

Anglais

Volume Horaire		Responsable Pédagogique		Unité d'Enseignement
Cours	16:00:00	Nom	Y.Terrier/A.Gleeson	Anglais, EPS, Stage
Cours-TD	0:00:00	Pédagogie Active 2 Classe inversée APP		Coefficient 1
TD	0:00:00			
TP	0:00:00			Mode d'Evaluation GLO

Connaissances et Capacités

Compétences générales et communicatives en anglais : savoir communiquer oralement et par écrit. Et savoir prendre la parole en public dans un contexte professionnel et scientifique.

Contenu du cours- Syllabus

Anglais professionnel : CV, lettre de motivation, email et téléphone.

Ateliers de communication : classe inversée individuelle sur un sujet d'actualité.

Anglais scientifique : chiffres, graphiques, procédés, etc...

APP projet en autonomie : intercultural symposium. Recherche sur un thème interculturel en groupes

Toeic coaching : travail en autonomie et conseils personnalisés.

Ouvrages de Référence

Approche Transfert

Volume Horaire		Responsable Pédagogique		Unité d'Enseignement
Cours	5:20:00	Nom	C. GOURDON	Transfert et Equilibre
Cours-TD	0:00:00			
TD	6:40:00	Pédagogie Active		Coefficient
TP	0:00:00	0		1
				Mode d'Evaluation
				Epreuve

Connaissances et Capacités

En début de premier semestre de la deuxième année, a connaissance d'un grand nombre d'opérations unitaires et de technologies associées. Maîtrise les notions d'équilibre thermodynamique entre phases et d'étage théorique. Sait mettre en œuvre l'approche Mac Cabe et Thiele et les outils de représentation graphique associés. Sait calculer un nombre d'étages théoriques et réaliser une conception préliminaire de procédé séparatif. A les notions de base en phénomènes de transfert (mouvement, matière, chaleur).

Contenu du cours- Syllabus

Objectif : être capable de dimensionner toute opération unitaire sur la base de l'approche transfert (unités de transfert).

1. Introduction : revue des différentes opérations unitaires. Intérêts et limites de l'approche étage théorique. Notions de modèles d'écoulement : piston, parfaitement mélangé, piston-dispersion.
2. Bilan sur un bac parfaitement agité. Notions d'efficacité de Hausen et de Murphree. Bilan différentiel continu avec écoulement piston. Définition de HUT (Hauteur d'Unité de Transfert) et NUT (Nombre d'Unités de Transfert).
3. Méthodes graphiques et analytiques de calcul de NUT.
4. Calcul de HUT. Rappel sur les coefficients d'échange globaux et locaux (corrélations et lien avec l'approche locale). Règle d'additivité des résistances.
5. Initiation au transfert de matière avec réaction chimique. Introduction du nombre de Hatta et du facteur d'accélération.

Ouvrages de Référence

R. E. TREYBAL (1980). *Mass-transfer operations*. McGraw-Hill International Editions. Chemical Engineering Series.

P. ANGLARET J. FILIPPI, S. KAZMIERCZAK (1999). *Technologie Génie chimique*, Tome II. Centre Régional de Documentation Pédagogique de l'Académie d'Amiens.

M. ROUSTAN (2003). *Transferts gaz-liquide dans les procédés de traitement des eaux et des effluents gazeux*, Editions TEC & DOC, Lavoisier.

J.P. COUDERC, C. GOURDON, A. LINE (2008). *Phénomènes de transfert en Génie des Procédés*, Editions TEC & DOC, Lavoisier.

Calcul numérique

Volume Horaire	
Cours	8:00:00
Cours-TD	0:00:00
TD	10:40:00
TP	0:00:00

Responsable Pédagogique	
Nom	P. FLOQUET

Unité d'Enseignement
Modélisation, Conduite et Supervision

Pédagogie Active
0

Coefficient
1,5

Mode d'Evaluation
Rapport

Connaissances et Capacités

Est capable de formuler et de résoudre numériquement des problèmes d'ingénierie (cinétique, transfert,...) comportant des systèmes d'équations différentielles ordinaires ou partielles.
Est capable d'utiliser un solveur d'équations différentielles ordinaires à conditions initiales.
Est capable de résoudre un système d'équations aux dérivées partielles par une méthode aux différences finies.
Utilise à bon escient les outils numériques Matlab (solveur d'équations linéaires, non linéaires et solveur d'équations différentielles ordinaires à conditions initiales).

Contenu du cours- Syllabus

Les équations différentielles ordinaires :

- EDO et les méthodes de résolution numérique :
 - Rappel sur les méthodes à pas séparé (Euler, Runge Kutta)
 - Méthodes à pas multiple (Adams)
 - Méthodes de prédicteur/correcteur
 - Méthodes de tir
- Les équations aux dérivées partielles (EDP) et les méthodes de résolution numérique
 - Classification,
 - Méthodes d'approximation d'équations (différences finies, volumes finis),
 - Méthodes d'approximation de solutions (éléments finis, collocation)

Ouvrages de Référence

A Quarteroni, R Sacco, F Saleri, « Méthodes numériques pour le calcul scientifique. Programmes en Matlab », Springer-Verlag, 2000

B Lucquin, O Pironneau, « Introduction au calcul scientifique », Masson, 1996

D Euvrard, « Résolution numérique des équations aux dérivées partielles », Masson, 1994

R G Rice, D D Do, « Applied mathematics and modeling for chemical engineers”, Wiley, 2012

J Kiusalaas, “Numerical methods in engineering with Matlab®”, Cambridge Univ. Press, 2016

Catalyse Hétérogène

Volume Horaire		Responsable Pédagogique		Unité d'Enseignement
Cours	6:40:00	Nom	P. SERP	Chimie - Catalyse
Cours-TD	0:00:00			
TD	2:40:00	Pédagogie Active		Coefficient
TP	0:00:00	0		1
				Mode d'Evaluation
				Epreuve

Connaissances et Capacités

Applique en catalyse hétérogène des principes, des méthodes de détermination et d'exploitation de données cinétiques. Connaissances basiques en catalyse supportée (grands procédés). Première approche des phénomènes et cinétiques d'adsorption sur les catalyseurs hétérogènes.

Contenu du cours- Syllabus

Introduction à la catalyse hétérogène
Différents types de catalyseurs
Phénomènes d'adsorption (physisorption, chimisorption)
Cinétique et mécanisme
Désactivation des catalyseurs

Ouvrages de Référence

Heterogeneous Catalysis, Fundamentals and Applications, Julian R.H. Ross, Elsevier (2012) ISBN: 978-0-444-53363-0

Chimie industrielle

Volume Horaire		Responsable Pédagogique		Unité d'Enseignement
Cours	1:20:00	Nom	C. SAUDEJAUD	Chimie - Catalyse
Cours-TD	0:00:00			
TD	12:00:00	Pédagogie Active		Coefficient
TP	0:00:00	0		1
				Mode d'Evaluation
				Epreuve

Connaissances et Capacités

Sait distinguer la chimie industrielle lourde et fine, et a une vue d'ensemble des filières industrielles de transformation de la matière

Connaît les différentes sources de matières premières et d'énergie utilisées par l'industrie chimique, Sait décrire quelques grands procédés de l'industrie chimique minérale (H_2SO_4 , HNO_3 , NH_3 ...) et organique (formaldéhyde, éthanol, acétone, éthylbenzène, acrylonitrile ...),

Sait concevoir et/ou analyser le schéma par blocs et le 1er flow-sheet d'un procédé.

Contenu du cours- Syllabus

L'industrie Chimique dans le monde

Les grands domaines de l'industrie chimique

Etude de quelques grands procédés de l'industrie chimique minérale (H_2SO_4 , HNO_3 , NH_3 ...) et organique (formaldéhyde, éthanol, acétone, éthylbenzène, acrylonitrile ...),

Conception d'un schéma par blocs et du 1er flow-sheet d'un procédé à partir de sa description, choix de technologie (réacteur, séparations), positionnement des recyclages, purges ...

Quelques éléments sur les aspects sécurité, impact environnemental des procédés.

Ouvrages de Référence

Ullmann's Encyclopedia of Industrial Chemistry ISBN: 978352730673

Kirk-Othmer Encyclopedia of Chemical Technology ISBN: 9780471238966

Chimie industrielle Tome 1 : cours et problèmes résolus Bernard Lefrançois ISBN : 2-85206-966-0

Chimie industrielle Tome 2 : Problèmes résolus Bernard Lefrançois ISBN : 2-7430-0162-3

Chimie industrielle Tome 3 : cours et problèmes résolus Bernard Lefrançois ISBN : 2-7430-0350-2

Techniques de l'ingénieur

Chimie industrielle - Robert Perrin - 2002 - ISBN 978-2-10- 006747-3

Dynamique des Procédés

Volume Horaire		Responsable Pédagogique		Unité d'Enseignement
Cours	1:20:00	Nom	J. ALBET	Modélisation, Conduite et Supervision
Cours-TD	0:00:00			
TD	8:00:00	Pédagogie Active		Coefficient
TP	0:00:00	0		1
				Mode d'Evaluation
				Rapport

Connaissances et Capacités

Savoir développer une méthodologie en modélisation (élaboration et structuration de modèles) et en simulation dynamique des procédés basées sur le traitement de systèmes algébro-différentiel (EDA, EDPA, EDPIA).

Contenu du cours- Syllabus

Présentation des principes de bases et techniques relatives à la dynamique des procédés continus, discontinus et hybrides.
Elaboration et structuration de modèles en simulation dynamique des procédés basées sur le traitement algébro-différentiel (EDA, EDPA, EDPIA) et la gestion des événements.
Utilisation de Matlab, connecté à Simulis® Thermodynamics, pour la simulation de la distillation de raleigh.

Ouvrages de Référence

Dynamique et Contrôle I

Volume Horaire		Responsable Pédagogique		Unité d'Enseignement
Cours	12:00:00	Nom	L. PRAT	Modélisation, Conduite et Supervision
Cours-TD	0:00:00			
TD	14:40:00	Pédagogie Active		Coefficient
TP	0:00:00	0		2,5
				Mode d'Evaluation
				Epreuve

Connaissances et Capacités

Sait écrire un bilan en régime transitoire.
Sait trouver des stratégies de résolutions des équations différentielles.
Sait passer des bilans en régime transitoires aux équations différentielles linéaires (autour d'un régime permanent). Sait identifier un système du 1er ou 2nd Ordre. Sait écrire une fonction de transfert en boucle ouverte et boucle fermée.
Sait donner un sens physique aux valeurs des constantes de temps et des gains.
Sait analyser la réponse d'un système à des perturbations connues.
Connait l'influence des effets Proportionnel, Intégral et Dérivé. Sait régler un régulateur.
Sait utiliser Simulink pour représenter les systèmes sous forme de schémas blocs, pour visualiser les réponses dynamiques, pour étudier la mise en place de boucles de régulation.

Contenu du cours- Syllabus

Définition, mise en œuvre en analyse des bilans en régime transitoire
Du bilan en régime transitoire aux équations différentielles et aux fonctions de transferts (transformée de Laplace)
Les systèmes linéaires classiques, définition, propriétés
Analyse en régime transitoire des systèmes linéaires
Définition et analyse de la Stabilité des systèmes linéaires
Définition, mise en place et réglage des régulateurs linéaires PID.

Ouvrages de Référence

Andrea-Novel B., Cohen de Lara M., Cours d'Automatique – Commande Linéaire des Systèmes Dynamiques, Les Presses de l'Ecole des Mines de Paris, 2000.
Jean-Pierre Corriou, Lavoisier Tec&Doc, Commande des procédés, (2003)
Ogunnaike B. A., Ray W. H., Process Dynamics, Modeling and Control, Oxford University Press, 1994.

Education physique

Volume Horaire		Responsable Pédagogique		Unité d'Enseignement
Cours	00:00:00	Nom	E. NEAU	Anglais, EPS, Stage
Cours-TD	0:00:00			
TD	19:30:00	Pédagogie Active		Coefficient
TP	0:00:00	0		1
				Mode d'Evaluation
				GLO

Connaissances et Capacités

Nous aborderons d'avantage en deuxième année l'aspect des compétences sociales et comportementales : ceci en continuité avec les objectifs de première année car nous considérons que ce n'est qu'à partir du moment où il sera en bonne santé qu'il pourra s'investir dans l'apprentissage et l'acquisition de ces compétences :

- Capacité à prendre des responsabilités, décider, choisir, oser, créer, s'affirmer
- Capacité à communiquer : audibilité, clarté,
- Capacité à mener un projet de groupe : assurer et assumer les choix et décisions.
- Capacité à s'intégrer dans un projet de groupe pour atteindre un objectif commun : accepter les différents rôles dans un groupe
- Capacité à organiser

Contenu du cours- Syllabus

Dans un cours d'EPS de deuxième année, l'étudiant sera beaucoup plus acteur.

Il aura à remplir des rôles de capitaine, coach, manager : définition d'un projet de groupe adapté au niveau des équipiers et des caractères de chacun

Il sera mis en situation de prise de parole devant un groupe : animer des échauffements, des situations pédagogiques, donner des consignes à ses équipiers : se faire écouter, faire appliquer ses consignes ; trouver les leviers de motivations d'une équipe, d'un individu.

Il sera mis en situation de prise de responsabilités : rôles d'arbitre, choix de stratégie de jeu, évaluer la performance de son « élève », de son équipe.

Il devra organiser : organiser pour tout le groupe des tournois,

Le contenu de la séance devra en parallèle assurer à l'étudiant un volume de pratique conséquent garantissant une bonne dépense énergétique et le plaisir de pratiquer.

Ouvrages de Référence

Evaluation des risques professionnels

Volume Horaire		Responsable Pédagogique		Unité d'Enseignement	
Cours	1:20:00	Nom	N. GABAS	Opérations Unitaires	
Cours-TD	0:00:00				
TD	2:40:00	Pédagogie Active		Coefficient	
TP	0:00:00	0		0,5	
<th>Mode d'Evaluation</th>					Mode d'Evaluation
TD (soutenance orale + support écrit)					

Connaissances et Capacités

- Connaître : le cadre législatif des risques professionnels ; les 9 principes généraux de prévention ; la démarche d'évaluation des risques professionnels.
- Etre capable d'effectuer l'évaluation des risques professionnels sur un poste de travail d'une entreprise à partir d'un outil multimédia

Contenu du cours- Syllabus

- Principales définitions
- Cadre législatif
- Les 9 principes généraux de prévention
- Elaboration du Document Unique
- Sources d'informations

Ouvrages de Référence

Prévention, Sécurité, Santé au Travail de A à Z ! Le Manuel de Référence, Editions PREVENTION, Octobre 2011

Génie Thermique

Volume Horaire	
Cours	8:00:00
Cours-TD	0:00:00
TD	10:40:00
TP	0:00:00

Responsable Pédagogique	
Nom	N. LE BOLAY

Unité d'Enseignement
Opérations Unitaires

Pédagogie Active
0

Coefficient
2

Mode d'Evaluation
Epreuve

Connaissances et Capacités

Savoir appliquer les connaissances sur les mécanismes de base du transfert thermique (conduction, convection) au calcul d'appareils industriels d'échange de chaleur.

Contenu du cours- Syllabus

Introduction : Généralités, Les échangeurs tubulaires, Echangeurs à plaques, Autres types d'échangeurs.

Les équations d'échange : Coefficients d'échange, Nombres sans dimension - analyse dimensionnelle, Détermination de l'aire d'échange – utilisation de la différence de température moyenne logarithmique, Efficacité d'un échangeur de chaleur.

Transfert de chaleur par convection forcée dans une canalisation : Transfert de chaleur en régime laminaire et turbulent à l'intérieur d'une canalisation cylindrique, Extension des résultats aux canalisations non cylindriques ou incomplètement remplies.

Transfert de chaleur en convection forcée autour d'obstacles. Application aux échangeurs tubulaires : Introduction, Ecoulement perpendiculaire à un tube unique, Ecoulement autour d'une sphère, Faisceau de tubes perpendiculaire à l'écoulement, Transfert de chaleur entre un fluide et les tubes d'un échangeur tubulaire à chicanes.

Méthodes de calcul des échangeurs tubulaires : Les fluides utilisés pour chauffer ou refroidir, Etapes de dimensionnement.

La condensation : contexte théorique, Présentation du phénomène de condensation, Condensation d'une vapeur pure saturée sur une paroi plane verticale, en régime permanent, Extensions des résultats aux faisceaux de tubes, Condensation d'une vapeur pure surchauffée, Mélanges de vapeurs et incondensables. Pertes de charges dans les condenseurs tubulaires.

L'évaporation : différentes phases d'évaporation, dimensionnement d'un bouilleur de colonne à distiller.

Ouvrages de Référence

Transmission de la chaleur WH Mc ADAMS, Dunod ed.,PARIS, 1961

Principles of heat transfer F. KREITH, 3ème ed. IEP-A Dun Donneley publisher NEW YORK 1967

Engineering heat transfer, S. T. HSU Van Nostrand, Toronto new york, 1976

Process heat transfer, D.Q. KERN, McGraw-HILL Book Company, 1950

Informatique III - UML

Volume Horaire	
Cours	4:00:00
Cours-TD	0:00:00
TD	14:40:00
TP	0:00:00

Responsable Pédagogique	
Nom	R. THERY-HETREUX

Unité d'Enseignement
Modélisation, Conduite et Supervision

Pédagogie Active
0

Coefficient
2

Mode d'Evaluation
Epreuve

Connaissances et Capacités

- Comprend les concepts fondamentaux de la modélisation orientée-objet pour la conception de programmes informatiques
- Maîtrise la notation UML (Unified Modeling language) et en particulier les diagrammes de cas d'utilisation, les diagrammes de séquence, les diagrammes de classe et les diagrammes d'objets

Contenu du cours- Syllabus

- Définition des propriétés fondamentales des langages orienté objet : héritage, polymorphisme, encapsulation
- Présentation de la démarche globale de développement des systèmes informatiques : définition et documentation des cas d'utilisation, modélisation du domaine, définition du diagramme de classes et des diagrammes de séquence
- Présentation des règles sémantiques attachées aux diagrammes de classes et de séquence
- Application à la conception d'un outil « métier » : analyse pincement

Ouvrages de Référence

UML 2 en action, de l'analyse des besoins à la conception, 4eme édition, Pascal Roques, Franck Vallée, ED. Eyrolles, 2007

Intégration énergétique

Volume Horaire		Responsable Pédagogique		Unité d'Enseignement
Cours	8:00:00	Nom	R. THERY-HETREUX	Opérations Unitaires
Cours-TD	0:00:00			
TD	9:20:00	Pédagogie Active		Coefficient
TP	0:00:00	0		1,5
				Mode d'Evaluation
				Epreuve

Connaissances et Capacités

Est capable de réaliser le diagnostic énergétique du procédé
Maitrise l'analyse pincement pour l'évaluation de la consommation minimale du procédé et la synthèse des réseaux d'échangeurs de chaleur.

Contenu du cours- Syllabus

- Diagnostic énergétique d'un procédé : identification des sources et des puits sur un procédé, évaluation de la consommation nominale et maximale d'un procédé
- Analyse pincement du procédé : évaluation du Minimum d'énergie Requise et de la température de pincement du procédé – analyse des courbes composites pour la détermination des utilitaires les mieux adaptés (Pompes à Chaleur, turbine à Gaz, turbine à vapeur)
- Synthèse du réseau d'échangeurs de chaleur par la méthode « manuelle ».

Ouvrages de Référence

Chemical Process : Design and integration, Robin Smith, Ed. Wiley, second edition, 2016
Pinch Analysis and Process integration, a user guide on process integration for the efficient use of energy, Ian C. Kemp, 2006, IchemE

Maîtrise Statistique des Procédés

Volume Horaire		Responsable Pédagogique		Unité d'Enseignement
Cours	5:20:00	Nom	F. BOURGEOIS	Chimie - Catalyse
Cours-TD	0:00:00			
TD	4:00:00	Pédagogie Active		Coefficient
TP	0:00:00	0		1
				Mode d'Evaluation
				Epreuve

Connaissances et Capacités

Maîtrise la théorie de la MSP (référence statistique, conformité, capabilité, risques fournisseur et client, échantillonnage, courbe d'efficacité), sait calculer et interpréter les principales cartes de contrôle (Shewhart, EWMA, CUSUM, limites de contrôle et distribution de la période opérationnelle) pour le contrôle de fabrication.

Contenu du cours- Syllabus

- Définitions des principes de la MSP
- Conformité, référence statistique, analyse de la capabilité, dérive, risques vendeur et client, échantillonnage, courbe d'efficacité.
- Cartes de contrôle de Shewhart (moyenne, étendue, écart-type), Cartes EWMA et CuSUM : limites de contrôle, calcul et interprétation, distribution de la période opérationnelle.

Logiciel : Calcul de MSP avec MS Excel

Ouvrages de Référence

- M. Pillet, *Appliquer la maîtrise statistique des processus MSP/SPC*, 4ème édition, Publ. Eyrolles.
- F. Boulanger, G. Chéroute, V. Jolivet, *Maîtrise statistique des processus – Utilisation des cartes de contrôles*, Techniques de l'Ingénieur, R 290v2.
- D.C. Montgomery, *Design and Analysis of Experiments*, 7th Edition, John Wiley & Sons, Inc.

Modélisation et Simulation des Procédés de Séparation I

Volume Horaire		Responsable Pédagogique		Unité d'Enseignement
Cours	4:00:00	Nom	X. JOULIA	Opérations Unitaires
Cours-TD	0:00:00			
TD	4:00:00	Pédagogie Active		Coefficient
TP	0:00:00	0		1
				Mode d'Evaluation
				Rapport

Connaissances et Capacités

Etre capable de modéliser, simuler et, au travers d'études de sensibilité, analyser le fonctionnement d'un étage d'équilibre liquide-vapeur (séparation flash).

Contenu du cours- Syllabus

Modélisation et simulation d'un étage d'équilibre (flash)

Introduction – Généralités

Définition du problème

Unité de séparation diphasique liquide-vapeur mono étagée, dite séparation flash

Formulation du problème

Modèle mathématique général - Modèles thermodynamiques - Analyse des degrés de liberté

Résolution du problème

Définition de la convergence - Efficacité et sûreté d'un algorithme - Matrice incidente d'un système - Les différentes stratégies de résolution – Initialisation

Etude de Cas

Modélisation et simulation d'un flash adiabatique dans l'environnement Excel – Utilisation du composant logiciel Simulis Thermodynamics et du Solveur

Ouvrages de Référence

Biegler L.T., I.E. Grossmann et A.W. Westerberg, "Systematic Methods of Chemical Process Design", Printice Hall, 1997

Opération unitaire distillation azéotropique

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

Connaissances et Capacités

Déterminer des frontières de distillation.
Faire une analyse de faisabilité sur des séparations azéotropiques.
Concevoir le train de séparation pour des distillations azéotropiques: changement de pression ou ajout d'un tiers corps

Contenu du cours- Syllabus

Introduction
Rappels thermodynamiques: Les azéotropes. Les hétéroazéotropes
Les domaines de la distillation: Les courbes de résidu
Les courbes de distillation. Construction des domaines de distillation
Distillation azéotropique continue: Par changement de pression. Par ajout d'un tiers corps
Distillation hétéroazéotropique continue: Etude d'une distillation binaire. Etude de cas sur un ternaire

Ouvrages de Référence

Phénomènes de transfert III

Volume Horaire		Responsable Pédagogique		Unité d'Enseignement
Cours	14:40:00	Nom	M. Abbas/B. Lalanne	Transfert et Equilibre
Cours-TD	0:00:00			
TD	18:40:00	Pédagogie Active		Coefficient
TP	0:00:00	TD inversé		3
				Mode d'Evaluation
				Epreuve

Connaissances et Capacités

Est capable d'écrire un bilan local de quantité de mouvement, d'énergie ou de matière.
Maîtrise l'analyse physique des phénomènes de convection/diffusion.
Sait simplifier et intégrer les équations locales dans des géométries simples.
Sait faire le lien entre l'approche locale et l'approche globale.
Maîtrise le couplage des phénomènes de transfert : écoulement/chaleur, écoulement/matière (+réaction chimique).
Sait expliquer le rôle de la turbulence sur les transferts pariétaux.
Comprend la dynamique des fluides Newtoniens et non Newtoniens.

Contenu du cours- Syllabus

Ecriture d'un bilan local de quantité de mouvement, d'énergie ou de matière. Simplification des bilans par analyse dimensionnelle.

Introduction à la rhéologie : dynamique des fluides Newtoniens et non Newtoniens.
Lubrification.

Analyse physique des phénomènes de convection/diffusion. Notion de couche limite.
Analyse de la conduction stationnaire et instationnaire.
Transfert de matière et réactions chimiques (en volume et en surface), théorie du film.
Analogie transfert de matière et de chaleur.
Couplage des phénomènes de transfert : écoulement/chaleur, écoulement/matière.
Introduction à la turbulence : équations moyennées. Lois de paroi. Influence sur les transferts.

Ouvrages de Référence

« Transport Phenomena », Bird, Stewart and Lightfoot
« Phénomènes de transfert en Génie des Procédés », Couderc, Gourdon, Liné.

Procédés Discontinus

Volume Horaire		Responsable Pédagogique		Unité d'Enseignement
Cours	5:20:00	Nom	C. AZZARO-PANTEL	Modélisation, Conduite et Supervision
Cours-TD	0:00:00			
TD	4:00:00	Pédagogie Active		Coefficient
TP	0:00:00	0		1
				Mode d'Evaluation
				Epreuve

Connaissances et Capacités

Formuler un problème d'ordonnancement, de conception et de remodelage d'ateliers discontinus.
Connaître les principales méthodes d'ordonnancement en chimie fine.
Savoir appliquer quelques algorithmes particuliers et les mettre en œuvre pour la conception d'unités simples multiproduits.

Contenu du cours- Syllabus

Présentation des caractéristiques des procédés discontinus (multiproduits/multiobjetscifs, campagnes, lots, recettes,)
Techniques d'ordonnancement d'ateliers discontinus
Méthodes de conception d'ateliers discontinus (dimensionnement d'unités)

Ouvrages de Référence

Seider, W. D., J. D. Seader, and D. R. Lewin, *Product and Process Design Principles: Synthesis, Analysis, and Evaluation*, Second Edition, Wiley, 2004.

Sécurité des procédés

Volume Horaire	
Cours	10:40:00
Cours-TD	0:00:00
TD	8:00:00
TP	0:00:00

Responsable Pédagogique	
Nom	N. GABAS

Unité d'Enseignement
Opérations Unitaires

Pédagogie Active
0

Coefficient
1

Mode d'Evaluation
Epreuve Ecrite

Connaissances et Capacités

- Connaître le vocabulaire spécifique de la sécurité des procédés
- Connaître le contexte réglementaire européen et français concernant les risques industriels majeurs
- Connaître les principales méthodes d'analyse des risques d'un procédé chimique
- Etre capable d'effectuer l'analyse des risques d'un procédé chimique à partir de différentes méthodes

Contenu du cours- Syllabus

- Contexte réglementaire européen et français concernant les risques industriels majeurs.
- Méthodes d'Analyse des risques d'un procédé chimique
- Démarche de la maîtrise des risques

Ouvrages de Référence

André Laurent, **Sécurité des procédés chimiques**, Editions TEC et DOC, Lavoisier, 2003
NF EN 31010, **Gestion des risques – Techniques d'évaluation des risques**, juillet 2010

Projet Professionnel Stage 1A

Volume Horaire		Responsable Pédagogique		Unité d'Enseignement
Cours	0:00:00	Nom	C. Brandam	Sciences et culture de l'ingénieur
Cours-TD	0:00:00			
TD	0:00:00	Pédagogie Active		Coefficient
TP	0:00:00	0		1
				Mode d'Evaluation
				Passeport Projet Professionnel

Connaissances et Capacités

Analyser le fonctionnement d'une entreprise.
Analyser les métiers d'une entreprise et se projeter vis-à-vis de son projet professionnel.
Rédiger une fiche de synthèse sur les activités menées durant le stage.
Mettre à jour son projet professionnel.

Contenu du cours- Syllabus

Effectuer un stage en entreprise de 4 semaines minimum.
Mettre à jour son PPP : fiche stage 1A, REX forums, Carré d'atout.

Ouvrages de Référence

Thermodynamique III

Volume Horaire		Responsable Pédagogique		Unité d'Enseignement
Cours	8:00:00	Nom	S. CAMY	Transfert et Equilibre
Cours-TD	0:00:00			
TD	9:20:00	Pédagogie Active		Coefficient
TP	0:00:00	0		2
				Mode d'Evaluation
				Rapport

Connaissances et Capacités

Compétences à acquérir :

- Comprendre le comportement thermodynamique des systèmes fluides monophasiques, diphasiques et triphasiques à l'équilibre.
- Connaître les deux approches pour le calcul des propriétés thermodynamiques et des équilibres chimiques et entre phases : approche homogène (dite $\phi-\phi$) ou hétérogène (dite $\gamma-\phi$).
- Savoir choisir le modèle thermodynamique pour le calcul des équilibres entre phases et chimiques, en fonction du système matériel étudié et des conditions opératoires, notamment pour une bonne utilisation des logiciels de simulation des procédés.
- Savoir formuler et résoudre les calculs d'équilibres di et tri phasiques, d'équilibres chimiques et couplés.

Contenu du cours- Syllabus

Objectifs : Fournir les bases théoriques et présenter les modèles pour le calcul des équilibres entre phases et des équilibres chimiques. Etre capable de choisir le modèle thermodynamique à utiliser en fonction de l'application.

Chapitre I - Extensions des équations d'état aux mélanges :

Règles de mélange, coordonnées pseudo-critiques, paramètres d'interaction binaire - Calcul des propriétés thermodynamiques des mélanges de fluides par équation d'état.

Chapitre II - Calcul des équilibres liquide-liquide-vapeur :

Diagrammes d'équilibres liquide-liquide-vapeur isobares des systèmes binaires, hétéro-azéotropes - Formulation et résolution des problèmes de calcul des points de bulle et de rosée.

Chapitre III - Calcul des équilibres liquide-vapeur sous pression :

Relations générales d'équilibres liquide-vapeur sous pression - Traitement $\gamma-\phi$, méthode de Chao-Seader - Traitement $\phi-\phi$, point critique, enveloppes de phases - Règles de mélange de type MHV - Choix d'un modèle thermodynamique pour le calcul des équilibres liquide-vapeur.

Chapitre IV - Calcul des équilibres chimiques :

Coordonnées d'une réaction - Conditions d'équilibre chimique - Etat standard - Constante d'équilibre chimique - Réactions en phase gaz - Réactions en phase liquide - Influence de la température - Equilibres chimiques et entre phases.

Ouvrages de Référence

HEMPTINNE J.C., J.M. LEDANOIS, P. MOUGIN, A. BARREAU, Select Thermodynamic Models for Process Simulation – A practical Guide using a three Steps Methodology, Editions Technip, 2012
REID R.C., PRAUSNITZ J.M., SHERWOOD T.K., The Properties of Gases and Liquids (3rd ed.), McGraw-Hill Book Company, 1977
SMITH J.M. and H.C. VAN NESS, Introduction to Chemical Engineering Thermodynamics (4^{ème} ed.), McGraw-Hill International Editions, 1987
VIDAL J., Thermodynamique – Application au génie chimique et à l'industrie pétrolière, Editions Technip, 1997
VIDAL J., Thermodynamics – Applications in Chemical Engineering and the Petroleum Industry, Editions Technip, 2003
WALAS S.T., Phase Equilibria in Chemical Engineering, Butterworth Publishers, 1985

TP Synthèse organique

Volume Horaire		Responsable Pédagogique		Unité d'Enseignement
Cours	0:00:00	Nom	V. DURRIEU	Chimie - Catalyse
Cours-TD	0:00:00			
TD	0:00:00	Pédagogie Active		Coefficient
TP	21:00:00	0		2
				Mode d'Evaluation
				GLO/epreuve

Connaissances et Capacités

Illustre par l'expérience différentes réactions de la chimie organique, analyse les différentes étapes d'un protocole opératoire et met en œuvre les techniques les mieux adaptées à la séparation et à la purification des produits synthétisés.
Analyse la pureté des produits obtenus par différentes techniques d'analyse (RMN¹H, FT-IR, CPG).
Initie à la sécurité dans un laboratoire de chimie organique.

Contenu du cours- Syllabus

Durant ces travaux pratiques, les étudiants s'initient :

- à la manipulation de produits chimiques en respectant les consignes de sécurité,
- à la réalisation de montages pour la synthèse organique,
- à la mise en œuvre d'une réaction,
- aux techniques courantes de purification des produits.

Trois réactions sont réalisées :

- Synthèse de l'acétate d'isoamyle (7h) : étude d'une réaction d'estérification, déplacement de l'équilibre de la réaction en éliminant l'eau formée grâce à une distillation azéotropique réalisée à l'aide d'un appareil de Dean-Stark, mise en œuvre d'extraction liquide-liquide, distillation sous pression réduite, analyse du produit purifié (RMN¹H, FT-IR, CPG).

Synthèse de la benzalacétone et de la dibenzalacétone (14h) : étude d'une réaction de condensation aldolique, obtention d'un solide (dibenzalacétone) ou d'un liquide (benzalacétone) en fonction de la stœchiométrie des réactifs utilisés, mise en œuvre d'extraction liquide-liquide, utilisation de l'évaporateur rotatif, distillation sous pression réduite, filtration, recristallisation, analyse du produit purifié (RMN¹H, FT-IR).

Ouvrages de Référence

Travaux pratiques de chimie : de l'expérience à l'interprétation, Thomas Barilero, Aurélie Deleuze, Matthieu Émond... [et al.], Paris, Éd. Rue d'Ulm, 2013
Practical synthetic organic chemistry : reactions, principles, and techniques, Stéphane Caron, Hoboken (N.J.), Wiley, 2011
Reactions and syntheses in the organic chemistry laboratory, Lutz F. Tietze, Theophil Eicher, Ulf Diederichsen, Weinheim, Wiley, 2015
Essential practical NMR for organic chemistry, S.A. Richards, J.C. Hollerton, Chichester, Wiley, 2011

Traçage des écoulement et agitation

Volume Horaire		Responsable Pédagogique		Unité d'Enseignement
Cours	5:20:00	Nom	A.-M. Billet	Transferts - Séparations
Cours-TD	0:00:00			
TD	5:20:00	Pédagogie Active		Coefficient
TP	0:00:00	0		1
				Mode d'Evaluation
				Epreuve

Connaissances et Capacités

Etre capable d'identifier la non-idéalité d'un écoulement.
Etre capable de mettre en œuvre l'analyse et l'exploitation quantitative du résultat du traçage de l'écoulement dans un appareil.
Connaître les modèles classiques d'écoulement non idéal.
Etre capable d'utiliser les modèles classiques d'écoulement non idéal, et d'en déduire la performance d'un réacteur pour une cinétique de réaction donnée.

Connaître les grandes classes d'agitateurs et leurs applications.
Connaître les paramètres clés de design d'une cuve agitée.
Etre capable de caractériser le fonctionnement d'une cuve agitée en termes de nombre de Reynolds, puissance consommée, pompage, circulation et temps de mélange.
Connaître les règles d'extrapolation d'une cuve agitée.
Etre capable de proposer une extrapolation d'un procédé d'agitation "simple" (monophasique).

Contenu du cours- Syllabus

Exemple de réacteurs à hydrodynamique non idéale.
Notion de traçage, de fonction « Distribution des Temps de Séjour » (DTS).
Définition des moments de la fonction DTS.
Types de signaux utilisés pour tracer un écoulement ; notion de convolution entre signal d'entrée et signal de sortie d'appareil.
Fonction DTS des réacteurs idéaux.
Modèles classiques d'écoulement non idéal :

- Modèles des bacs en série
- Modèle « piston dispersion »
- Modèle par association de réacteurs idéaux

Extrapolation de la performance d'un réacteur à l'aide de sa fonction DTS et d'un modèle de non-idéalité.

Définition de mélange.
Présentation des différents systèmes de mélange.
Présentation des paramètres clés de design des cuves agitées.
Ecoulements en cuve agitée.

Présentation, définition et calcul des différentes grandeurs caractéristiques:

- Nombre de puissance
- Nombre de circulation
- Nombre de pompage
- Temps de mélange

Extrapolation des procédés d'agitation:

- Problématique
- Principe de la similitude
- Principe de l'invariant
- Procédure de l'extrapolation.

Ouvrages de Référence

Daniel SCHWEICH, « Génie de la réaction chimique (Traité de génie des procédés) » TECHNIQUE & DOCUMENTATION, 2001

Agitation et Mélange : Aspects fondamentaux et applications industrielles, Eds. J. Bertrand, M. Poux et C. Xuereb, Dunod Paris, (2006).

Advances in Industrial Mixing: A Companion to the Handbook of Industrial Mixing, Eds. S.M. Kresta, A. Etchells III, D. Dickey, V. Atiemo-Obeng, Wiley, (2015).