

Cours Introductif

Volume Horaire		Responsable Pédagogique		Unité d'Enseignement
Cours	4:00:00	Nom	P. Serp	Outils en Chimie et Procédés Verts
Cours-TD	0:00:00			
TD	0:00:00	Pédagogie Active		Coefficient
TP	0:00:00	0		0,25
				Mode d'Evaluation
				CC

Connaissances et Capacités

- Acquérir une vision globale sur la chimie et le génie chimique vert
- Acquérir une vision globale des biotechnologies et leur application

Contenu du cours- Syllabus

-
- Introduction : Chimie verte et développement durable.
- Contexte général (économie, démographie, géopolitique).
- Applications industrielles des biotechnologies

Ouvrages de Référence

Chimie verte - chimie durable, Antoniotti Sylvain, Edition Ellipses (2013) ISBN : 9782729876838
Green Chemistry: Theory and Practice, Paul Anastas et John Warner, Oxford University Press (2000)
ISBN: 9780198506980

Matières premières végétales : propriétés et caractérisation

Volume Horaire		Responsable Pédagogique		Unité d'Enseignement
Cours	7:00:00	Nom	P. de Caro	Outils en Chimie et Procédés Verts
Cours-TD	0:00:00			
TD	1:00:00	Pédagogie Active		Coefficient
TP	0:00:00	0		0,25
				Mode d'Evaluation
				CC

Connaissances et Capacités

- Connaître les propriétés physico-chimiques des matières premières végétales en tant que ressources alternatives pour la chimie et les biotechnologies,
- Savoir faire le lien avec les propriétés fonctionnelles,
- Connaître les méthodes de caractérisation et les paramètres associés.

Contenu du cours- Syllabus

- Propriétés des principales molécules issues de la biomasse : lipides, polysaccharides, protéines, amidon, gomme, matières lignocellulosiques (cellulose, lignine, hémicellulose),
- Méthodes de caractérisation des molécules issues de la biomasse, en lien avec des propriétés d'usage,
- Présentation des équipements d'analyses disponibles au laboratoire de Chimie Agro-industrielle

Ouvrages de Référence

James Clark, Fabien Deswarte, Introduction to chemicals from Biomass, second edition, Wiley series in renewable resources, 2015

Etude de Cas

Volume Horaire		Responsable Pédagogique		Unité d'Enseignement	
Cours	0:00:00	Nom	P. de Caro	Outils en Chimie et Procédés Verts	
Cours-TD	0:00:00	Pédagogie Active		Coefficient	
TD	9:20:00				0
TP	0:00:00			Mode d'Evaluation	
				CC	

Connaissances et Capacités

- Etre capable de comprendre et d'analyser une problématique pour proposer des solutions en lien avec la chimie verte / les biotechnologies / les bioprocédés,
- Savoir identifier des voies d'amélioration apportées par la chimie verte / les biotechnologies / les bioprocédés,
- Connaître les outils / les critères d'évaluation en chimie verte,
- Savoir communiquer dans le domaine de la chimie verte / des Bioprocédés (avantages, contraintes, évaluation).

Contenu du cours- Syllabus

Le cours consiste à traiter plusieurs exemples pour lesquels la chimie verte/ les biotechnologies/ les bioprocédés peuvent apporter des solutions originales, en utilisant des technologies propres.

Les étudiants seront amenés à faire des recherches sur un sujet (travail en groupe), et à restituer leur travail sous forme d'une présentation orale montrant comment l'implication de la chimie verte/ des biotechnologies / des bioprocédés améliore la conception de produits.

Les performances techniques et environnementales seront discutées.

Ouvrages de Référence

Catalyse Enzymatique

Volume Horaire		Responsable Pédagogique		Unité d'Enseignement
Cours	9:20:00	Nom	P. Taillandier	Bioprocédés
Cours-TD	0:00:00			
TD	0:00:00	Pédagogie Active		Coefficient
TP	0:00:00	0		0
				Mode d'Evaluation
				0

Connaissances et Capacités

- Connaître les enzymes d'un point de vue structural et biochimique.
- Acquérir les bases de la cinétique enzymatique michaelienne.
- Aborder des exemples de mise en œuvre dans des procédés avec leurs contraintes et leurs caractéristiques.

Contenu du cours- Syllabus

Structure et mode d'action des enzymes :
la molécule et ses différentes structures, le site catalytique et son mode d'action, les co-facteurs, la classification des enzymes.

Cinétique enzymatique :
le modèle de Michaelis et Menten, la détermination des paramètres.

Influence des facteurs extérieurs :
les facteurs physico-chimiques, les effecteurs chimiques et biochimiques, la régulation de la synthèse et de l'activité.

Production et préparation des enzymes :
les différents mode d'obtention, préparation et purification.

Les enzymes immobilisées :
méthodes d'immobilisation, les caractéristiques cinétiques des enzymes immobilisées, les réacteurs enzymatiques.

Exercices d'application

Ouvrages de Référence

Les enzymes, Pelmont ; Biochemical Engineering, Bailey et Ollis

Bioréacteurs

Volume Horaire		Responsable Pédagogique		Unité d'Enseignement
Cours	9:20:00	Nom	P. Taillandier	Bioprocédés
Cours-TD	0:00:00			
TD	0:00:00	Pédagogie Active		Coefficient
TP	0:00:00	0		0
				Mode d'Evaluation
				0

Connaissances et Capacités

Ce cours introduit les éléments de base nécessaires à la conception, au dimensionnement et à la conduite des fermenteurs. Il assure le lien entre des connaissances de microbiologie (cinétique et rendement des bio-réactions de croissance et de production) et des connaissances de génie des procédés (bilans, et phénomènes de transfert couplés avec des bio-réactions).

Contenu du cours- Syllabus

1) Rendements et cinétiques

Obtention de données expérimentales, les lois de conservation, degré de réduction, rendements globaux, coefficients de rendement, facteurs de rendement, cinétiques de croissances (cultures continues), cinétiques de croissances (cultures discontinues), modèles structurés, modèles métaboliques, cinétiques de formation de produits.

2) Aération des milieux de culture

Rappels sur le transfert gaz-liquide, cas de l'oxygène, couplage transfert, réaction biologique, mesure de concentrations d'oxygène en solution, méthodes chimiques et électrochimiques, mesure des $k_L a$ par méthode chimique, mesure des $k_L a$ par méthode électrochimique, mesure des $k_L a$ par méthode de bilans en phase gaz.

3) Mise en oeuvre des fermentations

Culture continue anaérobie, culture continue avec anaérobie recyclage, culture continue aérobie, culture discontinue anaérobie, culture discontinue aérobie, culture fed-batch.

4) Fermenteurs, conception dimensionnement

Les différents types de fermenteurs, cuves mécaniquement agitées, cuves mécaniquement agitées aérées, colonnes à bulles et air-lifts.

5) Exercices d'application

3A1S



2016-2017

Pôle INVEBIO (CFiBio)
Troisième année, Premier semestre
Patricia.Taillandier@ensiacet.fr

Ouvrages de Référence

BAILEY et OLLIS, "BIOCHEMICAL ENGINEERING FUNDAMENTALS"

Date de Mise à Jour **Juillet 2016**

TP Fermentation

Volume Horaire	
Cours	0:00:00
Cours-TD	0:00:00
TD	0:00:00
TP	21:00:00

Responsable Pédagogique	
Nom	P. Taillandier

Unité d'Enseignement
Bioprocédés

Pédagogie Active
0

Coefficient
0

Mode d'Evaluation
rapport

Connaissances et Capacités

- Illustrer les cours théoriques.
- Appliquer des méthodes du travail aseptique.
- Acquérir ou augmenter des compétences dans la conduite des fermentations : savoir établir les cinétiques et stoechiométries.
- Exemple de la fermentation alcoolique par des levures

Contenu du cours- Syllabus

Méthodes de microbiologie :

- travail aseptique :
- contrôle microbiologique de surfaces et atmosphère
- Techniques d'observation.
- Techniques de numération de la population microbienne.

Mise en œuvre d'une fermentation batch en bioréacteur:

- Préparation des milieux et matériels.
- Préparation des levains.
- Suivi de la fermentation et Echantillonnage.

Analyse de la fermentation :

- Traitement et analyse des échantillons : enzymatique et chromatographie gaz et liquide.
- Mise en forme des données expérimentales.
- Analyse des résultats : calcul des vitesses, rendements, bilans matière. Stoechiométrie

Ouvrages de Référence

Procédés de formulation

Volume Horaire		Responsable Pédagogique		Unité d'Enseignement
Cours	4:00:00	Nom	M. Urrutigoity	Formulation
Cours-TD	0:00:00			
TD	1:00:00	Pédagogie Active		Coefficient
TP	0:00:00	0		0
				Mode d'Evaluation
				0

Connaissances et Capacités

Connaitre les tensioactifs, leur place dans l'industrie et les milieux organisés qui en découlent.

Contenu du cours- Syllabus

- Généralités sur les tensioactifs : définition, classification des tensioactifs, diverses structures de tensioactifs, caractère tensioactif, notion de HLB
- Synthèse de tensioactifs à partir des intermédiaires de l'oléochimie
- Les tensioactifs dans les applications industrielles
- La micellisation : CMC (définition et détermination) ; facteurs influençant la micellisation (point de Kraft point de trouble, additifs) ; représentation schématique d'une micelle
- Différents types de vésicules (liposomes...)
- Les micelles inverses
- Les tensioactifs en milieu non aqueux
- Les microémulsions : définition, domaine d'existence et diagrammes de phase,
- Les émulsions ; les émulsions multiples : définition, procédés de formation

Ouvrages de Référence

- *Microrémulsions, émulsions multiples*, J. Poré, Editions techniques des industries des Corps gras, 1992
- *Microemulsions : background, new concepts, applications, perspectives* C. Stubenrauch (ed.) Wiley 2009

Application cosmétique

Volume Horaire		Responsable Pédagogique		Unité d'Enseignement
Cours	4:00:00	Nom	M. Urrutigoity	Formulation
Cours-TD	0:00:00			
TD	0:00:00	Pédagogie Active		Coefficient
TP	0:00:00	0		0
				Mode d'Evaluation
				0

Connaissances et Capacités

Comprendre que la formulation cosmétique est une activité essentielle de la chimie de fabrication (conception, caractérisation et fabrication) de produits finis caractérisés par leur valeur d'usage et répondant à un cahier des charges.

Contenu du cours- Syllabus

- Généralités : marché des cosmétiques, définition d'un produit cosmétique, l'industrie cosmétique
- La cosmétique : définition, nomenclature, labels, Ecocert
- La formulation d'un produit cosmétique : cahier des charges (étapes, contraintes, réglementation) ; les différents produits utilisés (émollients, anti-oxydants, conservateur, sels, sequestrants...), tests.
- Concepts de formulation : exemple de formulation de shampoings pour différents types de cheveux

Ouvrages de Référence

Application galénique

Volume Horaire		Responsable Pédagogique		Unité d'Enseignement
Cours	2:40:00	Nom	Fabien Brouillet	Formulation
Cours-TD	0:00:00			
TD	0:00:00	Pédagogie Active		Coefficient
TP	0:00:00	0		0
				Mode d'Evaluation
				0

Connaissances et Capacités

- Etre capable d'appréhender le contexte et les exigences spécifiques à l'industrie pharmaceutique.
- Connaître les bases de la formulation et de la fabrication de formes pharmaceutiques.

Contenu du cours- Syllabus

- Introduction et définitions (médicament, industrie pharmaceutique,...)
- Les différentes formes pharmaceutiques
- Les différentes opérations pharmaceutiques

Ouvrages de Référence

Pharmacie galénique - Bonnes pratiques de fabrication des médicaments. A.LE HIR, J-C.CHAUMEIL et D.BROSSARD, ELSEVIER / MASSON, 2009.

PHI 41 Pharmacotechnie industrielle, [Collectif Eric Levacher](#), [Institut des Métiers et des Technologies](#), 2006

TP formulation

Volume Horaire		Responsable Pédagogique		Unité d'Enseignement
Cours	0:00:00	Nom	M. Urrutigoity	Formulation
Cours-TD	0:00:00			
TD	0:00:00	Pédagogie Active		Coefficient
TP	7:00:00	0		0
				Mode d'Evaluation
				rapport

Connaissances et Capacités

Savoir identifier les différents ingrédients et leur rôle dans une formulation
Savoir répondre à un cahier des charges et évaluer les propriétés du produit formulé
Savoir mener une réflexion sur l'optimisation de la formulation du produit et sa mise en œuvre industrielle,
Savoir rédiger un cahier de laboratoire.
Appliquer les règles d'hygiène et de sécurité dans un laboratoire de chimie.

Contenu du cours- Syllabus

Deux formulations sont réalisées :

- Formulation d'un dentifrice : le marché de l'hygiène buccodentaire figure parmi les plus dynamiques du secteur hygiène-beauté avec une croissance intéressante pour les dentifrices. Les étudiants élaborent une pâte dentifrice qui représente une des formes galéniques des dentifrices. Ils réfléchissent sur la composition du dentifrice pour identifier le rôle de chaque produit utilisé dans la formulation. Ils comparent aussi la formulation mise en œuvre avec celles de dentifrices commercialisées
- Formulation d'un rouge à lèvres : le rouge à lèvres fait partie des produits de beauté les plus employés et doit répondre aux exigences des consommatrices comme l'agrément d'emploi, le pouvoir couvrant et la transparence, l'adhérence à la muqueuse et la tenue du rouge à lèvres ainsi que la teinte et l'aspect brillant. La formulation d'un rouge à lèvres est complexe avec une partie corps blanc (cires, huiles), les colorants, les conservateurs, le parfum...les étudiants formulent différents rouge à lèvres avec une partie variable composée de cires et huile dont ils font varier les quantités et une partie constante. Une évaluation sensorielle par un jury mis en place est faite pour Les différents rouge à lèvres. Une formulation optimisée est proposée à partir des différents résultats obtenus

Synthèse Totale

Volume Horaire	
Cours	0:00:00
Cours-TD	8:00:00
TD	0:00:00
TP	0:00:00

Responsable Pédagogique	
Nom	O. Dechy Cabaret

Unité d'Enseignement
Activation et Optimisation de réactions

Pédagogie Active
Travail en groupe, Evaluation par les pairs, Débat

Coefficient
1

Mode d'Evaluation
Note TD

Connaissances et Capacités

Etre capable d'étudier une synthèse multi-étapes : réactions mises en jeu, réactifs, solvants, techniques d'activation
Etre capable de proposer un mécanisme pour chaque étape et d'identifier les éventuels co-produits et/ou produits secondaires
Etre capable d'identifier les étapes clés en vue d'une transposition industrielle (développement chimique)
Etre capable de proposer des réactifs/solvants/techniques alternatifs et de défendre cette proposition parmi d'autres lors d'une présentation orale

Contenu du cours- Syllabus

Le travail est réalisé en groupes de 4 à 6 élèves en salle de pédagogie active au sein de la médiathèque, à partir de publications scientifiques
Séance 1 : cours introductif au développement chimique
Séance 2 : analyse de la synthèse ; pour chaque étape = réaction, rôle de chaque produit mis en jeu ;
Séance 3 : recherche des mécanismes et des produits secondaires possibles
Séance 4 : évaluation par le groupe N+1 du travail fait par le groupe N et discussion
Séance 5 : identification des étapes clés pour le développement et proposition d'une voie alternative pour l'étape critique
Séance 6 : présentation orale de la voie de synthèse initiale et de la voie alternative dans une simulation de réunion avec débat pour décision budgétaire

Ouvrages de Référence

Méthodes d'activation

Volume Horaire		Responsable Pédagogique		Unité d'Enseignement
Cours	0:00:00	Nom	P. Cognet	Activation et Optimisation de réactions
Cours-TD	9:20:00			
TD	0:00:00	Pédagogie Active		Coefficient
TP	0:00:00	0		0
				Mode d'Evaluation
				0

Connaissances et Capacités

- Connaître les principales caractéristiques des techniques d'activation : principe, mise en œuvre, domaines d'applications, exemples de procédés.
- Etre capable de proposer une technique d'activation pertinente en fonction du problème posé
- Connaître les couplages de techniques possibles

Contenu du cours- Syllabus

Introduction aux techniques d'activation

Electrosynthèse

1. Quelques brefs rappels : définitions, caractéristiques des systèmes électrochimiques à l'équilibre, apport de matière dans les cellules électrochimiques, double couche électronique, méthodes analytiques

2. Applications des techniques analytiques : modalités expérimentales, régime de diffusion stationnaire, régime de diffusion pure

3. Electrosynthèse préparative : mise en œuvre à la paillasse, avantages/inconvénients de la technique, réacteurs pilotes industriels

4. Réactions d'électrosynthèse : réactions d'oxydation, réactions de réduction, procédé à anode soluble

Photochimie Préparative (Karine Loubière, Odile Dechy-Cabaret)

1. Considérations générales sur la photochimie
Qu'est-ce la photochimie ? Domaines concernés. Avantages. Photochimie industrielle : état des lieux et renouveau actuel
2. Les grandes familles de réactions photochimiques
Réactions en chaîne. Réactions quasi-stoechiométriques (cycloadditions). Réactions sensibilisées (photooxygénations),
3. Principes fondamentaux de la photochimie
Processus photophysiques primaires. Energie d'une mole de photon. Lois fondamentales, Probabilité, coefficient et spectre d'absorption. Processus de désactivation. Rendement quantique.
4. Eléments de génie des réacteurs photochimiques
Objectifs. Loi cinétique/couplage atténuation de la lumière. Eléments de transfert radiatif. Applications aux réacteurs idéaux (réacteur batch à immersion parfaitement mélangé, piston, RAC). Limites
5. Technologies photochimiques
Sources lumineuses. Matériaux. Géométries de photoréacteurs. Exemples de photoréacteurs de laboratoire et industriels. Technologies microstructurées

En complément, 2 exercices corrigés

Technique ultrasonore

1. **L'onde ultrasonore** : source ultrasonore, propagation de l'onde, appareillage
2. **La cavitation et ses effets** : Cavitation, Effets de la cavitation
3. **Les ultrasons en synthèse** : réactions en milieu liquide homogène, réactions en milieu hétérogène liquide-liquide, réactions en milieu hétérogène liquide-solide, réactions catalytiques liquide-solide, réactions électrochimiques

Les micro-ondes en chimie

1. notions générales sur les microondes (*nature des microondes, génération des ondes électromagnétiques, équations de Maxwell, mode de propagation des ondes, applicateur et cavité électromagnétique*)
2. la thermique microonde (*interactions ondes-matière, formulation mathématique, caractéristiques et complexité de la thermique microonde, technologies existantes et domaine d'application des microondes dans l'industrie*)
3. les microondes en chimie organique (*contexte - état de l'art, les dispositifs expérimentaux, effets spécifiques, exemples de réactions chimiques*)

4. les réacteurs pilotes microondes et l'extrapolation (*réacteur microonde batch, réacteur microonde continu, couplage avec d'autres techniques d'activation*)

Ouvrages de Référence

- **DOSSIER Techniques de l'Ingénieur -k1250 : Sonochimie organique** - 10/05/2009 - Micheline Draye, Julien Estager, Max Malacria, Jean-Philippe Goddard, Cyril ollivier, 2009
- **Génie des procédés durables: Du concept à la concrétisation industrielle**, Martine Poux, Patrick Cognet, Christophe Gourdon, Dunod, 2010
- **Éléments de génie électrochimique**, , François Coeuret, Alain Storck, [Lavoisier / Tec & Doc](#) 1999
- **Fundamentals and Applications of Organic Electrochemistry**, Toshio Fuchigami, Mahito Atobe and Shinsuke Inagi. John Wiley and Sons, Hoboken 2014
- A. Griesbeck, M. Oelgemöeller, F. Ghetti, Handbook of organic photochemistry and photobiology, CRC Press
- A.M. Braun, M.T. Maurette, E. Oliveros **Photochemical Technology**, Wiley.
- A. Albini, M. Fagnoni Handbook of Synthetic Photochemistry, Wiley-VCh.
- J. Mattay, A.G. Griesbeck Photochemical Key Steps in Organic Chemistry, VCH.
- N.J. Turro et al. Principles of Molecular Photochemistry, University Science Books.
- M. Montalti et al. Handbook of Photochemistry, 3rd edition, CRC Press.
- S.E. Braslavsky, Glossary of Terms used in Photochemistry, 3rd edition (IUPAC - Commission on Photochemistry). <http://pac.iupac.org/publications/pac/pdf/2007/pdf/7903x0293.pdf>

TP Synthèse et activation

Volume Horaire		Responsable Pédagogique		Unité d'Enseignement
Cours	0:00:00	Nom	O. Dechy Cabaret	Activation et Optimisation de réactions
Cours-TD	0:00:00			
TD	0:00:00	Pédagogie Active		Coefficient
TP	21:00:00	TP projet recherche		2
				Mode d'Evaluation
				Oral - rapport

Connaissances et Capacités

- Savoir lire des publications scientifiques et en retirer des informations sur la mise en œuvre expérimentale d'une synthèse organique
- Savoir élaborer un plan de manipulations permettant de mettre en évidence l'intérêt d'une technique d'activation, en tenant compte des contraintes matérielles (matières premières disponibles, techniques d'analyse pertinentes, coût, temps et sécurité).
- Savoir mettre en œuvre expérimentalement une technique d'activation en synthèse organique et analyser son impact.
- Savoir rendre compte de résultats expérimentaux dans un cahier de laboratoire
- Savoir présenter à l'oral les résultats d'une étude expérimentale
- Savoir faire le lien entre les techniques utilisées en laboratoire et les technologies déployées à l'échelle industrielle

Contenu du cours- Syllabus

Les élèves sont répartis en groupe de 2 à 4 et étudient **1 seule réaction** parmi différentes réactions proposées, afin d'illustrer diverses techniques d'activation en synthèse organique.

- **Catalyse enzymatique** : hydrolyse sélective d'un diester,
- **Catalyse de coordination** : réaction de Heck en milieu liquide ionique
- **Photochimie** : cycloaddition [2+2], comparaison batch/microréacteur.
- **Micro-ondes**
- **Electrosynthèse**
- **Sonochimie**
- ...

Pour chaque réaction proposée, il est demandé aux élèves de proposer avant la première séance un plan de manipulations en s'appuyant sur des références bibliographiques proposées et en adaptant les quantités et en incluant des variantes ou simplifications.

Un cahier de laboratoire utilisable par d'autres expérimentateurs est rédigé au fur et à mesure des séances et des points réguliers sont faits en groupe avec l'enseignant sur les résultats expérimentaux obtenus.

Au terme des séances, au cours d'un **exposé oral**, les élèves présentent à l'ensemble de la promotion l'étude réalisée en incluant une réflexion sur le transfert à l'échelle industrielle de la technique mise en jeu.

Réconciliation données-Modélisation bio

Volume Horaire		Responsable Pédagogique		Unité d'Enseignement
Cours	0:00:00	Nom	X. Meyer	Conduite de Procédés
Cours-TD	9:20:00			
TD	0:00:00	Pédagogie Active		Coefficient
TP	0:00:00	0		1
				Mode d'Evaluation
				Rapport

Connaissances et Capacités

Etre capable d'analyser la cohérence de données expérimentales vis-à-vis de bilans matière
Etre capable de déterminer les dépendances linéaires des données par l'analyse factorielle
Etre capable d'établir un modèle stœchio-cinétique à partir de données brutes

Contenu du cours- Syllabus

Cours :

- Introduction
- Validation et réconciliation de données sur un réacteur batch
- Analyse factorielle pour la construction d'un schéma stœchio-cinétique
- Identification de paramètres et stratégie expérimentale
- Conclusion

Application :

- Validation et réconciliation de données : exemple de mise en place des tests statistiques sous Excel
- Analyse et construction d'un schéma stœchio-cinétique pour une fermentation alcoolique
 - validation et réconciliation des données : analyse des limites de la méthode
 - construction du schéma stœchio-cinétique sous Excel par résolution d'un problème d'optimisation sous contraintes

Ouvrages de Référence**VALIDATION DE DONNEES**

- Validation de données et diagnostic, J. Ragot, D. Maquin, G. Bloch, M. Darouach, éd. Hermès, Paris 1990
- Modélisation et estimation des erreurs de mesures, N. Neuilly, éd. Tech. et Doc. Lavoisier 1993.
- Validation de données et diagnostic de procédés industriels, J. Fayolle, thèse de doctorat de l'INP Lorraine, 1987
- Validation de données sur des systèmes incomplètement observés, M. Meyer, thèse de doctorat de l'INP de Toulouse, 1990
- Développement d'une méthodologie pour la modélisation et la simulation des réacteurs discontinus - Application à la fermentation brassicole, M. Fillon, thèse de doctorat de l'INP de Toulouse, 1996

ANALYSE FACTORIELLE

- Développement d'une méthodologie pour la modélisation et la simulation des réacteurs discontinus - Application à la fermentation brassicole, M. Fillon, thèse de doctorat de l'INP de Toulouse, 1996
- Stoichiometric interpretation of multireaction data, WJ. Hamer, Chem. Eng. Sci., 44, 10, pp 2363-2374, 1989.
- Target factor analysis for the identification of stoichiometric models, D. Bonvin, DWT. Rippin, Chem. Eng. Sci, 45,12, pp 3417-3426,1990.

IDENTIFICATION DE PARAMETRES

- Identification de modèles paramétriques à partir de données expérimentales, E. Walter, L. Pronzato, éd. Masson, 1994
- Stratégie d'identification de modèles algébro-différentiels - Application aux systèmes réactionnels complexes. G. Carrillo-Leroux, thèse de doctorat de l'INP de Toulouse, 1995.

Ordonnancement

Volume Horaire	
Cours	0:00:00
Cours-TD	10:40:00
TD	0:00:00
TP	0:00:00

Responsable Pédagogique	
Nom	C. Pantel

Unité d'Enseignement
Conduite de Procédés

Pédagogie Active
0

Coefficient
1

Mode d'Evaluation
Rapport

Connaissances et Capacités

Ce module a pour objectif de présenter aux étudiants les méthodes et les outils en vue de résoudre un problème d'ordonnancement et de conception d'ateliers pour des applications de type chimie fine et bioprocédés.

Ce module renforce les enseignements de 2^{ème} Année (GC, GP) sur la problématique de la conception et de l'exploitation de procédés discontinus.

L'accent est mis sur l'approche par simulation à événements discrets particulièrement adaptée pour prendre en compte les contraintes particulières de ce type d'industrie.

Contenu du cours- Syllabus

- Présentation de la problématique d'ordonnancement et de conception d'ateliers discontinus en Génie des Procédés (Chimie fine, Bio-procédés) de type multi-produits et multi-objectifs ;
- Approches classiques en ordonnancement : *Programmation mathématique, programmation dynamique, procédures par séparation et évaluation Branch and Bound, théorie des graphes... Intérêts et limitations de ces méthodes pour aborder des cas complexes d'ateliers de type multi-objectifs; mise en évidence du problème combinatoire sous-jacent ; méthodes stochastiques (recuit simulé, Algorithmes Génétiques...); Présentation des différents critères : minimisation de la durée de la campagne de production, minimisation des temps de cycle moyen des lots, respect de dates d'attente imposées pour chacun des lots à produire.*
- Présentation de l'approche par simulation à événements discrets (SED) : principes de développement et de mise en place de stratégies d'utilisation d'un simulateur SED, développement de scenarii.
- Travail en bureau d'études : utilisation d'un simulateur de type SED et déploiement de scenarii en vue de l'ordonnancement et du « retrofitting » d'un atelier discontinu.

3A1S



2016-2017

Pôle INVEBIO (CFiBio)
Troisième année, Premier semestre
Patricia.Taillandier@ensiacet.fr

Ouvrages de Référence

Chemical Process: Design and Integration, Robin Smith, Wiley
ISBN: 978-0-471-48681-7

Agitation Mécanique

Volume Horaire		Responsable Pédagogique		Unité d'Enseignement
Cours	0:00:00	Nom	M. Poux	Conduite de Procédés
Cours-TD	4:00:00			
TD	0:00:00	Pédagogie Active		Coefficient
TP	0:00:00	0		0
				Mode d'Evaluation
				0

Connaissances et Capacités

- Connaître les différents types de mobiles d'agitation et leurs applications
- Etre capable de proposer une technologie de mélange pertinente en fonction du problème posé
- Etre en mesure de dimensionner correctement un réacteur agité

Contenu du cours- Syllabus

1. Présentation des systèmes d'agitation et des types d'écoulements
2. Aspect énergétique de mise en œuvre de fluides divers
3. Hydrodynamique et schémas d'écoulement
4. Notions d'extrapolation

Ouvrages de Référence

XUEREB C., POUX M., BERTRAND J.
Agitation et Mélange : aspects fondamentaux et applications industrielles », ISBN 2100497006 Ed. Dunod 2006

Micro Réacteurs

Volume Horaire		Responsable Pédagogique		Unité d'Enseignement
Cours	0:00:00	Nom	L. Prat	Conduite de Procédés
Cours-TD	4:00:00			
TD	0:00:00	Pédagogie Active		Coefficient
TP	0:00:00	0		0
				Mode d'Evaluation
				0

Connaissances et Capacités

- Comprendre le positionnement (avantages/inconvénients) des technologies micro-structurées dans le panel des technologies disponibles
- Identifier les systèmes chimiques (physico-chimiques) pouvant bénéficier de ces technologies
- Savoir quantifier les effets attendus

Contenu du cours- Syllabus

Analyse des temps caractéristiques des phénomènes mis en jeu lors d'une opération de transformation de la matière ;
Revue de technologies et lien avec les temps caractéristiques des opérations (mélange, transferts, réaction) : appareils et mesures ;
Exemples de réussites et difficultés.

Ouvrages de Référence

Technologies et méthodes innovantes d'intensification : Miniaturisation des Procédés, in « Génie des Procédés Durables, du concept à la concrétisation industrielle », Dunod-L'usine Nouvelle, 2010.

“Microreactors in Organic Chemistry and Catalysis”, Wiley-VCH, 2013

Réacteurs Polyphasiques

Volume Horaire		Responsable Pédagogique		Unité d'Enseignement
Cours	0:00:00	Nom	C. Julcour	Conduite de Procédés
Cours-TD	4:00:00			
TD	0:00:00	Pédagogie Active		Coefficient
TP	0:00:00	0		0
				Mode d'Evaluation
				0

Connaissances et Capacités

- *Prérequis : cinétique chimique (hétérogène), phénomènes de transferts, réacteurs idéaux*
- Comprendre les transformations polyphasiques : couplage entre dynamiques de transferts physiques et de réactions chimiques ; aspect multi-échelles
- Utiliser les outils du génie de la réaction pour :
 - Calculer les vitesses effectives de transformation en fonction de ces dynamiques et des grandeurs mesurables (dimensionnement)
 - Evaluer l'effet des phénomènes physiques sur les vitesses effectives (diagnostic)
- Choisir et dimensionner en conséquence les réacteurs

Contenu du cours- Syllabus

- 1) Réactions et réacteurs fluide-solide catalytique et fluide-fluide** (rappels pour 2A GC/GPI et compléments) – P. Cagnet
 - Couplage de la réaction avec les transferts entre phases, régimes de fonctionnement
 - Analogies (nombre de Hatta vs. module de Thiele)
 - Dimensionnement des réacteurs
 -
- 2) Réactions et réacteurs triphasiques gaz-liquide-solide** – C. Julcour
 - Réacteurs triphasiques traditionnels : caractéristiques, comparaison et applications
 - Phénomènes impliqués et évaluation des résistances aux transferts
 - Focus sur les réacteurs à lit fixe : régimes de fonctionnement, changement d'échelle, distribution de liquide et mouillage partiel du catalyseur en lit ruisselant, modélisation, cas d'étude de l'hydrogénation sélective du cyclododécatène
 - Intensification des réacteurs
- 3) Réactions et réacteurs à phase solide réactive (solide consommable)** – C. Julcour
 - Classification et exemples de réactions, modèles à appliquer
 - Développement des modèles élémentaires de conversion : cœur rétrécissant, grain rétrécissant, conversion uniforme progressive, particule multi-grains
 - Modèles de réacteurs : transformation discontinue ou continue des particules

Ouvrages de Référence

O. Levenspiel, Chemical reaction engineering, John Wiley & Sons, 1972
J. Villermaux, Génie de la réaction chimique, Tec. et Doc., 1993
D. Schweich, Génie de la réaction chimique, Traité de Génie des Procédés, Tec. et Doc., 2001
P. Trambouze et J.P. Euzen, Les réacteurs chimiques : de la conception à la mise en œuvre, Technip, 2002

Mise en forme du solide

Volume Horaire		Responsable Pédagogique		Unité d'Enseignement
Cours	0:00:00	Nom	B. Biscans	Séparation
Cours-TD	4:00:00			
TD	0:00:00	Pédagogie Active		Coefficient
TP	0:00:00	0		0
				Mode d'Evaluation
				0

Connaissances et Capacités

Transfert de matière
Transfert de chaleur
Bilan
Changement de phase
Processus aux interfaces solide-liquide

Contenu du cours- Syllabus

1ère partie: Les procédés de mise en forme du solide

- Interaction procédé-produit : conférer une texture et une structure
- Procédés de granulation et d'enrobage : tambours, disques, mélangeurs, lits fluidisés, atomiseurs...

2ème partie: Mécanismes de liaisons entre particules

- Forces d'interaction à distance : modèle de la double couche électrique (théorie DLVO)
- Forces capillaires : liaisons liquides mobiles
- Ponts solides

3ème partie: Caractérisation d'une poudre

- Distribution de taille des particules
- Fluidisabilité
- Structure des vides interparticulaires
- Coulabilité

4ème partie: Modélisation des procédés d'agglomération

- Bilan de population
- Cinétiques d'agglomération. Formalisme de Schmoluchowski

Ouvrages de Référence

Handbook of Particle Technology , Particle size enlargement Edited by J.C. WILLIAMS and T. ALLEN, ELSEVIER SCIENTIFIC PUBLISHING COMPANY, 1980, 335 Jan van Galenstraat, P.O. Box 211,1000 AE Amsterdam, The Netherlands

Traitement des effluents

Volume Horaire		Responsable Pédagogique		Unité d'Enseignement
Cours	0:00:00	Nom	M. Alliet	Séparation
Cours-TD	5:20:00			
TD	0:00:00	Pédagogie Active		Coefficient
TP	0:00:00	0		0
				Mode d'Evaluation
				0

Connaissances et Capacités

Connaissance de la problématique de la pollution de l'eau et des moyens de traitement des effluents aqueux urbains et industriels

Contenu du cours- Syllabus

Présentation des différents polluants et des méthodes analytiques pour les caractériser au sein de différents effluents.

Chimie et biochimie de la dégradation

Procédés de dépollution aérobie et anaérobie

Ouvrages de Référence

Filtration centrifugation

Volume Horaire		Responsable Pédagogique		Unité d'Enseignement
Cours	0:00:00	Nom	B. Ratsimba	Séparation
Cours-TD	5:20:00			
TD	0:00:00	Pédagogie Active		Coefficient
TP	0:00:00	0		0
				Mode d'Evaluation
				0

Connaissances et Capacités

A l'issue du cours l'étudiant doit connaître : les mécanismes de la séparation liquide-solide et les équations fondamentales permettant de dimensionner les appareils industriels de cette séparation.

Contenu du cours- Syllabus

Décantation :

- Etude théorique - Vitesse limite de chute.
- Etude expérimentale.
- Modélisation des décanteurs continus à parois verticales.
- Dimensionnement des décanteurs continus à parois verticales.

Filtration :

- Définitions et techniques annexes.
- Théorie de la filtration sur support.
- Exemples d'application.

Filtration sur membrane :

- Les techniques séparatives à membranes.
- Pression osmotique.
- Phénomène de polarisation.
- Mécanismes de colmatage.
- Compartiments d'électrodialyse.

Centrifugation :

- Effet centrifuge et pression centrifuge de filtration.
- Essorage centrifuge et débits.

Ouvrages de Référence

- « Techniques séparatives à membranes », Alain MAUREL, « Techniques de l'Ingénieur, traité de Génie des procédés », J 2 790, p 1 à 24.
- « Osmose inverse et ultrafiltration – II Technologie et applications », Alain MAUREL, « Techniques de l'Ingénieur, traité de Génie des procédés », J 2 796, p 1 à 16 et J 2 797, p 1 à 14.
- « Electrodialyse », André BONNIN, « Techniques de l'Ingénieur, traité de Génie des procédés », J 2 240, p 1 à 20.
- « Décantation », Marcel ENTAT, « Techniques de l'Ingénieur », A 5 450, p 1 à 24 et A 5 451, p 1 à 11.
- « Filtration - Théorie », Dominique LECLERC et Pierre LE LEC, « Techniques de l'Ingénieur », A 5 500, p 1 à 19 et A 5 501, p 1 à 6.
- « Filtration - Technologie », George MERIGUET, « Techniques de l'Ingénieur », A 5 510, p 1 à 19 et A 5 511, p 1 à 18.
- « Chemical engineering operations », Franck RUMFORD, ed Constable & co LTD, Londres, p 225 à 253.
- « Liquid-solid system », Perry, p 19-52 à 19-109.
- « Handbook of Powder Science and Technology », M.E. FAYED et L. OTTEN, ed Van Nostrand Reinhold Company, New-York, p 607 à 729.
- « Chemical Engineering », J.M. COULSON et J.F. RICHARDSON, Pergamon Press, Oxford, volume 2, p174 à 221 et 282 à 336.
- « Unit Operations », George Granger BROWN, John Wiley & sons, INC, New-york, p 110 à 121 et 229 à 257.

TP Pilotes AIGEP

Volume Horaire	
Cours	0:00:00
Cours-TD	0:00:00
TD	0:00:00
TP	21:00:00

Responsable Pédagogique	
Nom	M. Alliet

Unité d'Enseignement
Séparation

Pédagogie Active
0

Coefficient
0

Mode d'Evaluation
Rapport

Connaissances et Capacités

- réaliser des expériences sur des installations de taille pilote
- utiliser les appareils de mesure associés
- Analyse et interprétation de résultats expérimentaux
- mise en regard des résultats avec les notions théoriques

Contenu du cours- Syllabus

TP de nanofiltration
TP de cristallisation
TP de transfert gaz liquide en cuve agitée

Ouvrages de Référence