

ACV et Eco-conception

Volume Horaire		Responsable Pédagogique		Unité d'Enseignement
Cours	4:00:00	Nom	C. AZZARO-PANTEL	Conception de Procédés
Cours-TD	0:00:00			
TD	5:20:00	Pédagogie Active		Coefficient
TP	0:00:00	APP		1
				Mode d'Evaluation
				Rapport/Oral

Connaissances et Capacités

- Connaître la démarche d'une analyse de cycle de vie: principes, étapes, potentialités et limites;
- Connaître les bases de données et les méthodes existantes ;
- Etre capable d'analyser et de critiquer une analyse de cycle de vie déjà réalisée ;
- Réaliser une ACV simple en suivant des règles de bonne pratique et répondant aux critères de la norme ISO 14040.

Contenu du cours- Syllabus

Principe général de l'ACV
Positionnement de l'ACV par rapport aux méthodes d'analyse environnementale
Présentation du cadre méthodologique de l'ACV (norme ISO 14040) :

- Définition des objectifs du système
- Inventaire des émissions et extractions
- Analyse de l'impact environnemental
- Interprétation

Qualité des données, incertitudes et propagation
Notion d'allocation pour co-produits
Analyse synthétique et critique d'une ACV à partir de publications scientifiques (travaux par petits groupes)
Restitution orale devant l'ensemble des groupes

Ouvrages de Référence

Jolliet, M. Saadée, et P. Crettaz, Analyse du cycle de vie : comprendre et réaliser un écobilan, Lausanne, Suisse: Presses Polytechniques et Universitaires Romandes, 2005.

Anglais

Volume Horaire		Responsable Pédagogique		Unité d'Enseignement
Cours	16:00	Nom	Y. TERRIER/A. GLEESON	Anglais, EPS, Stage
Cours-TD	0:00:00	Pédagogie Active 2 APP Classe inversée		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 scientifique : présentation d'un sujet technique en groupe avec présence d'un enseignant spécialisé.

Anglais professionnel : entretiens d'embauche de 20mn avec examinateur natif.

Soutenance de projet de fin d'année avec jury mixte scientifique/anglais.

Intercultural symposium : « poster communication » autour d'un stand interactif. Et rédaction d'un rapport.

ToEIC coaching : travail en autonomie et conseils personnalisés.

Ouvrages de Référence

Calcul des investissements

Volume Horaire		Responsable Pédagogique		Unité d'Enseignement
Cours	5:20:00	Nom	C. AZZARO-PANTEL	Conception de Procédés
Cours-TD	0:00:00			
TD	4:00:00	Pédagogie Active		Coefficient
TP	0:00:00	0		1
				Mode d'Evaluation
				Rapport/Oral/Projet

Connaissances et Capacités

Savoir identifier la notion d'investissement en limites des unités de fabrication (ILUF) et d'investissement global.
Connaître et appliquer des méthodes de calcul d'investissement globales et locales.
Identifier et calculer les coûts opératoires d'un procédé.
Mener une étude de rentabilité de procédés.

Contenu du cours- Syllabus

Présentation de la structure et des caractéristiques d'un investissement
Méthodes de calcul des investissements
Présentation de la découpe du Coût Opératoire et de la notion de Prix de Revient.
Application à une étude de cas.

Ouvrages de Référence

Ulrich, G. D., and P. T. Vasudevan, Chemical Engineering Process Design & Economics: A Practical Guide, Second Edition, 2004.
Peters, M. S., K. D. Timmerhaus, and R. West, Plant Design and Economics for Chemical Engineers, Fifth Edition, McGraw-Hill, 2003.
Sandler, H. J., and E. T. Luckiewicz, Practical Process Engineering, XIMIX, Philadelphia, PA, 1993.
Turton, R., R. C. Bailie, W. B. Whiting, and J. A. Shaeiwitz, Analysis, Synthesis, and Design of Chemical Processes, Second Edition, Prentice-Hall, 2003.
Seider, W. D., J. D. Seader, and D. R. Lewin, Product and Process Design Principles: Synthesis, Analysis, and Evaluation, Second Edition, Wiley, 2004.
Chauvel Alain, Fournier Gilles, Raimbault Claude, Manuel d'évaluation économique des procédés, Editions Technip, 2e édition, ISBN : 9782710807964, 2001

CAO des procédés

Volume Horaire		Responsable Pédagogique		Unité d'Enseignement
Cours	2:40:00	Nom	X. JOULIA	Conception de Procédés
Cours-TD	0:00:00			
TD	9:20:00	Pédagogie Active		Coefficient
TP	0:00:00	APP		1
				Mode d'Evaluation
				Rapport

Connaissances et Capacités

Savoir utiliser un simulateur pour la conception d'un nouveau procédé ou l'analyse du fonctionnement d'une unité existante.
Savoir résoudre des problèmes de simulation complexes en adoptant une approche méthodique et progressive.
Intégrer via la simulation d'un procédé les compétences en bilan, intégration énergétique et analyse économique.
Présenter de manière synthétique les résultats d'une simulation.

Contenu du cours- Syllabus

Introduction générale

La conception d'un procédé assistée par ordinateur - De l'analyse à la conduite d'un procédé assistée par ordinateur

Problème de conception (sous forme d'APP)

Définition - Spécifications locale et délocalisée – Formulation - Les différentes approches - Approche modulaire simultanée - Traitement numérique

Etude de cas

Conception et analyse d'une unité d'Hydrodéalkylation du Toluène (HDA)

Ouvrages de Référence

Biegler L.T., I.E. Grossmann et A.W. Westerberg, "Systematic Methods of Chemical Process Design", Part II, Printice Hall, 1997
Douglas J.M., "Conceptual design of Chemical Process", mc Graw Hill, 1998
Joulià X., "Simulateurs de procédés", Techniques de l'ingénieur, J1-022, 1-24, 2008

CFD Transfert

Volume Horaire		Responsable Pédagogique		Unité d'Enseignement
Cours	1:20:00	Nom	M. ALLIET	Contacteurs et transfert
Cours-TD	0:00:00			
TD	14:40:00	Pédagogie Active		Coefficient
TP	0:00:00	0		2
				Mode d'Evaluation
				Oral

Connaissances et Capacités

Est capable d'utiliser un outil numérique (codes de calcul de mécanique des fluides) pour simuler les phénomènes de transfert couplés.

Contenu du cours- Syllabus

Initiation à un code de calcul de mécanique des fluides numérique (par ex. : Fluent ou Comsol) : Conception d'une géométrie 2D simple, type écoulement entre plaques ou en conduite. Maillage de cette géométrie.
Modélisation de l'écoulement en divers régimes
Couplage écoulement et transfert thermique/transfert de matière/réaction.
Analyse des champs de vitesse et d'autres variables (température ou concentration) pour différentes conditions de fonctionnement.
Validation des simulations par comparaisons des résultats sur des grandeurs macroscopiques, des valeurs de champs théoriques ou expérimentales.

Ouvrages de Référence

Bird, R. B., W. E. Stewart, et E. N. Lightfoot. Transport Phenomena. Rev. 2. ed. New York: Wiley, 2007.

Contacteurs - système F-S

Volume Horaire		Responsable Pédagogique		Unité d'Enseignement
Cours	5:20:00	Nom	M. HEMATI	Contacteurs et transfert
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

Savoir caractériser les propriétés macroscopiques d'une poudre, dimensionner les contacteurs à lits fluidisés et à lits fixes en se basant sur les critères hydrodynamiques.

Contenu du cours- Syllabus

Généralités : classification des contacteurs fluide-solide, applications, avantages et inconvénients, Caractérisation des solides divisés (échelle du grain, lits de particules) : porosités, masses volumiques, compressibilité d'une poudre, surfaces spécifiques, diamètres équivalents et facteur de forme, répartition granulométrique et diamètre moyen, cohésivité et coulabilité d'une poudre
Ecoulement à travers des lits fixes : rayon et diamètre hydraulique, loi de Darcy, Relation de Kozeny-Carman, Relation de Ergun.
Contacteurs à lit fluidisé : présentation générale, différents régimes hydrodynamiques, classification des poudres, vitesses limites de fluidisation, expansion des lits fluidisés, phénomènes de bullage, technologie (calcul du distributeur, calcul du cyclone, calcul de la TDH), transferts thermiques, exemples d'applications

Ouvrages de Référence

Fluidization Engineering, Kunii & Levenspiel, 2nd Edition, Editor : H Brenner - 1991
Fluidization and Fluid-Particle systems, Zenz-Othmer, Reinhold Publishing corporation, New York 1960
Heat Transfer in fluidized beds, O. Molerus and K.-E.Wirth , Chapman Hall, London, 1997
Techniques de mises en contact entre phases solides et gazeuses, C. Laguerie, Techniques de l'ingénieur 5-1988

Contacteurs - système G-L

Volume Horaire		Responsable Pédagogique		Unité d'Enseignement
Cours	4:00:00	Nom	D. ROUZINEAU	Contacteurs et transfert
Cours-TD	5:20:00			
TD	0:00:00	Pédagogie Active		Coefficient
TP	7:00:00	0		0,5
				Mode d'Evaluation
				Examen+TP

Connaissances et Capacités

Est capable de faire le choix, design et calcul d'un contacteur gaz liquide à contre courant.
Applique les notions théoriques sur les unités pilotes.

Contenu du cours- Syllabus

Technologie des contacteurs gaz – liquide : cas des colonnes à plateaux et à garnissage.
Dimensionnement des technologies pour les mettre en œuvre dans des colonnes de séparation gaz liquide à contre courant : distillation, absorption, etc...
Applique les notions théoriques sur les unités pilotes.

Ouvrages de Référence

'Le raffinage du pétrole : Matériels et Equipements''

P. Trambouze, Publications IFP, Volume 4, 1999

'Distillation Design''

H.Z. Kister, McGraw-Hill, Inc., 1992

Contacteurs - système L-L

Volume Horaire		Responsable Pédagogique		Unité d'Enseignement
Cours	4:00:00	Nom	P. DESTRAC	Contacteurs et transfert
Cours-TD	0:00:00			
TD	5:20:00	Pédagogie Active		Coefficient
TP	0:00:00	0		1
				Mode d'Evaluation
				Rapport

Connaissances et Capacités

A des notions de base permettant de connaître, sélectionner et calculer un contacteur liquide-liquide, de type mélangeur-décanteur ou de type contacteur différentiel (colonne).

Développe un programme informatique mettant en jeu les algorithmes et les lois de dimensionnement, dont la finalité est le calcul d'une colonne d'extraction qui réponde à des contraintes de production données.

Rédaction d'un rapport de synthèse avec résumé exécutif de dimensionnement, études de sensibilité du dimensionnement aux conditions opératoires (taux de solvant, rendement d'extraction...), préconisations sur la conduite de l'appareil (phase dispersée, vitesse de rotation...) et limites du dimensionnement (hypothèses de calcul, formules ou corrélations utilisées, essais pilote...)

Contenu du cours- Syllabus

1. Objectif et historique de l'opération unitaire d'extraction liquide
2. Description de contacteurs industriels (contacteurs à étages individualisés, contacteurs différentiels.)
3. Critères de sélection des appareils
4. Calcul des appareils dont le diamètre des colonnes à contre-courant
5. Calcul de la hauteur des contacteurs différentiel (dont les colonnes à contre-courant)
6. Notion de mélange axial et impact sur les hauteurs de colonne

Ouvrages de Référence

Handbook of Solvent Extraction Lo, Teh C., Baird, Malcolm H. I., Hanson, Carl, 1991
Liquid-Liquid Extraction Equipment Godfrey J.C., Slater M.J., 1994

Dynamique des procédés II

Volume Horaire		Responsable Pédagogique		Unité d'Enseignement
Cours		Nom	J. ALBET	
Cours-TD				
TD		Pédagogie Active		Coefficient
TP		0		
				Mode d'Evaluation
				Rapport

Connaissances et Capacités

Connaître les principes de bases et techniques nouvelles relatives à la dynamique des procédés continus, discontinus et hybrides.

Développer une méthodologie en modélisation (élaboration et structuration de modèles) et en simulation dynamique des procédés basées sur le traitement algébro-différentiel (EDA, EDPA, EDPIA) avec des extensions en vue de l'identification de paramètres, de la simulation sous contraintes et de l'optimisation vue sous l'angle du "Process Systems Engineering".

Contenu du cours- Syllabus

Principes de bases et techniques nouvelles relatives à la dynamique des procédés continus, discontinus et hybrides.

Développement d'une méthodologie en modélisation (élaboration et structuration de modèles) et en simulation dynamique des procédés basées sur le traitement algébro-différentiel (EDA, EDPA, EDPIA) avec des extensions en vue de l'identification de paramètres, de la simulation sous contraintes et de l'optimisation vue sous l'angle du "Process Systems Engineering".

Utiliser des outils de modélisation (Simulis Kinetics®, BatchReactor®, BatchColumn®) pour l'optimisation et le pilotage d'un atelier batch

Ouvrages de Référence

Dynamique et Contrôle II

Volume Horaire		Responsable Pédagogique		Unité d'Enseignement
Cours	9:20:00	Nom	L. PRAT	Conduite des Procédés
Cours-TD	0:00:00			
TD	9:20:00	Pédagogie Active		Coefficient
TP	0:00:00	0		2
				Mode d'Evaluation
				Epreuve

Connaissances et Capacités

Sait faire le lien entre Génie des Procédés et Automatique : Analyser d'un système complexe de type Génie Chimie avec et sans couplage, classer les objectifs en importance (sécurité, fonctionnement, qualité), faire le lien avec la technologie pour proposer pour chaque appareil des boucles de régulations et des lois de commande spécifiques.

Sait passer des équations différentielles aux fonctions de transfert et à l'espace d'état et analyser la stabilité, la commandabilité et l'observabilité d'un système linéaire.

Sait proposer des lois de commandes spécifiques adaptées au système dynamique.

Sait reconnaître et formuler un problème de contrôle optimal.

Contenu du cours- Syllabus

Espace d'état, fonction d'état, application à la contrôlabilité et l'observabilité
Contrôle en cascade. Contrôle anticipé. Contrôle en "ratio".

Contrôle basé sur un modèle : commande par modèle interne - application au réglage des régulateurs.

Analyse des degrés de liberté : application à la définition des boucles de régulation.

Systèmes linéaires optimisés avec des critères quadratiques. Régulation linéaire quadratique (LQR).

Contrôle des appareils : colonnes à distiller, échangeurs, réacteurs...

Mise en place des boucles de régulation sur une unité complète (flowsheet).

Mise en pratique à l'aide d'outils numériques (Simulink, Matlab, Logiciel de simulation dynamique) et sur installations pilotes.

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)

Ogunnaïke B. A., Ray W. H., Process Dynamics, Modeling and Control, Oxford University Press, 1994.

Upreti S.R. Optimal Control for Chemical Engineers. CRC Press, Boca Raton, FL (2012)

Education Physique 2A2S

Volume Horaire	
Cours	19:30:00
Cours-TD	0:00:00
TD	0:00:00
TP	0:00:00

Responsable Pédagogique	
Nom	T. Ambal

Unité d'Enseignement
Sciences et culture de l'ingénieur

Pédagogie Active
0

Coefficient
1

Mode d'Evaluation
GLO

Connaissances et Capacités

Analyser, décider, s'adapter aux caractéristiques du groupe et de l'activité. Gérer sa vie physique de façon autonome

Contenu du cours- Syllabus

Ouvrages de Référence

Gestion de Production

Volume Horaire		Responsable Pédagogique		Unité d'Enseignement
Cours	9:20:00	Nom	G. HETREUX	Conduite des Procédés
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

- Connait les principaux processus logistiques de l'entreprise,
- Sait organiser la production d'un système industriel complexe,
- Sait paramétrer un système d'information dédié à la production tel qu'un ERP,
- Est capable d'établir un planning prévisionnel de production
- Sait établir le plan de charge d'une unité de production,
- Est capable d'établir les plannings opérationnels en utilisant différentes techniques de calcul (simulation, heuristiques, outils de la recherche opérationnelle)
- Est capable d'analyser le fonctionnement d'un système pour extraire des indicateurs de performance pertinents
- Sait exploiter les différents leviers pour d'amélioration continue de la production.

Contenu du cours- Syllabus

- Présentation des principales approches et méthodes de pilotage des systèmes industriels (flux poussé/tiré, production à la commande/pour stock/différenciation retardée, etc)
- Outils informatiques pour le pilotage de la production,
- Calcul des données techniques (recette, nomenclature, procédure de fabrication, poste de charge, délais d'obtention),
- Gestion prévisionnelle de la production (MRP, adaptation charge/capacité, gestion des stocks),
- Conduite opérationnelle de la production et ordonnancement
- Techniques d'ordonnancement : simulation, heuristiques, graphe potentiel-tache disjonctif, techniques de Séparation/Evaluation, optimisation combinatoire.
- Amélioration continue de la production

Ouvrages de Référence

Gestion de la production et des flux, Vincent Giard, Economica
Techniques d'amélioration continue de la production, Robert Chapeaucou, Dunod

Identification de modèles

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

Connaissances et Capacités

Maîtrise les techniques d'identification paramétrique à partir de données expérimentales (incertaines), pour l'estimation et l'analyse de modèles linéaires et non linéaires par rapport aux paramètres.

Contenu du cours- Syllabus

- Introduction à la problématique de l'estimation paramétrique, hypothèses sous-jacentes.
- Identification paramétrique par l'estimateur des moindres carrés, pour les modèles linéaires et non-linéaires, incluant intervalle de confiance des paramètres, erreur du modèle, significativité des paramètres et du modèle, analyse des résidus, intervalles de confiance et de prédiction.
- Identification paramétrique par l'estimateur du maximum de vraisemblance.

Logiciels utilisés : Msexcel, R.

Ouvrages de Référence

Walter, E., et Pronzato, L., 1994. *Identification de modèles paramétriques à partir de données expérimentales*, Ed. MASSON.

Informatique IV - POO

Volume Horaire	
Cours	8:00:00
Cours-TD	0:00:00
TD	21:20:00
TP	0:00:00

Responsable Pédagogique	
Nom	G. HETREUX

Unité d'Enseignement
Conception de Procédés

Pédagogie Active
0

Coefficient
2

Mode d'Evaluation
Rapport/Epreuve

Connaissances et Capacités

- Connaître les processus de développement logiciel (séquentiel, itératif, UP, agile, etc),
- Maitriser un langage objet largement exploité en ingénierie tel que C++,
- Savoir développer et mettre au point une application à partir d'une documentation en UML (uses case, diagrammes de classes, diagramme de séquence),
- Maitriser un environnement de développement tel que VISUAL .NET 2013

Contenu du cours- Syllabus

- Processus de développement et technologie objet, concept objet
- Bases du langage C++ (structuration, déclaration, instruction de contrôle, pointeur, gestion dynamique de la mémoire),
- Propriétés d'une classe élémentaire (attributs/méthodes, encapsulation,,),
- Membres particuliers (constructeur/destructeur, accesseurs, opérateurs),
- Propriétés des classes dérivées par composition (agrégation, association),
- Propriétés des classes dérivées par héritage (surcharge, redéfinition, polymorphisme dynamique, méthodes virtuelles et virtuelles pures, classes abstraites),
- Propriétés des classes dérivées par généricité (template),
- Classe utilitaires,
- Le préprocesseur

Ouvrages de Référence

C++ en action, D-Ryan Stephens, Christopher Diggins, Jonathan Turkanis, Jeff Cogswell, *Édition O'Reilly*
Professional C++, Marc Gregoire, Nicholas A. Solter, Scott J. Kleper, *Édition John Wiley et Sons Ltd*

Opération unitaire - Adsorption

Volume Horaire		Responsable Pédagogique		Unité d'Enseignement
Cours	5:20:00	Nom	M. HEMATI	Opérations Unitaires
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

Connaitre, analyser et dimensionner les différents procédés d'adsorption.

Contenu du cours- Syllabus

- Généralités sur l'adsorption physique : définition, principe, applications, technologie.
- Equilibre d'adsorption : méthode d'obtention, classification des isothermes, théorie de l'adsorption, chaleur d'adsorption, facteur de séparation.
- Dynamique d'adsorption : mécanismes de transfert (diffusion externe, diffusion interne, adsorption, migration), établissement des lois cinétiques.
- Calcul des adsorbants : discontinus, semi-continus (lit fixe - lit fluidisé), continu (lit mobile, lit fluidisé).

Ouvrages de Référence

Perry's Chemical engineers 'handbook, Sixth edition Robert H.Perry, McGraw-Hill International Editions,1988
Gas purification, Arthur L. Kohl and Fred C. Riesenfeld Third Edition Gulf Publishing, Houston, Texas 1979
Notes de cours de l'adsorption industrielle (M. Hemati)
http://www.inp.toulouse.fr/_resources/documents/TICE/

Opération unitaire - Cristallisation

Volume Horaire		Responsable Pédagogique		Unité d'Enseignement
Cours	1:20:00	Nom	B. RATSIMBA	Opérations Unitaires
Cours-TD	0:00:00			
TD	5:20:00	Pédagogie Active		Coefficient
TP	0:00:00	Cours sans Amphi		1
				Mode d'Evaluation
				Epreuve

Connaissances et Capacités

Connaît : les mécanismes de la cristallisation, les méthodes de mesure des vitesses de cristallisation. Sait dimensionner les cristallisoirs les plus classiques et a des notions sur la technologie des cristallisoirs.

Contenu du cours- Syllabus

Mécanismes de la cristallisation (étapes et facteurs influençant ces étapes).
Méthodes de mesure des vitesses de cristallisation (méthode de Nyvlt, bilan de population, etc.).
Dimensionnement des cristallisoirs (cristallisoir discontinu, cuve agitée continue et cristallisoir classifiant).
Technologie des cristallisoirs (comparaison des méthodes de cristallisation, des appareils et de leur mode de fonctionnement).

Ouvrages de Référence

J.W. MULLIN - "Crystallisation", 3ème édition, Butterworth Heinemann Ltd, Oxford, 1993.
A. MERSMANN - "Crystallisation technology handbook", Editeur Marcel Dekker, New-York, 1995.
A.S. MYERSON - "Handbook of industrial crystallisation", Butterworth-Heinemann, Series in Chemical Engineering, 1993.
J.P. KLEIN, R. BOISTELLE et J. DUGUA - "Cristallisation industrielle : Aspects pratiques", Techniques de l'ingénieur, J 2 788.

Opération unitaire - Séchage

Volume Horaire		Responsable Pédagogique		Unité d'Enseignement
Cours	0:00:00	Nom	M. HEMATI	Opérations Unitaires
Cours-TD	0:00:00			
TD	0:00:00	Pédagogie Active		Coefficient
TP	7:00:00	0		0,5
				Mode d'Evaluation
				TP

Connaissances et Capacités

Savoir interpréter les courbes du séchage, dimensionner un séchoir industriel en tenant compte des propriétés thermophysiques du produit et des contraintes énergétiques, appliquer les notions théoriques sur les unités pilotes.

Contenu du cours- Syllabus

Généralités sur le séchage de solides : But du séchage,
Technologie du séchage (Séchage mécanique, Séchage par convection : séchoirs à plateaux, séchoir tunnel, séchoir à tambour rotatif, séchoirs à lit fixe, à lit fluidisé et pneumatique, séchoir par pulvérisation, Séchage par conduction, Séchage par lyophilisation)
Définition des grandeurs physico-chimiques et diagramme de l'air humide,
Bilans sur les séchoirs,
Equilibres thermodynamiques (concept d'eau libre et liée, capillarité, loi de Kelvin, isothermes de sorption-désorption)
Cinétique du séchage (courbes de séchage, les périodes de séchage, interprétation)
Calcul des séchoirs. Applique les notions théoriques sur les unités pilotes.

Ouvrages de Référence

Introduction to industrial drying operations, R.B. KEEY, Pergamon Press, 1978
Mass transfer in engineering practice, Aksel L. Lydersen John Wiley and sons 1985
Perry's Chemical engineers 'handbook, Sixth edition Robert H.Perry, McGraw-Hill, 1988

Procédés Multifonctionnels

Volume Horaire	
Cours	2:40:00
Cours-TD	0:00:00
TD	5:20:00
TP	0:00:00

Responsable Pédagogique	
Nom	X. MEYER

Pédagogie Active
0

Unité d'Enseignement
Conception de Procédés

Coefficient
-

Mode d'Evaluation
Partie du projet 2A

Connaissances et Capacités

Connaître les concepts de l'intensification des procédés
Connaître les dispositifs mettant en œuvre une intensification des transferts couplée à la réaction
Comprendre l'intérêt et les limites du couplage réaction/séparation

Contenu du cours- Syllabus

Introduction
Réacteurs Multifonctionnels

- Couplage énergie/réaction
- Couplage quantité de mouvement/réaction
- Couplage transfert de matière/réaction

Séparations réactives

- Distillation réactive
- Adsorption réactive
- Réacteur à membrane
- Autres séparations réactives
- Conception d'unités couplée

Conclusion

Ouvrages de Référence

- **Re-engineering the chemical processing plant – process intensification** Stanckiewicz, J.A. Moulijn, Ed Marcel Dekker, **2004**, 0-8247-4302-4
- **Process Intensification, engineering for efficiency, sustainability and flexibility** D. Reay, C. Ramshaw, A. Harvey, **2008**, Elsevier, 978-0-7506-8941-0
- **Integrated Chemical Processes** K. Sundmacher, A. Kienle, A.Seidel-Morgenstern, **2005**, 987-3-527-30831-6
- **Modeling of Process Intensification** F.J. Keil , **2007**, Wiley & Sons, 978-3-527-31143-9
- **Conceptual Design of Distillation Systems** M.F Doherty, M.F. Malone, **2001**, McGraw Hill, 978-0072488630

Projet

Volume Horaire		Responsable Pédagogique		Unité d'Enseignement
Cours	1:20:00	Nom	N. LE BOLAY	Conception de Procédés
Cours-TD	0:00:00			
TD	0:00:00	Pédagogie Active		Coefficient
TP	0:00:00	APP		3
				Mode d'Evaluation
				Oral

Connaissances et Capacités

Savoir analyser un procédé de production d'un produit chimique.
Savoir poser des hypothèses simplificatrices, savoir effectuer les bilans et dimensionner les appareils de ce procédé, savoir faire une évaluation économique et le contrôle des appareils, savoir effectuer une analyse du procédé en terme de sécurité, de possibilités de valorisation énergétique, et d'intensification possible au sein du procédé.
Savoir rédiger un rapport et présenter le travail en anglais.
Savoir travailler en groupe.

Contenu du cours- Syllabus

Bilans matière et thermique
Etude de la thermodynamique
Dimensionnement d'un réacteur, d'un séparateur et d'un échangeur thermique
Evaluation économique d'un appareil
Contrôle de deux appareils,
Etude de la sécurité et de l'intensification du procédé.
Etude basique de l'intégration énergétique au sein du procédé.

Ouvrages de Référence

Articles de journaux scientifiques, photocopiés de cours

Réacteurs non idéaux (dont réacteurs FS)

Volume Horaire		Responsable Pédagogique		Unité d'Enseignement	
Cours	8:00:00	Nom	A.M. Billet	Projet de 2ème année	
Cours-TD	0:00:00				
TD	10:40:00	Pédagogie Active		Coefficient	
TP	0:00:00	0		2	
<th>Mode d'Evaluation</th>					Mode d'Evaluation
Epreuve et TDL					

Connaissances et Capacités

Savoir manipuler les grandeurs permettant d'effectuer un choix technologique de réacteur catalytique, et savoir le dimensionner.
 Savoir manipuler les grandeurs permettant d'effectuer un choix technologique de réacteur gaz-liquide, et savoir le dimensionner.

Contenu du cours- Syllabus

Couplage réaction et transferts : réaction catalytique, réactions polyphasiques 'fluide-fluide'.

Réacteur catalytique :

- Notion de diffusivité en milieu poreux, de module de Thiele, de particule catalytique pleinement active ou en egg-shell, d'efficacité et de vitesse apparente de réaction
- Notion de résistance externe au transfert, de nombre de Biot de matière
- Notion de critère de thermicité, de nombre de Biot thermique
- Critères de dimensionnement, calcul des pertes de charge.
- Dimensionnement non isotherme (réacteur multi-tubulaire) : intégration couplée avec un tableur des bilans différentiels de masse et de chaleur.

Réacteur polyphasique 'fluide-fluide' :

- Compréhension des couplages transfert-réaction et détermination du phénomène limitant
- Notion de nombre de Hatta et de facteur d'accélération
- Notion de régime de réaction
- Obtention d'une loi de vitesse de réaction ou d'un flux de matière à l'interface tenant compte des résistances aux transferts
- Choix de la technologie et dimensionnement du réacteur fluide-fluide.

Ouvrages de Référence

H.S. Fogler, Elements of chemical reaction engineering, Prentice Hall, 1999.
 G. Froment et K.B. Bischoff, Chemical reactor analysis and design, John Wiley, 1979.
 O. Levenspiel, Chemical reaction engineering, John Wiley, 1999.
 H. Tominaga et M. Tamaki, Chemical reaction and reactor design, John Wiley, 1998.
 J. Villermaux, Génie de la réaction chimique, Tec Doc, 1993.
 D. Schweich, Génie de la réaction chimique, Tec Doc, 2001.

Date de Mise à Jour Mars 2016

TP Phénomènes de transfert

Volume Horaire		Responsable Pédagogique		Unité d'Enseignement	
Cours	0:00:00	Nom	H. VERGNES	Contacteurs et transfert	
Cours-TD	0:00:00				
TD	0:00:00	Pédagogie Active		Coefficient	
TP	21:00:00	0		1,5	
				Mode d'Evaluation	
				GLO	

Connaissances et Capacités

Sait manipuler des petits pilotes et appliquer les connaissances acquises en transferts de quantités de mouvement, de chaleur et de matière ainsi qu'en régulation/contrôle.

Contenu du cours- Syllabus

Cette série de TP Transfert a pour objectif de mettre en pratique les concepts abordés durant les enseignements de Transferts, en expérimentant, étudiant et interprétant les lois physiques régissant les phénomènes de transfert . Il est notamment demandé d'observer les phénomènes d'un point de vue qualitatif et quantitatif avant de déterminer les valeurs des paramètres des lois régissant le phénomène observé. Dans certains cas, il sera demandé de déterminer l'évolution de ces paramètres en fonction de l'évolution d'une grandeur physique.

Echangeurs de chaleur (coaxial, courants croisés, changement de phase)/Transfert de matière (gaz/liquide, liquide)/ Régulation de température

Ouvrages de Référence

Mécanique des fluides appliquée R. Joulie
Phénomènes de transferts en génie des procédés J.P. Couderc, C. Gourdon et A. Liné
Transport phenomena R.B.Bird, W.E.Stewart E.N. Lightfoot

Validation de données

Volume Horaire		Responsable Pédagogique		Unité d'Enseignement
Cours	4:00:00	Nom	F. BOURGEOIS	Conduite des Procédés
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

Sait utiliser des techniques de validation des données (détection du régime permanent, calcul d'un jeu cohérent de mesures, détection de capteurs défectueux, analyse d'observabilité et de la redondance).

Contenu du cours- Syllabus

Présentation générale.
Détection du régime permanent.
Validation de données sur des systèmes complètement mesurés : détection de mesures aberrantes, calcul d'un jeu cohérent de mesures, diagnostic sur les capteurs a priori et a posteriori.
Validation de données sur des systèmes incomplètement observés : observabilité, redondance.

Ouvrages de Référence

- J. Ragot, D. Maquin, G. Bloch, M. Darouach, *Validation de données et diagnostic*, Hermès, Paris 1990.
- M. Neully, 1993. Modélisation et estimation des erreurs de mesures, Tech Doc, Lavoisier 1993
- José A. Romagnoli, Mabel Cristina Sanchez, 2000. Data Processing and Reconciliation for Chemical Process Operations, Process Systems Engineering, Vol. 2, Academic Press.