

ENSEIGNEMENTS DU SEMESTRE 9

ORGANISATION GENERALE

<i>Intitulé de l'Unité d'Enseignement et de ses éléments constitutifs</i>	<i>Responsable</i>	<i>H</i>	<i>CM</i>	<i>TD</i>	<i>TP</i>	<i>P</i>	<i>C</i>	<i>Ex</i>	<i>ECTS</i>
Management et économie V	Vera IVANAJ	40	16	16			8		2
Langue V	Jude BOWDEN	48		48					3
<i>Anglais</i>				48					
Projet de recherche et développement	Eric SCHAER								10
Options		19							3
Parcours de spécialisation		Env. 140							12
TOTAL		Env. 250							30

OPTIONS

<i>Intitulé de l'option V</i>	<i>Responsable</i>	<i>H</i>	<i>CM</i>	<i>TD</i>	<i>TP</i>	<i>P</i>	<i>C</i>	<i>Ex</i>	<i>ECTS</i>
Procédés et produits à base de polymères	Sandrine HOPPE	19	8	8		3			3
Matériaux et nano matériaux pour la catalyse	Halima ALEM-MARCHAND	19	8	8		3			3
Cinétique de combustion des carburants	Olivier HERBINET	19	8	8		3			3
Bioraffinerie	Guillain MAUVIEL	19	8	8		3			3
Résolution numérique des équations de transport	François LESAGE	19	7	7		3		2	3

PARCOURS DE SPECIALISATION : Procédés pour l'énergie et l'environnement

Responsable : Sabine RODE

<i>Intitulé de l'Unité d'Enseignement et de ses éléments constitutifs</i>	<i>Responsable</i>	<i>H</i>	<i>CM</i>	<i>TD</i>	<i>TP</i>	<i>P</i>	<i>C</i>	<i>Ex</i>	<i>ECTS</i>
Génie des procédés et énergie	Olivier HERBINET	60	14	10			33	3	4
<i>Conférences industrielles</i>	Olivier HERBINET						33		
<i>Combustion</i>	Olivier HERBINET		6	6				1,5	
<i>Analyse exergétique</i>	Romain PRIVAT		8	4				1,5	
Optimisation dynamique et commande avancée	Abderrazak LATIFI	46	20	20		6			4
<i>Optimisation dynamique</i>	Abderrazak LATIFI		10	10		3			
<i>Commande avancée</i>	Jean-Marc COMMENGE		10	10		3			
Intensification des procédés et innovation	Jean-Marc COMMENGE	33	12	9		9		3	4
<i>Intensification des procédés</i>	Jean-Marc COMMENGE		6	4,5				1,5	
<i>Procédés membranaires</i>	Eric FAVRE		6	4,5				1,5	
<i>Projet d'innovation</i>	Jean-Marc COMMENGE					9			
TOTAL		139							12

PARCOURS DE SPECIALISATION : Produits innovants : de la chimie aux procédés

Responsable : Thibault ROQUES-CARMES

Intitulé de l'unité d'enseignement et de ses éléments constitutifs	Responsable	H	CM	TD	TP	P	C	Ex	ECTS
Produits de spécialité	Alain DURAND	60	43,5	9			3	4,5	4
<i>Copolymères : des procédés aux applications</i>	Anne JONQUIERES		10,5	4,5				1,5	
<i>Formulation matières plastiques</i>	Sandrine HOPPE		9				3	1,5	
<i>Polymères en solution, aux interfaces et en émulsion</i>	Alain DURAND		24	4,5				1,5	
Propriétés et qualité des produits	Thibault ROQUES-CARMES	60	27,5	24	6			2,5	4
<i>Procédés pour les produits de santé</i>	Laurent MARCHAL-HEUSSLER			14				1	
<i>Plans d'expérience et planification - atelier batch</i>	Thibault ROQUES-CARMES		6		6				
<i>Propriétés thermophysiques des polymères</i>	Anne JONQUIERES		17	5,5				1,5	
<i>Cristallisation</i>	Eric SCHAEER		4,5	4,5					
Etude de cas - projet de conception de produits innovants	Laurent MARCHAL-HEUSSLER	33	18	3		9		3	4
<i>Projet de conception de produits innovants</i>	Laurent MARCHAL-HEUSSLER		9			9		3	
<i>Procédés de fabrication des solides inorganiques</i>	Mohammed BOUROUKBA		9	3					
TOTAL		153							12

PARCOURS DE SPECIALISATION : Procédés pour les biotechnologies

Responsable : Nouceiba ADOUANI

Intitulé de l'unité d'enseignement et de ses éléments constitutifs	Responsable	H	CM	TD	TP	P	C	Ex	ECTS
Bioprocédés	Nouceiba ADOUANI	60	27,5	25,5			2	5	4
<i>Analyse du cycle de vie et sécurité</i>	Jean-François PORTHA		9,5	7,5			2	1	
<i>Valorisation thermique de la biomasse</i>	Guillain MAUVIEL		9	9				2	
<i>Analyse technico-économique de procédés</i>	Jean-Marc ENGASSER		9	9				2	
Procédés Biotechnologiques Industriels	Eric OLMOS	50	32	15				3	4
<i>Bioprocédés pour la santé</i>	Annie MARC		8	7				0,75	
<i>Biocatalyse industrielle</i>	Isabelle CHEVALOT		6	5				0,75	
<i>Bio-procédés/Bioraffinerie</i>	Eric OLMOS		18	3				1,5	
Génie des procédés biotechnologiques : Outils et méthodes	Eric FAVRE	33	24			9			4
<i>Cycle de conférences</i>	Eric FAVRE		24						
<i>Projet innovation</i>	Eric FAVRE					9			
TOTAL		143							12

ENSEIGNEMENTS DU SEMESTRE 10

Intitulé de l'unité d'enseignement	Responsable	H	CM	TD	TP	P	C	Ex	ECTS
Stage Ingénieur	Halima ALEM-MARCHAND								30
TOTAL									30

INTITULE DE L'UNITE D'ENSEIGNEMENT : <i>Management et Economie V</i>			OBLIGATOIRE
HEURES PRESENTIEL 40	VOLUME HORAIRE TOTAL ESTIME 70	CREDITS ECTS 2	S9

OBJECTIFS GENERAUX DE L'UNITE D'ENSEIGNEMENT

Pratiquer une simulation de gestion globale d'entreprise conduisant les élèves à faire des choix stratégiques et opérationnels rapides, en fonction de l'évolution du marché, de la concurrence et d'autres éléments conjoncturels

OBJECTIFS SPECIFIQUES :

Savoir piloter une entreprise fictive en compétition avec d'autres sociétés sur un marché économique simplifié (simulation par ordinateur)

CONTENU ET METHODES D'ENSEIGNEMENT

1. Estimation d'un marché : potentiel et incidence de la conjecture
2. Gestion de la production et des ventes
3. Risques financiers et investissements
4. Gestion du personnel
5. Stratégie marketing

Finalisation du projet personnel et professionnel : Journée entreprise

Le format de cette journée (voir fiches modules « management et Economie I » et « management et Economie III ») permet aux élèves de dernière année de finaliser leur projet personnel et professionnel : recherche d'un stage industriel pour le S10, rencontres individualisés avec des professionnels de secteurs industriels ciblés.

Responsable : Cornélius Schrauwen

TYPE D'EVALUATION

Evaluation des résultats de gestion obtenus par le groupe en situation de simulation et présentation orale des résultats obtenus.

INFORMATIONS UTILES

PREREQUIS : Gestion d'entreprise : comptabilité, finance, marketing, gestion des ressources humaines

LANGUE D'ENSEIGNEMENT : français

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES :

INTITULE DE L'UNITE D'ENSEIGNEMENT : Langues V			OBLIGATOIRE
HEURES PRESENTIEL	VOLUME HORAIRE TOTAL ESTIME	CREDITS ECTS	S9
48	84	3	

OBJECTIFS GENERAUX DE L'UNITE D'ENSEIGNEMENT

- Consolider le niveau B2/ C1 (cfr : Descriptif CTI 2010, ou CECRL)
- Développer des compétences professionnelles pour travailler en entreprise ou en laboratoire de recherche dans un contexte international (en France ou à l'étranger).
- Développer les compétences du 21e siècle : Compétences en apprentissage et innovation, compétences en information, média et technologie, compétences sociales et professionnelles

OBJECTIFS SPECIFIQUES

A l'issue de ce module, les élèves devront être capables de :

- Utiliser la langue de façon efficace et souple dans la vie sociale, professionnelle ou académique.
- Savoir restituer des faits de sources écrites ou orales de façon cohérente et détaillée, en démontrant une solide maîtrise d'un vaste répertoire lexical et sémantique.
- Utiliser les techniques et outils pour utiliser la pensée créative dans le contexte de l'ingénierie chimique.
- Animer une réunion, faire un compte rendu et utiliser le langage spécifique des réunions.
- Prendre des initiatives dans un entretien d'embauche, élargir et développer leurs idées.
- Mener une conversation téléphonique, en faisant preuve d'une réelle autonomie dans l'utilisation de la langue.
- Travailler dans une équipe en anglais et en utilisant les compétences du 21e siècle

CONTENU ET METHODES D'ENSEIGNEMENT

Les élèves suivent 2 modules et un cours de « Creativity » (obligatoire : module « meetings » et 1 module au choix parmi plusieurs sujets), ainsi qu'une semaine de session intensive (21h). Ci-après : quelques exemples de modules /ateliers.

- Cours « Creativity » : Une introduction à la créativité dans le contexte de l'ingénierie chimique. Le cours présente des principes et processus de la pensée créative, axée en particulier sur la définition de problème et de génération d'idée, en utilisant différentes techniques et outils. Travail en petits groupes.
- Module « réunions » : Etude et acquisition du langage spécifique utilisé lors de réunions, qualité de la communication et observation/ analyse de la participation, comportements, attitudes et réactions lors de réunions. Travail écrit : ordre du jour, compte rendu. Entraînement à l'oral par le biais de jeux de rôles, études de cas, simulations.
- Module « Science Facts and Science Fictions » : Ce module est consacré à l'étude de différents domaines scientifiques plus ou moins controversés de nos jours. Les activités comprennent l'examen de documents vidéo, débats en groupe et jeux de rôle.
- Module « To be aware is to be prepared » : Apprendre à mieux vous connaître pour aller plus loin dans votre développement personnel et développer les compétences interpersonnelles pour améliorer vos performances et la qualité du travail. Pédagogie interactive, introduction aux outils et modèles de connaissance de soi, jeux pédagogiques, questionnaires, débriefing.
- Entretien d'embauche : Etude et acquisition du langage spécifique utilisé lors d'entretiens d'embauche. Simulation d'entretien d'embauche : filmée et visionnée. Cette mise en situation permettra de s'auto-évaluer et de prendre conscience de ses faiblesses: décryptage langage, posture gestuelle, élocution.
- Session intensive : projets en petits groupes et présentation du projet

TYPE D'EVALUATION

- 2 Notes : rapports de travail pour les 2 modules ou une présentation powerpoint
- Niveau d'expression orale et écrite
- Rattrapage : Travail personnel avec présentation powerpoint et rapport

INFORMATIONS UTILES

PREREQUIS : avoir atteint le niveau B2+

LANGUE D'ENSEIGNEMENT : ANGLAIS

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES :

INTITULE DE L'UNITE D'ENSEIGNEMENT : Projet de recherche et développement (PRD)			OBLIGATOIRE
HEURES PRESENTIEL	VOLUME HORAIRE TOTAL ESTIME 300	CREDITS ECTS 10	S9

OBJECTIFS GENERAUX DE L'UNITE D'ENSEIGNEMENT

Il s'agit d'un stage individuel de type recherche et développement qui peut se dérouler soit dans une entreprise, soit dans un laboratoire universitaire. Le sujet du travail doit être à caractère scientifique ou technologique. D'une durée de 2 mois à la fin du S9, il a lieu en France ou à l'étranger.

L'objectif de ce projet de recherche et développement est d'apporter à l'élève-ingénieur une initiation à la démarche de recherche/développement.

OBJECTIFS SPECIFIQUES

A l'issue du PRD, l'élève devra être capable de :

- Faire une bibliographie détaillée et complète autour d'une thématique de recherche donnée
- S'insérer dans une équipe de Recherche et Développement universitaire ou industrielle
- Rédiger un rapport synthétique du travail effectué
- Avoir un avis scientifique éclairé sur sa thématique de recherche
- Faire preuve d'autonomie vis-à-vis du sujet de recherche qu'on lui confie

CONTENU ET METHODES D'ENSEIGNEMENT

Chaque année, l'école diffuse au cours du S9 une liste de sujet de PRD proposés par les laboratoires de recherche du site. Les élèves-ingénieurs suivant les parcours « génie des procédés avancé », « génie de procédés pour les produits » et « génie des procédés biotechnologiques » sont invités à faire leur choix parmi ces propositions. Les élèves-ingénieurs peuvent également proposer à la Direction des Etudes des sujets de recherche et de développement se déroulant dans un service dédié en entreprise (dans le cadre d'un stage-ingénieur...).

La liste des sujets attribués est publiée.

TYPE D'EVALUATION

L'évaluation est basée sur un rapport de recherche dont le contenu, la longueur et la date de remise sont à définir avec l'encadrant. Des soutenances orales sont organisées dans la dernière semaine du PRD. Le jury de soutenance est composé d'au moins trois personnes dont un membre extérieur à l'équipe de recherche. La durée de la soutenance orale est de 20 minutes suivie de 20 minutes de questions. La note du jury tient compte du travail fourni (25%), de la démarche mise en œuvre par l'élève pour mener à bien le projet (25%), ainsi que de la qualité du rapport écrit (25%) et de la soutenance orale (25%).

INFORMATIONS UTILES :

PREREQUIS :

- Avoir défini un projet professionnel.
- Connaître les bonnes pratiques permettant de rédiger un rapport.
- Maîtriser l'ensemble des concepts enseignés lors de la formation à l'Ecole.

LANGUE D'ENSEIGNEMENT : français, sauf si le stage se déroule à l'étranger (dans ce cas l'Anglais est préféré).

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES :

INTITULE DE L'UNITE D'ENSEIGNEMENT : <i>Procédés et produits à base de polymères</i>			OPTIONNEL
HEURES PRESENTIEL 19	VOLUME HORAIRE TOTAL ESTIME 58	CREDITS ECTS 3	S9

OBJECTIFS GENERAUX DE L'UNITE D'ENSEIGNEMENT

- Présenter la méthodologie de conception de produits de spécialité à base de polymère et procédés d'élaboration pour l'obtention de propriétés spécifiques.
- Appréhender les relations entre structure macromoléculaire, morphologie des matériaux, conditions opératoires du procédé d'élaboration et propriétés d'application.
- Connaître les spécificités des grands secteurs d'application des matières plastiques formulées.

OBJECTIFS SPECIFIQUES

A l'issue de ce module, l'élève-ingénieur devrait être capable de :

- Savoir établir un cahier des charges
- Savoir utiliser un logiciel de conception de plan d'expériences
- Savoir utiliser un logiciel de conception de procédé d'extrusion
- Faire le lien entre certaines propriétés d'usage, les conditions de formulation et de fonctionnement du procédé d'élaboration

CONTENU ET METHODES D'ENSEIGNEMENT

L'enseignement est dispensé sous la forme de cours généraux et plus spécifiques ainsi que sous la forme d'étude de cas en groupes de projets. Le sommaire du cours est donné ci-dessous :

- | | |
|--|------|
| - Cahier des charges, plans d'expériences et optimisation multicritères | 4h00 |
| - Procédés de formulation des polymères, exemple de l'extrusion, présentation d'un logiciel de simulation d'extrusion | 2h00 |
| - Illustrations (élastomères renforcés, polyuréthanes pour applications médicales, mélanges maîtres et compounds, ...) | 8h00 |
| - Encadrement des travaux des groupes de projets | 3h00 |
| - Soutenances | 2h00 |

TYPE D'EVALUATION

Deux évaluations seront réalisées. Une évaluation individuelle écrite sous forme de questionnaire à choix multiples. Ceci sera réalisé en 30 min, à la fin d'une séance dont la date sera précisée le premier jour. Une évaluation en groupe sous la forme d'une soutenance orale présentant le travail d'étude de cas en groupe de projet.

INFORMATIONS UTILES

PREREQUIS : aucun

LANGUE D'ENSEIGNEMENT : français

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES :

INTITULE DE L'UNITE D'ENSEIGNEMENT : <i>Matériaux et nanomatériaux pour la catalyse</i>			OPTIONNEL
HEURES PRESENTIEL 19	VOLUME HORAIRE TOTAL ESTIME 58	CREDITS ECTS 3	S9

OBJECTIFS GENERAUX DE L'UNITE D'ENSEIGNEMENT

Au cours des dernières années, la catalyse a connu un essor important avec le développement de nouveaux (nano)-matériaux. Ces derniers ont permis d'améliorer l'efficacité de nombreux procédés chimiques allant de la chimie fine jusqu'à l'abattement de liquides ou de gaz.

OBJECTIFS SPECIFIQUES

- Les matériaux et les techniques de caractérisation associées
- Les complexes organométalliques et les nanoparticules utilisés en catalyse homogène ou hétérogène
- Matériaux pour la photocatalyse

CONTENU ET METHODES D'ENSEIGNEMENT

Les matériaux et les techniques de caractérisation associées.

Les complexes organométalliques et les nanoparticules utilisés en catalyse homogène ou hétérogène

Matériaux pour la photocatalyse

TYPE D'EVALUATION

1^{ère} session : projet + présentation orale

2^{ème} session : examen

INFORMATIONS UTILES

PREREQUIS : notions de base en catalyse

LANGUE D'ENSEIGNEMENT : français

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES :

INTITULE DE L'UNITE D'ENSEIGNEMENT : <i>Cinétique et combustion de carburants</i>			OPTIONNEL
HEURES PRESENTIEL	VOLUME HORAIRE TOTAL ESTIME	CREDITS ECTS	S9
19	58	3	

OBJECTIFS GENERAUX DE L'UNITE D'ENSEIGNEMENT

L'objectif est de proposer une introduction aux techniques expérimentales permettant de réaliser l'étude cinétique des réactions de combustion et à la modélisation cinétique détaillée de ces réactions.

OBJECTIFS SPECIFIQUES

Maitriser la nature des processus élémentaires mis en jeu lors des réactions de combustion pour :

- Comprendre les phénomènes particuliers observés lors de ces réactions (flamme froide, coefficient négatif de température, auto-inflammation)
- Etre capable de construire un mécanisme de combustion pour des espèces simples (n-alcane)
- Etre capable de réaliser l'analyse cinétique d'un modèle pour identifier les principales voies de consommation des réactifs et les réactions les plus sensibles
- Connaître les différentes techniques expérimentales utilisées pour réaliser les études cinétiques pour être capable de choisir la technique la mieux approprié à un problème posé (mesure de délais d'auto-inflammation, de vitesse de flamme, de profils d'espèces, etc...)

CONTENU ET METHODES D'ENSEIGNEMENT

Les notions fondamentales seront présentées sous forme de cours magistraux. Des exercices sur des problèmes concrets permettront d'illustrer les notions fondamentales vues en cours. Le dernier exercice consistera en la construction d'un mécanisme cinétique détaillé pour un alcane de petite taille en utilisant des règles de construction systématique.

TYPE D'EVALUATION

Evaluation individuelle sous forme de QCM et d'exercices.

INFORMATIONS UTILES

PREREQUIS : connaissances de base en cinétique

LANGUE D'ENSEIGNEMENT : français (anglais possible si demande)

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES :

Conseillées :

G. Scacchi, M. Bouchy, J.F. Foucaut, O. Zahraa, Cinétique et catalyse, Lavoisier-Tec & Doc

INTITULE DE L'UNITE D'ENSEIGNEMENT : Bioraffinerie			OPTIONNEL
HEURES PRESENTIEL 19	VOLUME HORAIRE TOTAL ESTIME 58	CREDITS ECTS 3	S9

OBJECTIFS GENERAUX DE L'UNITE D'ENSEIGNEMENT

- Présenter les concepts des différents types de bio-raffinerie
- Appréhender les différences de nature des biomasses et les enjeux de leur production forestière ou agricole
- Analyser les réactions, réacteurs et procédés selon leurs 3 grands types (chimiques, thermochimiques et biologiques)

OBJECTIFS SPECIFIQUES

A l'issue de ce module, l'élève-ingénieur devrait être capable de :

- Connaître les différents concepts de bio-raffinerie
- Déterminer les procédés envisageables pour valoriser un gisement donné de biomasse
- Comprendre les phénomènes mis en œuvre dans les différents types de réacteurs
- Réaliser des calculs préliminaires de dimensionnement des réacteurs

CONTENU ET METHODES D'ENSEIGNEMENT

L'enseignement est dispensé sous la forme de cours-TD, ainsi que sous la de projets de groupes. Le sommaire des cours est donné ci-dessous :

Chapter 1 : Ligno-cellulosic ressources (A. Dufour) (3h)
 Chapter 2 : Bio-refinery concepts (A. Dufour) (1h30)
 Chapter 3 : Chemical routes (N. Brosse) (4h30)
 Chapter 4 : Thermochemical route (G. Mauviel, A. Dufour) (4h30)
 Chapter 5 : Bio-chemical routes introduction (J. M. Engasser) (3h)

TYPE D'EVALUATION

Deux évaluations seront réalisées. Une évaluation individuelle écrite sous forme de questionnaire à choix multiples. Ceci sera réalisé en 1h à la dernière séance. Une évaluation en groupe sous la forme d'un rapport présentant le travail d'étude de cas en groupe de projet.

INFORMATIONS UTILES

PRE-REQUIS : Aucun

LANGUE D'ENSEIGNEMENT : Anglais

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES :

Nécessaires : Aucune

Conseillées : Aucune

INTITULE DE L'UNITE D'ENSEIGNEMENT : <i>Résolution numérique des équations de transport</i>			OPTIONNEL
HEURES PRESENTIEL 19	VOLUME HORAIRE TOTAL ESTIME 58	CREDITS ECTS 3	S9

OBJECTIFS GENERAUX DE L'UNITE D'ENSEIGNEMENT

L'objectif est de proposer une courte introduction aux techniques de résolution numérique pour les écoulements et transferts, diffusifs et convectifs, couplés. Ce cours doit permettre d'aborder une formation aux outils professionnels (par exemple Ansys Fluent), et de programmer des codes de calcul pour des problèmes simples.

OBJECTIFS SPECIFIQUES

Il s'agit en particulier de :

- Connaître les méthodes et principaux algorithmes pour la résolution numérique des écoulements et transferts couplés
- Savoir implanter ces méthodes dans un code de calcul (dans des cas raisonnablement simples)
- Avoir une démarche critique vis-à-vis des résultats numériques, et savoir discerner en particulier l'influence de la méthode de discrétisation, du maillage, des méthodes numériques de résolution, des réglages de ces méthodes...
- Savoir exploiter les résultats obtenus (post-processing)

CONTENU ET METHODES D'ENSEIGNEMENT

Les notions fondamentales (discrétisation, algorithmes de résolution, ...) seront présentées sous forme de cours magistraux. Un projet faisant appel à l'intégralité des notions présentées sera distribué dès le début de l'enseignement, et évoluera au fur et à mesure de l'avancement du cours. Les séances d'exercices pourront être soit des exemples simples illustrant des notions vues en cours, soit du suivi de projet.

TYPE D'EVALUATION

Evaluation collective avec le projet

INFORMATIONS UTILES

PREREQUIS :

- Bonne connaissance d'au moins un langage de programmation
- Bonne connaissance des méthodes numériques classiques
- Bonne connaissance de la physique des écoulements fluides et des transferts

Dans le cursus ENSIC, ceci correspond aux modules « Informatique et méthodes numériques » et « Phénomènes de transfert I et II »

- Les étudiants ayant suivi « Mécanique des Fluides numériques 1 » au S8 ne sont pas autorisés à s'inscrire au présent module, la formation dispensée étant très similaire.

LANGUE D'ENSEIGNEMENT : français (anglais possible si demande)

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES :

Obligatoire :

1. E. Saadjan, « Les bases de la mécanique des fluides et transferts de chaleur et de masse pour l'ingénieur », 2009, Ed. Sapiaientia

Conseillée :

1. H.K. Versteeg et W. Malalasekera, « An introduction to computational fluid dynamics », 1995, Longman Scientific & Technical

INTITULE DE L'UNITE D'ENSEIGNEMENT : Génie des procédés et énergie			OBLIGATOIRE
HEURES PRESENTIEL 60	VOLUME HORAIRE TOTAL ESTIME 105	CREDITS ECTS 4	S9 PARCOURS PROCEDES

OBJECTIFS GENERAUX DE L'UNITE D'ENSEIGNEMENT

Les enseignements visent à :

- Sensibiliser les élèves aux défis technologiques et sociétaux liés à la production énergétique, à travers des conférences effectuées par des intervenants industriels
- Comprendre les principaux phénomènes chimiques mis en jeu dans la combustion pour des applications industrielles (chaudières, moteurs, turbines à gaz, ...)
- Comprendre comment réaliser l'analyse exergetique d'un procédé afin d'y réduire les dégradations d'énergie

OBJECTIFS SPECIFIQUES

A la fin du module l'étudiant devrait :

- Comprendre le contexte mondial de production et de demande énergétique
- Connaître les principaux procédés dédiés à la transformation de l'énergie
- Savoir analyser des paramètres de combustion et savoir calculer les principaux paramètres chimiques associés
- Savoir construire des diagrammes de combustion et les appliquer à des cas pratiques
- Etre capable d'évaluer l'exergie de fluides purs ou de mélanges à partir de données appropriées
- Etre capable d'effectuer des bilans exergetiques sur des systèmes fermés et ouvert en régime permanent, réactifs ou non-réactif
- Avoir des notion d'exergie physique et d'exergie chimique

CONTENU ET METHODES D'ENSEIGNEMENT

Combustion : 4 cours (1h30), 4 séances d'exercices (1h30) ; définition et détermination de paramètres physico-chimiques impliqués en combustion ; approche thermodynamique de la combustion : les diagrammes de combustion (diagrammes d'Ostwald et Biard) ; température d'auto-inflammation, délai d'auto-inflammation, point d'éclair, structure de flammes et vitesse de flammes laminaires, limites d'inflammabilité, indice de Wobbe, rendement de combustion et notion de pertes par les produits de combustion, application à la combustion dans les chaudières et dans les moteurs à combustion interne ; 1h30 examen.

Analyse exergetique : 7h30 de cours, 4h30 de TD ; définition de l'exergie ; bilans exergetiques en systèmes fermé et ouvert ; calcul de l'exergie de systèmes multiconstituants par les approches gamma-phi et phi-phi ; analyse exergetique de systèmes réactifs ; exergies physique et chimique, applications pratiques aux procédés des industries chimiques, 1h30 examen.

TYPE D'EVALUATION

Présence obligatoires aux conférences ; examen combustion (50 %), examen analyse exergetique (50 %)

INFORMATIONS UTILES

PREREQUIS : connaissances en génie chimique, en cinétique et en thermodynamique

LANGUE D'ENSEIGNEMENT : français

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES :

INTITULE DE L'UNITE D'ENSEIGNEMENT : Optimisation dynamique et commande avancée			OBLIGATOIRE
HEURES PRESENTIEL 46	VOLUME HORAIRE TOTAL ESTIME 130	CREDITS ECTS 4	S9 PARCOURS PROCEDES

OBJECTIFS GENERAUX DE L'UNITE D'ENSEIGNEMENT

Le cours d'optimisation dynamique de procédés vise à :

- Rappeler les différents types de modèles dynamiques de procédés (différentiels, algébro-différentiels et algébro-différentiels partiels).et les méthodes de résolution couramment utilisées
- Définir et formuler un problème d'optimisation dynamique
- Présenter la méthode de résolution CVP combinée à la méthode des sensibilités
- Utiliser le logiciel gPROMS pour quelques applications

Le cours de commande avancée vise à :

- Découvrir les méthodes d'identification paramétrique afin de déterminer les modèles de fonction de transfert
- Découvrir les méthodes de commande par fonction de transfert pour les systèmes monovariables et dans l'espace d'état pour les systèmes multivariables

OBJECTIFS SPECIFIQUES

A la fin des deux cours, l'étudiant devrait être capable de :

- Simuler un procédé décrit par des équations différentielles ordinaires, algébro-différentiels ou algébro-différentiels partiels
- Formuler un problème d'optimisation dynamique
- Utiliser le logiciel gPROMS pour résoudre les problèmes d'optimisation dynamique, avec et sans contraintes
- Identifier un système monovariante à l'aide d'une fonction de transfert
- Mettre au point une commande par fonction de transfert pour les systèmes monovariables et dans l'espace d'état pour les systèmes multivariables, pour des exemples pris dans le domaine du génie des procédés

CONTENU ET METHODES D'ENSEIGNEMENT

I.Optimisation dynamique

1. Modèles dynamiques de procédés

- Modèles décrits par des équations différentielles ordinaires (ODE)
- Modèles décrits par des équations algébro-différentielles (DAE)
- Modèles décrits par des équations algébro-différentielles partielles(PDAE) et leur transformation en ODE ou DAE

2. Simulation dynamique

- Spécification des conditions initiales
- Formules d'intégration simple et d'ordre supérieur (BDF combinée à la méthode de Newton, prédiction-correction)
- Notion d'index et systèmes d'équations algébro-différentielles d'index élevé
- Utilisation du logiciel gPROMS pour la simulation de réacteurs batch et fedbatch

3. Optimisation dynamique

- Rappels sur l'optimisation statique
 - Conditions d'optimalité de Karush-Kuhn-Tucker (KKT)
 - Optimisation quadratique successive (SQP)
- Définition et formulation mathématique d'un problème d'optimisation dynamique

- Calcul des gradients à l'aide de la méthode des sensibilités
- Résolution à l'aide de la méthode « paramétrisation de la variable de commande » (CVP)
- Utilisation du logiciel gPROMS pour l'optimisation de réacteurs batch

4. Projet

- Description et modélisation d'un procédé (colonnes de distillation, réacteurs, ...)
- Simulation à l'aide du logiciel gPROMS
- Définition et formulation de problèmes d'optimisation dynamique
- Résolution à l'aide du logiciel gPROMS

II. Commande avancée

- Utilisation de l'environnement Matlab Simulink pour l'étude de systèmes dynamiques linéaires dans l'espace d'état et la synthèse de régulateurs
- Synthèse de régulateurs améliorés
- Commande multivariable en temps continu
- Commande monovariable en temps discret

Projet : mise au point d'une commande monovariable ou multivariable sur un réacteur modèle à l'aide de Matlab.

TYPE D'ÉVALUATION

Projet optimisation (50 %) ; projet commande avancée (50 %)

INFORMATIONS UTILES

PREREQUIS : méthodes du Génie Chimique, écriture des bilans, méthodes d'analyse numériques et d'optimisation, Informatique (programmation)

LANGUE D'ENSEIGNEMENT : français

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES :

Nécessaires : Polycopiés

Conseillées :

1. Applied Optimal Control: Optimization, Estimation, and Control, Arthur E. Bryson and Yu-Chi Ho, Taylor & Francis Inc; Revised Edition, (1988)
2. Nonlinear Programming: Theory and Algorithms, Mokhtar S. Bazaraa, Hanif D. Sherali , C. M. Shetty , Wiley; 2nd edition, (1993)
3. Commande des Procédés, Jean-Pierre Corriou, Lavoisier Tec & Doc, 2^{ème} édition (2003)

INTITULE DE L'UNITE D'ENSEIGNEMENT : Intensification des procédés et innovation			OBLIGATOIRE
HEURES PRESENTIEL	VOLUME HORAIRE TOTAL ESTIME	CREDITS ECTS	S9 PARCOURS
33	132	4	PROCEDES

OBJECTIFS GENERAUX DE L'UNITE D'ENSEIGNEMENT

Le cours d'intensification des procédés et innovation vise à :

- Sensibiliser les élèves aux équipements et technologies permettant l'intensification des procédés
- Former les élèves à une démarche structurée conduisant à l'intensification des procédés et à l'innovation
- Donner les connaissances de base nécessaires au calcul des procédés de séparation membranaires
- Sensibiliser les élèves à l'importance d'une démarche d'innovation et aux méthodologies associées

OBJECTIFS SPECIFIQUES

A la fin du module l'étudiant devrait

- Etre capable d'analyser et de proposer des améliorations pour un procédé donné (détermination des phénomènes limitants, mise en place d'une stratégie d'intensification)
- Savoir sélectionner un procédé de séparation membranaire en fonction d'un jeu de contraintes (nature du mélange à séparer, performances visées, conditions opératoires)
- Etre capable de dimensionner un procédé à membranes pour une application donnée et confronter ses performances à d'autres technologies (efficacité énergétique, productivité)
- Comprendre l'importance et l'interaction entre les trois piliers de l'innovation : la créativité (génération de nouveautés) ; la valeur (d'estime, d'usage et d'échange) ; la socialisation (maîtrise de la conduite du changement)

CONTENU ET METHODES D'ENSEIGNEMENT

Intensification des procédés : 4 séances de cours (1h30) – 3 séances de TD (1h30) ; définition de l'intensification ; technologies existantes (réacteur à disque tournant, distillation réactive, etc.) ; intensification par microstructuration ; généralisation du choix de stratégie d'intensification par l'analyse des limitations (transfert, équilibre, risque, saturation, etc.) et identification de technologies permettant de lever ces limitations ; étude de cas industriels sur des procédés de synthèse ou de traitement d'effluents.

Procédés membranaires : 4 séances de cours (1h30) – 3 séances de TD (1h30) ; notion de sélectivité, taux de réjection et perméabilité ; matériaux et modules membranaires ; transfert membranaire, polarisation de concentration ; effets osmotiques ; études de cas industriels (concentration d'une solution macromoléculaire, dessalement d'eau de mer par osmose inverse, intensification des procédés d'absorption gaz-liquide par contacteurs).

Projet d'innovation : Travail sur les différentes facettes de l'innovation et mise en œuvre d'une démarche innovante sur un exemple issu des industries chimiques (en collaboration avec nos partenaires industriels).

TYPE D'EVALUATION

Examen écrit d'intensification et de procédés membranaires (25 %), projet d'innovation (75%).

INFORMATIONS UTILES

PREREQUIS : connaissances en génie chimique, en cinétique et en thermodynamique

LANGUE D'ENSEIGNEMENT : français

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES : documents de cours

INTITULE DE L'UNITE D'ENSEIGNEMENT : Produits de spécialité			OBLIGATOIRE
HEURES PRESENTIEL	VOLUME HORAIRE TOTAL ESTIME	CREDITS ECTS	S9 PARCOURS
60	105	4	PRODUITS

OBJECTIFS GENERAUX DE L'UNITE D'ENSEIGNEMENT

Le cours vise à :

- Introduire les notions de base sur la copolymérisation radicalaire
- Illustrer les principaux types de copolymères et leurs caractéristiques
- Décrire le calcul des réacteurs de copolymérisation radicalaire
- Initier les élèves à l'industrie de la plasturgie et aux différents procédés de mise en forme des matières plastiques
- Introduire la physico-chimie des polymères en solution, aux interfaces et en émulsion
- Acquérir des connaissances en caractérisation et en analyse du comportement des polymères utilisés dans les produits formulés
- Décrire les principaux polymères hydrosolubles (neutres, chargés et amphiphiles) pour des applications en formulation dans des domaines variés

OBJECTIFS SPECIFIQUES

A l'issue de ce module, l'élève-ingénieur devrait être capable de :

- Comprendre la spécificité et l'intérêt des copolymères par rapport à de simples mélanges d'homopolymères
- Réaliser les calculs cinétiques qui sont des prérequis au dimensionnement des réacteurs de copolymérisation
- Concevoir et mettre en œuvre des réacteurs de copolymérisation radicalaire
- Formuler et mettre en forme des matières plastiques
- Tirer parti des propriétés des polymères en solution, aux interfaces et en émulsion pour des applications en formulation dans des domaines variés
- Comprendre le lien entre les caractéristiques structurales et le comportement des produits, notamment aux interfaces

CONTENU ET METHODES D'ENSEIGNEMENT

1. Copolymères : des procédés aux applications

- Introduction à la copolymérisation radicalaire
- Cinétique de copolymérisation
- Principaux types de copolymères produits à l'échelle industrielle et leurs caractéristiques
- Modélisation et conception de réacteurs de copolymérisation
- Introduction à la polymérisation radicalaire contrôlée pour la synthèse de copolymères à architecture contrôlée
- Exemples d'applications à l'élaboration de copolymères à architecture contrôlée en privilégiant les applications marquantes développées par les industriels français Arkema et Solvay ces dernières années

2. Formulation et mise en forme des matières plastiques

- Présentation de l'industrie de la plasturgie et des différents procédés de mise en forme des matières plastiques : extrusion, injection, calandrage, thermoformage, rotomoulage, moulage haute pression des thermodurcissables
- Dimensionnement d'un procédé d'extrusion : relation débit et perte de charge en extrusion, calcul de l'auto-échauffement des polymères en cours d'extrusion, relations entre les conditions opératoires du procédé et la structure du produit fini
- Formulation des matières plastiques : concepts et méthodologie, planification d'expériences en formulation, choix des résines de base, charges, additifs, adjuvants.
- Conférence par un intervenant issu du monde industriel

3. Polymères en solution, aux interfaces et en émulsion

- Polymères en solution :
- Physico-chimie des polymères neutres et chargés en solution
- Généralités sur les polymères en solution: solubilité, différents régimes de concentration et températures critiques de solubilité
- Thermodynamique des solutions de polymère diluées
- Méthodes de caractérisation des polymères : osmométrie, tonométrie, viscosimétrie, diffusion de la lumière, chromatographie par exclusion stérique et leur couplage dans des systèmes avancés de caractérisation des polymères
- Généralités sur les polymères hydrosolubles pour des applications en formulation dans des domaines variés (cosmétique, pharmacie, chimie fine, etc...)
- Polymères aux interfaces :
- Importance de la notion de polymères aux interfaces dans les produits formulés
- Conformation des polymères aux interfaces
- Aspects cinétiques et thermodynamiques de l'adsorption des macromolécules
- Polymères en émulsion :
- Application des latex dans les produits formulés
- Liens entre la formulation d'un latex et ses propriétés macroscopiques
- Mécanisme d'une réaction de polymérisation en émulsion : cas général et cas limites
- Influence des conditions de réaction sur les propriétés du latex formé
- Copolymérisation en émulsion

TYPE D'ÉVALUATION

1. Copolymères : des procédés aux applications: un contrôle final écrit de 1h30 en fin de module
2. Formulation et mise en forme des matières plastiques: projet suivi d'une soutenance orale
3. Polymères en solution, aux interfaces et en émulsion: un contrôle écrit en fin de module

INFORMATIONS UTILES

PREREQUIS : Bases de chimie et physico-chimie des interfaces et macromoléculaire. Connaissances générales en génie chimique. Connaissances élémentaires en chimie des polymères.

LANGUE D'ENSEIGNEMENT : Français

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES :

Nécessaires : aucune

Conseillées :

1. Copolymères : des procédés aux applications

1. Principles of Polymer Chemistry, G. Odian, 3^{ème} édition, John Wiley and Sons, 1991, Chapitre 6 "Chain copolymerization", pages 452-531.
2. Polymer Chemistry – An introduction, R.B. Seymour, C.E. Carraher, 6^{ème} édition, Marcel Dekker, 2003, Chapitre 9 "Copolymerization", pages 332-367.

3. Polymères en solution, aux interfaces et en émulsion

1. Chimie et physico-chimie des polymères, M. Fontanille et Y. Gnanou, 2^{ème} édition, Dunod, 2010.
2. Initiation à la chimie et à la physico-chimie des polymères, volume 1, Physico-chimie des polymères, édité par le Groupe Français d'études et d'applications des polymères (le GFP).
3. Initiation à la chimie et à la physico-chimie des polymères, volume 5, exercices et travaux dirigés, édité par le Groupe Français d'études et d'applications des polymères (le GFP).

INTITULE DE L'UNITE D'ENSEIGNEMENT : Propriétés et qualités des produits			OBLIGATOIRE
HEURES PRESENTIEL	VOLUME HORAIRE TOTAL ESTIME	CREDITS ECTS	S9 PARCOURS
60	104	4	PRODUITS

OBJECTIFS GENERAUX DE L'UNITE D'ENSEIGNEMENT

Le cours vise à :

- Appréhender les plans d'expériences et leur utilisation
- Faire découvrir la planification en atelier batch
- Faire le lien entre les propriétés macroscopiques des polymères et les caractéristiques structurales et morphologiques associées
- Introduire les différents types de dégradation possibles pour les polymères et l'impact sur leurs propriétés
- Présenter les méthodes de stabilisation des polymères qui permettent leur mise en forme et applications
- Aborder le phénomène de transport dans les polymères et gels
- Connaître le procédé de cristallisation et le modéliser
- Décrire et Analyser les spécificités réglementaires et industrielles des industries pharmaceutiques
- Présenter et expliquer le processus de « Quality by Design »
- Préparer les étudiants à concevoir un procédé de mise en forme d'un médicament dans le respect des spécificités de l'industrie pharmaceutique et selon le processus « Quality by Design » (QbD)

OBJECTIFS SPECIFIQUES

A l'issue de ce module, l'élève-ingénieur devrait être capable de :

- Mettre en œuvre un plan d'expérience
- Optimiser la production en atelier batch
- Concevoir et dimensionner un réacteur conduisant au produit souhaité et aborder les relations procédés-structure-propriétés
- Identifier la cause de la dégradation d'un polymère sur la base d'informations collectées sur le terrain
- Définir une stratégie pour la prévention de la dégradation et mettre en œuvre les stabilisants de façon adaptée
- Stabiliser efficacement un polymère pour sa mise en forme ou pendant sa durée de vie
- Comprendre le transport dans les polymères et les gels
- Modéliser par les bilans de population le procédé de cristallisation, agrégation et brisure
- Connaître et savoir appliquer la théorie DLVO
- S'intégrer et Participer activement à un projet de développement d'un nouveau médicament
- Concevoir et mettre en œuvre des opérations unitaires spécifiques de la fabrication des médicaments (OUPs) (formes simples et formes à libération contrôlée):
 - o Mélange et granulation
 - o Compaction et enrobage
 - o Emulsification et Microencapsulation
 - o Lyophilisation

CONTENU ET METHODES D'ENSEIGNEMENT

1. Plan d'expérience

- Plans d'expériences et leur utilisation
- Modélisation : effets et plans, construction du modèle, évaluation du modèle, optimisation, facteurs de mélange
- Mise en situation avec utilisation d'un outil : STAVEX

2. Planification en atelier batch

- Optimisation de production en atelier batch

- Analyse des flux de matière par simulation
- Spécificités de l'industrie des procédés
- Simulation d'un procédé isolé, multi-produit et modélisation avancée
- Utilisation du logiciel SIMBAX

3. Polymères : propriétés thermophysiques, dégradation et stabilisation

Propriétés thermophysiques des polymères

- Généralités sur les matériaux polymères : structure chimique, morphologie, propriétés
- Température de transition vitreuse et température de fusion : définition, mesure et méthodes d'estimation
- Relation entre structure chimique et transitions thermomécaniques : interprétation à partir de considérations physiques, conséquences en applications et mise en forme des matériaux

Dégradation et stabilisation des polymères

- Conséquences de la dégradation des polymères sur leurs propriétés
- Présentation des différents types de dégradation: physique, mécanique et chimique
- Différents mécanismes de la dégradation chimique : dégradations thermique, thermique oxydante, photo-oxydante, hydrolytique, radiochimique, biodégradation
- Différentes classes de stabilisants : thermiques, photochimiques, fongicides et bactéricides, ignifuges
- Impact des stabilisants sur l'environnement et la santé

4. Transport dans les polymères, libération contrôlée

- Notion de perméabilité et modèle de solution-diffusion
- Méthodes expérimentales de détermination des coefficients de transport
- Mécanismes et modèles de diffusion dans les polymères et gels
- Libération contrôlée de principes actifs (systèmes réservoir / systèmes matriciels) : processus et modélisation des cinétiques de libération
- Procédés d'élaboration, produits et exemples d'applications

5. Cristallisation

- Procédés de cristallisation, agrégation et brisure
- Modélisation par les bilans de population (théorie DLVO)

6. Produits de santé

- Notions de sécurité et d'efficacité d'un médicament
- Nature et contenu des recommandations ICH et GLP : Validation vs QbD
- Processus d'enregistrement
- Principes, technologies et dimensionnement des opérations unitaires pharmaceutiques (OUPs)
- Apprentissage Par Problème (APP) / 1 OUP par groupe

TYPE D'ÉVALUATION

Plan d'expérience, planification en atelier batch et cristallisation : pas d'évaluation

Polymères : propriétés thermophysiques, dégradation et stabilisation: contrôle écrit en fin de module

Transport dans les polymères, libération contrôlée : Projet suivi d'une soutenance orale

Produits de santé : Projet suivi d'une soutenance orale

INFORMATIONS UTILES

PREREQUIS : Bases de chimie et physico-chimie macromoléculaire. Connaissances élémentaires en chimie des polymères. Connaissances générales en mécanique des fluides et thermique des milieux continus.

LANGUE D'ENSEIGNEMENT : français

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES :

Nécessaires : aucune

Conseillées :

1. Vieillissement chimique des plastiques : aspects généraux, J. Verdu, Les techniques de l'ingénieur, Traité plastiques et composites, Volume AM 3 151, 2002.
2. Stabilisation des plastiques : aspects généraux, S. Girois, Les techniques de l'ingénieur, Traité plastiques et composites, Volume AM 3 232, 2004.
3. La stabilisation des polymères, J. Ecole, Nathan, Encyclopédie technique pratique, 1991.
Polymers and the environment, G. Scott, RSC Paperbacks, The Royal Society of Chemistry, Cambridge, 1999.

INTITULE DE L'UNITE D'ENSEIGNEMENT : ETUDE DE CAS - PROJET DE CONCEPTION DE PRODUITS INNOVANTS			OBLIGATOIRE
HEURES PRESENTIEL 33	VOLUME HORAIRE TOTAL ESTIME 132	CREDITS ECTS 4	S9 PARCOURS PRODUITS

OBJECTIFS GENERAUX DE L'UNITE D'ENSEIGNEMENT

Les objectifs sont:

- Développer la pensée globale et la pensée créative et de les appliquer en créant un produit innovant
- Connaître et utiliser les processus standard de l'innovation et la planification des projets innovants
- Mobiliser les compétences existantes en génie chimique dans le domaine de la chimie de spécialité
- Acquérir quelques compétences intra et entrepreneuriales

OBJECTIFS SPECIFIQUES

Les objectifs plus spécifiques sont:

- Mobiliser les connaissances et compétences requises pour concevoir un produit innovant de l'idée jusqu'à la preuve de concept et la preuve de faisabilité théorique
- Structurer et optimiser la créativité d'une équipe projet
- S'intégrer rapidement et efficacement en tant qu'expert scientifique dans une activité structurée en groupe de projet
- Développer et utiliser les connaissances et compétences en management de projet dédié à la conception de projets innovants : planifier et conduire un projet simple de conception de produit chimique innovant
- Analyser la propriété intellectuelle relative au produit innovant et de mettre en œuvre une stratégie pour la contourner si nécessaire

CONTENU ET METHODES D'ENSEIGNEMENT

- Contenu
 - o Les processus innovants, leur organisation, leurs facteurs clé de succès, leur planification
 - o Les relations structure-propriétés des produits dispersés complexes
 - o Les outils de conduite de projets innovants : investissements, coûts, rentabilité, profitabilité
 - o Le fonctionnement humain d'un groupe de projet
- Méthodes d'enseignement
 - o Team working
 - o Etude de cas
 - o Apprentissage par l'expérience
 - o Apprentissage par problèmes

EVALUATION

- Rapport de preuve de concept et de preuve théorique de faisabilité
- Présentation orale du projet

INFORMATIONS UTILES

Pré-requis : connaissances et compétences en génie chimique niveau M1

Langue : anglais, français

INTITULE DE L'UNITE D'ENSEIGNEMENT : Bioprocédés			OBLIGATOIRE
HEURES PRESENTIEL	VOLUME HORAIRE TOTAL ESTIME	CREDITS ECTS	S9 PARCOURS BIOTECHNOLOGIES
60	105	4	

INTITULE DE L'UNITE D'ENSEIGNEMENT : Procédés biotechnologiques industriels			OBLIGATOIRE
HEURES PRESENTIEL	VOLUME HORAIRE TOTAL ESTIME	CREDITS ECTS	S9 PARCOURS BIOTECHNOLOGIES
50	88	4	

OBJECTIFS GENERAUX DE L'UNITE D'ENSEIGNEMENT

Le cours vise à :

- Décrire les grandes applications industrielles des procédés biotechnologiques dans les secteurs de la santé (anticorps, vaccins, antibiotiques), de la chimie (synthons) et de l'énergie (bioéthanol, biogaz)
- Présenter les spécificités des procédés biologiques par rapport aux procédés chimiques (contraintes, sélectivités, rendements, enjeux économiques, sociétaux et environnementaux) en vue de la conception, la caractérisation, la compréhension et la conduite des procédés industriels

OBJECTIFS SPECIFIQUES

A la fin du module l'étudiant doit :

- Maîtriser les principaux procédés biotechnologiques existant dans les industries pharmaceutique, chimique et de l'énergie
- Savoir intégrer les spécificités de la mise en œuvre industrielle de biocatalyseurs (couplages, contraintes).
- Savoir utiliser les outils spécifiques du génie des bioprocédés pour la compréhension et la conduite des procédés de production.

CONTENU ET METHODES D'ENSEIGNEMENT

1. Introduction générale.

Panorama des secteurs industriels concernés, des biocatalyseurs mis en œuvre et des outils et méthodes disponibles.

2. Procédés biotechnologiques pour la santé : cultures de cellules animales et de microorganismes filamenteux.

Procédés de culture de cellules animales pour la production de vaccins et d'anticorps monoclonaux. Lignées cellulaires continues ; milieux de culture ; cinétiques cellulaires ; qualité de la molécule produite ; spécificité (inox / jetable) et conduite (PAT) des bioréacteurs ; impact des contraintes hydromécaniques ; concepts de l'ingénierie cellulaire (cellules souches).

Couplage séparateur / produit. Optimisation des milieux de culture par procédés de fractionnement, spécificités des procédés "downstream", qualité et stabilité des produits.

Procédés de culture de microorganismes filamenteux pour la production d'antibiotiques. Microorganismes utilisés, description des procédés actuels.

Outils. Plans d'expériences, plans de mélange et PLS pour le design de milieux de culture, modélisation de mélanges complexes. Couplages hydro/biologiques.

3. Biocatalyse enzymatique pour l'industrie chimique et pharmaceutique.

Grandes applications industrielles. Analyse technico-économique, outils (modélisation des cinétiques, calculs des vitesses spécifiques, modélisation moléculaire).

4. Bioraffinerie pour la valorisation de la biomasse.

Bioénergies. Procédés de production de bioéthanol de 1^{ère} et 2^{nde} génération ; procédés de méthanisation pour la production de biogaz (substrats / procédés / enjeux sociétaux et environnementaux).

Production de synthons par voie biologique. Grandes applications / optimisation des microorganismes.

Outils / méthodes. Apport de la mécanique des fluides numérique, des approches "scale-down" et de l'optimisation multicritères pour la maîtrise et la conduite des procédés microbiens.

5. Visite des installations de bioréacteurs et de bioséparateurs du LRGP (sites ENSAIA et SVS)

TYPE D'ÉVALUATION

Examen (3h)

INFORMATIONS UTILES

INTITULE DE L'UNITE D'ENSEIGNEMENT : Outils et méthodes			OBLIGATOIRE
HEURES PRESENTIEL	VOLUME HORAIRE TOTAL ESTIME	CREDITS ECTS	S9 PARCOURS BIOTECHNOLOGIES
33	132	4	

OBJECTIFS GENERAUX DE L'UNITE D'ENSEIGNEMENT

Le cours vise à :

- Sensibiliser aux défis technologiques et sociétaux liés à la production biotechnologique, à travers des conférences effectuées par des intervenants industriels
- Comprendre les différentes contraintes à prendre en compte dans la conception d'une unité de production biotechnologique (stérilisation, réglementation, contrôle qualité)
- Comprendre comment réaliser une analyse technico-économique d'une unité de production biotechnologique

OBJECTIFS SPECIFIQUES

A la fin du module l'étudiant devrait :

- Etre capable de proposer une association d'équipements pour une unité de production biotechnologique donnée (sélection des souches, détermination des réacteurs et procédés de séparation)
- Savoir mettre en œuvre une évaluation technico-économique d'une unité
- Comprendre l'importance d'une démarche de type innovation dans la conception d'une unité de production

CONTENU ET METHODES D'ENSEIGNEMENT

Cycle de conférences

- Exemples de production industrielle par voie biotechnologique.
- Eléments d'analyse technico-économique.
- Conférences d'ouverture sur les enjeux de RT& D et sur les grands développements en production biotechnologique (bioraffinerie, cultures d'algues).
- Aspects spécifiques (nettoyage et stérilisation, contrôle qualité, bonnes pratiques de fabrication, cadre réglementaire : AMM...).

Projet innovation : Travail sur les différentes facettes de l'innovation et mise en œuvre d'une démarche innovante sur un exemple issu des industries biotechnologiques (en collaboration avec nos partenaires industriels).

TYPE D'EVALUATION

Présence obligatoire aux conférences
Projet d'innovation (rapport et soutenance).

INFORMATIONS UTILES

PREREQUIS : connaissances en génie des procédés biotechnologiques

LANGUE D'ENSEIGNEMENT : français

INTITULE DE L'UNITE D'ENSEIGNEMENT : <i>Stage Ingénieur</i>			OBLIGATOIRE
HEURES PRESENTIEL	VOLUME HORAIRE TOTAL ESTIME	CREDITS ECTS 30	S10

OBJECTIFS GENERAUX DE L'UNITE D'ENSEIGNEMENT

Il s'agit d'un stage à caractère professionnalisant se déroulant obligatoirement en entreprise ou dans un Etablissement Public à Caractère Industriel et Commercial, d'une durée minimale de 4 mois et maximale de 6 mois. Le stage a lieu en France ou à l'étranger. Ce stage est la première expérience significative dans le monde professionnel. Il a pour but d'amener l'élève-ingénieur à être confronté à la réalité du métier d'ingénieur, tant dans ses aspects techniques que dans ses dimensions humaines, organisationnelles et réglementaires.

OBJECTIFS SPECIFIQUES

A l'issue du stage ingénieur, l'élève devra être capable de :

- Remplir une mission d'ingénieur par la résolution de problèmes techniques complexes (avec des objectifs fixés en termes de délais, de cout et de qualité)
- Faire preuve d'imagination et de créativité ; d'être proactif et de faire preuve d'autonomie vis-à-vis de la mission qu'il lui a été confiée
- Présenter des conclusions et des propositions concrètes ; d'apporter une expertise technique et une aide à la décision ; de faire passer un message avec force et conviction
- Rédiger un rapport répondant aux attentes académiques et industrielles

CONTENU ET METHODES D'ENSEIGNEMENT

Le sujet du stage est défini à l'avance et doit être approuvé par la Direction des Etudes. Le travail demandé au stagiaire doit correspondre aux métiers auxquels prépare l'école et doit permettre à l'élève-ingénieur de mobiliser les connaissances et d'exprimer les compétences acquises au cours des deux premières années de la formation. Un tuteur industriel (de l'entreprise) et un tuteur universitaire (un enseignant-chercheur de l'école) sont désignés pour chaque stagiaire.

TYPE D'EVALUATION :

A la fin de son stage, l'élève-ingénieur doit produire un rapport écrit présentant l'objet de son travail ainsi que les résultats obtenus. Il doit par ailleurs présenter oralement son travail devant un jury constitué du tuteur industriel et du tuteur universitaire ainsi que d'un enseignant-chercheur de l'école n'ayant pas suivi le travail.

L'évaluation du stage-ingénieur se fait par l'attribution d'une note qui prend en compte les points suivants (chacun noté sur 5 points) :

- la qualité du rapport écrit,
- la qualité de la présentation orale,
- le travail fourni durant le stage,
- l'appréciation du tuteur industriel.

INFORMATIONS UTILES :

PREREQUIS :

- Avoir défini un projet professionnel.
- Savoir rédiger un Curriculum Vitae et une lettre de motivation.
- Maîtriser les atouts qui permettent de réussir un entretien d'embauche.
- Connaître les bonnes pratiques permettant de rédiger un rapport.
- Maîtriser l'ensemble des concepts enseignés lors de la formation à l'Ecole.

LANGUE D'ENSEIGNEMENT : français, sauf si le stage se déroule à l'étranger (dans ce cas l'Anglais est préféré).