CC4CAPTC
- CC4REGUC
- CC4REGUP

Volume horaire (élèves) total de l'UE

CM	TD	TP	Projets	Hybride, en ligne	Autres	Total
31 h		**24h**				**55 h**

Langue de cours français

Objectifs d'apprentissage

Présenter la problématique du traitement des déchets solides et découvrir les différentes filières de traitement.
Sensibiliser les étudiants à la problématique de la valorisation et du recyclage des déchets.
-Connaître les principes de fonctionnement des différents capteurs chimiques et biochimiques et comprendre les mécanismes élémentaires donnant lieu au mesurage
-Connaître les méthodologies analytiques et appareillages mettant en œuvre des capteurs pour répondre à des problématiques d'analyse dans les secteurs concernés
- De nombreux procédés ou mises en œuvre de processus nécessitent un contrôle d'un ou plusieurs paramètres (température, pression, intensité, …) afin de garantir un fonctionnement stable et reproductible permettant de compenser les effets de perturbations extérieures. Ce cours a pour objectif de donner quelques bases afin de pouvoir mettre en place des régulations simples, et avoir conscience des possibilités, des contraintes et des limites pour pouvoir collaborer avec des automaticiens pour la définition du cahier des charges de régulations plus complexes. Mettre en œuvre les principes de la régulation de procédés.

Programme

Généralités sur les déchets
Les différents types de traitement des déchets
Procédés thermiques
Procédés biologiques
Décharges ou CSDU

Stabilisation
Recyclage et valorisation
Traitements par type de déchets

Introduction sur la place et l'importance des capteurs en analyse chimique et biochimique.
Définition caractéristiques et paramètres de choix.
Caractéristiques métrologiques.
Principes de fonctionnement des différents capteurs (électrochimiques, optiques, massiques).
Cas particulier des biocapteurs Chimiques et Biochimiques.
Mise en œuvre et applications (mesure du pH, d'espèces ioniques, d'espèces moléculaires, de gaz).

Introduction. Des modèles réels aux modèles de conduite.
Fonction de transfert : Comportement dynamique, Comportement fréquentiel, Plan de Bode.
Contrôle par boucle de contre-réaction : Types de régulateur à contre-réaction (P, PI, PID,…),
Comportement dynamique en boucle fermé, Analyse de stabilité, marge de phase et de gain, Plan de Black.
Conception et paramétrage des régulateurs : Approches temporelles, Approches fréquentielles, Approches expérimentales temporelles et fréquentielles.
Système de commande : Commande par anticipation, Gestion du retard, Contrôle multivariable, Contrôle adaptatif et inférentiel.
Contrôle numérique.

Compétences et connaissances visées

Connaitre la législation concernant les déchets et les différentes filières de traitement.
Découverte des filières de traitement et de recyclage
Etre capable de choisir, de mettre en place et d'orienter les achats de capteurs adaptés en fonction de ou des analytes et des matrices à analyser
Pouvoir avoir un diagnostic critique quant aux résultats d'analyses obtenus avec des capteurs et à leur pertinence.

Aspects fondamentaux de l'étude de stabilité et de la régulation
Tester et optimiser des corrections P.I.D. d'un procédé
Déterminer les fonctions de transfert réelles

Modalités de contrôle des connaissances

Examen écrit et projet de recherche sur une filière déchets spécifique. Rapport écrit et présentation orale

Bibliographie

Guide du traitement des déchets, A. Damien, Editions Dunod 2004 (3e édition)
Gestion des problèmes environnementaux dans les industries agroalimentaires, R. Moletta, Editions Tec et Doc Lavoisier 2002
Techniques de l'ingénieur

Commande des procédés (3° Éd.), CORRIOU Jean-Pierre, Ed. Lavoisier, 2012
Chemical Process Control: An Introduction to Theory and Practice, George Stephanopoulos
Éd. Prentice-Hall, 1984 ISBN 0131286293, 9780131286290, 696 pages
Automatique : systèmes linéaires, non linéaires, à temps continu, à temps discret, représentation d'état : cours et exercices corrigés / Yves Granjon, Éd. Dunod, 2003, 381 p, ISBN : 2-10-007118-1

UE : TC - PROJET EPA : Initiation à la recherche

Nom du référent : A. BOUZAZA **Crédit ECTS :** 5

Equipe pédagogique
- Intervenants Multiples

Code(s) de l'UE
- CC4PROJP

Volume horaire (élèves) total de l'UE

CM	TD	TP	Projets	Hybride, en ligne	Autres	Total
		72	**40**			**112**

Langue de cours Français

Objectifs d'apprentissage

- Initier les étudiants au travail en équipe (trinôme) sur un projet expérimental.
-Apprendre à gérer un projet de recherche et à organiser la méthode de travail.
-Apprendre à faire preuve d'initiatives pour faire avancer un projet.

Programme

Un Projet d'Initiation à la Recherche (PIR) est proposé par un (ou plusieurs) enseignant(s). Ce projet est ensuite choisi par un trinôme d'étudiants.
Une fois le projet choisi, plusieurs phases sont nécessaires pour le mener à bien :
-Préparation du projet. Plusieurs contacts et réunions ont lieu avec l'enseignant responsable pour affiner le projet, planifier son déroulement et éventuellement faire le point sur les matériels ou produits nécessaires. Un point bibliographique est également effectué.
-Réalisation de la partie expérimentale du projet sur 9 jours en laboratoire de recherche ou en salle de TP. Le projet se déroule en 2 phases de 5 et 4 jours. Entre les deux, une phase de réflexion et discussion est consacrée à la suite du projet.
-Exploitation et traitement des résultats obtenus.
-Rédaction du rapport.
-Présentation orale du projet en présence des autres élèves et d'un jury d'enseignants.
Quelques exemples de projets proposés ces dernières années :
Étude de la cinétique des réactions d'adsorption/transformation des antibiotiques dans deux types des sols européens. -
Adsorption de micropolluants organiques par des biochars pour le traitement tertiaire des eaux usées
Photolyse UV de micropolluants organiques et transformation des matières organiques naturelles.
Des mousses de verre recyclé pour purifier l'air
Traitement combiné de polluants organiques d'effluents industriels chlorurés par couplage Electro-Fenton/ UV
Elimination des micropolluants organiques émergeants par un procédé d'oxydation avancée : analyse de l'efficacité des nouveaux matériaux nano-composites
Comparaison des protocoles de solubilisation de l'oxyde de magnésium
Elimination d'agent chimique de guerre par un réacteur photocatalytique à écoulement frontal couplé au charbon actif
Traitement de l'ammoniac issu des bâtiments d'élevage par lavage physico-chimique
Traitement de saumure usagée par procédé d'électrodialyse en vue de leur valorisation
Association synergétique de la photocatalyse sur fibres optiques avec plasma froid pour le traitement des effluents gazeux : vers un réacteur compact
Optimisation et intensification du réacteur photocatalytique en vue d'une accélération de la cinétique de dégradation de polluants

Compétences et connaissances visées

-Découvrir le monde de la Recherche et Développement (R&D)
-Savoir travailler en groupe et mener à bien un projet de R&D
-Utiliser les connaissances acquises en cours pour traiter et interpréter les résultats.
-Savoir rechercher les informations nécessaires à la conduite du projet (bibliographie, contacts avec les enseignants…).
-Savoir rédiger un rapport de synthèse sur le projet (discussion et interprétation des résultats) et le présenter oralement.

Modalités de contrôle des connaissances

Evaluation sur rapport écrit et présentation orale

Bibliographie

-La bibliographie est fonction du sujet à traiter.

UE : EPA - C : Génie des Procédés et de l'Environnement

Nom du référent : A. COUVERT **Crédit ECTS :** 5

Equipe pédagogique
- A. ASSADI
- A. BOUZAZA
- A. COUVERT
- S. GIRAUDET

Code(s) de l'UE
- CC4ECMPC
- CC4ABADC
- CC4PSFSC
- CC4ECCHC
- CC4GECHP

Volume horaire (élèves) total de l'UE

CM	TD	TP	Projets	Hybride, en ligne	Autres	Total
40		**24**				**64**

Langue de cours Français

Objectifs d'apprentissage

Familiariser l'élève avec différents **procédés dans le domaine de l'environnement**. Comprendre les phénomènes aux interfaces, les mécanismes de **transfert de matière et de chaleur entre les différentes phases** (liquide, gaz, solide), et savoir estimer les **coefficients** liés à ces phénomènes (coefficients de transfert de matière, coefficients d'échange de chaleur, résistance d'un milieu filtrant…). Savoir caractériser un milieu poreux, immobile (lit fixe) ou en mouvement (lit fluidisé), et estimer la dynamique des écoulements au travers de ces milieux. Apprendre à **dimensionner** certains éléments d'une filière de traitement d'eau ou d'air tels qu'un filtre presse, une colonne d'absorption pour la désodorisation, un filtre à charbon actif pour éliminer des micropolluants dans les eaux, un échangeur de chaleur, etc. Maîtriser quelques éléments de **modélisation** afin de prédire l'évolution de ces systèmes. Comprendre, évaluer, discriminer les conditions opératoires prépondérantes et s'orienter/choisir les technologies adéquates.

Programme

Absorption-Adsorption (11h)
Echangeurs de chaleur et économie d'énergie (9h)
Ecoulements dans les milieux poreux (10h40)
Procédés de séparation fluide/solide (9h20)
TP de Génie Chimique (24h)

Compétences et connaissances visées

L'élève sera capable d'utiliser les méthodes de dimensionnement d'un échangeur de chaleur classique (à plaques, tubulaire…), d'une colonne d'absorption, d'une cartouche adsorbante, d'un lit fluidisé, d'un filtre. Les compétences acquises lui permettront de maîtriser ces outils dans un objectif de réduction de la pollution aérienne, contenue dans les eaux à rejeter dans l'environnement ou à potabiliser. Les apprentissages visent également à sensibiliser l'élève à des notions liées aux économies d'énergie, et aux liens entre les opérations de génie chimique et les gains d'énergie possibles (récupération de chaleur). Les aspects abordés dans cette UE sont étroitement liés au recyclage des eaux, de l'air et de l'énergie, et ce, afin de contribuer à un enjeu sociétal très fort lié au développement durable.

Modalités de contrôle des connaissances

2 examens écrits + 6 TP

Bibliographie

J. PADET - Echangeurs thermiques. Masson, Paris, 1994
T. KUPPAN - Heat exchanger design handbook. Marcel Dekker, New-York, 2000
R.K. SINNOTT - Coulson & Richardson's Chemical Engineering Design, Vol. 6,Chap. 10, 11 & 12,Chemical engineeringSeries. 4th Ed. Butterworth Heinemann, Oxford, 2005
D.W. GREEN, R.H. PERRY - Perry's chemical engineers' handbook. 8th ed., McGraw-Hill, New-York, 2008
J.E. HESSELGREAVES - Compact heat exchangers – selection, design and operation. Elsevier, Oxford, 2001
W.L. MC CABE, J.C. SMITH, P. HARRIOTT - Unit Operations of Chemical Engineering, Chap. 22 & 25, Ed. Mc Graw Hill, 2010
R. E. TREYBAL - Mass Transfer Operations,Chap 8 & 11 , Ed. Mc Graw Hill, 1981

M. ROUSTAN - Transferts gaz-liquide dans les procédés de traitement des eaux et des effluents gazeux - Tec & Doc, 2003
D. KUNII, O. LEVENSPIEL - Fluidization Engineering - Butterworths-Heinemann, 1991
J. Wiley J.F. DAVIDSON, R. CLIFT, D. HARRISON – Fluidization - Academic Press, 1985
L-S. FAN - Gas-Liquid-Solid Fluidization Engineering - Butterworths Series in Chemical Engineering - Editor H. Brenner, 1989
P. COPIGNEAUX –Distillation. Absorption – Colonnes garnies, Techniques de l'Ingénieur,J2626, 1993
A.S. FOUST, E.A. WENZEL et al. - Principles of unit operations, 2ème Ed., John Wiley &Sons, 1980
G. MERIGUET -Filtration technologie, Techniques de I'Ingénieur, J351, 1997
P.A. SCHWEITZER - Handbook of Separation Techniques for Chemical Engineers, McGraw-Hill, 1979
N.P. CHOPEY - Handbook of chemical engineering calculations, 2ème Ed., McGraw-Hill, 1993.
D. RONZE - Introduction au génie des procédés (660.281 RON), 2008
C. CARDONT - Techniques appliquées au traitement de l'eau (628.16 CAR), 2001

UE : EPA - D : Analyse et Environnement

Nom du référent : N. CIMETIERE

Crédit ECTS : 5

Equipe pédagogique
- N. CIMETIERE
- D. HAUCHARD
- E. LE FUR

Code(s) de l'UE
- CC4ANAEC
- CC4CHAEC
- CC4STRAC
- CC4SMAEC
- CC4VOLTC
- CC4TANAP

Volume horaire (élèves) total de l'UE

CM	TD	TP	Projets	Hybride, en ligne	Autres	Total
41		**24**				**65**

Langue de cours Français

Objectifs d'apprentissage

Former des analystes aux méthodes, aux opérations de prélèvement et de traitement d'échantillons.
Maîtriser les fondamentaux de la chromatographie et de la spectrométrie de masse.
Être capable de développer une méthode d'analyse complète incluant les étapes de préparation des échantillons et impliquant la chromatographie et/ou spectrométrie de masse dans un contexte environnemental ou industriel. Savoir interpréter des résultats obtenus dans le cadre d'analyses structurale, ou quantitatives.
Connaitre différentes techniques d'analyse élémentaire : ICP-MS, ICP-OES, SAA, Fluorescence X. Savoir dans quel cadre les utiliser et leurs limites
Connaître les bases théoriques et la mise en œuvre des techniques voltampérométriques et polarographiques dans des problématiques d'analyses de l'eau et de l'environnement et savoir faire le choix des techniques adéquates adaptées selon les problématiques analytiques

Programme

Stratégie analytique (7h) :
- Rappels de statistiques et théoriques
- Prélèvement dans différentes matrices
- Stockage, conservation et transport des échantillons
- Préparations des échantillons pour l'analyse
- Choix de la méthode d'analyse
- Qualité et expression des résultats

Chromatographie pour l'analyse environnementale (7h) :
- Rappels et fondamentaux
- Chimie des phases stationnaires en chromatographie liquide
- Les différents modes en chromatographie liquide (RP, NP, HILLIC, IP, IC)
- Instrumentation en chromatographie liquide
- Savoir faire l'acquisition de la colonne ou du système le plus adapté à ses besoins

Spectrométrie de masse pour l'analyse environnementale (9h) :
- Généralités, fondamentaux et interprétation des spectres de masse
- Sources d'ionisation
- Interface, filtres ioniques et vide en spectrométrie de masse
- Analyseurs de masse et architecture des systèmes hydriques
- Couplages LC et GC-MS
- Exemples d'applications

Analyse élémentaire (9h)
- Généralités
- ICP-MS. Principe instrumental-sensibilité-interférences
- ICP-OES ; SAA-EF. Théorie de l'émission/absorption atomique-comparaison des performances-nature des interférences et leurs prises en compte.
- Fluorescence X. Principe-les spécificités de l'analyse du solide
- Normes et applications

Méthodes voltampérométriques d'analyse (9h)
- Etablissement des courbes intensité-potentiel selon la forme et la taille d'électrode et du régime diffusionnel

- Conditions de mise en œuvre des méthodes voltampérométriques et polarographiques
- Méthodes impulsionnelles et de redissolutions anodique et cathodique
- Analyses voltampérométriques avec confinement du substrat
- Miniaturisation des électrodes et systèmes

Travaux pratiques d'analyse environnementale(24h)

- Approfondissement et mise en pratique de plusieurs méthodes d'analyses abordées théoriquement en cours appliquées à des problématiques d'analyse environnementale (analyse de micropolluants inorganiques et organiques, méthodes séparatives pour l'analyse de l'eau, méthodologie d'analyse de boues,)
- Aborder d'un point de vue pratique la performance analytique de différentes méthodes ainsi que les différentes étapes de la validation de méthodes analytiques

Compétences et connaissances visées

- Maîtriser les aspects théoriques de l'échantillonnage
- Connaitre les moyens à mettre en œuvre pour procéder à un échantillonnage dans l'environnement (air/eau/sol)
- Savoir proposer une méthode de préparation des échantillons en vue d'une technique analytique donnée
- Savoir identifier les risques de biais analytiques
- Connaitre les différentes techniques de chromatographie, savoir interpréter un chromatogramme, identifier et quantifier un composé.
- Savoir développer une nouvelle méthode et transférer une méthode existante sur un nouveau système.
- Maîtriser les stratégies de l'analyse chromatographique dans des situations complexes
- Savoir faire l'acquisition de la colonne ou du système le plus adapté à ses besoins
- Connaitre les sources d'ionisation et savoir sélectionner la technique la plus adaptée à une problématique donnée. Maîtriser les clés de l'optimisation de l'ionisation.
- Connaitre les différents types d'analyseurs et savoir sélectionner la technique la plus adaptée à une problématique donnée.
- Maîtriser les différents modes d'acquisition en spectrométrie de masse
- Savoir interpréter les résultats d'une analyse par spectrométrie de masse
- Savoir identifier des disfonctionnements des systèmes analytiques et y remédier
- Connaitre différentes techniques d'analyse élémentaire, leur principe, les aspects instrumentaux.
- Etre capable d'appréhender les limites des techniques d'analyse élémentaire en terme d'utilisation et de performance
- Comprendre les problématiques d'interférence et les moyens de les prendre en compte
- Savoir extraire de l'information d'un article scientifique pour développer des protocoles analytiques.
- Etre capable de choisir une méthode d'analyse électrochimique adapté en fonction de ou des analytes et des matrices à analyser
- Etre conscient des capacités analytiques et particularités des méthodes électrochimiques pour pouvoir les utiliser ou suggérer leur utilisation dans leur futur métier d'ingénieur

Modalités de contrôle des connaissances

Examens écrit
Compte rendu de TP

Bibliographie

- Introduction to Environmental Analysis - Reeve, R. 2002. Wiley
- Analyse chimique : Méthodes et techniques instrumentales. Rouessac et al., 2009. Ed Dunod
- Analyse chimique quantitative de Vogel. Mendham et al. 2006. De Boed Ed.
- Techniques de l'Ingénieur
- Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater
- L'analyse de l'eau : Eaux naturelles, eaux résiduaires, eau de mer. Rodier et al., 2009 Ed. Dunod

UE : Stage Ingénieur

Nom du référent : J. JEFTIC puis N. Noiret (à compter de février 2021) **Crédit ECTS :** 7

Code(s) des UEs

- CC4PROJS

Volume horaire (élèves) total de l'UE

CM	TD	TP	Projets	Hybride, en ligne	Autres	Total

Langue de cours Français ou autre
Durée : 13 semaines au minimum

Objectifs d'apprentissage

L'objectif principal est de s'intégrer à une équipe de cadres, de participer à un projet et d'appréhender le travail de l'ingénieur.

Programme

La forte incitation pour que cette expérience soit effectuée à l'étranger est accompagnée d'un dispositif d'aide à la mobilité par des accompagnements financiers (bourses diverses). En 2007, le pourcentage d'élèves à l'étranger était de 70% ; en 2019, il est de 95% essentiellement en milieu académique.
La démarche de recherche du stage fait partie intégrante de la formation et s'inscrit dans l'élaboration du Projet Professionnel et Personnel (PPP) de l'élève avec l'accompagnement de leur tuteur. Cette recherche s'inscrit dans les actions liées aux dispositifs d'aide à l'insertion professionnelle mise en place tout au long du cursus et auxquelles les tuteurs participent.

Compétences et connaissances visées

La fiche d'auto-évaluation des compétences techniques et comportementales est bâtie sur le référentiel professionnel Axelera (Association Chimie - Environnement Lyon et Rhône-Alpes, www.axelera.org.)
Les compétences techniques ("savoir-faire") et comportementales ("savoir-être") générales ou ciblées selon la nature du stage et les missions réalisées pendant ces périodes en milieu professionnel sont également évaluées par les responsables de stages dans les entreprises ou les laboratoires.

Modalités de contrôle des connaissances

Tous les stages donnent lieu à la rédaction d'un rapport et à une soutenance orale (15 minutes) devant un jury composé de deux enseignants (tuteur pédagogique et responsable de soutenance désigné parmi les enseignants-chercheurs de l'école) et du maître de stage si celui-ci peut et souhaite faire le déplacement. L'organisation de la soutenance est confiée à l'élève. Les élèves ont l'obligation de présenter leur soutenance en anglais et/ou de rédiger leur rapport en anglais. L'évaluation finale tient compte de plusieurs facteurs (rapport, soutenance, appréciation du maître de stage et renseignement du logiciel des stages) et les compétences sont évaluées grâce à une grille critériée.

Bibliographie

Cliquez ou appuyez ici pour entrer du texte.

TROISIEME ANNEE DU CYCLE INGENIEUR

SEMESTRE 9

TRONC COMMUN

UE : Humanités et formation à l'entreprise

Nom du référent : Correspondant IGR **Crédit ECTS :** 5

Equipe pédagogique
- Enseignants IGR
- I. MARY-CLERY
- H. SALKIN
- E. TUFFA
- C. JERSALE
- OTECI

Code(s) de l'UE
- CC5COMPC
- CC5CONFC
- CC5ASCOC
- CC5COMMC

Volume horaire (élèves) total de l'UE

CM	TD	TP	Projets	Hybride, en ligne	Autres	Total
24	**19**				**10**	

Langue de cours : Français et Anglais

Objectifs d'apprentissage

- Comprendre et analyser le langage comptable souvent rencontré en entreprise.
- Comprendre les enjeux relationnels au travail.
- Approcher les spécificités de la fonction de manager
- Animer un groupe de travail
- Connaitre ce qu'est la propriété industrielle et les stratégies principales de protection par brevet.
- Comprendre ce qu'est un business plan et pouvoir participer à son élaboration.
- S'interroger sur le rôle de l'ingénieur à l'international, les différences culturelles de management et de relations au travail.
- Prendre l'habitude de suivre des consignes et des procédures, de respecter des délais, etc.
- Adopter un comportement respectueux des règles de bon fonctionnement de l'établissement, des personnels, des usagers dans l'établissement et en dehors lors des périodes de stages, visites de sites ou d'évènements de représentation de l'école.
- Acquérir des compétences nécessaires à la rédaction d'un CV et d'une lettre de motivation, à la compréhension d'une annonce de poste, à la construction du projet professionnel
- Valoriser ses compétences pour répondre à une annonce, prendre confiance en soi et réussir ses entretiens de 1ère embauche

Programme

Comptabilité financière (24h) : Des flux économiques aux états financiers ; lecture et organisation des principaux états financiers ; L'enregistrement des opérations en cours d'exercices.
Comptabilité de gestion : définition et typologie des charges, méthodes de coûts partiels, méthodes de coûts complets, imputation rationnelles des charges de structure.
Analyse financière : analyse de l'exploitation ou de l'activité : le compte de résultat, analyse de la structure financière : le bilan, choix d'investissement et de financement.

Communication (travaux dirigés) (16h): Le travail s'effectuera à partir de l'analyse de l'expérience des étudiants durant leur stage, de mise en situation, d'analyse de cas. Il s'appuiera sur du débat et des apports théoriques :
Les enjeux psycho-sociaux du rapport de l'individu : A l'activité, Au groupe, A l'organisation
Des fondements de la dynamique de groupe à la conduite de réunion
Les fonctions du Manager
Les enjeux et problématiques actuels : Risque psychosociaux, Diversité, Télétravail

Conférence / ateliers en anglais pour « **Business Plan** » (4h) : Entrepreneurship: how to write an attractive business plan ?
Entrepreneur's profile : Strengths & weaknesses of successful entrepreneurs ;
SWOT analysis ;
Product and market : Market survey ; Environment (PESTEL analysis) ; Analysis of competition (Porter model) ;
Strategy : Segmentation ; Targeting ; Positioning ;
Revenue forecast : Product life cycle, Revenue & cost forecast ;
Marketing mix : 4P's, Product / Price / Promotion / Place ;
Production assets : Human ressources ; Tangible assets ; Untangible assets ;
Financials : P&L statement, Working capital / Financing plan / Cash-flow, Breakeven point.

Conférences / ateliers en anglais pour « **Engineers & international business** » (6h) : Le travail s'effectuera à partir de l'analyse de l'expérience des étudiants durant leur stage, de mise en situation, d'analyse de cas. Il s'appuiera sur du débat et des apports théoriques.
Key point : « Your Internship in a Foreign country, summary of key points you learnt regarding cultural and managerial differences with your native country ».

Travaux dirigés et recherche en ligne pour « **Propriété industrielle** » (3h TD) : Le brevet, un outil stratégique ; Les bases de la recherche brevets ; Les premières notions d'intelligence économique au travers de la veille brevet.

Insertion Professionnelle
Ateliers individuels et en groupe avec des professionnels du recrutement et de l'industrie autour des plusieurs thématiques : le décryptage d'une annonce, la rédaction du CV et le lettre de motivation, le pitch et la posture, l'entretien de recrutement, la gestion des carrières et des compétences, la rémunération.

Compétences et connaissances visées

Présentation de la démarche comptable
Opérations courantes et d'inventaire de l'entreprise et leur traduction comptable
Lecture et construction d'un bilan et d'un compte de résultat
Notions courantes d'analyse financière
Analyse de la trésorerie et des budgets
Notions courantes de comptabilité analytique
Calcul de coûts de revient

Comprendre les enjeux relationnels au travail
Approcher les spécificités de la fonction de manager
Animer un groupe de travail

La propriété industrielle et la protection par brevet : connaître les bases de données des brevets ; être capable de faire des recherches documentaires sur les bases de données brevet ; connaître les notions d'intelligence économique.

Entrepreneurship: how to write an attractive business plan ? (cours/ateliers en anglais)
Connaître le business plan dans la vie de l'entreprise (outil de prévision et outil d'échange)
Comprendre l'articulation entre les différents volets du business plan
Disposer des clés pour comprendre et pour participer à l'élaboration du modèle économique d'une entreprise

Engineers & international business (cours/ateliers en anglais)
Understand the context of Globalization (why engineers are involved in international business, what international business is today and how it evolves)
Understand How Engineers are involved (trade, partnerships, R & D, organization…)
What engineers should do (preparation, language, cultural approach…)

Savoir organiser son temps et ses activités personnelles et professionnelles
Développer les capacités relationnelles en adaptant sa communication aux circonstances et aux interlocuteurs
Porter et faire vivre les Valeurs et l'Ethique de l'organisation à laquelle on appartient

Comprendre une annonce de poste et rédiger un CV et une lettre de motivation en conséquence
Savoir évaluer ses forces et faiblesses
Elaborer son projet professionnel
Présenter de façon performante sa candidature lors d'un entretien professionnel

Modalités de contrôle des connaissances
Examen écrit (comptabilité)/ Evaluation de compétences

Bibliographie
Siegwart J.L. et Cassio L. (2007), Introduction à la comptabilité, Epreuve n°9 DCG, Nathan, Paris
Collain B., Déjean F. et Le Theule M.A. (2011), Manuel de comptabilité, Dunod, Paris
Bouquin H. (2008), Comptabilité de gestion, Economica, Paris

MAJEURE CTV

UE : Tronc commun CTV

Nom du référent : E. LE FUR **Crédit ECTS :** 10

Equipe pédagogique
- C. ANINAT
- D. CARNIATO
- L. FAVIER
- C. JAILLOT
- O. LAVERGNE
- J. PERRIER
- L. SPARFEL
- L. VERHNET
-Autres intervenants

Code(s) de l'UE
- CC5TOXIC
- CC5ECHLC
- CC5REGLE

Volume horaire (élèves) total de l'UE

CM	TD	TP	Projets	Hybride, en ligne	Autres	Total
36			**120**			**156**

Langue de cours français

Objectifs d'apprentissage

Changement d'échelle :
- acquérir des connaissances de base sur passage à l'échelle industrielle des procédés de synthèse multi-étapes pour la production de composés chimiques. Connaître la méthodologie à suivre lorsqu'on s'intéresse à la transposition des résultats d'un phénomène chimique complexe étudié expérimentalement à l'échelle du laboratoire à une autre échelle.

Aspects réglementaires :
- avoir un minimum de connaissances concernant:
les informations sur la fabrication et le contrôle des produits chimiques (CMC) qui doivent être soumises aux autorités sanitaires concernant la substance active (en relation avec les demandes de commercialisation de médicaments).- les bonnes pratiques de fabrication (BPF) applicables à la fabrication de substances actives.

Toxicologie :
-savoir évaluer les dangers et les risques des substances chimiques au laboratoire

Projet binômé :
-réaliser un rapport écrit et une présentation orale sur un sujet scientifique donné en relation avec des problématiques industrielles.

Programme

Changement d'échelle (14h):
-missions de la fonction
-développement des Procédés; aspects réglementaires; impératifs d'hygiène et de sécurité;
-conception d'une voie de synthèse industrielle adaptée à l'atelier en tenant compte de la synthèse "recherche", de la propriété industrielle, du concept de chimie verte;
-optimisation des procédés selon l'approche "SELECT" ;
-contexte général de la problématique liée à l'extrapolation d'un procédé chimique complexe et les principales étapes d'une à suivre en vue de l'extrapolation d'un procédé ;
- Analyse dimensionnelle et similitude –des outils pour conduire des changements d'échelle raisonnés ;
-Exemples industriels variés.

Aspects réglementaires (12h) :
- développement d'un médicament
- dossier d'AMM ; Acteurs et AMM vs API information ; procédure d'enregistrements
- introduction Pharmacopées
- document technique commun pour la soumission d'un dossier de demande d'AMM
- certificat de conformité aux monographies de la Pharmacopée Européenne (CEP) & DMF
- Introduction aux aspects Bonnes Pratiques de Fabrication (BPF) pour le Principe Actif
- Les spécificités de la réglementation cosmétique

Toxicologie (10h) : définition et généralités

- devenir des substances chimiques dans l'organisme : cycle ADME (absorption, distribution, métabolisme et élimination)
- mécanismes d'action toxiques des substances chimiques : lésions aux macromolécules, les systèmes de défenses cellulaires, les conséquences cellulaires et systémiques
- évaluation de l'exposition aux substances chimiques

Projet binômé :
- Recherches bibliographiques
- échange avec de experts du sujet d'étude
- rédaction d'un rapport
-soutenance orale avec présentation et réponses aux questions du jury

Compétences et connaissances visées

Changement d'échelle
- Connaître l'ensemble des problématiques liées au développement chimique
- Concevoir, avec l'appui de nombreux exemples de développement chimique publiés par les grands laboratoires pharmaceutiques, le meilleur plan de développement
- Savoir aborder de manière efficace l'extrapolation des procédés complexes dans lesquels de fortes interactions entre les phénomènes de nature différente existent.
- Savoir identifier la méthodologie à suivre pour réussir la mise en place des extrapolations raisonnées dans différents domaines industriels (chimie, biotechnologie, agroalimentaire).

Aspects réglementaires
Acquérir des connaissances dans :
- le système de qualité qui doit être en place pour fabriquer des actifs pharmaceutiques (API),
- les différents types de dossiers réglementaires (pour la substance médicamenteuse) et les procédures d'enregistrement auprès des autorités sanitaires des principaux marchés pharmaceutiques (Europe, USA, Japon, Canada)
- le contenu du dossier réglementaire en relation avec la chimie, la fabrication et les informations sur l'actifs pharmaceutiques.
- les spécificités de la réglementation cosmétique

Toxicologie
- acquérir des connaissances de base sur le devenir d'une substance chimique dans l'organisme ;
- connaître les principaux mécanismes d'action des toxiques chimiques ;
- connaitre les moyens de surveillance d'une exposition à une substance chimique

Projet binômé :
- Savoir chercher l'information scientifique à l'aide des banques de données
- savoir-faire une étude bibliographique ainsi qu'une analyse de brevet.
- capacités de rédaction et de présentation

Modalités de contrôle des connaissances

-Examens écrits
-Rapport et soutenance orale

Bibliographie

Chemical engineering, J.M COULSON., J.F. RICHARDSON, J.R. BACKHURST, J.H. HARKER, Ed. Butterworth Heinemann Ltd, 1997.
Le génie chimique à l'usage des chimistes, J. LIETO, Ed. Tec & Doc, 2-éme Edn., 2004.
Génie de la réaction chimique, D. SCHWEICH, Ed. Tec & Doc, 2001.
Méthodologie pour l'extrapolation des procédés chimiques, J.P. EUZEN., P. TRAMBOUZE, J.P. WAUQUIER, Ed. Technip, 1993.
Modélisation en génie des procédés par analyse dimensionnelle, G. DELAPLACE, K. LOUBIERE, F. DUCEPT, R. JEANTE, Lavoisier - Tec & Doc, 2014.
Casarett & Doull's Toxicology : The basic Science of poisons, C. KLAASEN. McGraw-Hill, 2008
A textbook of modern toxicology. Collectif Ed.: E. HODGSON, John Wiley and Sons, 2010
Toxicologie industrielle et intoxications professionnelles. R. R. LAUWERYS, V. HAUFROID, PERRINE HOET. Elsevier/Masson 2007
Articles issus de la littérature scientifique

Filière : Biotechnologies

UE : Génie biologique

Nom du référent : C. NUGIER **Crédit ECTS :** 5

Equipe pédagogique
- F. BARBIRATO
- L. FAVIER
- C. NUGIER
- S. TRANCHIMAND

Code(s) de l'UE
- CC5GEMIC
- CC5GENEC
- CC5BCONC
- CC5BIOMC
- CC5PRBIO

Volume horaire (élèves) total de l'UE

CM	TD	TP	Projets	Hybride, en ligne	Autres	Total
50						

Langue de cours Français

Objectifs d'apprentissage

- Acquérir les connaissances fondamentales sur la croissance des micro-organismes et les modes de mise œuvre de cultures microbiennes selon le type d'application biotechnologique visée.
- Comprendre les mécanismes généraux de l'expression génétique et connaitre les différentes étapes nécessaires à l'élaboration d'une protéine recombinante.
- Connaitre les principales caractéristiques des enzymes, savoir évaluer leurs critères de performances et concevoir leur mise en œuvre à des fins de synthèse.
- Acquérir les connaissances fondamentales des voies principales du métabolisme primaire commun aux organismes aérobies.
- Expliciter toutes les étapes de développement et d'industrialisation d'un bioprocédé depuis la conception d'un biocatalyseur jusqu'à la purification du produit d'intérêt : stratégie, approches laboratoire et scale-up, outils disponibles…

Programme

Aspects généraux concernant les applications industrielles du génie microbiologique.
Nutrition, modes de multiplication et de croissance microbienne. Techniques d'évaluation de la croissance microbienne.
Modes de mise en œuvre de cultures microbiennes (culture discontinue, en mode fed-batch, continu).

Structure et fonction des acides nucléiques. Synthèse des oligonucléotides.
Le code génétique, la traduction et sa régulation.
Les outils de la biologie moléculaire : les enzymes, les vecteurs, les cellules-hôtes.
Les techniques de la biologie moléculaire : l'électrophorèse, le séquençage, la PCR, la mutagénèse dirigée.
Les applications de la technologie de l'ADN recombinant. La bioéthique.
Les apports de la bio-informatique.

L'énergie en biochimie : organisation et régulation des voies métaboliques, transduction du signal, aspects énergétiques.
Production de l'énergie cellulaire par les voies principales du catabolisme : oxydation cellulaire, glycolyse, cycle du citrate, catabolisme des acides aminés et des acides gras.
Régulation du métabolisme glucidique et lipidique (glycémie, cétogenèse, cycle de Cori, …).

Caractérisations d'un biocatalyseur et de la catalyse enzymatique. Critères de performances des enzymes.
Bioconversions par les hydrolases : biocatalyse dans les solvants organiques, dédoublements cinétiques, énantioconvergence, applications à la synthèse d'esters, d'alcools, d'amides optiquement purs, glycosyle hydrolases et glycosidases mutantes pour la synthèse de glycosides.
Bioconversions par les oxydoréductases : monooxygénases : aspects mécanistiques et applications à la synthèse, déshydrogénases et régénération des cofacteurs. Applications à la synthèse de principes actifs pour la pharmacie.
Bioconversions par les aldolases : mécanismes et stéréochimie des aldolases à substrats DHAP et pyruvate, du groupe III (DERA).

Screening et amélioration d'un biocatalyseur (enzyme et microorganisme).
Développement et scale-up de l'étape de fermentation.
Choix des outils de la phase de récolte (débourbeuses, filtres,…).
Choix des outils de lyse cellulaire (broyeur à billes, homogénéisateur,…).
Choix des outils de purification (chromatographie, précipitation,…).
Exemples industriels variés.

Compétences et connaissances visées

Acquérir de notions de base sur le métabolisme bactérien, plus particulièrement sur les voies d'approvisionnement et de biosynthèse.
Acquérir des connaissances sur la nutrition des micro-organismes et leur croissance.
Connaître les techniques les plus utilisées pour l'évaluation de la croissance microbienne.
Savoir identifier le mode de mise en culture microbienne le plus adapté selon l'application biotechnologique visée.

Comprendre comment s'effectue le transfert de l'information du gène à la protéine.
Appréhender les nouvelles techniques de l'ADN recombinant et leurs apports dans l'industrie.
Débuter une réflexion sur les problèmes liés à l'émergence des biotechnologies.
Utiliser le vocabulaire scientifique approprié.
Savoir interpréter et rédiger un mode opératoire utilisé pour produire une enzyme recombinante.
Etre capable de programmer un thermocycleur.

Connaître les voies principales du catabolisme oxydatif des métabolites primaires combustibles (glucose, acides gras, acides aminés…).
Connaître les bases de la régulation du métabolisme lipidique et glucidique.
Analyser les systèmes biochimiques sous l'angle du transfert et de l'utilisation de l'énergie chimique (ATP) (calculs de variation d'énergie libre de Gibbs, détermination de processus exergonique ou endergonique).

Connaître la nature des enzymes, les principes de la catalyse enzymatique et les principales réactions catalysées par les 6 grandes familles d'enzymes.
Connaître les principales réactions catalysées par les hydrolases : hydrolyse/estérification, dédoublement cinétique (mécanismes, comportement en milieu organique, applications).
Connaître les principales réactions catalysées par les oxydoréductases : monooxygénases et déshydrogénases.
Connaître les principales réactions catalysées par les aldolases pour la formation de liaisons C-C.

Connaître les outils laboratoire d'amélioration d'un biocatalyseur.
Connaître les étapes de conception et de développement d'un bioprocédé.
Connaître les aspects industrialisation (scale-up) de chaque étape élémentaire.

Modalités de contrôle des connaissances

Exercices inclus dans l'examen couvrant les cours de bioprocédés
Examens écrits avec ou sans documents

Bibliographie

Physiologie de la cellule bactérienne : une approche moléculaire, F.C. Neidhart, J.L. Ingraham, M. Schaechter, Ed. Masson
Microbiologie, Prescott, Harley & Klein, DeBoeck Université
Biotechnologie, R. Scriban, Ed. Tech & Doc
Biochimie, Voet &Voet (572 VOE)
Principes de Génie génétique" (660.65 PRI).
Atlas de poche de Biotechnologie et de génie génétique" (660.6 SCH).
L'ADN recombinant" (Deboeck université).
Biochimie, J. D. Rawn, De Boeck
Biochimie, L. Stryer, Flammarion
Biochimie Générale, J. H. Weil, Masson
Biotransformations in Organic Chemistry, K. Faber, 5th Ed; Springer
Biocatalysis, A. S. Bommarius, B. R. Riebel, Wiley
Biocatalysis from discovey to applications, W.D. Fessner, Springer
Biocatalysis: Biochemical Fundamentals and Applications, Peter Grunwald, 2017, 2nd Edition World Scientific.

UE : Chimie et biotechnologies pour l'agri/agrochimie et la santé

Nom du référent : T. BENVEGNU **Crédit ECTS :** 5

Equipe pédagogique
- T. BENVEGNU
- G. BONHOMME
- F. HENNEQUART
- L. LARVOL
- J. MAZOYER
- P. MELEARD
- M. PONTIE
- T. POTT
- S. TRANCHIMAND

Code(s) de l'UE
- CC5MBIOC
- CC5ENZYC
- CC5NANOC
- CC5DISPC
- CC5PVAAC

Volume horaire (élèves) total de l'UE

CM	TD	TP	Projets	Hybride, en ligne	Autres	Total
50						**50**

Langue de cours Français

Objectifs d'apprentissage

- Avoir une vue d'ensemble des approches analytiques utilisant des composants biologiques comme éléments de détection.
- Acquérir des connaissances dans le domaine de l'enzymologie industrielle.
- Connaître les principaux nanovecteurs et formulations innovantes développés en santé ainsi que les stratégies de ciblage et de bioconjugaison pour une délivrance ciblée du médicament.
- Se familiariser avec les comportements de certaines dispersions alimentaires et comprendre les principes sous-jacents physico-chimiques qui contrôlent certains de ces comportements.
- Appréhender les aspects technologiques et industriels (R&D, production, formulation) des polysaccharides (hydrocolloïdes) de l'origine à la commercialisation et sensibiliser aux préoccupations environnementales et sociétales liées à ce secteur.
- Expliciter les procédés de valorisation de coproduits de la filière pêche (lipides) et des process (raffinage, distillation) mis en œuvre.
- Apporter les éléments méthodologiques d'analyses et de caractérisation des extraits naturels aromatiques.
- Illustrer le potentiel de valorisation des algues dans le domaine des biostimulants et expliciter les contraintes.

Programme

I. Méthodes Bio-analytiques (8h)
- Les récepteurs biologiques en analyse (protéines/enzymes, anticorps/antigènes, ADN/ARN) ; Les modes de transduction du signal (électrochimiques, optiques) ; Les méthodologies de greffage récepteur/transducteur ; Les détections multiples : les puces.

II. Enzymes industrielles (11h)
- Concepts : Introduction sur les enzymes (définition, activité, structure, applications, immobilisation, etc.) ; Greffage covalent d'une laccase sur une membrane PVDF pour la dépollution d'un herbicide ; Extraction et purification des enzymes.
- Applications : Les biotechnologies fongiques; Les capteurs/biocapteurs (glucose, lactate) ; Les procédés/bioprocédés (dépollution, biocarburants, biopiles).

III. Formulations et nanotechnologies pour la santé (16h)
- Introduction sur l'utilisation de nanovecteurs en médecine; Fonctionnalisation des nanovecteurs (furtivité, ciblage et libération contrôlée des principes actifs) ; Chimie de bioconjugaison des nanoparticules pour la nanothérapie.
- Introduction à l'industrie pharmaceutique et à ces questions ; formulation pharmacologique et mode d'administration, pharmacocinétique et influence de l'excipient ; utilisation d'excipients issus de la chimie de spécialité à l'aide d'exemples concrets.

IV. Dispersions alimentaires (4h)
- Présentation des principales catégories d'ingrédients naturels (lait, œuf, farine, viande, légumes, ...) et du rôle de la physico-chimie dans la formulation de préparations reproductibles et délicieuses.

V. Procédés de valorisation pour l'Agri/Agro/Santé (12h)
- Polysaccharides industriels (pectines, carraghénanes, xanthane, etc.) : structure, physico-chimie, formulation et génie des procédés. Introduction sur les produits et les enjeux ; Les propriétés fonctionnelles et les applications; Les matières premières; Les procédés d'extraction et de purification.
- Valorisation de coproduits de la filière pêche. Présentation des lipides nutritionnels et des bénéfices santé des oméga 3 ainsi que des process (raffinage concentration, stabilisation de l'huile) mis en œuvre.
- Analyses d'extraits naturels aromatiques (vanilline, arômes volatils et autres cas). Définition des objectifs attendus ; Choix du mode de préparation des échantillons ; Mise en place d'une technique/stratégie analytique ; Validation de la méthode ; Prise de recul par rapport aux résultats.
- Valorisation des algues comme biostimulants : Potentiel et contraintes.

Compétences et connaissances visées

- Comprendre le fonctionnement des nouveaux outils bio-analytiques en maîtrisant le vocabulaire scientifique et les concepts de la génomique et de la protéomique sur lesquels reposent ces méthodologies.
- Connaître les différentes approches de conception des outils bio-analytiques (biocapteurs/biopuces)
- Connaître les bases de l'enzymologie et des capteurs/biocapteurs et savoir utiliser les concepts liés à l'utilisation d'enzymes dans des applications industrielles.
- Connaître et maîtriser les concepts chimiques et physico-chimiques nécessaires au développement de formulations innovantes/nanotechnologies pour la santé.
- Savoir identifier le système de vectorisation/délivrance le plus approprié à un principe actif et son mode d'administration.
- Etre capable de concevoir des systèmes permettant une délivrance ciblée du médicament vis-à-vis de ses sites d'action.
- Savoir identifier la méthode de bioconjugaison la plus adaptée au nanovecteur et à la biomolécule à greffer à la surface de ce nanovecteur.
- Connaître et comprendre le rôle fondamental des excipients des formulations innovantes pour la santé.
- Être capable de choisir des molécules de type excipient ayant des caractéristiques adaptées à une formulation de santé tout en comprenant les exigences pharmaceutiques.
- Connaître les principales catégories d'ingrédients naturels des aliments et comprendre comment les concepts de la chimie colloïdale permettent de contrôler les caractéristiques des produits finis.
- Connaître les produits (structure, physicochimie et comportement en solution) et les procédés industriels développés dans le domaine des polysaccharides (hydrocolloïdes).
- Etre capable d'analyser l'impact environnemental et sociétal des entreprises produisant des polysaccharides (hydrocolloïdes).
- Etre capable d'utiliser les concepts de base de biochimie, physiologie, génie des procédés enzymologie pour comprendre les approches et les enjeux de la valorisation de coproduits de la filière pêche.
- Connaître les principales méthodes d'analyses et de caractérisation des extraits naturels aromatiques.
- Etre capable de choisir la méthode la plus adaptée pour répondre à un besoin précis.
- Savoir mettre en place une méthode et juger de sa validité.
- Savoir identifier le potentiel et les contraintes liés à la valorisation des algues comme biostimulants.

Modalités de contrôle des connaissances

1 examen écrit (exercices + QCM), remise d'un rapport, exposé par groupe de 3-4 élèves

Bibliographie

- "Les biocapteurs : principe, construction et applications" (660.6 TRA) ; "Biotechnologie enzymatique" (660.6 BUR) ; "Capteur et mesure en biotechnologie" (660.6 BOU).
- Nano-carriers for Drug Delivery: Nanoscience and Nanotechnology, 2019 (ISBN 978-0-12-8140338), Elsevier, Eds. Shyam S. M., Shivendu R., Nandita D., Raghvendra K. M., Sabu T. https://doi.org/10.1016/C2017-0-00199-4 ; The Chemistry of Bioconjugation in Nanoparticles-Based Drug Delivery System. K. Werengowska-Ciewierz, M. Winiewski, A. P. Terzyk, S. Furmaniak. , Hindawi Publishing Corporation. Advances in Condensed Matter Physics. Volume 2015, Article ID 198175, 27 pages. http://dx.doi.org/10.1155/2015/198175.
-Jean Pelmont, ENZYMES, ouvrage de la collection Grenoble Sciences, PUG, 1989, 605 pages ; http///biochimej.univ-angers.fr/Page2/COURS/3CoursdeBiochSTRUCT/4BiochimieIndustrielle/1BiochIndus.htm.
- Adrian, J., Potus, J., Poiffat, A., & Dauvillier, P. (1998). Introduction à l'analyse nutritionnelle des denrées alimentaires.Mendham, J. (2005). *Analyse chimique quantitative de Vogel*. De Boeck Supérieur ; Skoog, D. A., & West, D. M. (2015). *Chimie analytique*. De Boeck Superieur ; http://www.waters.com ; https://www.agilent.com ; http://www.mn-net.com ; https://www.sciencedirect.com.

Filière : Formulation

UE : Formulation et caractérisation

Nom du référent : E. LE FUR **Crédit ECTS :** 5

Equipe pédagogique
- E. LE FUR
- T. BATAILLE
- J. JEFTIC
- L. LE POLLES
- T. POTT
- P. MELEARD

Code(s) de l'UE
- CC5CARAC
- CC5ANTHC
- CC5COSMC
- CC5ASQFC

Volume horaire (élèves) total de l'UE

CM	TD	TP	Projets	Hybride, en ligne	Autres	Total
50h00						

Langue de cours Français

Objectifs d'apprentissage

Caractérisations : savoir, comprendre et utiliser différentes techniques pour la caractérisation des solides, des dispersions colloïdales et de la matière molle ; connaître les domaines d'application de la rhéologie, des modèles rhéologiques principaux ainsi que l'instrumentation correspondante.

Analyse thermique : Présentation des principales méthodes d'analyses thermiques des matériaux utilisées en chimie.

Détergence et cosmétique : se familiariser avec les défis de la formulation pour être en mesure de développer des biens de consommation.

Assurance qualité en formulation : différents professionnels présentent leur parcours et leur travail.

Programme

Caractérisations (22h): Microscopies optique et électronique, zêtamétrie, diffraction aux petits et moyens angles, RMN du solide de la matière molle ; introduction à la rhéologie (viscoélasticité linéaire, typologie des différents modes d'écoulement, principe et description des principaux rhéomètres, comportement rhéologique et structure microscopique, exemples de comportements rhéologiques…).

Analyse thermique (8h): Description de différentes méthodes de mesure de température (thermométrie avec et sans contact) ; principe des appareillages d'analyse thermogravimétrique ATG, exploitation des données correspondantes ; principe des appareillages de calorimétrie différentielle à balayage (ATD, DSC), exploitation des données correspondantes.

Détergence et cosmétique (12h): La formulation de la matière molle pour la détergence et la cosmétique est assez complexe parce que le produit optimal doit combiner plusieurs propriétés telles que rendement élevé, haute stabilité, faible coût et être agréable pour le consommateur. Le cours présente les particularités des produits formulés dans ce contexte. L'accent est mis sur les principales catégories de la formulation et discute des choix de formulation pertinents tels que la façon de choisir les ingrédients à l'égard de leurs propriétés physicochimiques. Dans un 2e temps, l'étude de quelques brevets permet à l'élève-ingénieur de comprendre le lien entre connaissances théoriques et mises en application.

Compétences et connaissances visées

Caractérisation : savoir, comprendre et utiliser des techniques variées de la caractérisation des solides, des dispersions colloïdales et de la matière molle ; être capable de choisir des techniques appropriées pour la caractérisation de ces Systèmes ; être capable de collaborer d'une manière efficace avec des spécialistes dans le domaine ; connaître les domaines d'application de la rhéologie, des modèles rhéologiques principaux ainsi que l'instrumentation correspondante.

Analyse thermique : être capable de proposer une méthode de mesure de température adaptée à un cas précis ; être capable d'exploiter des données d'analyse thermogravimétrique ; être capable d'exploiter des données de DSC.

Détergence et cosmétique : comprendre la complexité des formulations des biens de consommation et être en mesure de développer et de caractériser les formulations de ces biens de consommation dans les produits cosmétiques, de soins personnels et de la détergence (seuls les étudiants ayant une solide expérience dans l'analyse et la caractérisation des colloïdes et de la matière molle) ; comprendre les défis de la formulation des biens de consommation et être en mesure de collaborer avec les ingénieurs de formulation.

Modalités de contrôle des connaissances

Examens écrits.

Bibliographie

- *Littérature scientifique récente, brevets…*
- *G. Courazze, J.L. Grossiord "Initiation a` la rhéologie" TecDoc, Paris, 2000.*
- *R.G. Larson "The structure and Rheology of Complex Fluids" Oxford University Press,1999.*
- *Y. Malkin "Rheology Fundamentals" Chem. Tec. Publishing, 1994.*
- *N. Midoux, "Mécanique et rhéologie des fluides", Tec&Doc Lavoisier, Paris, 1993.*
- *Techniques de l'ingénieur, Thermogravimétrie*

UE : Formulation : colloïdes et interfaces

Nom du référent : P. MELEARD **Crédit ECTS :** 5

Equipe pédagogique
- P. MELEARD
- T. POTT
-Intervenants extérieurs
- S. JIAN

Code(s) des UEs
- CC5TENPC
- CC5CAMMC
- CC5RDEFC
- CC5MICRC
- CC5EMOUC
- CC5RHAPC

Volume horaire (élèves) total de l'UE

CM	TD	TP	Projets	Hybride, en ligne	Autres	Total
50						

Langue de cours Français

Objectifs d'apprentissage

Ce module a pour but de développer les connaissances et les compétences des étudiants concernant l'utilisation et le comportement des principaux ingrédients qui entrent dans la composition des produits formulés (tensioactifs, polymères…). Les étudiants complètent ensuite l'ensemble des notions techniques et scientifiques concernant les émulsions et les mousses. Les techniques spécifiques qui permettent la caractérisation de la matière molle sont revues, y compris la rhéologie, notamment dans le contexte de systèmes étudiés dans la littérature scientifique et/ou les brevets.

Programme

Cours « tensioactifs et polymères » 12h

- Connaître les principales familles de polymères et tensioactifs synthétiques.
- Lire et comprendre les mélanges complexes de tensioactifs dans les systèmes binaires, ternaires, quaternaires… Lier ces comportements aux propriétés mécaniques des films minces de tensioactifs à l'interface eau/huile.
- Comprendre le comportement des polymères en solution, notamment dans le cas de polyélectrolytes.
- Comprendre et anticiper les problèmes des interactions entre tensioactifs et polymères présents dans un même mélange (formulation).

Cours « microencapsulation » 12h

- Introduction aux techniques de microencapsulation et aux modes de libération.
- Présentation détaillée des techniques liposomales de micro-encapsulation ainsi que des microcapsules à base de polymères.
- Méthodes de caractérisation de l'efficacité de l'encapsulation et de la stabilité de la formulation.
- Discussion critique sur l'efficacité de l'encapsulation.

Cours « émulsions et mousses » 12h

- Présentation détaillée des paramètres physico-chimiques importants pour les émulsions industrielles.
- Discussion détaillée des différents processus d'émulsification.
- Mécanismes de déstabilisation de l'émulsion et stratégies de stabilisation.
- Présentation des paramètres physico-chimiques qui régissent la stabilité des mousses.
- Introduction à la déstabilisation des mousses ainsi qu'aux antimousses et aux agents anti-mousse.
- Méthodes de caractérisation de la mousse et leur discussion critique.

Cours « caractérisations avancées de la matière molle » 4h

- Il s'agit de mieux maîtriser les techniques permettant la caractérisation de la matière molle et ses comportements particuliers ainsi que d'aborder l'exploitation des données de caractérisation (notamment en utilisant des paramétrages non-linéaires). Ces enseignements s'appuient notamment sur des articles de la littérature scientifique et/ou des brevets.

Rhéologie appliquée 6h

- Cet enseignement vise un public ayant déjà des connaissances dans le domaine, issues des enseignements EI2-MCTV. Il s'agit donc dans ce cas de les parfaire, en s'appuyant sur des techniques de rhéologie stationnaires et oscillatoires.

R&D Formulation 4h

- Les étudiants se concentrent sur l'usage et l'adéquation des matériels de préparation et caractérisation d'un laboratoire R&D en formulation (coût, apprentissage…).

Compétences et connaissances visées

En prenant appui sur les connaissances acquises en 1ère et 2e années, amener les EI3 concernés au niveau nécessaire à un ingénieur intervenant dans un secteur en lien avec la formulation.

Modalités de contrôle des connaissances

Examen(s) écrit(s), projet et contrôles continus de connaissances.

Bibliographie

- *Hiemenz and Rajagopalan, Principles of Colloid and Surface Chemistry, 3rd edition, Marcel Dekker (1997).*
- *Coulon, Le Boiteux, Segonds, Cours de Physique – Thermodynamique, Dunod (1997)*
- *Coulon et Moreau, Physique Statistique et thermodynamique, Dunod (2000)*
- *Cabane et Hénon, Liquides – Solutions, Dispersons, Emulsions, Gels, Belin (2003).*
- *Butt, Grad, Kappl, Physics and Chemistry of Interfaces, Wiley-VCH (2003).*
- *Evans and Wennerström, The Colloidal Domain: Where Physics, Chemistry, Biology and Technology Meet, 2nd edition, Wiley-VCH (1999).*
- *Jönsson, Lindman, Holmberg and Kronberg, Surfactants and polymers in aqueous solution, J. Wiley & Sons (1998).*
- *Benita, Simon, ed. Microencapsulation: methods and industrial applications. Crc Press, 2005.*
- *Bansode, S. S., et al. "Microencapsulation: a review." International Journal of Pharmaceutical Sciences Review and Research 1.2 (2010): 38-43.*
- *Jyothi, Sri S., et al. "Microencapsulation: a review." Int. J. Pharm. Biol. Sci 3 (2012): 509-531.*
- *Nii, Tomoko, and Fumiyoshi Ishii. "Encapsulation efficiency of water-soluble and insoluble drugs in liposomes prepared by the microencapsulation vesicle method." International journal of pharmaceutics 298.1 (2005): 198-205.*
- *Barenholz, Yechezkel. "Liposome application: problems and prospects." Current opinion in colloid & interface science 6.1 (2001): 66-77.*
- *Akbarzadeh, Abolfazl, et al. "Liposome: classification, preparation, and applications." Nanoscale research letters 8.1 (2013): 102.*
- *Myers, Drew. Surfactant science and technology. John Wiley & Sons, 2005. and references therein*
- *McClements, David Julian. Food emulsions: principles, practices, and techniques. CRC press, 2015.*
- *Mason, Thomas G., et al. "Nanoemulsions: formation, structure, and physical properties." Journal of Physics: Condensed Matter 18.41 (2006): R635.*
- *Murray, Brent S., and Rammile Ettelaie. "Foam stability: proteins and nanoparticles." Current Opinion in Colloid & Interface Science 9.5 (2004): 314-320.*
- *Stubenrauch, Cosima, and Regine Von Klitzing. "Disjoining pressure in thin liquid foam and emulsion films—new concepts and perspectives." Journal of Physics: condensed matter 15.27 (2003): R1197.*
- *Saint-Jalmes, Arnaud. "Physical chemistry in foam drainage and coarsening." Soft Matter 2.10 (2006): 836-849.*
- *Stevenson, Paul, ed. Foam engineering: fundamentals and applications. John Wiley & Sons, 2012*

UE hors filière : Chimie Verte

Nom du référent : C. CREVISY **Crédit ECTS :** 5

Equipe pédagogique
- T. BENVEGNU
- C. CREVISY
- D. LANQUETIN
- V. LE RAVALLEC
- M. MAUDUIT
- M. TISSOT
- A. ROUCOUX

Code(s) des UEs
- CC5BICIC
- CC5MISOC
- CC5CVMAC
- CC5CHFLC
- CC5ANCVC

Volume horaire (élèves) total de l'UE

CM	TD	TP	Projets	Hybride, en ligne	Autres	Total
44h20	**4**				**2**	**50h20**

Langue de cours français ou anglais

Objectifs d'apprentissage

- Acquérir des connaissances dans le domaine des technologies propres (synthèse et catalyse).
- Comprendre le contexte d'une chimie verte, durable et écoresponsable, et appréhender les outils pour y parvenir.
-Présenter un panorama des ressources renouvelables principales et des co-produits/déchets issus de la biomasse et valorisables dans les filières chimie fine et matériaux biosourcés.
-Appréhender les voies de transformation de ces ressources en molécules 'plateforme' et leurs dérivés.
-Comprendre comment la valorisation de matières premières issues de la biomasse par voie catalytique (catalyse organométallique homogène et catalyse hétérogène, à l'exclusion de la biocatalyse) s'inscrit dans le contexte de la chimie verte.
-Expliciter les transformations catalytiques dans le cas de 4 familles de matières premières biosourcées.
-Comprendre les principes et les avantages de la chimie en flux.
-Appréhender le contexte de la consommation « durable / responsable ».
-Connaître les points clefs méthodologiques des normes ISO 14040 & 14044 relatives à l'ACV.
-Connaître les exigences liées aux Référentiels français et européen sur l'Affichage environnemental.
-Identifier les normes et référentiels d'une communication environnementale B2B.
-Utiliser un outil « simplifié » (TD « Bilan Produit® »).

Programme

I. Milieux et solvants
-Solvants alternatifs : du laboratoire au procédé industriel.
-Milieux non-usuels pour la synthèse et la catalyse : liquides ioniques, solvants bio-sourcés, milieux aqueux, solvants perfluorés, fluides supercritiques.
-Technologies pour l'activation : Ultra-Sons & Microondes.
II. Valorisation de matières premières issues de ressources renouvelables par voie catalytique
II.1 Matières premières principales et secondaires et transformation en molécules 'plateforme' et dérivés
- Matières premières renouvelables principales et co-produits/déchets issus de la biomasse.
- Présentation générale des molécules 'plateforme' et de leurs produits de transformation.
II.2 Valorisation de matières premières renouvelables par voies catalytiques
- Matières premières issues de ressources renouvelables, catalyse et chimie verte.
- Transformations catalytiques des lipides et acides gras, du glycérol, des terpènes, de la biomasse ligno-cellulosique.
III. Chimie en flux
-Principes de la chimie en flux
-Anatomie d'un procédé en flux
-Les principales réactions chimiques en flux
-Automation et optimisation en flux
IV. Eco-conception
-Présentation générale et contexte de la consommation responsable.
-Eco-conception : Définition et outils.
-Analyse du cycle de vie : Objectifs, champ de l'étude, interprétation.
-Analyse de l'impact environnemental.
-Communication environnementale : Approches B2C et B2B.

-Affichage environnemental : Référentiels.

Compétences et connaissances visées

-Être sensibilisé aux nouvelles normes européennes sur les substances chimiques (REACH).
-Savoir identifier les différentes technologies adaptées au développement d'une chimie propre.
-Appréhender les grands principes (approches et technologies) pour développer une chimie durable et éco-responsable.
-Connaître les principales bioressources issues de la biomasse et leur filière de production.
-Connaître les gisements de matières premières secondaires (coproduits, sous-produits, résidus, déchets) issues de la biomasse et identifier les transformations les plus prometteuses industriellement de ces coproduits/déchets pour les filières chimie fine et matériaux biosourcés.
-Savoir identifier les voies de transformations chimiques des bioressources en bioproduits et leurs domaines d'application.
-Connaitre les principales voies de valorisation des matières premières issues de ressources renouvelables par voie catalytique (catalyse homogène organométallique et catalyse hétérogène). Avoir des éléments d'informations sur les propriétés de ces derniers, leurs comportements, leurs performances et sur les mécanismes catalytiques.
-Être capable d'évaluer la pertinence d'un système catalytique dans le contexte de la chimie verte et de ses 12 principes.
-Être capable d'analyser les enjeux industriels, technologiques, environnementaux liés à la valorisation/transformation de la biomasse.
-Savoir calculer les paramètres d'un procédé en flux et identifier les principaux composants.
-Connaitre les avantages de la chimie en flux et les réactions clefs correspondantes.
-Connaitre les différents procédés automatisés en flux pour l'auto optimisation et l'exécution de réaction chimique.
-Connaitre le contexte de la production et de la consommation responsables sur les marchés B2B et B2C.
-Connaitre la méthodologie de l'Analyse du cycle de vie.
-Connaitre les normes et référentiels relatifs à la communication environnementale.
-Savoir utiliser un logiciel simplifié d'Analyse du Cycle de Vie.

Modalités de contrôle des connaissances

Deux Examens écrits, un QCM en ligne, remise d'un rapport

Bibliographie

-Aqueous-Phase Organometallic Catalysis: Concepts and Applications, Eds: B. Cornils and W. A. Hermann, Second Edition, Wiley-VCH Verlag GmbH & Co.; Green Chemistry and Catalysis, Eds: R.Sheldon, I. W. C. E. Arends, U. Hanefeld 2007 Wiley-VCH Verlag GmbH & Co. KGaA.; Alternative solvents for Green Chemistry, 2nd Edition Eds: F. M. Kerton, R. Marriott, RSCPublishing.
-A. Behr, A. J. Vorholt (2017) Homogeneous Catalysis with Renewables, Catalysis by Metal Complexes 39, Springer international Publishing, Cham.; M. A. R. Meier, B. M. Weckhuysen, P. C. A. Bruijnincx (eds) (2012) Organometallics and Renewables, Topics in Organometallic Chemistry vol. 39, Springer, Berlin Heidelberg.; Chem. Rev. 2015, 115, 3141.; Catal. Sci. Technol. 2014, 4, 1174.; Chem. Rev. 2014, 114, 1827.; Green Chem. 2011, 13, 1960.; ChemsusChem 2009, 2, 1072.
-The Hitchhiker's Guide to Flow Chemistry, Chem. Rev. 2017, 117, 11796−1189
-Olivier Jolliet *et al*., « Analyse du cycle de vie : Comprendre et réaliser un écobilan », Presses Polytechniques Romandes, 2017.; Normes ISO 14040, 14044, 14025.; Publications from: « *The International Journal of Life Cycle Assessment* ».; Pole Eco-conception : https://www.eco-conception.fr/ ; « European Platform on Life Cycle Assessment » : https://eplca.jrc.ec.europa.eu/index.html.
.

Nom du référent : R. GAUTIER **Crédit ECTS :** 5

Equipe pédagogique
-R. GAUTIER
-E. PARASKEVI (Sanofi)
-P. CRAVEUR (Synsight)
-Divers encadrants de projet (EC & industriels)

Code(s) de l'UE
- CC5ANGDP
- CC5BIOIC
- CC5MODEC

Volume horaire (élèves) total de l'UE

CM	TD	TP	Projets	Hybride, en ligne	Autres	Total
15h		**15h**	**20h**			**50h**

Langue de cours français & anglais

Objectifs d'apprentissage

- Comprendre les enjeux de l'analyse, du traitement et de la gestion de données, notamment d'un grand nombre de données (BigData) dans les domaines de la santé, de l'énergie, de l'industrie, de la vie quotidienne…
- Connaitre le processus de recherche amont dans l'industrie (pharmaceutique, des biotechnologies…) ainsi que les étapes pour lesquelles des simulations in-silico peuvent apporter un support à la compréhension des systèmes chimiques et/ou biologiques.
- Mettre en œuvre un projet « numérique » en lien avec le projet professionnel de l'étudiant. Possibilité de travailler sur une problématique proposée par un industriel

Programme

- Rappels et compléments sur la régression linéaire (Prévision - Élimination des observations atypiques - Les méthodes de régression pas à pas) ; les réseaux de neurones artificiels (Le modèle neurophysiologique - Les modèles mathématiques – Apprentissage - Avantages/Inconvénients des réseaux de neurones artificiels – Applications) ; Analyse de données (Introduction - Classification automatique - Classification hiérarchique - Analyse en composantes principales - Analyse discriminante) ; TD-TP à l'aide de logiciels (R-studio)
- Introduction au domaine de la chimie thérapeutique virtuelle. Positionnement dans le contexte de la recherche pharmaceutique. Présentation des principales techniques (forces et faiblesses). Bases des deux grands principes théoriques régissant les approches de modélisation (mécanique moléculaire et quantique), avec leurs spectres d'applications. Principe des méthodes usuelles utilisées en drug-design : docking, pharmacophore, dynamique moléculaire... Présentation de logiciels professionnels de modélisation et manipulation des objets chimiques/biologiques dans une de ces interfaces.
- Bio-informatique : Composition en acides aminés. Bases de données pour données de bases. Comparaison de deux séquences. Recherche dans les banques. Alignement de séquences. Bases théoriques de la phylogénie moléculaire. Algorithme pour la phylogénie moléculaire. Recherche de fonctions. Profils physico-chimiques. Prédiction de structures secondaires. Prédiction de structures 3D. Détection de sites 3D dans les protéines
- Exemples de projet numérique : Modélisation d'un mécanisme réactionnel ; étude conformationnelle ; docking de protéines ; étude de relations structure – activité ; mise au point d'un plan d'expériences (pour la formulation, les biotechnologies, les procédés, etc.) ; analyse de données collectées par les capteurs (ressource en eaux, pollution de l'air, …) pour la recherche de dérive ou de liens sous-jacents…

Compétences et connaissances visées

- Maitriser les outils statistiques élémentaires de description et de prévision.
- Connaître les approches utilisées en analyse de données « classiques » (régression, mutivariée, classification automatique, analyse en composantes principales) et novatrices (deep learning basée sur les réseaux de neurones artificiels
- Connaître les fondements de la chimie thérapeutique virtuelle et de la bio-informatique, incluant l'usage d'un outil numérique dédié.

Modalités de contrôle des connaissances

Examen écrit & projet (rapport et soutenance)

Bibliographie

- M. Tenenhaus, *Méthodes statistiques en gestion*, Dunod
- M. Feinberg, *La validation des méthodes d'analyse*, Masson
- M. Volle, *Analyse des données*, Economica
- M. J. Crawler, *The R Book*, Wiley
- P. Lafaye de Micheaux, R. Drouilhet, B. Lique, *Le Logiciel R*, Springer
- R. Leach, *Molecular Modelling, Principles and Applications*, Pearson
- G. Deléage & M. Gouy, *Bioinformatique, Cours et Applications*, Dunod
- F. Dardel & F. Képès*, Bioinformatique, Génomique et post-génomique*, Ecole Polytechnique

UE : EPA et numérique

Nom du référent : D. WOLBERT **Crédit ECTS :** 5

Equipe pédagogique
- R. GAUTIER
- D. WOLBERT
- N. CIMETIERE
- S. GIRAUDET
- Experts externes

Code(s) des UEs
- CC5CMIOC
- CC5EPANC

Volume horaire (élèves) total de l'UE

CM	TD	TP	Projets	Hybride, en ligne	Autres	Total
20 h			**30 h**			**50 h**

Langue de cours français

Objectifs d'apprentissage

Comprendre les enjeux de l'analyse, du traitement et de la gestion de données, notamment d'un grand nombre de données (BigData) dans les domaines de l'environnement, de l'énergie, de l'industrie, de la vie quotidienne… présentation des méthodes : des approches « classiques » (régression mutivariée, classification automatique, analyse en composantes principales) et novatrices (deep learning basée sur les réseaux de neurones artificiels)

La plupart des systèmes de production, de traitement, de collecte ou de distributions sont conçus à l'aide de logiciels de conception assistés par ordinateur. Ce cours a pour objectif d'introduire à certains de ces logiciels.
Apprendre à exploiter les capacités de nombreux logiciels d'usage commun disposant de capacité de programmation et de calcul pour résoudre des problématiques simples sans recourir à des logiciels spécifiques performants mais souvent coûteux.

Programme

Rappels et compléments sur la régression linéaire : Rappels – Compléments –
Prévision - Élimination des observations atypiques - Les méthodes de régression pas à pas.
Les réseaux de neurones artificiels. Introduction au connexionnisme : Le modèle neurophysiologique - Les modèles mathématiques – Apprentissage -
Avantages/Inconvénients des réseaux de neurones artificiels - Applications des réseaux de neurones.
Analyse de données : Introduction - Classification automatique – Classification hiérarchique - Analyse en composantes principales - Analyse discriminante
TD-TP à l'aide de logiciels (R-studio)

Présentation générale et applications au travers de projets en binômes et illustrations au travers de ces projets à l'ensemble du groupe.
Simulation cinétique COPASI
Traitement d'eaux usées GPS-X
Traitement d'eaux potable OTTER
Simulation réseau de distribution EPANET
Simulation de réseau de collecte SWMM
Schématisation 3D FreeCAD, Salomé
Simulation 3D multi-physique OpenFOAM
Chimie et surface PHREEQ
Dispersion atmosphérique (approche gaussienne) AERMOD, SIRANE
Dispersion atmosphérique (régime transitoire) CALPUFF d'autres logiciels pourront être envisagés en fonction des opportunités (mise à disposition, projets avec des entreprises, …)
Exemples : OpenFoam, Sirane, EPANet, SWWR, Salomé, …
Conception d'un système d'analyse connectée en utilisant notamment un (des)microcontrôleurs
Analyse de sections de réseaux de distribution ou de collecte
Simulation hydraulique et chimiques de réacteurs non-idéaux
Analyse de données collectées par les capteurs (ressource en eaux, pollution de l'air,…) pour la recherche de dérive ou de liens sous-jacents…
Simulation de dispersion de polluants

Des suites logicielles telles que Microsoft Office ou Libre Office permettre la programmation de macro afin de systématiser certaines opérations que ce soit pour les tableurs, les bases de données ou les éditeurs de documents. D'autre outils permettre d'utiliser les capacités de calculs des smartphones.

Ce cours a pour but d'apprendre à exploiter ces capacités pour résoudre des problématiques simples sans recourir à des logiciels spécifiques performants mais souvent couteux.

Compétences et connaissances visées

Maitriser les outils statistiques élémentaires de description et de prévision.
Connaître les approches utilisées en analyse de données « classiques » (régression, mutivariée, classification automatique, analyse en composantes principales) et novatrices (deep learning basée sur les réseaux de neurones artificiels

La plupart des systèmes de production, de traitement, de collecte ou de distributions sont conçus à l'aide de logiciels de conception assistés par ordinateur. Ce cours a pour objectif d'introduire à certains de ces logiciels.

Algorithmique,
Programmation objet,
Analyse et exploitation de fonctionnalités prédéfinies.

Modalités de contrôle des connaissances

Examen et projet avec livrables et soutenance

Bibliographie

M. Tenenhaus, *Méthodes statistiques en gestion*, Dunod
M. Feinberg, *La validation des méthodes d'analyse*, Masson
M. Volle, *Analyse des données*, Economica
M. J. Crawler, *The R Book*, Wiley
P. Lafaye de Micheaux, R. Drouilhet, B. Lique, *Le Logiciel R*, Springer

Filière : Master Management et Administration des entreprises / Option MAE

Nom du référent : V. HOVELAQUE – C. NUGIER **Crédit ECTS :** 10

Equipe pédagogique
- D. DANET
- V. HOVELAQUE
- C. TAHAR
- M.-L. LE BERRIGAUD
- M. TRICAUD
- A. JOYAUX
- F. BURELLIER
- F. ANDRE-LE-POGAMP
- L. BIRONNEAU
- C. HERRIAU
- K. PICOT-COUPEY

Volume horaire (élèves) total de l'UE

CM	TD	TP	Projets	Hybride, en ligne	Autres	Total
188 (S9)						

Langue de cours Français

Objectifs d'apprentissage

Donner à des étudiants disposant d'une formation principale en dehors du domaine des sciences de gestion les premiers éléments de compréhension du monde des entreprises et de leur adaptation à un environnement compétitif dynamique que l'on caractérisera faute d'acception universellement admise comme celui d'un capitalisme cognitif.
Le cours doit permettre aux étudiants de prendre une vue d'ensemble des finalités poursuivies par les entreprises dans la société du XXI° siècle, des structures qu'elles adoptent et des fonctions qu'elles assument pour combiner les différentes ressources mises en œuvre, des stratégies individuelles ou collectives déployées dans un environnement en mutation, des systèmes de pilotage garantissant l'adéquation des fins et des moyens.
Le cours est conçu dans une perspective pluridisciplinaire, naturellement centrée sur les apports des sciences de gestion mais qui s'enrichira de nombreux emprunts faits à des disciplines voisines : histoire, économie, droit, sociologie en premier lieu.
Il a pour ambition de présenter les questions d'ensemble de la gestion des entreprises afin de mieux préparer les étudiants à l'étude approfondie des différentes disciplines qui seront développées et approfondies dans le cours du Master de Management et Administration des Entreprises.

Programme

Entreprise, Innovation & Sociétés : Sciences de gestion regards croisés 20h
Fondamentaux de Management I : Comptabilité et coûts 24h ; Droit (management fiscal) 12h ; droit des sociétés 12h ; Management des Ressources Humaines (Droit du travail) 24h
Fondamentaux de Management II : Management financier 24h ; Management industriel et logistique 24h ; Marketing 24h ;
Management stratégique : 24h
Spécialités au choix pour le S10 : Parcours Pilotage stratégique et décisionnel (PSD) 150h, Développement de Projets Internationaux (DPI) 150h, Entrepreneuriat et management de projets innovants (EMPI) 150h ou Management des Entreprises Japonaises (MEJ) 150h + 384h.

https://www.igr.univ-rennes1.fr/diplome/fc-master-mae

Compétences et connaissances visées

-Etre capable de développer une vision globale de l'entreprise (intégration de ses différentes fonctions socio-économiques) et la situer dans une perspective historique (permanences et mutations au cours du temps) et scientifique.
- Comprendre les mutations des facteurs clés et des formes de la compétition, notamment les difficultés soulevées par la globalisation des marchés et des échanges, la multiplication des innovations disruptives qui sont autant de menaces ou d'opportunités, le poids croissant des actifs immatériels, le bouleversement des business models et des formes d'organisation du travail (Crowdfunding, Ubérisation…)
- Connaître les problématiques majeures de l'analyse stratégique pour être capable de décrypter le comportement des entreprises sur les marchés.
- Comprendre les principes fondamentaux de la gestion d'une combinaison productive, tant dans la description analytique des principales ressources mobilisées que dans celle des divers processus ou des différentes structures permettant de les intégrer.
- Comprendre les enjeux autour de l'information, de la décision et du pouvoir dans les organisations.
- Appréhender la notion de pilotage, décrire les principales composantes et processus d'un système de décision et de contrôle et saisir les limites du processus de décision rationnel en intégrant les apports de chercheurs en sciences sociales comme Simon, March ou Kahneman.
- Maîtriser les connaissances de bases en comptabilité financière et les principales notions du calcul de coûts.
-Notions de TVA et imposition du résultat de l'entreprise soit au titre de l'impôt sur les sociétés ou au titre de l'impôt sur le revenu.

- Etre capable de résoudre des problèmes juridiques simples de droit des sociétés.
- Connaître la logique de fonctionnement du droit du travail – la hiérarchie des normes.
- Connaître les éléments essentiels du contrat de travail.
- Savoir mettre en œuvre une méthode d'analyse d'une situation conflictuelle en droit du travail.
- Savoir adapter des pratiques de GRH à des modes d'organisation
- Savoir respecter l'équité dans les pratiques de GRH
- Savoir développer des conditions de travail favorables aux salarié.
- Comprendre les principales décisions financières de l'entreprise (investissement et financement) et des principaux concepts d'ingénierie financière (opérations de fusion/acquisition, opération LBO…).
- initier aux principaux concepts de la gestion de production et des flux.
- parler le même langage que les dirigeants d'entreprise.
- familiariser aux méthodes et outils applicables en gestion de production et des flux, principalement les méthodes de pilotage des flux et des stocks, le « lean manufacturing ».
- savoir définir un plan d'étude marketing et le mettre en œuvre ;
- savoir faire le diagnostic d'une stratégie marketing et d'un plan de marketing opérationnel
- savoir définir une stratégie marketing et un plan de marketing opérationnel et les mettre en œuvre.
-d'acquérir une autonomie décisionnelle transversale, une méthodologie systémique d'analyse, une aptitude à la structuration du Due Diligence.

Modalités de contrôle des connaissances

Examens écrits
rédaction d'un mémoire par groupe de 4-5 élèves

Bibliographie

Filière : Master Chimie moléculaire
https://formations.univ-rennes1.fr/master-mention-chimie-parcours-chimie-moleculaire

Filière : Master Chimie du solide et des matériaux
https://formations.univ-rennes1.fr/master-2-chimie-du-solide-et-des-materiaux

MAJEURE EPA

*UE : Tronc **commun EPA***

Nom du référent : A. BOUZAZA **Crédit ECTS :** 10

Equipe pédagogique	Code(s) de l'UE
- P. LANCELIN	- CC5TVMAC
- D. LANQUETIN	- CC5ANCVC
- Intervenants Multiples	- CC5CPVEC
- P. JOMIER	- CC5PBENC
- Intrervenants Multiples	- CC5PROJC

Volume horaire (élèves) total de l'UE

CM	TD	TP	Projets	Hybride, en ligne	Autres	Total
36			**120**			**156**

Langue de cours Français

Objectifs d'apprentissage

- Acquérir les connaissances fondamentales en validation des méthodes analytiques et de la méthodologie de l'analyse du cycle de vie (ACV). Se familiariser avec les outils « Bilan Produit » (ADEME) et du management de la qualité. Connaître les points clefs méthodologiques des normes et des référentiels français et européen sur l'affichage environnemental.
-Découvrir, par l'intermédiaire de conférences, les notions de la chimie verte et de l'économie circulaire. Appréhender les grands principes pour développer une chimie durable et écoresponsable.
-Se familiariser et appréhender les consommations d'énergie au sein des installations industrielles. Bilan énergétique d'une installation.
-Apprendre à travailler en autonomie par projet en individuel (projet bibliographique) ou en groupe (projets binomés). Savoir faire une synthèse sur une problématique donnée à partir de documents ou de calculs. Savoir rédiger un rapport et défendre son travail devant un jury.

Programme

- Présentation générale et contexte de la consommation responsable. Eco-conception (définition et outils) et Analyse du cycle de vie. Analyse de l'impact environnemental et communication (B2B, B2C).
-Principaux référentiels de qualité et système de management intégré de la qualité des analyses. Processus de validation des méthodes d'analyse. Documentation et étapes de développement d'une méthode d'analyse.
-Conférences d'industriels sur l'économie circulaire et la Chimie verte
-Données sur les bilans énergie et apport des moyens de contrôle pour la maitrise de l'énergie. Exemple de bilan énergétique sur une station de traitement d'eaux usées (STEP) et sur un site industriel.
-Projets binomés : apprendre à travailler en groupe et à chercher l'information nécessaire auprès des industriels ou des organismes publics. Application des connaissances acquises en cours à des cas concrets (Traitement des fumées d'un incinérateur ; Etude de la réhabilitation d'un site industriel ; Evaluation de l'analyse des sous-produits de chloration, ….)
-Projets bibliographiques : chercher l'information scientifique à l'aide de mots clés et de banques de données (Sci-finder), faire une synthèse des publications sur un sujet donné. Rédaction du rapport et présentation orale.

Compétences et connaissances visées

-Connaître le contexte de la production et consommation responsables sur les marchés B2B et B2C. Connaître la méthodologie de l'Analyse du Cycle de Vie. Savoir utiliser un logiciel simplifié pour l'ACV.
-Connaître la méthodologie de validation d'un laboratoire d'analyses chimiques. Connaître le processus de validation des méthodes d'analyse et le management de la qualité des analyses

-Sensibilisation à la problématique de la consommation et des économies d'énergie sur les installations industrielles et de dépollution (eaux potables, eaux usées, …). Savoir gérer les consommations d'énergie sur site industriel.
-Sensibilisation à la problématique de la chimie verte et de l'économie circulaire.
-Savoir mener à bien un projet et travailler en groupe. Mettre les connaissances acquises pour aborder des cas concrets de traitement ou d'analyse de la pollution. Savoir chercher l'information scientifique et la synthétiser sur un sujet donné. Savoir rédiger des rapports écrits et défendre son travail devant un jury.

Modalités de contrôle des connaissances

Evaluation sur rapport écrit et présentation orale pour les projets
Examens écrits

Bibliographie

Principes et vocabulaire pour la validation des méthodes, M. Feinberg INRA 2010 –
Choix et validation d''une méthode d'analyse C. Ducauze et coll –
Guide de validation des méthodes d'analyse ANSES, S. Provost 2015

Olivier Jolliet et al., « Analyse du cycle de vie : Comprendre et réaliser un écobilan », Presses Polytechniques Romandes, 2017.
Normes ISO 14040, 14044, 14025
Articles du : « The International Journal of Life Cycle Assessment ».
Pôle Eco-conception : https://www.eco-conception.fr/
European Platform on Life Cycle Assessment : https://eplca.jrc.ec.europa.eu/index.html

Documentation SIAAP
Fascicule technique ventilateurs et pompes
Synoptique du prétraitement de Seine-Aval

Filière : Génie des procédés et environnement

UE : Génie des procédés

Nom du Référent : A. BOUZAZA **Crédits ECTS :** 5

Equipe Pédagogique
- L. FAVIER
- A. ASSADI
- A. BOUZAZA
- L. FALK

Code(s) de l'UE
- CC5BGEMC
- CC5OXYDC
- CC5REACC
- CC5INPRC

Volume horaire (élèves) total de l'UE

CM	TD	TP	Projets	Hybride, en ligne	Autres	Total
50						50

Langue de cours Français

Objectifs d'apprentissage

- Acquérir les connaissances de base sur la mise en œuvre des procédés biologiques selon l'application visée, d'oxydation et des réacteurs catalytiques pour le traitement des effluents (eau, air).

-Apprendre à dimensionner des réacteurs catalytiques (notions d'étapes limitantes, temps de séjour, performances…) biologiques (croissance et mise en œuvre des cultures microbiennes) et d'oxydation (oxydants et procédés d'oxydation).

-Les principes de base de l'intensification des procédés sont également abordés. Proposition d'une méthodologie de l'intensification des procédés (notion de temps caractéristique).

Programme

- Aspects généraux concernant les applications industrielles du génie microbiologique. Taxinomie et nomenclature microbienne. Notions de base sur le métabolisme et la croissance microbienne. Mode de mise en œuvre des cultures microbiennes. Exemples concrets d'applications du génie microbiologique en dépollution.

- Aspects chimiques des procédés d'oxydation et de désinfection (oxydants, espères réactives et mécanismes réactionnels). Les différents procédés d'oxydation (chloration, plasma froid, ozonation, photocatalyse, Fenton…) en potabilisation des eaux et en traitement de l'air et des eaux usées. Dimensionnement des réacteurs d'oxydation. Technologies et couplage synergétiques des procédés d'oxydations.

- Mise en œuvre des réacteurs de catalyse hétérogène. Modélisation des temps de séjour (DTS). Etapes limitante en catalyse hétérogène (Etapes chimiques et Etapes de Transfert). Dimensionnent des réacteurs en fonction des performances attendues (taux de conversion). Différentes mises en œuvre industrielles (lit fixe, lit fluidisé, lit transporté…).

- Présentation des grands principes de l'intensification des procédés. Exemples de mise en œuvre (réacteurs multifonctionnels, distillation réactive, réacteurs chromatographiques, opérations périodiques, fluides supercritiques, microréacteurs). Méthodologie simple d'analyse des procédés (notion de temps caractéristique).

Compétences et connaissances visées

- Acquérir des connaissances sur l'utilisation des procédés biologiques pour le traitement des effluents pollués. Savoir gérer et mettre en œuvre des procédés de traitement biologique.

- Acquérir des connaissances sur les procédés d'oxydation. Connaitre les oxydants mis en jeu et les mécanismes de dégradation des polluants (rôle des radicaux et autres espères réactives oxydantes, sous-produits de dégradation). Mise en œuvre des procédés d'oxydation et connaissance de leurs performances. Savoir utiliser et dimensionner les procédés d'oxydation en traitement de l'air, de l'eau potable et des eaux usées. Savoir s'orienter vers les procédés adéquats.

- Acquérir des connaissances sur la mise en œuvre des réacteurs de catalyse hétérogène. Savoir identifier les étapes limitantes (chimiques ou de transfert) et leur influence sur les performances des réacteurs (taux de conversion). Connaitre les différents types de réacteurs catalytiques utilisés dans le milieu industriel et savoir les dimensionner. Influence de la distribution des temps de séjour sur les performances des réacteurs.

- Acquérir les notions de base sur l'intensification des procédés. Connaître les grands principes de l'intensification des procédés. Découvrir une méthodologie simple d'intensification basée sur l'utilisation du temps caractéristique : illustration sur des cas concrets (réacteur de chimie fine, procédé catalytique de traitement d'air, microréacteur,…).

Modalités de contrôle des connaissances

Evaluation sur projet pour la partie « Biodégradation et Génie Microbiologique »
Examens écrits avec documents

Bibliographie

Physiologie de la cellule bactérienne : une approche moléculaire, F.C. Neidhart, J.L. Ingraham, M. Schaechter, Ed. Elsevier Masson, 1994, 487 pages
Microbiologie, Prescott, Harley & Klein, Ed. De Boeck Université, 2003, 2ème Edn., 1137 pages
Biotechnologie, R. Scriban, Ed. Lavoisier/Tech & Doc, 2009, 5ème Edn., 1041 pages.
Environmental Microbiology, I. Pepper, C. Gerba, T. Gentry, Ed. Academic Press, 2014, 728 pages.
T. Oppenländer , Photochemical Purification of water and air (628.16 OPP –ENSCR)
W.J. Masschelein: Processus unitaires du traitement de l'eau potable (628 16 MAS –ENSCR)
C. Cardot: Techniques appliquées au traitement de l'eau (628.16 CAR-ENSCR)
Les réacteurs chimiques-De la conception à la mise en oeuvre, P. Trambouze, Ed. Technip 2002
Génie de la réaction chimique, D. Schweich, Ed. Tec et Doc 2001
Process Intensification (2nd edition), D. Reay, C. Ramshaw, A. Harvey, Butterworth-Heinemann 2013
The Fundamentals of Process Intensification, A. Stankiewicz, T. Van Gerven, G. Stefanidis, Wiley 2019

UE : Procédés pour l'environnement

Nom du référent : A. COUVERT **Crédit ECTS :** 5

Equipe pédagogique
- N. CIMETIERE
- A. COUVERT
- L. FAVIER
- D. WOLBERT
- OTV (entreprise)

Code(s) des UEs
- CC5TRBIC
- CC5RDCEC
- CC5CFAEC
- CC5TCAEC
- CC5TRMCC

Volume horaire (élèves) total de l'UE

CM	TD	TP	Projets	Hybride, en ligne	Autres	Total
50						**50**

Langue de cours Français

Objectifs d'apprentissage

Familiariser l'élève avec les caractéristiques physico-chimiques et biologiques à contrôler/réguler dans les filières eau potable et eaux usées (matières particulaires, C, N, P, alcalinité, dureté…). Apprendre à dimensionner certains ouvrages comme les installations de prétraitement, les procédés biologiques à biomasse libre et fixée, le traitement des boues et des odeurs en station d'épuration, mais aussi les procédés de clarification, ou la correction chimique des eaux en usine de potabilisation.
Comprendre les problématiques liées à la collecte et à la distribution des eaux, et acquérir les bases de dimensionnement des réseaux d'eau potable, d'eau pluviale ou d'eaux résiduaires.

Programme

Traitements biologiques (9h20)
Réseaux de distribution et de collecte d'eau (10h40)
Conception de filières appliquées à l'eau (8h)
Traitements chimiques et adoucissements des eaux (11h20)
Traitement des matières colloïdales (10h40)

Compétences et connaissances visées

L'élève sera capable d'utiliser les méthodes de dimensionnement de la majorité des ouvrages nécessaires à la conception d'une station d'épuration d'eaux résiduaires, d'une usine de potabilisation, et des réseaux de collecte et de distribution nécessaires pour acheminer les eaux jusqu'à des ouvrages vers la population et réciproquement. Les compétences acquises lui permettront de sélectionner les procédés les plus judicieux, et de maîtriser ces outils dans un objectif de réduction de la pollution contenue dans les eaux à rejeter dans l'environnement ou à potabiliser. Les apprentissages visent donc à sensibiliser l'élève aux technologies destinées à traiter la macro-pollution (carbonées, azotée…). Les aspects abordés dans cette UE sont étroitement liés au traitement des eaux, et ce, afin de contribuer à un enjeu sociétal très fort lié au développement durable.

Modalités de contrôle des connaissances

2 examens écrits

Bibliographie

R. BOURRIER, J.G. CLAUDON, J. PERIERES - Les Réseaux d'assainissement : calculs, applications, perspectives. 1013 pages, Ed. Tec & Doc Lavoisier; 5e Ed, 2008.
F.G. BRIERE - Distribution et collecte des eaux. 399 pages, Éd. Presses internationales Polytechnique, 2000.
T.T. WALSKI, D.V. CHASE, D.A. SAVIC - Water distribution modeling. 480 pages, Ed. Haestad Methods Inc, 2001.
A. LENCASTRE - Hydraulique générale. 633 pages, Ed. Eyrolles, 2002.
I.E. IDEL'CIK - Mémento des pertes de charge. 504 pages, Ed. Eyrolles, EDF, 3rd Ed, 1986.
P. BROUZES - Précis d'épuration biologique par boues activées. 277 pages, Ed. Eyrolles, 1973.
Mémento Technique de l'eau, Degrémont. 2503 pages, Ed. Degrémont Suez, 10e Ed, 2005.
W.J. MASSCHELEIN - Processus unitaires du traitement de l'eau potable. Ed.Tec & Doc Lavoisier, 1996
F. DARDEL – Echange d'ions – Principe de base, Techniques de l'ingénieur, J2783, 2015.

F. DARDEL – Echange d'ions – Technologies d'applications, Techniques de l'ingénieur, J2784, 1998.
J.-C. BOEGLIN – Traitements biologiques des eaux résiduaires, J3942, 1998.
C.P. LESLIE GRADY Jr., G.T. DAIGGER, N.G. LOVE, C.D.M. FILIPE - Biological Wastewater Treatment. 1200 pages,,IWA Publishing & CRC Press, 3rd Ed., 2011.
U. WIESMANN, I.S. CHOI, E.M. DOMBROWSKI – Fundamentals of biological wastewater treatment. 391 pages, Ed Willey, 2006.

Filière : Analyse et environnement

UE : Analyse

Nom du référent : D. HAUCHARD

Crédit ECTS : 5

Equipe pédagogique	Code(s) des UEs
- R. GAUTIER	- CC5STENC
- D. HAUCHARD / M. MOKILI	- CC5APARC
- Kh. HANNA	- CC5SPIRC
- M. LE CORVEC	- CC5URINC
- E. DOUVILLE	- CC5AGAZC

Volume horaire (élèves) total de l'UE

CM	TD	TP	Projets	Hybride, en ligne	Autres	Total
25.3	**6.3**		**12**	**2.3**		

Langue de cours Français

Objectifs d'apprentissage

- Maitriser les outils statistiques élémentaires de description et de prévision utilisés dans le domaine de l'environnement
- Maîtrise des processus de désintégration nucléaire et des rayonnements émis en lien avec leur détection et la radioprotection
- Connaître les méthodologies analytiques et appareillages mises en œuvre pour répondre à des problématiques d'analyse dans les secteurs concernés
- Connaître les secteurs industriels concernés par la mise en œuvre de méthodes nucléaires d'analyse
- Être capable de concevoir et mettre en œuvre des méthodologies analytiques qui reposent sur l'analyse de radionucléides et des rayonnements issus des processus de désintégration nucléaire en intégrant les problèmes de radioprotection dans différents secteurs concernant cette problématique (EDF, Déchets nucléaires, CEA, environnement, médecine nucléaire, radiopharmaceutiques, laboratoires d'analyse et de contrôle).
- Connaitre les systèmes et fractionnements isotopiques ainsi que les méthodes et instruments de mesures de composition isotopique
- Appréhender l'intérêt des mesures isotopiques dans des domaines différents
- Découvrir quelques applications liées aux mesures isotopiques
- Comprendre la matrice sol et ses caractéristiques, et connaitre les différentes méthodes d'analyse dans les sols contaminés et non-contaminés
- Acquérir des notions élémentaires sur la spectroscopie proche IR et des techniques d'analyses associées sachant que c'est une technique implantée au niveau industriel et qu'il existe peu d'ouvrages de référence sur le sujet.

Programme

Statistiques pour l'environnement

- Rappels et compléments sur la régression linéaire : Rappels – Compléments –
- Prévision - Élimination des observations atypiques - Les méthodes de régression pas à pas.
- Analyse de données : Introduction - Classification automatique – Classification hiérarchique - Analyse en composantes principales - Analyse discriminante
- Exemples dans le domaine de l'environnement
- TD à l'aide du logiciel Minitab

Application analytiques des radionucléides

- Rappels sur la radioactivité
- Interactions rayonnement/matière, détection, notions de radioprotection et mesures de la radioactivité
- Différentes applications analytiques
- Méthodologies et stratégies analytiques propres à ces applications

Spectrométrie proche infra-rouge

- Introduction : positionnement de la spectroscopie NIR et intérêts
- Principe général et modes de mesures
- Mesures en transmission • Mesures en réflexion • Spectroscopie NIR à transformée de Fourier (FT-NIR)
- Instrumentation : les divers équipements disponibles sur le marché
- Chimiométrie et logiciels
- • Métrologie • Traitement du signal • Application des méthodes statistiques et chimiométriques pour la discrimination, le contrôle qualité et l'analyse quantitative
- Démarche générale pour le développement d'une application
- Applications dans l'industrie et exemples

Utilisation des rapports isotopiques naturels

Définitions et méthodologie

- notations, principaux systèmes et fractionnements isotopiques
- mesures de la composition isotopique, déroulement et résultat d'une analyse

Applications et exercices

- spéciation des métaux dans les sédiments, du Pb dans les vins
- certification des teneurs en Cd dans un contenu stomacal artificiel
- isotopie du bore et l'acidification des océans
- thermométrie et paléoclimat
- caractérisation des grands réservoirs terrestres (eau, plantes, …), applications en écologie (chaîne trophique, phénomènes migratoires,…), agronomie, archéologie, médecine, pollutions atmosphériques, fraudes

Spéciation et analyse des éléments traces dans les sols

- Définitions
- Propriétés et caractéristiques des sols
- Évolution et érosion des sols
- La pollution des sols : méthodes de réhabilitation
- Les éléments traces et leur dynamique
- Analyses chimiques dans les sols

Compétences et connaissances visées

- Etre capable d'utiliser les outils statistiques élémentaires de description de résultats et de prévision d'expérimentations et gestion de données
- Maitriser les différents processus de désintégration nucléaire et les schémas de désintégration associés pour concevoir et mettre en œuvre des méthodologies analytiques qui reposent sur l'analyse de radionucléides et des rayonnements induits
- Connaitre et comprendre les différentes interactions matière/rayonnements issus des processus de désintégration nucléaire afin de maitriser la radioprotection et la détection de ces rayonnements.
- Connaître les caractéristiques et méthodologies d'analyses des différents types d'émissions nucléaires (β, α, γ, RX).
- Connaître les différentes méthodes de traitement des échantillons (extraction, adsorption, fixation, échange d'ions…) associées à l'analyse des différents émetteurs
- Connaitre le principe des mesures isotopiques
- Connaître les applications liées aux mesures isotopiques dans le domaine environnemental
- Connaître les notions élémentaires de la spectroscopie proche IR
- Maîtriser la technique de spectrométrie proche Infra-Rouge et les outils métrologiques et de gestion de données associés
- connaître la géochimie des sols, les analyses élémentaires et les enjeux environnementaux(érosion, pollution, réhabilitation)

Modalités de contrôle des connaissances

Projet binômé réalisé à l'aide du logiciel Minitab
Projet de travail et soutenance orale
Contrôles de connaissances écrits

Bibliographie

M. Tenenhaus, Méthodes statistiques en gestion, Dunod
M. Feinberg, La validation des méthodes d'analyse, Masson
M. Volle, Analyse des données, Economica
J. FOOS Manuel de la radioactivité à l'usage des utilisateurs-Formascience (orsay)
Tome 2- les désintégrations radioactive, les interactions rayonnements matières, les applications de la radioactivité (1994) •
Tome 3 Les effects biologiques des rayonnements, Eléments de radioprotection (1995)
M. COMET et M VIDAL Radiopharmaceutiques, Chimie des radiotraceurs et applications biologiques PU de Grenoble (1998)
G. SIMONET Les radioisotopes en analyse biologique, Détection et radioprotection Masson, Paris (1994)
D. J. GAMBINI et R GRANIER Manuel de Radioprotection Tech Doc Lavoisier (1997)
J. CAILLOT La radioactivité au service de l'Industrie et de l'environnement Tech Doc Lavoisier (2002)
CETAMA, G GRANIER, G Le PETIT Spectrométrie gamma appliquée aux échantillons de l'environnement Tech Do

UE : Analyse pour l'environnement

Nom du référent : Kh. HANNA **Crédit ECTS :** 5

Equipe pédagogique
- D. HAUCHARD
- L. FAVIER
- KH. HANNA

Code(s) de l'UE
- CC5AEMTC
- CC5DAPEC
- CC5CEENC
- CC5SAETC

Volume horaire (élèves) total de l'UE

CM	TD	TP	Projets	Hybride, en ligne	Autres	Total
50						

Langue de cours Français

Objectifs d'apprentissage

- Acquérir la méthodologie analytique concernant l'analyse de traces et d'ultra-traces, organiques ou inorganiques, dans différents types de matrices (eau, air, sols, organismes vivants, matrices alimentaires).
- Apprendre les cycles des éléments dans le milieu naturel et les réactions chimiques qui contrôlent la qualité des eaux naturelles.
- Apprendre le devenir des polluants dans les compartiments environnementaux (eau, air et sol) et les modèles existants qui décrivent le transfert inter-compartiment.

Programme

- Introduction sur la problématique spécifique de l'analyse de traces et ultra-traces.
- La stratégie générale de l'analyse : le ou les points de prélèvement, la conservation de l'échantillon, la purification et la concentration.
- Les méthodes d'analyse utilisées pour l'analyse de traces et ultra-traces organiques, application aux micropolluants organiques de l'air et l'eau.
- Le cas particulier de l'analyse de traces et d'ultra-traces inorganiques.
- Projets effectués en binômes par les élèves dans le but de réaliser une partie de cours sur l'application d'une technique à une problématique, le tout pouvant former un cours consultable à distance.
- Dynamique et spéciation des éléments dans les sols et sédiments.
- Réactions et équilibres en milieu naturel
- Réactions et comportements des milieux aquatiques : impact sur la qualité des eaux naturelles et cycles de l'eau.
- Principaux mécanismes contrôlant le devenir des polluants dans l'environnement.
- Transport réactif des contaminants : Modélisation environnementale et codes de calcul thermodynamique.

Compétences et connaissances visées

- Acquérir des connaissances sur les différentes techniques les plus utilisées pour l'analyse de traces et d'ultra-traces, organiques ou inorganiques, dans différents types de matrices (eau, air, sols, organismes vivants, matrices alimentaires).
- Savoir rédiger un document dans un vocabulaire scientifique approprié.
- Connaitre les différentes méthodes d'analyse environnementale.
- Comprendre l'origine des éléments chimiques et leurs cycles biogéochimiques dans la nature.
- Découvrir les modèles de transport réactif des contaminants dans l'environnement.

Modalités de contrôle des connaissances

- Evaluation des rapports et produits multimédias fournis par binôme et du rendu au groupe au cours d'un exposé.
- Examen écrit

Bibliographie

Introduction to environmental analysis, R. N. Reeve, 2002, Ed. John Wiley & Sons Ltd.
L'analyse de l'eau : Eaux naturelles, eaux résiduaires, eau de mer. Rodier et al., 2009, Ed. Dunod.
Analyse chimique : Méthodes et techniques instrumentales. F. Rouessac et al., 2009, Ed Dunod.
Analyse de traces et d'ultra-traces d'éléments, A. Hagège, A. Boos, Techniques de l'ingénieur, P3860 v3, 2013.
Analyse et traitement physicochimique des rejets atmosphériques industriels émissions fumées et odeurs, M. Popescu, 1998, Tech & Doc.
Aquatic Chemistry: Chemical Equilibria and Rates in Natural Waters, Werner Stumm andJames J. Morgan., 1995, Wiley-Blackwell.
Principles of Environmental Thermodynamics and Kinetics, Kalliat T. Valsaraj and Elizabeth M. Melvin, 2018, CRC Press.
The chemistry of soils, G. Sposito, 2008, Oxford University Press.

UE hors filière : Management et développement durable

Nom du référent : V. ALONZO **Crédit ECTS :** 5

Equipe pédagogique
- T. BENVEGNU
- A. BOUZAZA
- V. ALONZO
- E. CHAGNOT
- S. OLLITRAULT
- M. ANET
- Intervenants du monde industriel

Code(s) de l'UE
- CC5SMENC
- CC5ENDDC
- CC5MATDC
- CC5MPRRC
- CC5EVREC
- CC5CCONC

Volume horaire (élèves) total de l'UE

CM	TD	TP	Projets	Hybride, en ligne	Autres	Total
40				**10**	**9**	**59**

Langue de cours Français

Objectifs d'apprentissage

-Avoir une idée de l'enjeu économique lié aux ressources renouvelables que ce soit comme source de matières premières ou comme source d'énergie. Faire un état des lieux des bioressources. Appréhender les voies de synthèses permettant leur transformation en bioproduits simples ou à haute valeur ajoutée ou en biocarburants.
-Découvrir les mécanismes de dégradation des matériaux et savoir comment y remédier.
-Appréhender les enjeux du management de la dimension Environnement dans l'entreprise et connaître les principes et les exigences de la norme internationale ISO14001 de façon à réaliser ou du moins comprendre la mise en place d'un système de management environnemental conforme à cette norme pouvant conduire à certification par tierce partie.
-Retracer les grandes étapes de la protection de l'environnement au niveau international et l'émergence de la notion de développement durable et sa traduction dans le domaine du droit.
-Découvrir la problématique de la pollution des sols et de leur gestion (législation, dépollution).

Programme

Les bioressources
Les bioproduits issus de la biomasse
Les applications
Les politiques incitatives
Les différents types de biocarburants (ETBE, EMHV,..)
Procédés de fabrication des biocarburants de 1ère, 2ème et 3ème génération
Les ressources
Aspects économiques et environnementaux

Généralités sur la durabilité des matériaux et notions de base sur la corrosion
Corrosion en milieu aqueux (aspect thermodynamique, cinétique électrochimique, Corrosion uniforme : méthodes de mesure, corrosion localisée)
Corrosion atmosphérique
Corrosion haute température
Protection des matériaux

Présentation des enjeux de la dimension Environnement pour l'entreprise et importance de les manager;
Notion de Système de Management Environnemental et caractéristiques d'un tel système s'il est efficace
Principes et contenu de la norme ISO14001
Emploi de ISO 14001 pour le management des produits
Mise en œuvre d'un Système de Management Environnemental par étapes : Norme ISO 14005
Système intégré de management.

Les origines et les enjeux de la mobilisation environnementale
La montée en puissance des politiques internationales de l'environnement : naissance du développement durable
Les politiques internationales et européennes en matière d'environnement : mettre en œuvre le développement durable à un niveau international
Une diffusion locale des enjeux environnementaux : l'exemple du développement durable.

Evaluation des risques environnementaux de la pollution des sols : enjeux et cadre réglementaire
Identification et gestion amont des risques de contamination des sols (sources de pollution, transfert, …)

Gestion des pollutions en phase chantier (techniques de traitement)
Gestion des pollutions en phase d'exploitation

Compétences et connaissances visées

Connaitre les principales bioressources issues de la biomasse et leurs filières de production.
Savoir identifier les voies de transformations chimiques des bioressources en bioproduits et biocarburants et leurs domaines d'application.
Connaitre les initiatives de soutien, publiques ou privées, pour la filière 'chimie du végétal' et « biocarburants ».
Être capable d'analyser les enjeux industriels, technologiques, environnementaux et sociétaux liés à la valorisation/transformation de la biomasse.
Connaître les mécanismes de dégradation des matériaux
Connaître les méthodes de caractérisation concernant la corrosion
Savoir quels sont les avantages et inconvénients des différents matériaux métalliques utilisés dans des environnements agressifs
Connaître les différentes méthodes de protection des matériaux.
Connaitre le principe de la mise en place du système de management environnemental (SME)
Connaitre la problématique du droit de l'environnement
Connaitre la spécificité de la législation sur les sites pollués
Découvrir les procédés de diagnostic et de remédiation des sols
Connaitre la problématique de l'évaluation environnementale des procédés de traitement des sols

Modalités de contrôle des connaissances

Examens écrits avec ou sans documents.

Bibliographie

Coma, S. Iborra, A. Velty, Chemical Reviews, 2007, 107, 2411-2502
Feuille de Route R&D de la filière Chimie du végétal, Ademe
Module ENVAM sur les matières premières renouvelables
Ballerini D., Les biocarburants : répondre aux défis énergétiques et environnementaux des transports, Ed. Technip, 2011
Landolt D., Corrosion et chimie de surface des métaux- Traité des matériaux Vol. 12, Presses Polytechniques et Universitaires Romandes, 1997
Baroux B.,La corrosion des métaux, Dunod, 2014
Helie M., Corrosion des matériaux métalliques, Ellipses, 2015
Audisio S., Béranger G., Anticorrosion et durabilité dans le bâtiment, le génie civil et les ouvrages industriels, Presses Polytechniques et Universitaires Romandes, 2010
NORME NF EN ISO 14001: Systèmes de management environnemental; Exigences et lignes directrices pour son utilisation; AFNOR 2004
NORME NF EN ISO 14004: Systèmes de management environnemental; Lignes directrices générales concernant les principes, les systèmes et les techniques de mise en œuvre; AFNOR 2004
Salamitou J., Management environnemental, DUNOD, 2004
Jonquières M., Management environnemental (100 questions pour réussir),AFNOR 2005
Aubertin C., Re-présenter la nature; la biodiversité au prisme des ONG, éditions de l'IRD, 2005.
Barthe Y., « le recours au politique ou la problématisation politique « par défaut », in Lagroye (J.), La Politisation, Paris, Belin, 2003.
Lascoumes P., L'éco-pouvoir. Environnements et politiques, La découverte, Paris, 1994.
Neveu E., Sociologie des mouvements sociaux, Paris, La découverte, 1996.
Ollitrault S., « Les écologistes français, des experts en action », in Mayer (N.), Fillieule (O.) dir, Carrières Militantes, Revue Française de Science Politique,vol 51, n°1-2, février-avril 2001, p.105-131.
-Ollitrault S. « Des plantes et des hommes. De la défense de la biodiversité à l'altermondialisme » Revue Française de Science Politique, vol 54, n°3, juin 2004, p.443-465

Nom du référent : D. WOLBERT **Crédit ECTS :** 5

Equipe pédagogique
- R. GAUTIER
- D. WOLBERT
- N. CIMETIERE
- S. GIRAUDET

Code(s) de l'UE
- CC5AGDDC
- CC5SILSC
- CC5OUTIC

Volume horaire (élèves) total de l'UE

CM	TD	TP	Projets	Hybride, en ligne	Autres	Total
20 h			**30 h**			**50 h**

Langue de cours français

Objectifs d'apprentissage

Comprendre les enjeux de l'analyse, du traitement et de la gestion de données, notamment d'un grand nombre de données (BigData) dans les domaines de l'environnement, de l'énergie, de l'industrie, de la vie quotidienne… présentation des méthodes : des approches « classiques » (régression mutivariée, classification automatique, analyse en composantes principales) et novatrices (deep learning basée sur les réseaux de neurones artificiels)

La plupart des systèmes de production, de traitement, de collecte ou de distributions sont conçus à l'aide de logiciels de conception assistés par ordinateur. Ce cours a pour objectif d'introduire à certains de ces logiciels.
Apprendre à exploiter les capacités de nombreux logiciels d'usage commun disposant de capacité de programmation et de calcul pour résoudre des problématiques simples sans recourir à des logiciels spécifiques performants mais souvent coûteux.

Programme

Rappels et compléments sur la régression linéaire : Rappels – Compléments –
Prévision - Élimination des observations atypiques - Les méthodes de régression pas à pas.
Les réseaux de neurones artificiels. Introduction au connexionnisme : Le modèle neurophysiologique - Les modèles mathématiques – Apprentissage -
Avantages/Inconvénients des réseaux de neurones artificiels - Applications des réseaux de neurones.
Analyse de données : Introduction - Classification automatique – Classification hiérarchique - Analyse en composantes principales - Analyse discriminante
TD-TP à l'aide de logiciels (R-studio)

Présentation générale et applications au travers de projets en binômes et illustrations au travers de ces projets à l'ensemble du groupe.
Simulation cinétique COPASI
Traitement d'eaux usées GPS-X
Traitement d'eaux potable OTTER
Simulation réseau de distribution EPANET
Simulation de réseau de collecte SWMM
Schématisation 3D FreeCAD, Salomé
Simulation 3D multi-physique OpenFOAM
Chimie et surface PHREEQ
Dispersion atmosphérique (approche gaussienne) AERMOD, SIRANE
Dispersion atmosphérique (régime transitoire) CALPUFF d'autres logiciels pourront être envisagés en fonction des opportunités (mise à disposition, projets avec des entreprises, …)
Exemples : OpenFoam, Sirane, EPANet, SWWR, Salomé, …
Conception d'un système d'analyse connectée en utilisant notamment un (des)microcontrôleurs
Analyse de sections de réseaux de distribution ou de collecte
Simulation hydraulique et chimiques de réacteurs non-idéaux
Analyse de données collectées par les capteurs (ressource en eaux, pollution de l'air,…) pour la recherche de dérive ou de liens sous-jacents…
Simulation de dispersion de polluants

Des suites logicielles telles que Microsoft Office ou Libre Office permettre la programmation de macro afin de systématiser certaines opérations que ce soit pour les tableurs, les bases de données ou les éditeurs de documents. D'autre outils permettre d'utiliser les capacités de calculs des smartphones.
Ce cours a pour but d'apprendre à exploiter ces capacités pour résoudre des problématiques simples sans recourir à des logiciels spécifiques performants mais souvent couteux.

Compétences et connaissances visées

Maitriser les outils statistiques élémentaires de description et de prévision.
Connaître les approches utilisées en analyse de données « classiques » (régression, mutivariée, classification automatique, analyse en composantes principales) et novatrices (deep learning basée sur les réseaux de neurones artificiels

La plupart des systèmes de production, de traitement, de collecte ou de distributions sont conçus à l'aide de logiciels de conception assistés par ordinateur. Ce cours a pour objectif d'introduire à certains de ces logiciels.

Algorithmique,
Programmation objet,
Analyse et exploitation de fonctionnalités prédéfinies.

Modalités de contrôle des connaissances

Examen et projet avec livrables et soutenance

Bibliographie

M. Tenenhaus, *Méthodes statistiques en gestion*, Dunod
M. Feinberg, *La validation des méthodes d'analyse*, Masson
M. Volle, *Analyse des données*, Economica
M. J. Crawler, *The R Book*, Wiley
P. Lafaye de Micheaux, R. Drouilhet, B. Lique, *Le Logiciel R*, Springer

UE : CTV et numérique

Nom du référent : R. GAUTIER **Crédit ECTS :** 5

Equipe pédagogique
-R. GAUTIER
- E. PARASKEVI (Sanofi)
-P. CRAVEUR (Synsight)
-Divers encadrants de projet (EC & industriels)

Code(s) de l'UE
- CC5PRNUP

Volume horaire (élèves) total de l'UE

CM	TD	TP	Projets	Hybride, en ligne	Autres	Total
15h		**15h**	**20h**			**50h**

Langue de cours **français & anglais**

Objectifs d'apprentissage

- Comprendre les enjeux de l'analyse, du traitement et de la gestion de données, notamment d'un grand nombre de données (BigData) dans les domaines de la santé, de l'énergie, de l'industrie, de la vie quotidienne…
- Connaitre le processus de recherche amont dans l'industrie (pharmaceutique, des biotechnologies…) ainsi que les étapes pour lesquelles des simulations in-silico peuvent apporter un support à la compréhension des systèmes chimiques et/ou biologiques.
- Mettre en œuvre un projet « numérique » en lien avec le projet professionnel de l'étudiant. Possibilité de travailler sur une problématique proposée par un industriel

Programme

- Rappels et compléments sur la régression linéaire (Prévision - Élimination des observations atypiques - Les méthodes de régression pas à pas) ; les réseaux de neurones artificiels (Le modèle neurophysiologique - Les modèles mathématiques – Apprentissage - Avantages/Inconvénients des réseaux de neurones artificiels – Applications) ; Analyse de données (Introduction - Classification automatique - Classification hiérarchique - Analyse en composantes principales - Analyse discriminante) ; TD-TP à l'aide de logiciels (R-studio)
- Introduction au domaine de la chimie thérapeutique virtuelle. Positionnement dans le contexte de la recherche pharmaceutique. Présentation des principales techniques (forces et faiblesses). Bases des deux grands principes théoriques régissant les approches de modélisation (mécanique moléculaire et quantique), avec leurs spectres d'applications. Principe des méthodes usuelles utilisées en drug-design : docking, pharmacophore, dynamique moléculaire... Présentation de logiciels professionnels de modélisation et manipulation des objets chimiques/biologiques dans une de ces interfaces.
- Bio-informatique : Composition en acides aminés. Bases de données pour données de bases. Comparaison de deux séquences. Recherche dans les banques. Alignement de séquences. Bases théoriques de la phylogénie moléculaire. Algorithme pour la phylogénie moléculaire. Recherche de fonctions. Profils physico-chimiques. Prédiction de structures secondaires. Prédiction de structures 3D. Détection de sites 3D dans les protéines
- Exemples de projet numérique : Modélisation d'un mécanisme réactionnel ; étude conformationnelle ; docking de protéines ; étude de relations structure – activité ; mise au point d'un plan d'expériences (pour la formulation, les biotechnologies, les procédés, etc.) ; analyse de données collectées par les capteurs (ressource en eaux, pollution de l'air, …) pour la recherche de dérive ou de liens sous-jacents…

Compétences et connaissances visées

- Maitriser les outils statistiques élémentaires de description et de prévision.
- Connaître les approches utilisées en analyse de données « classiques » (régression, mutivariée, classification automatique, analyse en composantes principales) et novatrices (deep learning basée sur les réseaux de neurones artificiels
- Connaître les fondements de la chimie thérapeutique virtuelle et de la bio-informatique, incluant l'usage d'un outil numérique dédié.

Modalités de contrôle des connaissances

Examen écrit & projet (rapport et soutenance)

Bibliographie

- M. Tenenhaus, *Méthodes statistiques en gestion*, Dunod
- M. Feinberg, *La validation des méthodes d'analyse*, Masson
- M. Volle, *Analyse des données*, Economica
- M. J. Crawler, *The R Book*, Wiley
- P. Lafaye de Micheaux, R. Drouilhet, B. Lique, *Le Logiciel R*, Springer
- R. Leach, *Molecular Modelling, Principles and Applications*, Pearson
- G. Deléage & M. Gouy, *Bioinformatique, Cours et Applications*, Dunod
- F. Dardel & F. Képès*, Bioinformatique, Génomique et post-génomique*, Ecole Polytechnique

Filière : Master Management et Administration des entreprises / Option MAE

Nom du référent : V. HOVELAQUE – C. NUGIER **Crédit ECTS :** 10

Equipe pédagogique
- D. DANET
- V. HOVELAQUE
- C. TAHAR
- M.-L. LE BERRIGAUD
- M. TRICAUD
- A. JOYAUX
- F. BURELLIER
- F. ANDRE-LE-POGAMP
- L. BIRONNEAU
- C. HERRIAU
- K. PICOT-COUPEY

Volume horaire (élèves) total de l'UE

CM	TD	TP	Projets	Hybride, en ligne	Autres	Total
188 (S9)						

Langue de cours Français

Objectifs d'apprentissage

Donner à des étudiants disposant d'une formation principale en dehors du domaine des sciences de gestion les premiers éléments de compréhension du monde des entreprises et de leur adaptation à un environnement compétitif dynamique que l'on caractérisera faute d'acception universellement admise comme celui d'un capitalisme cognitif.
Le cours doit permettre aux étudiants de prendre une vue d'ensemble des finalités poursuivies par les entreprises dans la société du XXI° siècle, des structures qu'elles adoptent et des fonctions qu'elles assument pour combiner les différentes ressources mises en œuvre, des stratégies individuelles ou collectives déployées dans un environnement en mutation, des systèmes de pilotage garantissant l'adéquation des fins et des moyens.
Le cours est conçu dans une perspective pluridisciplinaire, naturellement centrée sur les apports des sciences de gestion mais qui s'enrichira de nombreux emprunts faits à des disciplines voisines : histoire, économie, droit, sociologie en premier lieu.
Il a pour ambition de présenter les questions d'ensemble de la gestion des entreprises afin de mieux préparer les étudiants à l'étude approfondie des différentes disciplines qui seront développées et approfondies dans le cours du Master Management et Administration des Entreprises.

Programme

Entreprise, Innovation & Sociétés : Sciences de gestion regards croisés 20h
Fondamentaux de Management I : Comptabilité et coûts 24h ; Droit (management fiscal) 12h ; droit des sociétés 12h ; Management des Ressources Humaines (Droit du travail) 24h
Fondamentaux de Management II : Management financier 24h ; Management industriel et logistique 24h ; Marketing 24h ;
Management stratégique : 24h
Spécialités au choix pour le S10 : Parcours Pilotage stratégique et décisionnel (PSD) 150h, Développement de Projets Internationaux (DPI) 150h, Entrepreneuriat et management de projets innovants (EMPI) 150h ou Management des Entreprises Japonaises (MEJ) 150h + 384h.

https://www.igr.univ-rennes1.fr/diplome/fc-master-mae

Compétences et connaissances visées

-Etre capable de développer une vision globale de l'entreprise (intégration de ses différentes fonctions socio-économiques) et la situer dans une perspective historique (permanences et mutations au cours du temps) et scientifique.
- Comprendre les mutations des facteurs clés et des formes de la compétition, notamment les difficultés soulevées par la globalisation des marchés et des échanges, la multiplication des innovations disruptives qui sont autant de menaces ou d'opportunités, le poids croissant des actifs immatériels, le bouleversement des business models et des formes d'organisation du travail (Crowdfunding, Ubérisation…)
- Connaître les problématiques majeures de l'analyse stratégique pour être capable de décrypter le comportement des entreprises sur les marchés.
- Comprendre les principes fondamentaux de la gestion d'une combinaison productive, tant dans la description analytique des principales ressources mobilisées que dans celle des divers processus ou des différentes structures permettant de les intégrer.
- Comprendre les enjeux autour de l'information, de la décision et du pouvoir dans les organisations.

- Appréhender la notion de pilotage, décrire les principales composantes et processus d'un système de décision et de contrôle et saisir les limites du processus de décision rationnel en intégrant les apports de chercheurs en sciences sociales comme Simon, March ou Kahneman.
- Maîtriser les connaissances de bases en comptabilité financière et les principales notions du calcul de coûts.
-Notions de TVA et imposition du résultat de l'entreprise soit au titre de l'impôt sur les sociétés ou au titre de l'impôt sur le revenu.
- Etre capable de résoudre des problèmes juridiques simples de droit des sociétés.
- Connaître la logique de fonctionnement du droit du travail – la hiérarchie des normes.
- Connaître les éléments essentiels du contrat de travail.
- Savoir mettre en œuvre une méthode d'analyse d'une situation conflictuelle en droit du travail.
- Savoir adapter des pratiques de GRH à des modes d'organisation
- Savoir respecter l'équité dans les pratiques de GRH
- Savoir développer des conditions de travail favorables aux salarié.
- Comprendre les principales décisions financières de l'entreprise (investissement et financement) et des principaux concepts d'ingénierie financière (opérations de fusion/acquisition, opération LBO…).
- initier aux principaux concepts de la gestion de production et des flux.
- parler le même langage que les dirigeants d'entreprise.
- familiariser aux méthodes et outils applicables en gestion de production et des flux, principalement les méthodes de pilotage des flux et des stocks, le « lean manufacturing ».
- savoir définir un plan d'étude marketing et le mettre en œuvre ;
- savoir faire le diagnostic d'une stratégie marketing et d'un plan de marketing opérationnel
- savoir définir une stratégie marketing et un plan de marketing opérationnel et les mettre en œuvre.
-d'acquérir une autonomie décisionnelle transversale, une méthodologie systémique d'analyse, une aptitude à la structuration du Due Diligence.

Modalités de contrôle des connaissances

Examens écrits
rédaction d'un mémoire par groupe de 4-5 élèves

Master : Qualités et traitements des eaux
https://spm.univ-rennes1.fr/parcours-quatro

SEMESTRE 10

UE : Stage en entreprise

Nom du référent : N. NOIRET **Crédit ECTS :** 30

Code(s) de l'UE
-CC5PROJS

Volume horaire (élèves) total de l'UE

CM	TD	TP	Projets	Hybride, en ligne	Autres	Total

Langue de cours Français ou autre
Durée : 18 semaines au minimum

Objectifs d'apprentissage

Il s'agit d'un stage dont l'objectif est une formation au métier d'ingénieur sur un thème fondamental ou appliqué, tel que l'optimisation de procédé, le développement de projets de gestion, ou encore un projet de R&D ou d'Etudes au sein d'une équipe publique ou privé en France ou à l'étranger, où les élèves sont confrontés aux dernières avancées scientifiques et technologiques dans leur spécialité. Ce stage est un tremplin vers le premier emploi (entre 45 et 50 % des diplômés sont embauchés grâce à ce stage de fin d'études). Il est effectué très majoritairement (~65%) dans le milieu de l'entreprise ou, pour les élèves-ingénieurs préparant un master recherche soit environ 35% d'entre eux, en milieu académique.

Programme

La démarche de recherche du stage fait partie intégrante de la formation et s'inscrit dans l'élaboration du Projet Professionnel et Personnel (PPP) de l'élève avec l'accompagnement de leur tuteur. Cette recherche s'inscrit dans les actions liées aux dispositifs d'aide à l'insertion professionnelle mise en place tout au long du cursus et auxquelles les tuteurs participent.

Compétences et connaissances visées

La fiche d'auto-évaluation des compétences techniques et comportementales est bâtie sur le référentiel professionnel Axelera (Association Chimie - Environnement Lyon et Rhône-Alpes, www.axelera.org.)
Les compétences techniques ("savoir-faire") et comportementales ("savoir-être") générales ou ciblées selon la nature du stage et les missions réalisées pendant ces périodes en milieu professionnel sont également évaluées par les responsables de stages dans les entreprises ou les laboratoires.

Modalités de contrôle des connaissances

Tous les stages donnent lieu à la rédaction d'un rapport et à une soutenance orale (15 minutes) devant un jury composé de deux enseignants (tuteur pédagogique et responsable de soutenance désigné parmi les enseignants-chercheurs de l'école) et du maître de stage si celui-ci peut et souhaite faire le déplacement. L'organisation de la soutenance est confiée à l'élève.
L'évaluation finale tient compte de plusieurs facteurs (rapport, soutenance, appréciation du maître de stage et renseignement du logiciel des stages) et les compétences sont évaluées grâce à une grille critériée.