INTITULE DE L'UNITE D'ENSEIGNEMENT : Finance de l'entreprise			OBLIGATOIRE
HEURES PRESENTIEL 17	VOLUME HORAIRE TOTAL ESTIME 30	CREDITS ECTS 2	S8 FISA

OBJECTIFS GENERAUX DE L'UNITE D'ENSEIGNEMENT

- Comprendre les principales dimensions de la gestion d'une entreprise à travers l'analyse de ses trois grandes fonctions : la gestion comptable et financière
  - Décrire et appliquer les principes de base de la comptabilité à travers l'enregistrement comptable et les documents de synthèse. Analyser les éléments influents sur les comptes

OBJECTIFS SPECIFIQUES

A l'issue de ce module l'étudiant devrait être capable de :
- Conduire une analyse financière en maîtrisant ses principaux outils et moyens d'analyse
- Comprendre l'impact d'une décision sur la situation financière d'une entreprise

CONTENU ET METHODES D'ENSEIGNEMENT

La finance et la comptabilité

1. Les principes de base de la comptabilité.
2. L'enregistrement comptable et les documents de synthèse. L'analyse des éléments influents sur les comptes.
3. Introduction à l'analyse financière (outils et moyens d'analyse), les soldes intermédiaires de gestion, la capacité d'autofinancement, l'analyse fonctionnelle du bilan et le tableau de financement, l'équilibre financier et l'identification des risques, formalisation du diagnostic.

Exercices et étude de cas

TYPE D'EVALUATION

Exercices et études de cas d'entreprise

INFORMATIONS UTILES

PREREQUIS : aucun
LANGUE D'ENSEIGNEMENT : français
REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES :
Nécessaires :

1. Polycopiés pour tous les cours
2. Des études de cas et des vidéos illustrent les éléments méthodologiques d'analyse des risques

CONTRIBUTION DE L'UNITE D'ENSEIGNEMENT A L'ACQUISITION DES COMPETENCES

Les enseignements de cette UE contribuent directement à l'acquisition des compétences n°7, 8, 11, 12.

INTITULE DE L'UNITE D'ENSEIGNEMENT : Langues II			OBLIGATOIRE
HEURES PRESENTIEL 40	VOLUME HORAIRE TOTAL ESTIME 70	CREDITS ECTS 2	S8 FISA

LV1 : anglais

OBJECTIFS GENERAUX DE L'UNITE D'ENSEIGNEMENT

- Permettre aux étudiants de devenir plus responsables de leur propre apprentissage
- Préparation au test TOEIC/TOEFL/IELTS. Développer des connaissances et compétences linguistiques pour obtenir un niveau minimum B2. (C1 : TOEIC 945+, TOEFL 95/120, IELTS 7) et maintenir C1/C2 (cfr : Descriptif CTI 2010, ou CECRL)
- Développer les 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 :

- Identifier leur niveau d'anglais et identifier les besoins pour communiquer en anglais.
- S'auto-évaluer.
- Utiliser des outils pour gérer leur projet personnel.
- Comprendre le contenu essentiel de sujets concrets ou abstraits dans un texte complexe.
- Communiquer avec un degré de spontanéité et d'aisance.
- S'exprimer de façon claire et détaillée sur une grande gamme de sujets.
- Décrire les différentes phases d'un procédé, processus scientifique en génie chimique en utilisant vocabulaire et syntaxe adéquats.

CONTENU ET METHODES D'ENSEIGNEMENT

- Analyser et évaluer leur propre niveau d'anglais à l'entrée de l'ENSIC (B1/B2/C1/C2) et leurs compétences en anglais dans la vie courante et la vie professionnelle.
- Définir leurs besoins pour améliorer leur niveau d'anglais et développer leurs compétences générales et professionnelles en anglais.
- Travailler en binôme/équipe sur leurs objectifs, rechercher les documents adéquats adaptés et analyser les résultats atteints.
- Utiliser un outil pour encadrer leur travail.
- Langage fonctionnel pour décrire les différentes phases d'un processus ou un système en génie chimique.

TYPE D'EVALUATION

Validation (note entre 3-5) : 1) Rapport de projet personnel et appréciation de l'enseignant.
Test de niveau : compréhension orale, compréhension écrite.

- Rattrapage : Test de niveau (CO,CE) ou un travail personnel.

INFORMATIONS UTILES

PREREQUIS : Niveau B2 minimum anglais (cfr : Descriptif CTI 2010, ou CECRL)
LANGUE D'ENSEIGNEMENT : anglais
REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES :

LV2

OBJECTIFS GENERAUX DE L'UNITE D'ENSEIGNEMENT

- Consolider le niveau A2 // B1 (groupes faibles), atteindre B2 (groupes forts) (cfr : Descriptif CTI 2010, ou CECRL)
- Développer les compétences professionnelles.

OBJECTIFS SPECIFIQUES

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

- Comprendre et restituer tout document écrit et audio/vidéo portant sur divers domaines : vie sociale, culturelle, économique, scientifique
- Rédiger des résumés, des notes succinctes
- Interagir oralement en groupe, sous-groupe, ou binôme (restitution, échanges, débats, opinions, analyse), présenter un exposé PowerPoint
- S'exprimer sur des sujets complexes ou de la vie courante de façon claire et bien structurée, émettre un avis sur un problème, utiliser la langue de façon efficace et souple dans la vie académique et sociale
- Décrire les différentes phases d'un procédé, processus scientifique en utilisant le vocabulaire et la syntaxe adéquats (selon niveau du groupe)

CONTENU ET METHODES D'ENSEIGNEMENT

- Utilisation divers documents - écrits, vidéos, audios, sites internet avec entrainement à l'oral par le biais de « pair work », discussions, jeux-de rôles, simulations, portant sur divers domaines : vie sociale, culturelle, économique, scientifique.

TYPE D'EVALUATION

- **Validation : Une note 10/20** : tests de contrôle continu (oral, écrit)
- Tests de niveau : compréhension orale et écrit, expression orale et écrite.
- **Rattrapage :** Test oral et écrite ou Tests de niveau

INFORMATIONS UTILES

REREQUIS : niveau minimum : A1 (en LV2) (cfr : Descriptif CTI 2010, ou CECRL)
LANGUES D'ENSEIGNEMENT : allemand / espagnol
REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES :
Nécessaires :

CONTRIBUTION DE L'UNITE D'ENSEIGNEMENT A L'ACQUISITION DES COMPETENCES

Les enseignements de cette UE contribuent directement à l'acquisition de la compétence n°13.

Les enseignements de cette UE contribuent indirectement (en tant que ressources) à la compétence n°10.

INTITULE DE L'UNITE D'ENSEIGNEMENT : L'eau dans l'industrie pharmaceutique			OBLIGATOIRE
HEURES PRESENTIEL 20	VOLUME HORAIRE TOTAL ESTIME 35	CREDITS ECTS 1	S8 FISA

OBJECTIFS GENERAUX DE L'UNITE D'ENSEIGNEMENT

Il s'agira d'avoir une vision globale de la gestion de l'eau dans l'industrie pharmaceutique.
Deux types de problématiques seront abordées :

- Les différentes eaux spécifiques à l'industrie pharmaceutique : Eau Purifiée (EPU), Eau Hautement Purifiée (EHP), Eau pour Préparations Injectables (EPPI) : pour chaque type d'eau, seront étudiés les procédés qui permettent, en fonction de la qualité de la ressource en eau disponible d'atteindre la qualité requise.
- Les effluents aqueux : il s'agira d'étudier les procédés de traitement des effluents industriels de l'industrie pharmaceutique.
- La production et les utilisations de la vapeur

Il s'agira par ailleurs de proposer une initiation à l'ACV et à l'analyse PINCH en considérant plus spécifiquement les problématiques de l'eau.

OBJECTIFS SPECIFIQUES

A l'issue de ce module, l'élève devra être capable de :

- Choisir l'enchaînement des opérations unitaires qui permet d'obtenir une qualité d'eau donnée ou de traiter des effluents industriels
- Mettre en œuvre les moyens qui permettent de maintenir la qualité de l'eau obtenue au cours du stockage et de la distribution
- De transmettre à son entourage professionnel les principes de l'ACV et de la méthodologie PINCH pour l'inciter si besoin à utiliser ces méthodologies.

CONTENU ET METHODES D'ENSEIGNEMENT

I - Description globale d'un procédé d'obtention d'Eau Purifiée
II - Description plus précise de certaines opérations unitaires
  a. Micro et ultrafiltration
  b. Osmose inverse
  c. Echange d'ions
  d. Adsorption
III - Stockage et distribution - Corrosion dans les réseaux d'eau purifiée
Cet enseignement sera réalisé en s'appuyant sur des démonstrations expérimentales en laboratoire.
IV - Initiation à l'ACV
V - Initiation à la méthodologie PINCH
VI - Les qualités de vapeur, leur production, leur utilisation, leurs normes

TYPE D'EVALUATION

L'évaluation des étudiants est faite par la réalisation d'un projet soutenu oralement.

Tous les étudiants assistent aux soutenances de projets (3h présentiel).

INFORMATIONS UTILES

PRE-REQUIS :
LANGUE D'ENSEIGNEMENT : FRANÇAIS
REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES :
Nécessaires :
Conseillées :

CONTRIBUTION DE L'UNITE D'ENSEIGNEMENT A L'ACQUISITION DES COMPETENCES

Les enseignements de cette UE contribuent directement à l'acquisition des compétences n°6, 9.

Bilan du semestre 8

I2C PP+ FISA Semestre 8		CONNAISSANCES SCIENTIFIQUES ET TECHNIQUES ET MAITRISE DE LEUR MISE EN ŒUVRE																													
		COMPETENCE 1					COMPETENCE 2					COMPETENCE 3					COMPETENCE 4					COMPETENCE 5					COMPETENCE 6				
Libellé UE	ECTS	a	b	c	d	e	a	b	c	d	e	a	b	c	d	e	a	b	c	d	e	a	b	c	d	e	a	b	c	d	e
Systèmes réactifs et Procédés II	4							x											x												
Systèmes réactifs et informatique	4								x					x				x													
Phénomènes de transfert II	5				x				x					i						x					x						
Finance de l'entreprise	2																														
Langues II	2																														
L'eau dans l'industrie pharmaceutique	1																												x		
Terrain d'apprentissage	12								x					x					x					x					x		
Activités associatives																															

I2C PP+ FISA Semestre 8		L'ADAPTATION AUX EXIGENCES PROPRES DE L'ENTREPRISE ET DE LA SOCIÉTÉ																			
		COMPETENCE 7					COMPETENCE 8					COMPETENCE 9					COMPETENCE 10				
Libellé UE	ECTS	a	b	c	d	e	a	b	c	d	e	a	b	c	d	e	a	b	c	d	e
Systèmes réactifs et Procédés II	4													i							
Systèmes réactifs et informatique	4																				
Phénomènes de transfert II	5								x					i							
Finance de l'entreprise	2		x						x												
Langues II	2																		i		
L'eau dans l'industrie pharmaceutique	1													x							
Terrain d'apprentissage	12			x					x					x					x		
Activités associatives																		x			

I2C PP+ FISA Semestre 8		LA PRISE EN COMPTE DE LA DIMENSION ORGANISATIONNELLE, PERSONNELLE ET CULTURELLE																			
		COMPETENCE 11					COMPETENCE 12					COMPETENCE 13					COMPETENCE 14				
Libellé UE	ECTS	a	b	c	d	e	a	b	c	d	e	a	b	c	d	e	a	b	c	d	e
Systèmes réactifs et Procédés II	4																				
Systèmes réactifs et informatique	4		x																		
Phénomènes de transfert II	5		x											x					i		
Finance de l'entreprise	2			x					x												
Langues II	2													x							
L'eau dans l'industrie pharmaceutique	1																				
Terrain d'apprentissage	12			x										x					x		
Activités associatives								x													

x
Contribution directe de l'EC à l'acquisition d'un niveau compétence (évaluée)

i
Contribution indirecte de l'EC à l'acquisition d'un niveau de compétence (non évaluée)

x
contribution directe mais non systématique à l'acquisition d'un niveau de compétence (dépend du parcours individuel de l'apprenti, pas systématiquement évaluée)

2ème ANNEE DE FORMATION (S9 et S10 FISA)

Nature	Libellé	Présentiel	HCM	HTD	HTP	CNU	ECTS
SEM	**3ème & 4ème semestre Pharma plus**	**396**	**136,5**	**187,5**	**72**		
UE	Terrain d'apprentissage						35
UE	Phénomènes de transfert III	56	11,5	20,5	24		3
EC	Opérations unitaires fluide-solide		7	15		62	
EC	Agitation		4,5	5,5		62	
EC	TP Phénomènes de transfert III				24	62	
UE	Procédés de séparation thermique	80	25	31	24		5
EC	Thermodynamique des équilibres entre phases		13	10		62	
EC	Distillation binaire		7	9,5		62	
EC	Air humide & Séchage		5	11,5		62	
EC	TP Procédés de séparation thermique				24	62	
UE	Process Systems Engineering	68	19,5	48,5			5
EC	CPAO		1,5	20		62	
EC	Dynamique des systèmes et commande		12	17,5		62	
EC	Optimisation		6	11		26	
UE	Management du changement	20	14	6			1
EC	Management du changement		14	6		6	
UE	Langues III	20		20			
EC	Anglais			20		11	
CHOI	Langues vivantes 2	20		20			2
EC	Anglais soutien			20		11	
EC	Allemand			20		12	
EC	Espagnol			20		14	
EC	Italien			20		14	
EC	Chinois			20		15	
EC	Russe			20		13	
EC	Français langue étrangère			20		9	
UE	Procédés biotechnologiques pour la pharmacie	20	16	4			1
EC	Procédés biotechnologiques pour la pharmacie		16	4		62	
UE	Procédés industriels et développement durable	103	46	33	24		7
EC	Sécurité		14,5	12		62	
EC	Conception de procédés industriels		22,5	14		62	
EC	Génie des procédés de polymérisation		9	7		62	
EC	TP Procédés industriels				24		
UE	Opérations unitaires Pharmaceutiques	24	24				1
EC	Opérations unitaires Pharmaceutiques		24			62	

INTITULE DE L'UNITE D'ENSEIGNEMENT : Phénomènes de transfert III			OBLIGATOIRE
HEURES PRESENTIEL 56	VOLUME HORAIRE TOTAL ESTIME 92	CREDITS ECTS 3	S9 FISA

OBJECTIFS GENERAUX DE L'UNITE D'ENSEIGNEMENT

Le module Phénomènes de transfert III vise à :

- Acquérir des connaissances de base dans la description des écoulements polyphasiques fluide solide : lits fixes et lits fluidisés
- Acquérir des connaissances de base dans les séparations mécaniques fluide-solide
- Acquérir des connaissances de base en agitation
- Rendre l'étudiant apte à dimensionner les installations associées aux différentes opérations unitaires précitées

OBJECTIFS SPECIFIQUES

A la fin de l'étude de chacun des thèmes traités l'étudiant devra être capable de :

- Estimer les caractéristiques hydrodynamiques et de transfert d'un écoulement dans un lit fixe et dans un lit fluidisé
- Choisir un mobile d'agitation et dimensionner une cuve agitée mécaniquement pour une tâche donnée
- Choisir et dimensionner des appareillages de séparation mécanique : décanteur, filtre, centrifugeuse

CONTENU ET METHODES D'ENSEIGNEMENT

Cours et Travaux Dirigés (32h)

Ecoulement en lit fixe et fluidisation

3 séances de cours (1h) – 3 séances de TD (2h) : diamètre de Sauter d'un solide divisé, loi de Darcy et équation d'Ergun ; vitesse minimale de fluidisation et vitesse terminale de chute ; classification des matériaux pulvérulents ; régimes de fluidisation ; similitudes et extrapolation ; procédés industriels ; 1h examen écrit.

Agitation

3 séances de cours (1h30) –3 séances de TD (1h30) : mobiles axiaux et radiaux ; nombre de puissance ; débits de circulation et de pompage ; temps de mélange ; transferts thermiques ; 1h examen écrit.

Opérations Unitaires Mécaniques

4 séances de cours (1 de 1h30 3 de 1h) – 3 séances de TD (2h) : séparations liquide-solide et gaz-solide, décantation, filtration sur support et en profondeur, centrifugation, essorage, dépoussiérage.

Travaux Pratiques (28h)

Hydrodynamique colonne à plateaux ou à garnissage : engorgement, primage, pertes de charge (8h) ; fluidisation gaz-solide ou liquide-solide : vitesse minimale de fluidisation, transferts, expansion du lit (8h) ; agitation : courbes de puissance, influence de la géométrie du mobile, agitation gaz-liquide (4h) ; filtration : filtration sur filtre presse, résistance du gâteau et de la toile (4h) ; échangeur à plaques : bilans enthalpiques, courbes d'efficacité, coefficients de transfert (4h).

TYPE D'EVALUATION

Comptes-rendus des Travaux Pratiques, examen écrit lits-fixes et fluidisés, agitation séparations mécaniques.

INFORMATIONS UTILES

PREREQUIS : Phénomènes de Transfert I et Phénomènes de Transfert II
LANGUE D'ENSEIGNEMENT : français
REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES :
Nécessaires :
Documents polycopiés distribués
Conseillées :

1. Wallis, G.B. One-dimensional two phase flow. New-York : Mc-Graw Hill, 1969.
2. Perry's Chemical Engineers' Handbook. New York : Mc Graw-Hill, 2007, 8th edition. Ch. 5., Heat and Mass Transfer ; Ch. 6, Fluid and Particle Dynamics ; Ch.18, Liquid-Solid Operations and Equipment.
3. Yang, Wen-Ching, [éd.]. Handbook of fluidization and fluid-particle systems. New-York : Marcel Dekker Inc., 2003.
4. D. Kunii, O. Levenspiel. Fluidization Engineering. [éd.] John Wiley. 2nd. New-York : s.n., 1991.
5. W.J. Beek, K.M.K. Mutzall, J.W. van Heuven. Transport Phenomena. 2nd. New-York : John Wiley & Sons, LTD, 1999.

CONTRIBUTION DE L'UNITE D'ENSEIGNEMENT A L'ACQUISITION DES COMPETENCES

Les enseignements de cette UE contribuent directement à l'acquisition des compétences n°2, 5, 8, 11 et 13.

Les enseignements de cette UE contribuent indirectement (en tant que ressources) à la compétence n°9.

INTITULE DE L'UNITE D'ENSEIGNEMENT : Procédés de séparation thermique			OBLIGATOIRE
HEURES PRESENTIEL 80	VOLUME HORAIRE TOTAL ESTIME 159	CREDITS ECTS 5	S9 FISA

OBJECTIFS GENERAUX DE L'UNITE D'ENSEIGNEMENT

Le module de procédés de séparation thermique vise à :

- Présenter le formalisme permettant de décrire les systèmes multi-constituants en insistant sur la notion de potentiel chimique
- Décrire les diagrammes de phases des systèmes binaires avec phase liquide homogène.
- Présenter les méthodes permettant de dimensionner les opérations de séparation équilibrées, impliquant des transferts de matière et de chaleur couplés : distillation binaire, opérations sur l'air humide, séchage
- Rendre l'étudiant apte à dimensionner les installations associées aux procédés précités

OBJECTIFS SPECIFIQUES

A la fin de l'étude de chacun des thèmes traités les étudiants devront être capables de :

- Calculer un diagramme de phases isotherme ou isobare ainsi que la courbe d'équilibre d'un système binaire quelconque (déviations positives ou négatives à l'idéalité, azéotropie homogène)
- Déterminer les conditions de fonctionnement limite d'une colonne de distillation binaire (taux de reflux minimal, nombre de plateaux minimal) et choisir des conditions de fonctionnement optimales de cette colonne
- Dimensionner des colonnes de distillation et des colonnes de refroidissement par contact direct
- Analyser des courbes de séchage et choisir et dimensionner des sécheurs

CONTENU ET METHODES D'ENSEIGNEMENT

Cours et Travaux Dirigés

Thermodynamique des équilibres entre phases

13 h cours, 8 h de TD : condition d'équilibre entre phases, expressions du potentiel chimique, relations d'équilibre liquide-vapeur, grandeurs de mélange, grandeurs de mélange idéal et grandeurs d'excès, description des diagrammes de phases fluides sous basse pression ; 2 h examen écrit.

Distillation binaire

2 séances de cours (1h30) : dimensionnement de colonnes à garnissage et à plateaux ; 4 séances de TD de 3 h préparées par les élèves : distillation flash, rectification, équation de Fenske, méthodes de Mac-Cabe et Thiele et de Ponchon-Savarit, distillation discontinu, équation de Rayleigh ; 1h 30 examen écrit.

Air humide et séchage

4 séances de cours (1h chaque) ; 4 séances de TD (2h chaque) ; 2 séances suivi travail maison (1h30 chaque) : température humide, diagrammes psychrométriques, procédés de refroidissement par contact direct, procédés d'humidification, mécanismes de séchage, courbes caractéristiques de séchage, sécheurs industriels, bilans enthalpiques, performances énergétiques, technologies associées ; 1h30 examen écrit (avec air humide).

Travaux Pratiques (28h)

Extraction liquide-liquide : extraction du bleu de méthylène dans une colonne agitée (8h) ; distillation binaire : travail à reflux total et partiel, séparation eau-éthanol et eau-acide acétique (4h) ; séchage par atomisation : bilans matière et bilans enthalpiques, température humide (4h) ; thermodynamique des séparations : enthalpie de mélange, volume d'excès, ébulliométrie (8h) ; absorption avec réaction chimique : absorption du CO_2 dans des acides aminés (4h).

TYPE D'EVALUATION

Comptes Rendus des Travaux Pratiques, Examen écrit thermodynamique, examen écrit distillation, examen écrit séchage – air humide, travail maison séchage-air-humide

INFORMATIONS UTILES

PREREQUIS : UE Thermodynamique et énergétique et UE Procédés de séparation I
LANGUE D'ENSEIGNEMENT : français
REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES :
Nécessaires :
Documents polycopiés distribués
Conseillées :

1. W.L. McCabe, J.C. Smith, P.Harriott. Unit Operations of Chemical Engineering. 7. New York : Mc-Fraw-Hill, 2005.
2. Perry's Chemical Engineers' Handbook. New York : Mc Graw-Hill, 2007, 8th edition. Ch.12, Psychrometry, Evaporative Cooling and Solids Drying ; Ch. 13, Distillation ; Ch. 14, Equipment for Distillation, Gas Absorption, Phase Dispersion and Phase Separation.
3. Mujumdar, A.S., [éd.]. Handbook of industrial drying. 3rd. Boca Raton : CRC Press, 2007.
4. Arlabosse, P. Séchage industriel, aspect pratiques. s.l. : Techniques de l'Ingénieur, 2008, Vol. J 2, 455.

CONTRIBUTION DE L'UNITE D'ENSEIGNEMENT A L'ACQUISITION DES COMPETENCES

Les enseignements de cette UE contribuent directement à l'acquisition des compétences n°1, 2, 3, 4, 5, 8, 11 et 13.

Les enseignements de cette UE contribuent indirectement (en tant que ressources) à la compétence n° 9.

INTITULE DE L'UNITE D'ENSEIGNEMENT : Process Systems Engineering (PSE)			OBLIGATOIRE
HEURES PRESENTIEL 68	VOLUME HORAIRE TOTAL ESTIME 119	CREDITS ECTS 5	S9 FISA

OBJECTIFS GENERAUX DE L'UNITE D'ENSEIGNEMENT

L'objectif de l'UE « Process Systems Engineering » ou PSE est de fournir aux élèves des éléments nécessaires pour la modélisation, la synthèse, l'analyse, la simulation, l'optimisation et la commande des systèmes, dans le but de concevoir et de gérer des procédés complexes et performants. Ces éléments concernent principalement la conception de procédés assistée par ordinateur (ou CPAO), l'optimisation, la dynamique et commande des procédés.

Le cours de CPAO vise à :

- Présenter des généralités sur la simulation et les simulateurs de procédés
- Montrer l'organisation des propriétés physico-chimiques dans les simulateurs
- Expliquer les méthodes de résolution numériques utilisées par les simulateurs
- Utiliser le logiciel de simulation statique PRO/II pour des applications

Le cours d'Optimisation vise à :

- Montrer comment poser un problème qui fait recours à l'optimisation statique
- Décrire les méthodes analytiques pour des problèmes d'optimisation avec contraintes d'égalité et d'inégalité
- Expliquer les principes des méthodes de recherche directe et de gradient. Fournir les algorithmes de résolution

Le cours de Dynamique et Commande des Procédés vise à :

- Faire acquérir la notion de dynamique des systèmes et de Distribution des Temps de Séjour
- Familiariser l'étudiant avec l'automatique de base des systèmes monovariables en temps continu
- Expliquer les techniques de régulation et de poursuite basées sur le PID et des techniques améliorées
- Montrer l'importance et les conséquences dynamiques de la commande sur les procédés

OBJECTIFS SPECIFIQUES

A l'issue du cours de PSE, l'étudiant devrait être capable de :

- Simuler des unités simples et des procédés complexes
- Choisir et dimensionner des unités
- Avoir compris la classification des problèmes d'optimisation
- Savoir poser et résoudre un problème d'optimisation statique avec contraintes
- Optimiser le fonctionnement de procédés
- Connaître et savoir décrire le fonctionnement dynamique de systèmes linéaires
- Etablir des critères de performances de réacteurs réels en se basant sur la notion de DTS
- Maîtriser le vocabulaire et les concepts de l'automatique de base fondée sur la transformée de Laplace
- Etre capable de concevoir une boucle de rétroaction et de régler un régulateur PID
- Connaître des méthodes améliorées par rapport au régulateur PID

CONTENU ET METHODES D'ENSEIGNEMENT

I. CPAO

1. Généralités sur la simulation et les simulateurs de procédés
   1.1. Eléments nécessaires pour la simulation de procédés
   1.2. Logiciels de simulation et leur structure
   1.3. Interprétation des résultats de simulation
   1.4. Unités fréquemment utilisées en simulation de procédés
2. Propriétés physico-chimiques dans les simulateurs
   2.1. Données constantes et données variables avec la température
   2.2. Modèles thermodynamiques et leur choix
3. Méthodes de résolution numériques utilisées par les simulateurs
   3.1. Méthode de substitution directe
   3.2. Méthode de Broyden
   3.3. Méthode de Wegstein
4. Applications sur le logiciel de simulation statique PRO/II
   4.1. Consultation des différentes banques de données
   4.2. Régression de données

4.3. Calcul des équilibres liquide/vapeur
4.4. Trains de compression/turbine
4.5. Réacteurs chimiques
4.6. Colonnes de distillation et d'extraction liquide/liquide
4.7. Intégration thermique
4.8. Analyse exergétique

II. Optimisation

1. Méthodes analytiques d'optimisation
2. Méthodes numériques d'optimisation
3. Programmation linéaire
4. Programmation quadratique et programmation non linéaire

III Dynamique et Commande des Procédés en temps continu

1. Modélisation dynamique des procédés
   1.1. Représentation d'état
   1.2. Fonctions de transfert
   1.3. Analyse fréquentielle
   1.4. Diagrammes de Bode
   1.5. Caractérisation d'un système par analyse fréquentielle
2. Etude des systèmes linéaires usuels en boucle ouverte
   2.1. Systèmes de premier ordre
   2.2. Systèmes de deuxième ordre
   2.3. Systèmes à retard pur
   2.4. Systèmes à paramètres distribués
3. Notion de Dynamique des Systèmes appliquée à la DTS
   3.1. Caractérisation et identification de réacteurs idéaux
   3.2. Modélisation de systèmes complexes
4. Commande linéaire à contre réaction
   4.1. Régulateur PID
   4.2. Dynamique des procédés commandés par contre réaction
5. Analyse de stabilité
   5.1. Analyse dans l'espace d'état
   5.2. Analyse de stabilité des systèmes à rétroaction
   5.3. Critère de stabilité de Bode et de Nyquist
6. Synthèse des régulateurs par bouclage
   6.1. Choix et réglage des régulateurs PID
   6.2. Amélioration des PID
   6.3. Commande par modèle interne
7. Amélioration des systèmes de commande
   7.1. Compensation du retard pur, de réponse inverse
   7.2. Commande en cascade, sélective, partagée, par anticipation ("feedforward")

TYPE D'EVALUATION

CPAO:	Examen écrit de 2 heures en salles de calcul
Optimisation:	Examen écrit d'une heure et demie
Dynamique :	Examen écrit de 1 heure
Commande:	Examen écrit de 1 heure 30

INFORMATIONS UTILES

PREREQUIS :

CPAO : Thermodynamique - Génie de la réaction chimique - Opérations unitaires - Méthodes d'analyse numérique et d'optimisation

Optimisation : Méthodes d'analyse numérique. Usage d'une calculatrice programmable
Dynamique et Commande des Procédés : Bilans de matière et d'énergie

LANGUE D'ENSEIGNEMENT :

CPAO : français
Optimisation : français
Dynamique et Commande des Procédés : français

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES :

Nécessaires :

CPAO : Polycopié du cours
Optimisation : Polycopié du cours
Dynamique des Systèmes : polycopié de cours
Commande des Procédés : Livre « Commande des procédés », Jean-Pierre Corriou, Lavoisier Tec&Doc (2003)

Conseillées :

1. Process flowsheeting (A.W.Westerberg, W.Hutchinson, R.Motard, P.Winter /Cambridge University Press, 1979)
2. Systematic methods of chemical process design (L.T.Biegler, I.E.Grossmann, A.W.Westerburg / Prentice Hall PTR, 1997)
3. Process design principles : synthesis, analysis, and evaluation (W.D. Seider, J.D. Seader, D.R. Lewin /John Wiley & Sons, 1998)
4. Génie de la Réaction Chimique (J. Villermaux, Tec et Doc, Lavoisier, 1993)
5. Méthodes numériques et optimisation (J.P.Corriou, Lavoisier Tec&Doc, 2010)

CONTRIBUTION DE L'UNITE D'ENSEIGNEMENT A L'ACQUISITION DES COMPETENCES

Les enseignements de cette UE contribuent directement à l'acquisition de la compétence n°3.

Les enseignements de cette UE contribuent indirectement (en tant que ressources) à la compétence n°4.

INTITULE DE L'UNITE D'ENSEIGNEMENT : Management du changement			OBLIGATOIRE
HEURES PRESENTIEL 20	VOLUME HORAIRE TOTAL ESTIME 35	CREDITS ECTS 1	S9 FISA

OBJECTIFS GENERAUX DE L'UNITE D'ENSEIGNEMENT

L'enseignement vise à :
- Comprendre les enjeux et les principaux facteurs influençant la réussite d'un changement organisationnel.
- Identifier et gérer les résistances au changement
- Analyser les lois qui régissent la dynamique et le processus d'un changement

OBJECTIFS SPECIFIQUES

A l'issue du module, l'étudiant devra être capable de :
- Accompagner un projet de changement en utilisant une approche managériale et des outils adéquats
- Structurer un projet de changement en identifiant les principales phases et actions à engager en fonction des problématiques de changement rencontrées
- Prendre en compte la dimension humaine : prendre en compte les valeurs, la culture, les résistances au changement au travers d'une démarche de participation, de communication et de formation/coaching dont l'objectif est de permettre la compréhension et l'acceptation par les individus des "nouvelles règles du jeu" résultant du processus de changement

CONTENU ET METHODES D'ENSEIGNEMENT

Management du changement :
- Les approches de la conduite du changement
- Les méthodes de changement
- Les facteurs de changement
- Les phases du changement
- Les résistances au changement
- Les causes de l'échec au changement
- Les lois dynamiques du changement

Etude de cas de changement organisationnel

Connaissance de l'entreprise : Journée entreprise organisée conjointement par les directions des études, des relations industrielles et le service des relations extérieures.
Grâce à cette journée, les étudiants de deuxième année approfondissent leurs connaissances des entreprises des divers secteurs industriels concernés par le recrutement de nos ingénieurs : énergie, pharmacie, bureaux d'étude et d'expertise, chimie des polymères, chimie des grands intermédiaire, chimie de spécialités, éco-environnement et agroalimentaire.

TYPE D'EVALUATION

Etude de cas de changement

INFORMATIONS UTILES

PREREQUIS : aucun
LANGUE D'ENSEIGNEMENT : français
REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES :
Nécessaires :
1. Gérard Dominique CARTON, Éloge du changement, Village Mondial éd., 2ème édition, 2004.
Conseillées :
1. Christophe FAURIE, Conduite et mise en œuvre du changement – l'effet de levier, Maxima éd., 2003.
2. Raymond VAILLANCOURT, Le Temps de l'Incertitude - du changement personnel au changement organisationnel, Presses de l'Université du Québec, 2003.

3. David AUTISSIER & Jean-Michel MOUTOT, Pratiques de la conduite du changement -Comment passer du discours à l'action, Dunod, 2003

4. François DUPUY, Sociologie du changement – Pourquoi et comment changer les organisations, éditions Dunod, 2004.

CONTRIBUTION DE L'UNITE D'ENSEIGNEMENT A L'ACQUISITION DES COMPETENCES

Les enseignements de cette UE contribuent directement à l'acquisition des compétences n°6, 11, 12.

INTITULE DE L'UNITE D'ENSEIGNEMENT : Langues III			OBLIGATOIRE
HEURES PRESENTIEL 40	VOLUME HORAIRE TOTAL ESTIME 70	CREDITS ECTS 2	S9 FISA

LVA : Anglais

OBJECTIFS GENERAUX DE L'UNITE D'ENSEIGNEMENT

- Permettre aux étudiants de devenir plus responsables de leur propre apprentissage
- Préparation au test TOEIC/TOEFL/IELTS. Développer des connaissances et compétences linguistiques pour obtenir un niveau minimum B2. (C1 : TOEIC 945+, TOEFL 95/120, IELTS 7)
- 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 :

- Identifier leur niveau d'anglais et identifier les besoins pour attendre un niveau minimum B2
- Travailler en binôme/équipe sur leurs objectifs et analyser les résultats atteints
- Utiliser un outil pour encadrer leur travail
- Comprendre le contenu essentiel de sujets concrets ou abstraits dans un texte complexe
- Communiquer avec un degré de spontanéité et d'aisance.
- S'exprimer de façon claire et détaillée sur une grande gamme de sujets.
- Module Conduite de réunion : animer une réunion, faire un compte rendu et utiliser le langage spécifique des réunions

CONTENU ET METHODES D'ENSEIGNEMENT

- Définir leurs besoins pour améliorer leur niveau d'anglais et développer leurs compétences générales et professionnelles en anglais.
- Travailler en binôme/équipe pour la préparation/entraînement aux tests TOEIC/TOEFL /IELTS et s'auto-évaluer.
- Créer des activités et exercices d'application pour apprendre et mémoriser le vocabulaire, la grammaire et les expressions.
- Module Conduite de réunion :
- Qualité de la communication: analyser la participation dans une réunion, étudier le langage spécifique des réunions (l'ordre du jour, langage fonctionnel), faire un compte rendu, simulations, études de cas.
- Rédiger un rapport de travail.

TYPE D'EVALUATION

- Validation (note entre 3-5) : Rapport de projet personnel et appréciation de l'enseignant, conduite de réunion.
- Rattrapage : un travail personnel.

INFORMATIONS UTILES

PREREQUIS : niveau B1 minimum. (cfr : Descriptif CTI 2010, ou CECRL)
LANGUE D'ENSEIGNEMENT : anglais
REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES : : Preparation For Toeic ,Bruce Rogers

LVB

OBJECTIFS GENERAUX DE L'UNITE D'ENSEIGNEMENT

- Consolider le niveau A2 // B1 (groupes faibles), atteindre B2/C1 (groupes forts) (cfr : Descriptif CTI 2010, ou CECRL)
- Développer les compétences professionnelles.

OBJECTIFS SPECIFIQUES

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

- Comprendre et restituer tout document écrit et audio/vidéo portant sur divers domaines : vie sociale, culturelle, économique, scientifique
- Rédiger, des résumés, des notes succinctes
- Interagir oralement en groupe, sous-groupe, ou binôme (restitution, échanges, débats, opinions, analyse), présenter un exposé PowerPoint
- S'exprimer sur des sujets complexes ou de la vie courante de façon claire et bien structurée, émettre un avis sur un problème, utiliser la langue de façon efficace et souple dans la vie académique et sociale,
- Comprendre une discussion dans son domaine professionnel, comprendre le contenu de sujets concrets ou abstraits - dans un texte, un programme audio et/ou vidéo - utilisant une langue « standard »,
- Ecrire les différentes phases d'un procédé, processus scientifique en utilisant le vocabulaire et syntaxe adéquats *(selon niveau du groupe)*
- Restituer dans ses grandes lignes tout document écrit et oral « authentiques » portant sur divers domaines : vie sociale, culturelle, professionnelle.

CONTENU ET METHODES D'ENSEIGNEMENT

- Compréhension orale : Divers documents audio et vidéo authentiques, sites internet, chaînes d'informations.
- Compréhension écrite : résumés, articles de presse, extraits d'articles scientifiques, exercices de grammaire, de vocabulaire.
- Expression orale : restitution, débats, jeux de rôles, échanges, points de vue en utilisant des documents audio/vidéo et écrits comme sources, description des différentes phases d'un procédé, processus scientifique, présentations.
- Expression écrite : résumés, rapports, emails, essais.

TYPE D'EVALUATION

- Validation : Participation
- Rattrapage : un travail personnel.

INFORMATIONS UTILES

PREREQUIS : niveau A2/B1 minimum. (cfr : Descriptif CTI 2010, ou CECRL)
LANGUE D'ENSEIGNEMENT : allemand / espagnol / français/autres langues
REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES :

CONTRIBUTION DE L'UNITE D'ENSEIGNEMENT A L'ACQUISITION DES COMPETENCES

Les enseignements de cette UE contribuent directement à l'acquisition de la compétence n°13.

INTITULE DE L'UNITE D'ENSEIGNEMENT : Procédés biotechnologiques pour la pharmacie			OBLIGATOIRE
HEURES PRESENTIEL 20	VOLUME HORAIRE TOTAL ESTIME 35	CREDITS ECTS 1	S9 FISA

OBJECTIFS GENERAUX DU MODULE :

On observe une mutation des marchés de l'industrie pharmaceutique vers des produits biotechnologiques et biopharmaceutiques. L'objectif de cette UE est d'exposer certaines spécificités de ces unités de production. Des exemples d'unité de production (vitamine B12, Anticorps Monoclonaux …) sont étudiés. Des opérations unitaires correspondant aux étapes de purification (DSP, Down Stream Process) font par ailleurs l'objet d'enseignements plus spécifiques (cristallisation, chromatographie, procédés membranaires).
Les normes internationales et les interactions avec les autorités de santé sont également abordées.

OBJECTIFS SPECIFIQUES :

A l'issue de cet enseignement, l'élève devra être capable:

- D'analyser les principaux enjeux et verrous de ces filières de production
- De décrire les principales étapes (Up Stream/ Down Stream) et opérations unitaires mises en œuvre

CONTENU ET METHODES D'ENSEIGNEMENT :

L'enseignement est réalisé par 3 conférenciers industriels :

- Procédé de fabrication de la vitamine B12 - Fermentation et extraction (Conférencier industriel, SANOFI)
- Procédés de chromatographie et procédés membranaires (Conférencier industriel, SARTORIUS)
- Normes internationales et interactions avec les autorités de santé (Conférencier industriel, D2C Life Science)

L'apprentissage est également effectué par la réalisation d'un projet qui porte sur la fabrication d'un biomédicament. Ce projet comporte une description globale du procédé (USP, DSP, schéma bloc/PFD) ainsi qu'une étude plus spécifique d'une opération unitaire.

TYPE D'EVALUATION :

Le projet fait l'objet de 2 livrables : fiche/résumé de 2 pages et une présentation orale.

INFORMATIONS UTILES :

PRE-REQUIS :
LANGUE D'ENSEIGNEMENT : FRANÇAIS
REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES :

CONTRIBUTION DE L'UNITE D'ENSEIGNEMENT A L'ACQUISITION DES COMPETENCES

Les enseignements de cette UE contribuent directement à l'acquisition des compétences n°4, 6.

INTITULE DE L'UNITE D'ENSEIGNEMENT : Procédés industriels et développement durable			OBLIGATOIRE
HEURES PRESENTIEL 103	VOLUME HORAIRE TOTAL ESTIME 176	CREDITS ECTS 7	S9 FISA

OBJECTIFS GENERAUX DE L'UNITE D'ENSEIGNEMENT

Cette unité d'enseignement vise à :

- Acquérir une méthodologie d'analyse et de conception pluridisciplinaire des procédés industriels de transformation de la matière avec une approche intégrée prenant en compte les aspects environnementaux et sécuritaires.
- Compléter la formation de base en génie de la réaction chimique par le génie des procédés de polymérisation intégrant le lien entre structure, procédé et propriétés.
- Aborder de façon expérimentale le fonctionnement et les caractéristiques des réacteurs homogènes et hétérogènes.
- Présenter les conditions de travail, les risques chimiques, les réglementations en matière de santé au travail et de sécurité des procédés.
- Présenter des principaux risques liés aux procédés industriels (feux, explosions, emballement thermiques, dispersion atmosphérique).
- Introduire les bases et principes fondamentaux du développement durable.

OBJECTIFS SPECIFIQUES

A l'issue de cette unité d'enseignement, l'étudiant devra être capable de :

- Concevoir un procédé industriel complexe dans sa globalité en incluant tous les types d'opérations unitaires (réaction, séparation, compression…) et en intégrant ab initio les contraintes liées à l'environnement et la sécurité.
- Choisir des procédés pour le traitement des effluents.
- Mobiliser les connaissances abordées dans différentes disciplines pour effectuer une analyse basée sur un raisonnement physique et préparer le dimensionnement de chacune des opérations unitaires ainsi définies.
- Choisir un type de réacteur et sélectionner un procédé de polymérisation pour réaliser une réaction de polymérisation particulière.
- Choisir les paramètres de fonctionnement d'un réacteur de polymérisation en considérant les performances en rendement, productivité et coût d'une part et les caractéristiques des macromolécules en lien avec les propriétés recherchées d'autre part.
- Décrire de façon concrète et expérimentale les concepts liés au fonctionnement de réacteurs chimiques.
- Connaître les dispositions à prendre aux différents stades de la conception et lors du fonctionnement d'un procédé afin de le rendre plus propre, plus sobre et plus sûr.
- Connaître et savoir appliquer les principales méthodologies/méthodes d'analyse de risques.
- Participer à la réalisation d'une étude de dangers et comprendre les enjeux d'une étude d'impact.

CONTENU ET METHODES D'ENSEIGNEMENT

EC 1. Conception de Procédés Industriels

Partie I : Procédés de la chimie minérale

Partie II : Pétrochimie : procédés de séparation des xylènes - Du LMS utilisé pour la séparation des xylènes aux procédés MCC utilisés dans l'industrie pharmaceutique.

Partie III : Procédés de la chimie de spécialité : Etude d'un procédé de micro-encapsulation à visée pharmaceutique (schéma PID et étude de l'ensemble des opérations unitaires)

L'étude du traitement des effluents gazeux sera intégrée au cours de l'étude de ces procédés.

EC 2. Génie des procédés de polymérisation

Partie I : Introduction : relation structure – procédé – propriétés

Partie II : Différents procédés de polymérisation

Partie III : Conception et éléments de modélisation des réacteurs d'homopolymérisation radicalaire

EC 3. Sécurité et développement durable

La partie « sécurité » a pour but d'enseigner l'ensemble des dispositions à prendre à tous les stades de la conception (sécurité intrinsèque), de la construction, de l'exploitation et de l'arrêt d'un procédé dans le domaine de la prévention et de la protection des risques. Ces dispositions sont étudiées au travers des :

- différentes législations existantes (ICPE, Seveso 3, IED…),
- méthodologies utilisables (principe de sécurité intrinsèque, APR, méthode HAZOP...)
- connaissances de bases associées (feux, explosions de gaz et de vapeurs, BLEVE, Boilover, explosions de poussières, dispersion atmosphérique, emballement thermique, etc.)

La partie traitant du « développement durable» a pour but d'enseigner les bases et principes fondamentaux allant de l'Analyse du Cycle de Vie et du Management des Produits et Procédés durant ce même cycle de vie.

EC 4. Systèmes réactifs et procédés (28 h présentiel)

Cristallisation : bilan de population, modèle du cristallisoir ou mesure du coefficient de transfert de matière gaz-liquide en présence d'une réaction chimique (8h) ; estimation et détermination expérimentale de la distribution des temps de séjour dans différents types de réacteur (4h) ; étude de réacteurs catalytiques hétérogènes (8h) ; étude d'un réacteur autotherme (4h) ; dynamique des systèmes (4h).

Méthodes d'enseignement

EC 1. est réalisé sous forme de cours, de travaux dirigés, de conférence (1 conférence réalisée par un industriel) et d'études de cas (4 séances réalisées sous forme de résolution par problème).
EC 2. est dispensé sous forme de cours et de travaux dirigés. Les séances de TD sont organisées par quart de promotion.
EC 3. est dispensé sous forme de cours succincts (1 h) et de travaux dirigés longs (2h). Les séances de TD sont organisées par quart de promotion et suivant un fil conducteur qu'est l'étude de dangers d'un site industriel.
EC 4. est dispensé sous forme de travaux pratiques. Les concepts théoriques qui s'y rattachent sont présentés sous forme de cours et TD aux semestres 5 et 6 dans les modules « Systèmes réactifs et procédés I et II ».

TYPE D'EVALUATION

- Contrôle écrit de 3h portant sur EC 1 et EC 2. L'évaluation mise en œuvre portera sur des questions transversales à plusieurs procédés industriels abordés (sans documents) ainsi que sur l'analyse d'un procédé de polymérisation particulier (avec documents).
- Contrôle écrit d'1h30 pour EC 3 couplé à un projet en groupe portant sur une partie d'étude de dangers
- Rédaction de rapports de manipulations de travaux pratiques pour EC 4.
- L'évaluation finale du module est établie à partir des évaluations intermédiaires des quatre parties, en utilisant une pondération basée sur les nombres d'heures de travail par élève (travail en présentiel + travail personnel).
- Une session de rattrapage unique sera proposée par semestre.

INFORMATIONS UTILES

PREREQUIS : Unités d'enseignement « Systèmes réactifs et procédés I et II », « Chimie macromoléculaire », « Thermodynamique et énergétique ».
LANGUE D'ENSEIGNEMENT : français
REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES :
Nécessaires :

1. Laurent A. (2011). Sécurité des Procédés Chimiques - connaissances de base et méthodes d'analyse de risques, Tec&Doc Lavoisier, 2ème édition, Paris.

Conseillées :

1. Crawley F., Preston M. and Tyler B. (2000). HAZOP: guide to best practice: guidelines to best practice for the process and chemical industries, Institution of chemical engineers.
2. Degrémont, Memento Technique de l'eau, Lavoisier, Paris, 2005, 10ème édition.
3. Di Nenno P.J. et al. (1995). SFPE handbook of fire protection engineering, 2nd edition, National Fire Protection Association Society of Fire Protection Engineers.
4. Eckhoff R.K. (2005). Explosion hazards in the process industries, Gulf Publishing Company, Houston.
5. IChemE (1988). Preventing major chemical and related process accidents, Symposium series - Rugby, UK: Institution of Chemical Engineers.
6. Mannan S. et Lees F.P. (2005). Lees loss prevention in the process industries, Elsevier.
7. Mortureux Y., Analyse Préliminaire de risques, Techniques de l'Ingénieur, SE 4010
8. Génie de la Réaction Chimique, J. Villermaux, Tec et Doc, Lavoisier, 1993.
9. Cinétique et Catalyse, G. Scacchi, M. Bouchy, JF. Foucault, O. Zahraa, Lavoisier, Tec et Doc, 1996.

CONTRIBUTION DE L'UNITE D'ENSEIGNEMENT A L'ACQUISITION DES COMPETENCES

Les enseignements de cette UE contribuent directement à l'acquisition des compétences n°2, 4, 5, 7, 8, 11 et 13.

Les enseignements de cette UE contribuent indirectement (en tant que ressources) aux compétences n°3, 9.

INTITULE DE L'UNITE D'ENSEIGNEMENT : Opérations unitaires pharmaceutiques			OBLIGATOIRE
HEURES PRESENTIEL 24	VOLUME HORAIRE TOTAL ESTIME 42	CREDITS ECTS 1	S9 FISA

OBJECTIFS GENERAUX DE L'UNITE D'ENSEIGNEMENT Z

Le module « Opérations Unitaires Pharmaceutiques » (OUPs) vise à préparer les étudiants à concevoir et mettre en œuvre les Opérations Unitaires Spécifiques à l'industrie pharmaceutique en accord avec la démarche « Quality by Design »

OBJECTIFS SPECIFIQUES

Connaître les spécificités de la démarche « Quality by Design (QbD)» (ICH Q8, Q9, Q10 ; notions de CQAs et CPPs et DOE)
Appliquer les outils du Génie des Procédés et en particulier et l'analyse dimensionnelle à la conception, à la transposition d'échelle et à la mise en œuvre des Opérations Unitaires Pharmaceutiques courantes

CONTENU ET METHODES D'ENSEIGNEMENT

Contenu :
Granulométrie par diffraction et diffusion de lumière, potentiel zeta
Produits biotechnologiques (vaccins) – Emulsification (macro et nano) – Suspensions injectables- Mélange de poudres.
Granulation en voie humide. Compression. Enrobage en LAF et en tambour. Lyophilisation. Microencapsulation.
Méthode d'enseignement :
Cours, TD, Apprentissage par Problème (APP)

TYPE D'EVALUATION

QCM et soutenance orale sur séances d'APP

INFORMATIONS UTILES

PRE-REQUIS : bases du génie des procédés
LANGUE D'ENSEIGNEMENT : Français/Anglais
REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES : En cours de sélection

CONTRIBUTION DE L'UNITE D'ENSEIGNEMENT A L'ACQUISITION DES COMPETENCES

Les enseignements de cette UE contribuent directement à l'acquisition des compétences n°3, 4.

INTITULE DE L'UNITE D'ENSEIGNEMENT : TERRAIN D'APPRENTISSAGE			OBLIGATOIRE
CREDITS ECTS 1ER SEMESTRE : 8	CREDITS ECTS 2EME SEMESTRE : 12	CRÉDITS ECTS 3ÈME ET 4EME SEMESTRE : 35	S7-S8-S9-S10 FISA

OBJECTIFS GENERAUX DE L'UNITE D'ENSEIGNEMENT

Il s'agit d'un terrain d'apprentissage d'une durée de 25 mois, à caractère professionnalisant, qui fait l'objet d'un contrat entre l'entreprise, le CFA LEEM apprentissage Grand Est et l'ENSIC. Ce terrain d'apprentissage vise à amener l'apprenti-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 de son apprentissage, l'apprenti-ingénieur devra avoir acquis des compétences relevant de :

- l'intégration et l'évolution dans le monde du travail
- l'interaction avec l'environnement
- la capacité opérationnelle scientifique et technique
- la compréhension et le respect des règles de l'entreprise
- la capacité opérationnelle organisationnelle et managériale

Chacune de ces compétences est détaillée dans le livret d'apprentissage qui est transmis à chaque apprenti (format électronique).

CONTENU ET METHODES D'ENSEIGNEMENT

Les missions du terrain d'apprentissage sont définies à l'avance et doivent être validées par la Direction des Etudes. Le travail demandé à l'apprenti-ingénieur doit correspondre aux métiers auxquels prépare l'école et doit lui permettre de mobiliser les connaissances et d'exprimer la double compétence acquise par le cursus Pharma Plus ENSIC.

EQUIPE PEDAGOGIQUE

Un maître d'apprentissage (de l'entreprise) et un tuteur académique (un enseignant-chercheur de l'école) sont désignés pour chaque apprenti.
Responsables pédagogiques : Laurence Muhr et Fabrice Mutelet - Enseignants chercheurs

TYPE D'EVALUATION :

Chaque année est organisée, au cours du premier semestre, une réunion en visioconférence entre l'apprenti, le tuteur académique et le maître d'apprentissage et au cours du deuxième semestre une visite en présentiel du tuteur académique. Une présentation est dans chaque cas réalisée par l'apprenti-ingénieur.
En fin de première année l'apprenti-ingénieur doit rédiger un rapport de 15 à 20 pages décrivant les missions et valorisant les compétences acquises. Ce rapport est évalué par son tuteur académique.
A la fin du terrain d'apprentissage, l'apprenti-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 maître d'apprentissage et du tuteur académique ainsi que d'un enseignant-chercheur de l'école n'ayant pas suivi le travail. L'évaluation se fait par l'attribution d'une note qui prend en compte les points suivants : la qualité du rapport écrit, la qualité de la présentation orale, le travail fourni durant les périodes en entreprise (rapport intermédiaire et fiche de compétences du livret d'apprentissage) et de l'appréciation du maître d'apprentissage.

CONTRIBUTION DE L'UNITE D'ENSEIGNEMENT A L'ACQUISITION DES COMPETENCES

Cette UE contribue directement à l'acquisition des compétences n°2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 13, 14.

Bilan des semestres 9 & 10

I2C PP+ FISA Semestres 9 & 10		CONNAISSANCES SCIENTIFIQUES ET TECHNIQUES ET MAITRISE DE LEUR MISE EN ŒUVRE																													
		COMPETENCE 1					COMPETENCE 2					COMPETENCE 3					COMPETENCE 4					COMPETENCE 5					COMPETENCE 6				
Libellé UE	ECTS	a	b	c	d	e	a	b	c	d	e	a	b	c	d	e	a	b	c	d	e	a	b	c	d	e	a	b	c	d	e
Phénomènes de transfert III	3								x															x							
Procédés de séparation thermique	5				x				x	x				i	x					x				x							
Process Systems Engineering	5													x	x					i											
Procédés industriels et développement durable	7								x					i					x	x				x							
Management du changement	1																												x		
Langues III	2																														
Procédés biotechnologiques pour la pharmacie	1																		x										x		
Opérations unitaires pharmaceutiques	1													x						x											
Terrain d'apprentissage	35									x					x					x					x					x	
Activités associatives																															

	L’ADAPTATION AUX EXIGENCES PROPRES DE L’ENTREPRISE ET DE LA SOCIÉTÉ																			
	COMPETENCE 7					COMPETENCE 8					COMPETENCE 9					COMPETENCE 10				
Libellé UE	a	b	c	d	e	a	b	c	d	e	a	b	c	d	e	a	b	c	d	e
Phénomènes de transfert III								x					i							
Procédés de séparation thermique								x					i							
Process Systems Engineering																				
Procédés industriels et développement durable			x					x					i							
Management du changement																				
Langues III																				
Procédés biotechnologiques pour la pharmacie																				
Opérations unitaires pharmaceutiques																				
Terrain d'apprentissage				x					x					x					x	
Activités associatives																		x		

	LA PRISE EN COMPTE DE LA DIMENSION ORGANISATIONNELLE, PERSONNELLE ET CULTURELLE																			
	COMPETENCE 11					COMPETENCE 12					COMPETENCE 13					COMPETENCE 14				
Libellé UE	a	b	c	d	e	a	b	c	d	e	a	b	c	d	e	a	b	c	d	e
Phénomènes de transfert III			x										x							
Procédés de séparation thermique			x										x							
Process Systems Engineering																				
Procédés industriels et développement durable			x										x							
Management du changement				x				x												
Langues III													X	X						
Procédés biotechnologiques pour la pharmacie																				
Opérations unitaires pharmaceutiques																				
Terrain d'apprentissage				x										x					x	
Activités associatives								x												

X

Contribution directe de l’EC à l’acquisition d’un niveau compétence (évaluée)

i

Contribution indirecte de l’EC à l’acquisition d’un niveau de compétence (non évaluée)

X

Contribution directe mais non systématique à l’acquisition d’un niveau de compétence (dépend du parcours individuel de l’apprenti, pas systématiquement évaluée)

École Nationale Supérieure des Industries Chimiques

Syllabus du diplôme « Ingénieur des industries chimiques »

2026-2027 (Promotion 2029)

01/09/2026

ENSIC

Syllabus du Diplôme Ingénieur des Industries Chimiques

2026 – 2027

1, rue Grandville Tél. : (33) 03.72.74.36.00
B.P. 20451
54001 NANCY CEDEX Email : ensic-dir@univ-lorraine.fr

INFORMATIONS GENERALES

Directeur	Alain DURAND
Directeur-adjoint	Eric SCHAER
Directeur des Etudes du diplôme Ingénieur des Industries Chimiques	Jean-François PORTHA
Correspondant Pédagogique S5 S6	Axelle ARRAULT
Correspondant Pédagogique S7 S8	Rainier HREIZ
Responsable Parcours PROCEDIS	Olivier HERBINET

HISTORIQUE

L'ENSIC a fêté ses 130 ans en 2017. Créé en 1887 à la faveur d'une convention entre la Ville de Nancy et le Ministère de l'Enseignement, l'Institut Chimique de Nancy a été inauguré par le Président Sadi Carnot en 1892. Un demi-siècle plus tard, une réforme audacieuse, dite réforme Travers, instaure le recrutement, toujours actuel, par la voie des concours réservés aux élèves de Mathématiques Spéciales : l'Ecole s'appellera désormais « Ecole Supérieure des Industries Chimiques ». Enfin, début 1948, à la faveur d'un décret portant création des Ecoles Nationales Supérieures d'Ingénieurs, l'Ecole devient « Ecole Nationale Supérieure des Industries Chimiques » et diplôme des Ingénieurs de Procédés, ayant vocation à répondre aux attentes des industriels et de la société.

En 1997, la filière originelle d'Ingénieur des Industries Chimiques pour laquelle l'Ecole détient une habilitation antérieure à 1936, s'enrichit d'une nouvelle formation également accréditée par la Commission des Titres d'Ingénieur : « Filière d'Ingénieur des Techniques de l'Industrie ». Cette formation, axée sur le Génie Chimique, s'appuie sur les industriels des branches professionnelles pour former ses ingénieurs par la voie de l'alternance.

L'ENSIC Nancy est une composante d'Université, son établissement de rattachement étant, entre 1971, et 2011 l'Institut National Polytechnique de Lorraine, puis l'Université de Lorraine depuis 2012. Dans ce cadre, les élèves ingénieurs de l'ENSIC ont la possibilité d'obtenir une inscription complémentaire en Master durant leur 3ème année de formation.

DIPLOMES

L'Ecole est habilitée à délivrer deux diplômes d'Ingénieur :

- Ingénieur des Industries Chimiques
- Ingénieur des Industries Chimiques, Spécialité Génie Chimique en partenariat avec France Chimie

Elle accueille chaque année quelque 140 nouveaux élèves-ingénieurs répartis dans ces deux formations.

DIPLOME INGENIEUR DES INDUSTRIES CHIMIQUES

I. OBJECTIFS DE LA FORMATION

Dans le contexte des enjeux liés aux profondes mutations industrielles et aux nouvelles attentes de la Société, l'ENSIC a pour ambition de former des Ingénieurs possédant une double compétence en Chimie & Chimie-Physique et en Génie Chimique & Génie des Procédés, par une pédagogie adaptée :

- Acquisition de solides compétences scientifiques et techniques complétées par des outils et concepts novateurs et avancés en Génie des Procédés, une formation originale en Génie des Procédés pour les Produits, et en Génie des Procédés Biotechnologiques.

- Prise en compte des responsabilités citoyennes et éthiques des ingénieurs pour répondre aux attentes humaines, managériales et sociétales.

Forte de son expérience, l'école s'est attachée à la conception d'un programme pédagogique en se fixant les objectifs suivants :

- Proposer un cursus qui repose sur une semestrialisation effective : un tronc commun de trois semestres qui constitue la base des connaissances générales indispensables, suivi de trois parcours, en « Procédés pour l'énergie et l'environnement », « Produits innovants : de la chimie aux procédés » et « Procédés pour les biotechnologies » dont les enseignements sont dispensés durant les deux derniers semestres de formation académique, soit S8 et S9.
  Le premier parcours concerne plus particulièrement le développement et l'extension des aspects méthodologiques du Génie des Procédés aux systèmes complexes, multiphasiques et multi-constituants. Un intérêt particulier est porté aux procédés durables et aux procédés développés dans le domaine de l'énergie. Le second parcours présente un enseignement qui intègre dans une démarche pluridisciplinaire et multi-échelle la conception, la formulation et l'ingénierie d'élaboration de produits pour obtenir les fonctions d'usage recherchées. Enfin, le troisième parcours concerne l'application du Génie des Procédés à la caractérisation, au dimensionnement et à l'optimisation des installations industrielles dans les domaines de la pharmacie, de la chimie fine ou de spécialités ayant recours aux synthèses par biocatalyse, fermentation ou à la chimie du vivant.

- Appliquer une pédagogie qui s'appuie sur l'intégration cours, travaux dirigés, formation pratique et projets dans laquelle l'Elève-Ingénieur est acteur, l'Enseignant-Chercheur n'étant plus seulement le « transmetteur de savoir » mais aussi le « manager de l'acquisition des connaissances » de l'Elève-Ingénieur. Cette pédagogie s'appuie sur l'utilisation de tous les outils pédagogiques mis à sa disposition.

- Enseigner les sciences humaines, managériales, juridiques, économiques et sociales nécessaires aux fonctions et responsabilités de l'Ingénieur du 21ème siècle.

- Offrir de réels aiguillages dans la formation en interne et des ouvertures externes à l'échelle nationale ou internationale afin de susciter la réflexion sur le projet professionnel personnel des Elèves-Ingénieurs dès leurs premiers mois d'intégration.

- Appliquer un mode d'évaluation conforme au cadre de l'harmonisation européenne, permettant de prendre en compte le temps de travail total de l'Elève-Ingénieur relatif à chaque module, et de capitaliser les crédits correspondant à la validation d'un module.

- Développer l'évaluation des compétences aussi bien pour les périodes académiques que pour les périodes en entreprise et les activités associatives.

Les formations de l'ENSIC se sont toujours alimentées des progrès et des évolutions de ses laboratoires de recherche qui permettent d'assurer des enseignements dans les domaines de pointe. Les 300 chercheurs, enseignants-chercheurs et doctorants rassemblés sur le même campus contribuent au rayonnement de l'école

et contribuent directement à la formation via notamment le projet de recherche et développement des élèves-ingénieurs.

L'ENSIC, consciente de l'importance du partenariat avec l'industrie, fait régulièrement appel à des intervenants de la profession qui proposent des cours, des conférences et des séminaires. Ils interviennent de façon régulière et significative, aussi bien en tronc commun que dans les parcours de spécialité, dans l'enseignement des disciplines scientifiques, dans celles relevant des sciences humaines, juridiques économiques et sociales, dans le projet de conception de procédés. Ils apportent également une aide considérable à la meilleure définition du projet personnel et professionnel de nos étudiants. Ces interventions conventionnelles sont aussi complétées par une implication des tuteurs industriels dans leur fonction et dans leur environnement professionnel lors des périodes en entreprise :

- un stage ouvrier de 1 mois minimum à l'issue de la première année ;
- un stage ingénieur de 6 mois (4 mois requis) en fin de troisième année ;
- la possibilité d'effectuer un stage assistant ingénieur (3 mois maximum) en fin de deuxième année.

La construction de l'espace européen de l'éducation, l'offre d'un marché mondial de l'emploi confortent l'ENSIC dans sa politique volontariste d'échanges et de coopérations universitaires et industrielles internationaux. Un séjour à l'étranger d'au moins trois mois est obligatoire afin de familiariser les futurs ingénieurs à évoluer dans un milieu professionnel international et à les armer pour faire face à une éventuelle expatriation. La moitié des élèves-ingénieurs réalise ainsi une partie de son cursus à l'étranger : formation en entreprise, ou formation académique ou de recherche dans une des 40 universités partenaires de l'université.

II. RECRUTEMENT - ADMISSIONS

Les diverses voies d'accès

La filière d'Ingénieurs des Industries Chimiques (I^2C) est accessible par la voie des concours nationaux en 1ère année (concours communs polytechniques) et par la voie des admissions parallèles, après examen d'un dossier et entretien en 1ère et en 2ème années.

Admission en 1ère année du cycle ingénieur

- Voie des concours

Concours communs polytechniques : 77 places offertes (50 Filière PC Chimie, 9 MP, 9 PSI, 9 BCPST)

- Admissions sur titres (dossier et entretien) pour des étudiants issus de :

DUT de Génie Chimique ou Mesures Physiques ou Licence de Chimie-Physique :	10 places offertes
La Prépa des INP :	5 places
Cycle Préparatoire Intégré (FGL) :	16 places
ECUST (FGL)	2 places

Admission en 2ème année du cycle

- Admissions parallèles (dossier et entretien) pour des étudiants issus de :

Master 1 ou 2 (Chimie, Chimie- Physique, Sciences de la matière, Génie des procédés)	
Etudiants étrangers du réseau « N + i » :	10 places offertes

Admissions parallèles au titre de la formation continue

Accessibilité pour des salariés titulaires d'un DUT et justifiant d'une activité salariée de 3 ans. L'admission, sur dossier et entretien, doit être précédée d'une mise à niveau initiée par la formation continue de l'université de Lorraine (Filière Fontanet).

La sélection des candidats, dans le cadre des admissions parallèles, est effectuée par un jury exclusivement composé d'enseignants-chercheurs de l'Ecole. Le jury final d'admission est celui arrêté par le Directeur de l'école au début de l'année universitaire en cours.

Conditions d'admission des étudiants étrangers

L'Ecole accueille dans la filière I^2C, chaque année des étudiants de nationalité étrangère qui ont soit accompli tout ou partie de leur scolarité en France, soit accompli leur scolarité dans un pays étranger et sont lauréats des concours communs polytechniques. Leur mode d'admission à l'Ecole relève des concours nationaux d'entrée dans les Ecoles Nationales Supérieures d'Ingénieurs et des procédures d'admissions sur titres.

III. ORGANISATION PEDAGOGIQUE ET SYNOPTIQUE DES ETUDES

Les trois années de cursus de formation de la filière Ingénieur des Industries Chimiques sont organisées de telle façon que l'élève-ingénieur puisse développer la connaissance de soi et de ses potentialités, ainsi que son projet professionnel personnel. Le programme pédagogique concerné par ces compétences (voir Paragraphe IV) vise à ce que l'élève devienne acteur de sa formation et puisse répondre à plusieurs questions essentielles :

- Quelle est ma véritable personnalité ?
- Quelles sont mes compétences et aptitudes personnelles ?
- Quels métiers me sont accessibles ?
- Comment m'y prendre pour accéder au poste ciblé ?

Dans ce cadre, les élèves doivent notamment effectuer au Semestre 8, individuellement ou en groupe, un projet d'ouverture sociétale qui leur permet de mettre en application les méthodes de management de projet, de développer une activité en dehors du cadre académique suivant leurs aspirations personnelles, de tester leurs propres limites et de mieux se connaitre, de mettre en avant leurs capacités d'innovation et d'inventivité, d'enrichir et de différencier leur curriculum vitae par une expérience originale. Ce projet d'ouverture est aussi l'opportunité pour les élèves de développer un projet personnel qui leur tient à cœur tout en se confrontant aux enjeux sociétaux.

Le contenu de la formation est structuré en unités d'enseignement (UE) et en éléments constitutifs (EC) de ces unités d'enseignement. Ces UE et EC correspondent à des périodes à l'école, en entreprise, en laboratoire de recherche, en séjour international.
La progression durant la formation est caractérisée par : 1) la validation d'acquis de l'apprentissage attestée par l'attribution de crédits ECTS et 2) le développement de compétences de l'ingénieur attesté par la validation de niveaux au sein du référentiel de compétences visées pour l'ingénieur (voir plus loin).
Chaque EC contribue à l'évaluation globale de l'UE selon des modalités de contrôle de connaissance précisées en début d'année universitaire. Toutes les évaluations sont définitives une fois validées par le jury du diplôme. La validation d'une UE conduit à l'attribution de crédits ECTS dont le nombre dépend du volume de travail de l'UE en question (en heures de travail par élève). Le volume de travail d'un enseignement est estimé avec la règle suivante : 1h de CM ou TD = 1,75h de travail ; 1h de TP = 1,50h de travail ; 1h de tutorat de projet = 10h de travail ; 1 semaine en entreprise = 35h de travail. Une année d'études représente entre 1500 et 1800 heures de travail et 1 ECTS entre 23 et 35 heures de travail. La validation d'un semestre correspond à l'obtention de 30 crédits ECTS et implique la validation de toutes les UE de ce semestre sans possibilité de compensation entre UE. L'obtention du diplôme est prononcée par le jury du diplôme et nécessite la validation de 180 crédits ECTS ainsi que la validation d'un niveau B2 en anglais et en français langue étrangère. Ce niveau B2 est évalué à la fois en interne (via les UE correspondantes) et en externe par un test reconnu dans le milieu professionnel ou académique.

L'évaluation d'un EC contribue directement à l'acquisition d'une ou plusieurs compétences du référentiel, à un niveau donné. Selon les cas, un EC peut aussi contribuer de façon indirecte à l'acquisition d'une compétence à un niveau donné en tant que « ressource ». Le référentiel de compétences du diplôme comporte 14 compétences avec 5 niveaux (*a* à *e*) pour chacune d'elles. Le référentiel de compétences détaillé est donné ci-dessous. L'obtention du diplôme implique, selon les cas, la validation d'un niveau *c* ou *d* pour chacune des 14 compétences en fin de formation. S'il le souhaite, un élève peut demander à valider la contribution d'une

activité associative aux compétences n°10 et 12 (niveaux à préciser au cas par cas) sous réserve d'acceptation par le jury et de la mise en place d'une procédure d'évaluation ad hoc. Un élève peut également demander la validation de sa participation au mentorat sous la forme d'une contribution à l'acquisition de la compétence n°14. Dans ce but, l'élève devra produire un livrable de son choix (par exemple un portfolio réflexif) et se soumettre à une procédure d'évaluation.

La formation (voir synoptique d'études ci-dessous) débute par un *tronc commun* qui se déroule sur les trois premiers semestres, dénommés S5 à S7. Les enseignements de ce tronc commun rassemblent les bases nécessaires à tout ingénieur I^2C en chimie et chimie-physique ainsi qu'en génie chimique et génie des procédés. Ils sont répartis en unités d'enseignements pour les différents semestres.

Les enseignements sont dispensés sous forme de cours magistraux, conférences données par des professionnels, travaux dirigés, travaux pratiques ainsi que différentes modalités de pédagogie active (classe inversée, résolution de problèmes…). Ils donnent lieu à des évaluations sous forme de contrôles écrits, rapports de manipulations de travaux pratiques, présentations orales, rapports de travaux en groupes. De plus, les élèves doivent réaliser plusieurs projets en groupes, qui permettent une approche intégrée des différentes unités d'enseignement, ainsi qu'une organisation et un travail en équipe. Ces projets en groupes font l'objet d'un encadrement et d'une évaluation spécifiques :

- le projet modélisation (Semestre 5) ;
- le projet systèmes réactifs (Semestre 6) ;
- le projet industriel (Semestre 8).

Les unités d'enseignement obligatoires sont complétées par des options, permettant d'approfondir certains enseignements ou d'acquérir une spécialisation scientifique et technique dans un domaine d'intérêt.

Un stage ouvrier en entreprise de 1 mois doit être effectué obligatoirement à l'issue de la 1ère année. Son évaluation et sa validation sont intégrées dans le Semestre 8 où ce stage constitue une unité d'enseignement.

La formation se poursuit par des parcours de spécialisation que les élèves choisissent et argumentent auprès de la direction des études au regard de leur motivation et de leur projet professionnel. Ces enseignements de spécialisation se déroulent aux Semestres 8 et 9.

Au Semestre 8, les élèves peuvent choisir entre différents parcours de spécialisation au sein de l'Ecole :

- « Procédés pour l'énergie et l'environnement » ;
- « Produits innovants : de la chimie aux procédés » ;
- « Procédés pour les biotechnologies ».

A l'issue du Semestre 8, une période de 3 mois est libérée (juin à août) de façon à permettre à ceux qui le souhaitent, d'effectuer un séjour à l'étranger ou un autre stage (non obligatoire mais conventionné).

A partir du Semestre 9, les élèves peuvent poursuivre leurs études :

- à l'Ecole dans le parcours de spécialisation choisi au Semestre 8 ;
- à l'Ecole en contrat de professionnalisation (filière PROCEDIS) dans le parcours « Procédés pour l'énergie et l'environnement » ou dans le parcours « Produits innovants : de la chimie aux procédés » ;
- dans une université à l'étranger (par exemple un semestre) ;
- dans une autre Ecole d'Ingénieurs de la Fédération Gay Lussac (FGL) ;
- dans un parcours double diplôme avec l'ENSAIA ou l'ENSG ;
- à l'Institut National des Sciences et Techniques du Nucléaire ;
- à l'IFP School par la voie de l'apprentissage.

Hormis pour quelques élèves (ceux suivant la filière PROCEDIS, inscrits à l'INSTN ou encore à l'IFP School par la voie de l'apprentissage), un stage ingénieur en entreprise de 6 mois (4 mois minimum) doit être effectué en fin d'études (généralement en Semestre 10). Enfin, une période de 2 mois doit être consacrée à un projet de type recherche et développement (projet de recherche et développement) qui peut être réalisé soit dans

un laboratoire de recherche en France ou à l'étranger, soit dans une entreprise. Ces deux activités (stage ingénieur et projet de recherche et développement) font l'objet d'un encadrement et d'une évaluation spécifiques. Les sujets choisis sont validés par la Direction des Etudes.

En fonction de son projet professionnel personnel, un élève peut interrompre sa formation à l'ENSIC pour effectuer une année césure entre les semestres S8 et S9. Cette « année césure » a pour objectif de permettre à l'élève-ingénieur d'acquérir des compétences connexes à celles dispensées à l'école et contribuant clairement à la réalisation de son projet professionnel. L'élève-ingénieur doit prendre en charge la construction de son projet d'année césure et bénéficie pour cela des infrastructures est des relations industrielles et internationales de l'école. Une fois son projet défini, l'élève-ingénieur doit le soumettre à la Direction des Etudes. L'autorisation d'effectuer une année césure est accordée par le jury de la filière sur proposition du Directeur des Etudes.

Référentiel de compétences du diplôme

CONNAISSANCES SCIENTIFIQUES ET TECHNIQUES ET MAITRISE DE LEUR MISE EN ŒUVRE	
Compétence n°1	**La connaissance et la compréhension d'un large champ de sciences fondamentales et appliquées et la capacité d'analyse et de synthèse qui leur est associée**
Niveau a	Citer et décrire les principes de base en sciences fondamentales et appliquées.
Niveau b	Expliquer et démontrer les fondamentaux en mathématiques, physique, chimie afin d'atteindre les objectifs du programme de formation.
Niveau c	Manipuler et expérimenter les fondamentaux en mathématiques, physique, chimie pour la résolution de problèmes.
Niveau d	Analyser et synthétiser des savoirs et travaux scientifiques, sur la base de connaissances étendues et approfondies en mathématiques, physique, chimie, pour apporter une vision d'ensemble cohérente sur un sujet d'étude afin de le développer.
Niveau e	Développer des approches originales permettant de contribuer à l'apport de nouvelles connaissances et à l'innovation dans les sciences fondamentales.
Compétence n°2	**L'aptitude à mobiliser et intégrer les ressources de plusieurs champs scientifiques et techniques spécifiques.**
Niveau a	Identifier les domaines scientifiques dont l'exploration implique l'intégration de plusieurs disciplines fondamentales relevant des sciences physiques et chimiques.
Niveau b	Expliciter les liens entre les phénomènes de transfert, la thermodynamique et la cinétique chimique apparaissant dans les sciences du génie des procédés.
Niveau c	Mobiliser les méthodologies du génie des procédés pour la description des processus de transport de la matière, de l'énergie, et de la quantité de mouvement. Utiliser ces savoirs pour le dimensionnement des installations de transfert de matière et d'énergie.
Niveau d	Connaître, évaluer et être capable de mettre en œuvre le couplage entre sciences physiques et chimiques dans des milieux complexes, polyphasiques, multi-constituants pour optimiser le fonctionnement des installations.
Niveau e	Développer des méthodes utilisant les acquis de plusieurs champs disciplinaires scientifiques et techniques afin de faire évoluer les frontières du génie des procédés.
Compétence n°3	**La maitrise des approches, méthodes et outils de l'ingénieur : identification, modélisation et résolution de problèmes même non familiers et incomplètement définis, l'approche systémique, holistique et interdisciplinaire, l'utilisation des approches numériques et des outils informatiques, l'analyse et la conception de systèmes**
Niveau a	Identifier le socle conceptuel et les méthodologies du génie des procédés et y associer les outils numériques et statistiques adaptés.
Niveau b	Distinguer et décrire des problématiques de dimensionnement et différencier les niveaux de complexité permettant la résolution de problèmes.
Niveau c	Résoudre des problèmes formulés à des niveaux de complexité différents, en employant des méthodes adaptées.
Niveau d	Identifier des problèmes et les formuler au niveau de complexité requis. Analyser des produits et procédés selon les méthodes du génie des procédés en intégrant des aspects socio-écologiques.
Niveau e	Évaluer, mettre en équation et solutionner des problèmes non familiers et incomplètement définis. Développer des approches originales et innovantes en se basant sur les principes fondamentaux.
Compétence n°4	**La capacité à concevoir, concrétiser, tester et valider des solutions, des méthodes, produits, procédés innovants, en ayant préalablement un questionnement sur les usages**

Niveau a	Nommer et identifier des produits ou procédés pour une application donnée.
Niveau b	Comparer et sélectionner des produits et procédés pour répondre à un cahier des charges donné.
Niveau c	Analyser des produits et procédés en choisissant et appliquant des méthodes appropriées et en prenant en compte des aspects liés à leurs usages.
Niveau d	Concevoir, développer et dimensionner des nouveaux produits et procédés en se basant sur les aspects fondamentaux et en intégrant notamment les aspects liés à la transition socio-écologique.
Niveau e	Développer et valider des méthodes innovantes de conception de produits et de procédés en intégrant les développements les plus récents du domaine, sur la base d'une analyse critique considérant les aspects technologiques, économiques, environnementaux et sociétaux.
Compétence n°5	**La capacité à effectuer des activités de recherche, fondamentale ou appliquée, à mettre en place des dispositifs expérimentaux ; la capacité à maîtriser les ordres de grandeur en s'appuyant sur des données étayées ; la capacité à restituer un travail de recherche**
Niveau a	Appliquer un protocole expérimental et donner l'ordre de grandeur des principaux paramètres physico-chimiques.
Niveau b	Utiliser à bon escient des dispositifs expérimentaux existants, identifier le champ paramétrique pouvant être exploré, effectuer les mesures, exploiter et présenter les résultats et incertitudes dans un format scientifique adapté.
Niveau c	Relier théorie et expérience. Développer une méthodologie expérimentale permettant de valider un modèle ou de régresser certains de ses paramètres et d'en estimer l'incertitude.
Niveau d	Organiser un travail de recherche fondamentale ou appliquée : élaborer des modèles, choisir des dispositifs expérimentaux appropriés, établir un plan d'expériences et analyser les résultats. Identifier les phénomènes prépondérants et les impacts majeurs associés pour en déduire l'ordre de grandeur des phénomènes attendus.
Niveau e	Concevoir une stratégie d'exploration d'un nouveau domaine. Identifier les verrous scientifiques et/ou technologiques et les ressources nécessaires à leur levée. Développer des stratégies expérimentales innovantes. Restituer les avancées sous forme de communications scientifiques.
Compétence n°6	**La capacité à trouver l'information pertinente, à l'analyser, l'évaluer et à l'exploiter**
Niveau a	Identifier et lister les différents types de ressources bibliographiques et les outils bibliographiques de base.
Niveau b	Sélectionner les publications les plus pertinentes sur un sujet donné en utilisant les outils bibliographiques de base. Les ordonner et les citer correctement comme références bibliographiques.
Niveau c	Adopter une démarche rigoureuse et raisonnée pour extraire des publications, brevets et ouvrages scientifiques pertinents à partir de différents outils bibliographiques. Identifier et analyser les points clés d'un document scientifique.
Niveau d	Réaliser une étude bibliographique, interpréter les résultats publiés et analyser l'état de l'art sur un sujet précis. Utiliser différents outils bibliographiques et de gestion des références associées. Rédiger un rapport ou une présentation bibliographique synthétique.
Niveau e	Réaliser un état de l'art bibliographique le plus complet possible sur une thématique particulière, en mettant en œuvre une expertise et un sens critique associés à des connaissances et une expérience approfondie dans le domaine.
L'ADAPTATION AUX EXIGENCES PROPRES DE L'ENTREPRISE ET D'UNE SOCIETE DURABLE	

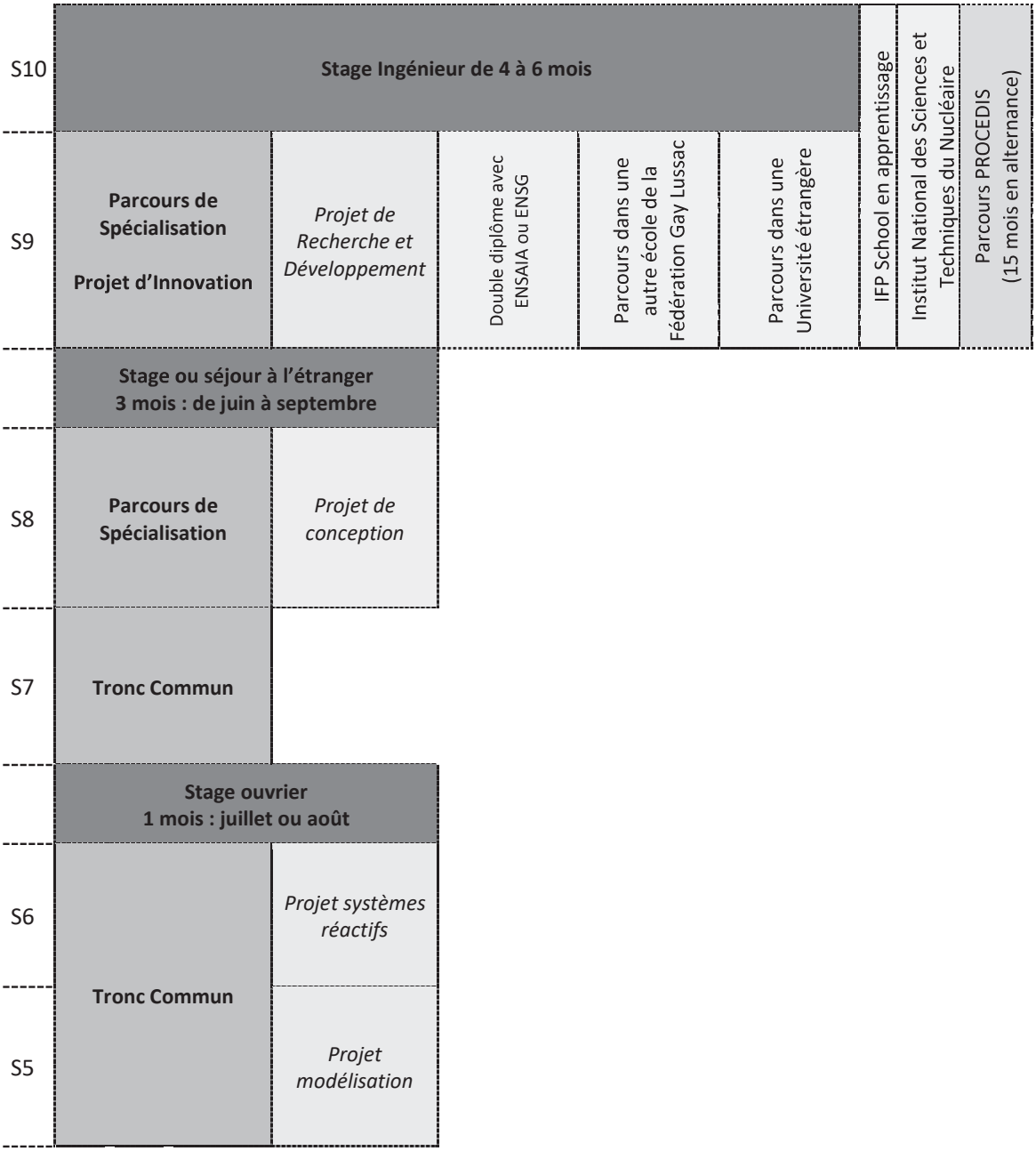
Compétence n°7	**La capacité à prendre en compte les enjeux de l'entreprise et à rendre compte de son action : dimension économique, respect des exigences sociales et environnementales, respect de la qualité, compétitivité et productivité, exigences commerciales, intelligence économique**
Niveau a	Lister les règles de QHSE, les indicateurs de performance et les besoins fonctionnels d'un procédé.
Niveau b	Identifier les exigences QHSE et économiques d'un procédé.
Niveau c	Suivre les indicateurs de performance d'un procédé ou d'un produit et vérifier le respect des normes.
Niveau d	Faire respecter les règles de QHSE, réaliser une analyse technico-économique d'un procédé ou d'un produit et proposer des axes d'amélioration.
Niveau e	Prévenir et gérer les risques associés aux procédés ou aux produits, planifier et organiser les activités de contrôle et de maintenance. Piloter les indicateurs de performance et mettre en place des actions d'optimisation.
Compétence n°8	**La capacité à intégrer dans ses conduites les responsabilités éthiques et professionnelles, à prendre en compte les enjeux des relations au travail, de sécurité et de santé au travail et de la diversité**
Niveau a	Décrire les principes de responsabilité éthique, de sécurité et santé au travail. Distinguer les notions de Diversité, Egalité, Inclusion et Respect.
Niveau b	Discuter les principes d'éthique et de responsabilité professionnelle. Appliquer les règles de sécurité et santé au travail et les principes de Diversité, Egalité, Inclusion et Respect.
Niveau c	Pratiquer les principes d'éthique et de responsabilité professionnelle. Appliquer les règles de sécurité et santé au travail. Appliquer les principes de Diversité, Egalité, Inclusion et Respect.
Niveau d	Défendre et organiser les principes d'éthique, de relations au travail, de sécurité et santé au travail, de la diversité dans l'ensemble de ses activités professionnelles, et notamment dans ses pratiques scientifiques et techniques, dans sa communication, son management et ses prises de décisions.
Niveau e	Organiser le changement, faire progresser les principes susmentionnés dans son environnement professionnel.
Compétence n°9	**La capacité à agir pour la transition énergétique et écologique des entreprises**
Niveau a	Décrire l'évolution technique de l'industrie ainsi que ses besoins croissants en matière et énergie.

Niveau b	Identifier les différentes ressources naturelles exploitées par l'industrie et les caractériser. Appréhender les problèmes liés à leur exploitation. Détailler les besoins en énergie/matière de l'industrie et leurs impacts carbone.
Niveau c	Distinguer les différentes pollutions industrielles. Identifier les technologies permettant de réduire les besoins en ressources, ainsi que les nuisances sur l'Environnement et sur la Société. Réaliser une ACV simplifiée.
Niveau d	Quantifier et analyser les besoins en ressources et les impacts environnementaux et sociétaux d'un procédé ou d'un produit existant (ACV élargie aux avantages et inconvénients sociétaux). Evaluer, avec l'ensemble des parties prenantes, l'intérêt d'une nouvelle technologie par une approche systémique et prospective.
Niveau e	Manager le changement vers des systèmes industriels plus vertueux. Anticiper les besoins et les contraintes socio-écologiques lors du développement de procédés et produits
Compétence n°10	**La capacité à agir pour l'émergence d'une société durable et la diffusion de la science**
Niveau a	Définir les enjeux et besoins de la société, examiner la diversité des relations Homme-Nature et décrire les principes d'une démarche scientifique.
Niveau b	Décrire les concepts de limites planétaires, de biodiversité, de services éco-systémiques, d'objectifs sociétaux (ODD). Illustrer les principes et apports de la démarche scientifique.
Niveau c	Examiner les besoins et les enjeux de la société dans le cadre de la transition socio-écologique. Analyser les causes et conséquences du changement climatique et de l'effondrement de la biodiversité. Etablir le lien entre les sciences & technologies et une société durable. Agir en tant qu'ingénieur citoyen & scientifique.
Niveau d	Co-construire des diagnostics et des solutions d'atténuation & d'adaptation à l'épuisement des ressources, de la biodiversité & du changement climatique. Diffuser ses connaissances et partager son expérience dans une démarche citoyenne.
Niveau e	Soutenir l'avancement technologique et sociétal au service d'un monde durable. Concevoir l'innovation socialement responsable en intégrant de nouveaux enjeux.
LA PRISE EN COMPTE DE LA DIMENSION ORGANISATIONNELLE, PERSONNELLE ET CULTURELLE	
Compétence n°11	**La capacité à s'insérer dans la vie professionnelle, à s'intégrer dans une organisation, à l'animer et à la faire évoluer : exercice de la responsabilité, engagement et leadership, management de projets, capacité à collaborer et à communiquer au sein d'équipes diversifiées et pluridisciplinaires**

Niveau a	Décrire les principales fonctions d'une entreprise et distinguer les principaux rôles dans une équipe de travail.
Niveau b	Identifier la stratégie, les valeurs et les missions d'une entreprise et repérer ses modalités de croissance. Contribuer au travail en groupe en assumant sa propre responsabilité. Coordonner son activité avec celles des autres membres de l'équipe.
Niveau c	Être force de proposition au sein d'une organisation de travail en mobilisant des techniques de communication et de coopération interpersonnelle. Savoir gérer les conflits afin de faciliter la prise de décision.
Niveau d	Manager des personnes, des projets entrepreneuriaux et d'entreprises. Effectuer des choix d'orientations professionnelles en tenant compte de la vision stratégique de l'entreprise et de ses propres aspirations.
Niveau e	Animer et gérer des équipes et des projets pluridisciplinaires en anticipant les difficultés et en favorisant les échanges. Initier et accompagner des changements organisationnels et techniques. Concevoir et porter des projets complexes et multipartenaires.
Compétence n°12	**La capacité à entreprendre et à innover, dans le cadre de projets personnels ou par l'initiative et l'implication au sein de l'entreprise dans des projets entrepreneuriaux**
Niveau a	Citer les principes fondamentaux de fonctionnement d'une entreprise et énumérer ses principales activités.
Niveau b	Décrire les problématiques liées à la gestion et au management d'une entreprise. Identifier les enjeux majeurs de sa performance socioéconomique.
Niveau c	Développer son potentiel entrepreneurial et créatif et l'utiliser pour la construction de son projet personnel et professionnel.
Niveau d	Identifier les principaux outils et méthodes de gestion d'entreprise et les appliquer au management d'un projet entrepreneurial et/ou d'innovation.
Niveau e	Concevoir et mettre en œuvre des projets entrepreneuriaux et d'innovation au sein d'une entreprise ou à titre individuel. Proposer des pistes possibles de développement d'affaires.
Compétence n°13	**La capacité à travailler en contexte international et multiculturel : maitrise d'une ou plusieurs langues étrangères et ouverture culturelle associée, capacité d'adaptation aux contextes internationaux et de coopération sur des enjeux planétaires collectifs**
Niveau a	Comprendre une ou plusieurs langues étrangères, identifier les spécificités culturelles.

Niveau b	Rendre compte de son travail sous forme écrite et orale en utilisant plus d'une langue dont l'anglais, être capable de travailler en contexte international.
Niveau c	Présenter les résultats d'un travail sous forme écrite et orale, communiquer efficacement avec des spécialistes et non-spécialistes, en utilisant des outils multimédias. Travailler en équipe multiculturelle, en utilisant plus d'une langue, dont l'anglais.
Niveau d	Travailler efficacement dans des contextes nationaux et internationaux, en tant que membre ou leader d'une équipe multidisciplinaire et multiculturelle. Utiliser les outils et techniques de communication adaptés, pour communiquer dans sa langue maternelle, en français et en anglais.
Niveau e	Communiquer avec les pairs, la communauté scientifique internationale et la société au sujet de son travail ou de son expertise dans sa langue maternelle, en français et en anglais. Anticiper les différences culturelles, et s'y adapter afin de gérer des groupes et projets internationaux.
Compétence n°14	**La capacité à se connaître, à s'autoévaluer, à gérer ses compétences (notamment dans une perspective de formation tout au long de la vie), à opérer des choix professionnels**
Niveau a	Identifier les besoins fondamentaux des individus au travail et distinguer les dimensions physiques, cognitives et émotionnelles.
Niveau b	Situer l'importance de la dimension humaine au travail. Identifier les différences de valeur et de culture de travail.
Niveau c	Distinguer les différents profils de personnalité, leurs forces et faiblesses, et en tenir compte afin de gérer les relations interpersonnelles. Détecter son profil de personnalité afin d'éclairer ses choix d'orientation.
Niveau d	Choisir et argumenter son projet professionnel et personnel en tenant compte de ses compétences techniques et humaines. Considérer la nécessité d'une formation tout au long de la vie.
Niveau e	Élaborer et structurer son projet de développement personnel et professionnel. Imaginer des évolutions de carrière possibles et se former ou se réorienter en conséquence.

SYNOPTIQUE DES ETUDES



IV. Développement et élaboration du projet professionnel de l'élève. Mentorat

Divers enseignements et interventions, intégrés dans les modules obligatoires du syllabus permettent d'accompagner l'ensemble des élèves dans la préparation de leur projet professionnel et cela en adéquation avec leur développement personnel. S'ajoute à ces modules obligatoires le dispositif de mentorat copiloté avec ENSIC Alumni et auquel les élèves peuvent prendre part sur la base du volontariat.

Le programme de développement et d'élaboration du projet professionnel qui se déroule sur les deux premières années a pour but de permettre aux élèves de mieux définir leur personnalité, de cerner leurs véritables compétences et aptitudes, de leur présenter tous les débouchés possibles pour un ingénieur ENSIC et leur donne le maximum d'outils pour trouver un premier emploi correspondant à leurs aspirations.

A la fin du tronc commun et du Semestre 7, un bilan personnalisé est effectué avec chaque élève afin de vérifier avec lui l'avancement de son projet professionnel. Cela doit lui permettre de choisir son parcours de spécialité au S8 et de construire le contenu de sa troisième année (S9 et S10).

Description des objectifs du programme de développement et d'élaboration du projet professionnel

Définition de sa personnalité, apprendre à se connaitre et à connaitre ses compétences et aptitudes

Au cours du Semestre 5 un enseignement spécifique a pour objectif de faire prendre conscience aux élèves de leur propre personnalité : leurs atouts, leurs faiblesses, leur mode de fonctionnement par rapport aux autres. Cet enseignement met également en évidence les différences comportementales entre les individus et donne les principaux outils afin de les gérer, notamment le test Myers Briggs (MBTI). Cet apprentissage est complété et mis en application au S8 lors du projet d'ouverture qui permet aux étudiants de tester leurs propres limites et de mieux se connaitre dans le cadre de la gestion d'un projet personnel effectué en dehors du cadre scolaire.

Les débouchés du métier d'ingénieur ENSIC

La diversité des secteurs industriels et des métiers est étudiée et présentée sous de multiples aspects :

- Signification du métier d'« ingénieur » et réflexion sur les notions d'éthique : organisation d'une conférence dans le cadre du projet d'ouverture sociétale
- Présentation du monde industriel et de la typologie des entreprises
- Présentation des différents métiers de l'ingénieur

De nombreuses manifestations sont organisées afin d'exposer les élèves aux professionnels de l'industrie : visites de sites industriels, présentations de sociétés à l'ENSIC, notamment lors de la « Journée Entreprises » organisée aux Semestres 5, 7 et 9, organisation aux Semestres 6 et 8 de la « Journée Métiers et Carrières » avec ENSIC Alumni, rencontre d'industriels sur site ou à l'ENSIC via des conférences, participation à des forums tels que Forum Horizon Chimie. Cela doit permettre aux étudiants de choisir des orientations : petites ou grandes entreprises, secteur d'activité préférentiel, métier de la production, de la recherche, …

Trouver son premier emploi

Une préparation intensive aux entretiens d'embauche est effectuée grâce à différents éléments : apprentissage de la rédaction de curriculum vitae et de lettres de motivations, mise en situation grâce à des simulations d'entretiens.

Dispositif de mentorat copiloté avec ENSIC Alumni

En début d'année universitaire les nouveaux entrants reçoivent une information sur le dispositif de mentorat copiloté avec ENSIC Alumni. Sur la base du volontariat un élève ingénieur se voit affecter un mentor et signe, tout comme le mentor, la charte du mentorat, qui comporte notamment l'engagement d'une interaction minimale durant l'année universitaire. Le détail des échanges entre mentor et mentoré est confidentiel. Les objectifs du mentorat sont : amener les élèves à mieux se situer dans l'univers professionnel et à mieux situer

le contenu de leur formation en regard de ses attentes, aider les élèves à définir leur projet professionnel et à cerner comment construire en conséquence leur parcours de formation. La participation au mentorat peut, si l'élève le souhaite, contribuer à l'acquisition de compétences (voir plus haut « organisation pédagogique et synoptique des études »).

V. UNITES D'ENSEIGNEMENT DU TRONC COMMUN (Semestres 5 à 7)

Unités d'enseignement du Semestre 5	*ECTS*	*CM/TD*	*TP*	*Tutorat*	*Total Présentiel*
Chimie organique I	5	60	28		88
Systèmes réactifs et procédés I	6	72	32		104
Thermodynamique et énergétique	4	60			60
Phénomènes de transfert I	3	48			48
Informatique, méthodes numériques et statistiques	6	88		6	94
Management et économie I	3	40			40
Langues I	3	40			40
TOTAL	**30**	**408**	**60**	**6**	**474**
Unités d'enseignement du Semestre 6	*ECTS*	*CM/TD*	*TP*	*Tutorat*	*Total Présentiel*
Chimie minérale	5	52	28		80
Chimie et génie analytique	5	48	32		80
Systèmes réactifs et procédés II	4	60			60
Systèmes réactifs et informatique	4	24		6	30
Phénomènes de transfert II	5	51,5	32	4,5	88
Management et économie II	3	34	6		40
Langues II	3	40			40
Conférences Industrie, Société & Environnement I	1	21			21
TOTAL	**30**	**330,5**	**98**	**10,5**	**439**
Unités d'enseignement du Semestre 7	*ECTS*	*CM/TD*	*TP*	*Tutorat*	*Total Présentiel*
Chimie des polymères	3	23	29		52
Procédés industriels et développement durable	7	79	24		103
Phénomènes de transfert III	3	32	24		56
Procédés de séparation thermique	5	56	24		80
Process systems engineering	5	68			68
Management et économie III	2	24			24
Langues III	3	40			40
Options	1	12			12
Conférences Industrie, Environnement & Société II	1	16			16
TOTAL	**30**	**350**	**101**	**0**	**451**
TOTAL TRONC COMMUN SEMESTRES 5 à 7	***90***	***1088,5***	***259***	***16,5***	***1364***

CM : Cours Magistral ; TD : Travaux Dirigés ; TP : Travaux Pratiques

En considérant :
1 H présentielle CM/TD correspond à 1,75 H de travail personnel élève,
1 H présentielle TP correspond à 1,5 H travail personnel élève,
1 H présentielle tutorat présentiel correspond à 10 H de travail personnel élève,

Le nombre d'heures de travail personnel par étudiant est d'environ 2460 H pour l'ensemble du tronc commun.

VI. UNITES D'ENSEIGNEMENT DES PARCOURS DE SPECIALISATION (Semestres 8 à 10)

Certaines unités d'enseignement sont communes alors que d'autres sont propres au parcours de spécialisation.

Unités d'Enseignement du Semestre 8	*ECTS*	*CM/TD*	*TP*	*Tutorat*	*Total Présentiel*
Management et économie IV	2	32	8		40
Langues IV	2	44			44
Projet industriel	6	17,5		18	35,5
Stage ouvrier	4				
Projet d'ouverture	3	20		6	26
Options	1	16		2	18
Parcours de spécialisation : Procédés pour l'énergie et l'environnement					
Réacteurs et séparations polyphasiques	4	60			60
Procédés Durables	4	28,5		7,5	36
Conception et simulation de procédés	4	58,5			58,5
Parcours de spécialisation : Produits innovants : de la chimie aux procédés					
Produits micro- et nanostructurés	4	60			60
Introduction au génie des produits	4	28,5		7,5	36
Des molécules aux produits	4	36	24		60
Parcours de spécialisation : Procédés pour les biotechnologies					
Introduction aux sciences biologiques	4	60			60
Biocatalyseurs et bioréacteurs	4	30		6	36
Bioséparations	4	40	20		60
TOTAL	**30**				**319**

Unités d'enseignement du Semestre 9	*ECTS*	*CM/TD*	*TP*	*Tutorat*	*Total Présentiel*
Management et économie V	2	40			40
Langue V	3	48			48
Option	3	16		3	19
Projet de recherche et développement	10				
Parcours de spécialisation : Procédés pour l'énergie et l'environnement					
Génie des procédés et énergie	4	60			60
Optimisation dynamique et commande avancée	4	40		6	46
Intensification des procédés et innovation	4	24		9	33
Parcours de spécialisation : Produits innovants : de la chimie aux procédés					
Produits de spécialité	4	59,5			59,5
Propriétés et qualité des produits	4	62,5			62,5
Etude de cas - projet de conception de produits innovants	4	24		9	33
TOTAL	**30**				**Env. 254[a]**

Unité d'enseignement du Semestre 10	*ECTS*
Stage Ingénieur	**30**

PRESENTIEL FORMATION COMPLETE : SEMESTRES 5 à 10	*Environ 1935 h[a]*

CM : Cours Magistral ; TD : Travaux Dirigés ; TP : Travaux Pratiques

[a] Le nombre exact dépend du parcours de spécialisation choisi (la différence étant d'environ 17 h).

VII. PARCOURS EN ALTERNANCE PROCEDIS

Cette formation s'adresse aux élèves ingénieurs de l'école qui souhaitent effectuer leur dernière année de formation en alternance dans une entreprise. Cette formation, qui permet de répondre à des besoins existants, contribue de plus à intégrer les nouvelles exigences en matière de Développement Durable et de Transition Energétique en accentuant l'interactivité entre le milieu professionnel et l'institution académique.

Ce parcours en alternance peut être réalisé en suivant les enseignements de deux parcours de spécialisation :

- le parcours Procédés pour l'énergie et l'environnement,
- le parcours Produits innovants : de la chimie aux procédés.

La durée maximale des études est de 15 mois (cas d'un démarrage du stage début juillet) aux semestres S9 et S10 avec une alternance courte de formation académique et de périodes en entreprise. Cependant cette durée d'études est variable et dépend de la date de démarrage du stage. La durée minimale est de 12 mois.

Pré requis indispensable :

Les étudiants doivent suivre un des deux parcours « Procédés pour l'énergie et l'environnement », « Produits innovants : de la chimie aux procédés » au semestre S8 et valider les unités d'enseignement prévues.

Détail des enseignements :

La formation comporte à l'ENSIC un volume horaire total de **560 heures** quel que soit le parcours choisi (« Procédés pour l'énergie et l'environnement » ou « Produits innovants : de la chimie aux procédés »).

L'équilibre est maintenu entre les disciplines scientifiques et les disciplines relevant de l'organisation du travail tant sur le plan des aspects gestionnaires que des aspects technologiques et économiques.

- **Une formation en pédagogie interactive** mettant en avant l'apprentissage par la découverte, déclinée selon les tableaux de répartition horaire par unité d'enseignement qui suivent.

- **Une formation pratique et technique** en entreprise au travers d'un **projet industriel de fin d'étude**. Le sujet est donné par l'entreprise et est réalisé pendant les périodes en entreprise. 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.

- **Une formation favorisant l'autonomie** au travers d'un **projet de recherche et développement**. L'objectif est de réaliser une étude approfondie sur un sujet confié par l'entreprise dès le début de l'année (les missions confiées ne sont pas les mêmes que celles du projet industriel de fin d'étude). Cette étude comporte une recherche bibliographie et elle pourra s'appuyer sur l'utilisation de logiciels (sous réserve de disponibilité) et sous certaines conditions sur des moyens techniques existants dans les laboratoires partenaires de l'Ecole. Les élèves se verront attribuer un tuteur académique qui les guidera tout au long du projet.

Répartition horaire par unités d'enseignement et par parcours :

TRONC COMMUN :
Responsable : Olivier HERBINET

Unités d'enseignement	*Responsable*	*H*	*ECTS*
Management et économie V	Vera IVANAJ	40	2
Langues V	E. KASMAREK/M. ADRIAN	48	3
Projet Recherche et Développement	Olivier HERBINET	238/ 193,5[1]	9
Parcours de spécialisation (voir détail dans les tableaux ci-dessous)		75,5/ 120[1]	8
Génie des procédés discontinus	Olivier HERBINET	66	4
Conception et conduite d'installations multiproduits	Olivier HERBINET	92,5	4
Stage ingénieur PROCEDIS	Olivier HERBINET		30
TOTAL		**560**	**60**

[1] Selon parcours de spécialisation

PARCOURS DE SPECIALISATION : Procédés pour l'énergie et l'environnement
Responsable : Sabine RODE

Unités d'enseignement	*Responsable*	*H*	*ECTS*
Génie des procédés et énergie	Olivier HERBINET	42,5	4
Intensification des procédés et innovation	Jean-Marc COMMENGE	33	4
TOTAL		**75,5**	**8**

PARCOURS DE SPECIALISATION : Produits innovants : de la chimie aux procédés
Responsable : Cécile NOUVEL

Unités d'enseignement	*Responsable*	*H*	*ECTS*
Produits de spécialité	Alain DURAND	59,5	4
Propriétés et qualité des produits	Anne JONQUIERES	62,5	4
TOTAL		**122**	**8**

Objectifs pédagogiques visés par la formation PROCEDIS aux semestres 9 et 10 :

La **partie commune** aux deux parcours vise à renforcer les compétences acquises les semestres précédents aussi bien sur les aspects techniques et scientifiques, que sur les aspects économiques et managériaux :

- 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 / Travailler dans une équipe en anglais et en utilisant les compétences du 21ème siècle et les « soft skills ».

- Savoir piloter une entreprise fictive en compétition avec d'autres sociétés sur un marché économique simplifié.

- Simuler des réacteurs chimiques discontinus avec l'objectif de définir les conditions opératoires qui conduisent à la gestion optimale du procédé / Simuler un procédé décrit par des équations différentielles ordinaires, algébro-différentielles ou algébro-différentielles partielles / Formuler un

problème d'optimisation dynamique / Concevoir, dimensionner et analyser le fonctionnement des appareils de cristallisation et de précipitation.

- Appliquer la méthodologie de conception d'une unité batch qui consiste à construire, à l'échelle industrielle, une installation discontinue à partir d'un protocole de synthèse chimique réalisée à l'échelle du laboratoire / Optimiser la production en atelier batch / Maîtriser les techniques de dimensionnement des équipements discontinus, semi-continus et continus faisant partie d'un atelier de production discontinu / Planifier et conduire un projet simple de conception de produit chimique innovant / Structurer et optimiser la créativité d'une équipe projet.

- 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 confiée / Présenter des conclusions et des propositions concrètes ; apporter une expertise technique et une aide à la décision ; faire passer un message avec force et conviction / Rédiger un rapport répondant aux attentes académiques et industrielles.

Objectifs spécifiques au parcours de spécialisation ***Procédés pour l'énergie et l'environnement***

- 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 / Être capable d'évaluer l'exergie de fluides purs ou de mélanges à partir de données appropriées / Être capable d'effectuer des bilans exergétiques sur des systèmes fermés (réactifs ou non-réactifs) et ouvert en régime permanent.

- Être 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) / Être 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).

Objectifs spécifiques au parcours de spécialisation ***Produits innovants : de la chimie aux procédés***

- 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.

- 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 les procédés de cristallisation, agrégation et brisure / Connaitre et appliquer les principales lois de comportement des colloïdes à la conception d'un produit contenant des nanoparticules/ S'intégrer et participer activement à un projet de développement d'un nouveau produit à fonction d'usage spécifique / Concevoir et mettre en œuvre des opérations unitaires spécifiques de la

fabrication des médicaments et des cosmétiques (formes solides, liquides et crèmes) : mélange et granulation, compaction et enrobage, nano-émulsification et microencapsulation, lyophilisation.

Evaluations – Diplôme

Le contrôle des connaissances s'effectuera sous la forme d'un contrôle continu sur la durée totale de la formation. Le projet recherche et développement et le stage de fin d'étude feront l'objet d'évaluations spécifiques sous la forme de deux rapports écrits et d'une soutenance orale commune devant un jury constitué d'au moins deux membres du corps d'enseignants de l'ENSIC et du tuteur industriel.

PRESENTATION DETAILLEE DE LA FORMATION

La formation est présentée dans l'ordre chronologique des semestres.

Pour chaque semestre, un tableau récapitulatif indique les unités d'enseignement et leur découpage éventuel en élément constitutifs. Sont précisés dans ce tableau les noms des enseignants responsables des unités d'enseignements et des éléments constitutifs ainsi que la ventilation des heures en cours magistral (CM), travaux dirigés (TD), travaux pratiques (TP), suivi de projet (P), conférence industrielle (C), et contrôle (Ex). Le nombre de crédits ECTS affecté aux unités d'enseignements est rappelé.

Les fiches syllabus décrivant le contenu pédagogique des différentes unités d'enseignements du semestre sont présentées à la suite du tableau récapitulatif, ceci dans leur ordre d'apparition dans ce tableau. Outre les objectifs généraux et spécifiques de l'unité d'enseignement, le contenu et les méthodes d'enseignement sont décrits. Le type d'évaluation est indiqué pour information, des détails sur les modalités d'évaluation étant données dans un document distinct (modalités de contrôle des connaissances, MCC). Des informations utiles, concernant les prérequis et des références bibliographiques sont également fournies. Enfin, le nombre de crédits ECTS conférés par la validation de l'UE ainsi que la contribution de l'UE à l'acquisition des compétences sont indiqués dans chaque fiche. Des tableaux récapitulatifs, semestre par semestre sont également insérés.

ENSEIGNEMENTS DU SEMESTRE 5 23
ENSEIGNEMENTS DU SEMESTRE 6 44
ENSEIGNEMENTS DU SEMESTRE 7 61
ENSEIGNEMENTS DU SEMESTRE 8 94
ENSEIGNEMENTS DU SEMESTRE 9 139
ENSEIGNEMENTS DU SEMESTRE 10 140
ENSEIGNEMENTS DES SEMESTRES 9 et 10 - PARCOURS PROCEDIS 172

ENSEIGNEMENTS DU SEMESTRE 5

Correspondant pédagogique : Axelle ARRAULT

ORGANISATION GENERALE

Intitulé de l'unité d'enseignement et de ses éléments constitutifs	*Responsable*	*H*	*CM*	*TD*	*TP*	*P*	*C*	*Ex*	*ECTS*
Chimie organique I	Axelle ARRAULT	88[1]	34,5[1]	22,5[1]	28[1]			3[1]	5
Chimie organique : débutant	Axelle ARRAULT		34,5	22,5				3	
Chimie organique : avancé	Guillaume PICKAERT		27	18				3	
TP Chimie organique	Guillaume PICKAERT				28				
Systèmes réactifs et procédés I	René FOURNET	104	21	46,5	32			4,5	6
Adsorption et catalyse hétérogène	Laurent MARCHAL-HEUSSLER		2	20,5				1,5	
Cinétique chimique homogène	René FOURNET		9,5	13				1,5	
Génie de la réaction chimique	Jean-François PORTHA		9,5	13				1,5	
TP Systèmes réactifs et procédés I	Yves SIMON				32				
Thermodynamique et énergétique	Jean-Noël JAUBERT	60	31,5	24,5				4	4
Thermodynamique et énergétique	Jean-Noël JAUBERT		27,5	17,5				3	
Bilans en génie des procédés	Laurence MUHR		4	7				1	
Phénomènes de transfert I	Huai-Zhi LI	48	20	25				3	3
Informatique, méthodes numériques et statistiques	Jean-Marc COMMENGE	94	31	51,25		6		5,75	6
Informatique pour l'ingénieur des industries chimiques I	Romain PRIVAT		3	19,25				2,75	
Méthodes numériques	Jean-Marc COMMENGE		10,5	10,5				2	
Statistiques	Jean-Marc COMMENGE		5,5	9,5				1	
Projet modélisation	Dimitrios MEIMAROGLOU					6			
Mathématiques soutien	François LESAGE		12	12					
Management et économie I	Vera IVANAJ	40	22	14				4	3
Management des hommes et des organisations	Vera IVANAJ		14	14				4	
Hygiène, santé, sécurité au travail	Laurent PERRIN		8						
Langues I	E. KASMAREK/M. ADRIAN	40		40					3
Anglais	E. KASMAREK/M. ADRIAN			20					
LV B	E. KASMAREK/M. ADRIAN			20					
TOTAL		**474**							**30**

[1] Volume donné pour le groupe « Baby »

INTITULE DE L'UNITE D'ENSEIGNEMENT : Chimie organique I – niveau 1		OBLIGATOIRE
	CREDITS ECTS 5	S5 SELON ORIGINE

OBJECTIFS GENERAUX DE L'UNITE D'ENSEIGNEMENT

Ce module vise à :

- Posséder les connaissances de base en chimie organique (connaître les propriétés et la réactivité des différentes fonctions présentes dans les molécules organiques).
- Fournir des notions de base essentielles à une compréhension de la réactivité des composés organiques (mécanismes réactionnels détaillés par fonction)
- Apporter des éléments de réflexion permettant une meilleure compréhension des mécanismes étudiés

OBJECTIFS SPECIFIQUES

A l'issue de ce module, l'étudiant devra être capable de :

- Prévoir la réactivité des molécules organiques
- Pouvoir concevoir à partir de produits commerciaux des molécules organiques à haute valeur ajoutée
- Prévoir ou d'expliquer également la formation de produits secondaires lors d'une réaction chimique
- Savoir modifier le résultat d'une réaction chimique en jouant sur les paramètres
- Prévoir le mécanisme réactionnel d'une réaction chimique ainsi que son résultat.
- Connaître et analyser les paramètres influant le résultat d'une réaction
- Savoir utiliser les outils appropriés pour analyser et déduire le résultat d'une réaction
- Analyser des molécules organiques (RMN, IR).

CONTENU ET METHODES D'ENSEIGNEMENT

L'enseignement est réalisé sous forme de cours magistraux, de travaux dirigés et pratiques.

Contenu des cours magistraux :

- Réactivité et propriétés des molécules organiques (classées par fonctions)
- Etude des solvants et de leur influence sur le déroulement d'une réaction chimique
- Introduction aux outils à la disposition des chimistes organiciens permettant la compréhension des mécanismes réactionnels. (Postulat de Hammond, théorie HSAB, contrôle cinétique et thermodynamique, etc.)
- Méthodes spectroscopiques permettant l'identification et la caractérisation des molécules organiques (RMN, Infra-rouge, …)

Les travaux dirigés auront pour vocation d'illustrer certains points du cours magistral à l'aide d'exercices portant sur la synthèse et la caractérisation de molécules organiques.

Les travaux pratiques permettront aux élèves d'appréhender la démarche scientifique nécessaire pour synthétiser une molécule organique. Ils devront en effet mener à bien la synthèse multi-étapes d'une molécule cible. Sous la direction d'un enseignant, les élèves devront synthétiser, purifier et caractériser tous les intermédiaires de chaque étape.

TYPE D'EVALUATION

- Deux examens écrits de 1h30 chacun (E1 et E2).
- Un compte-rendu de travaux pratiques à rédiger en anglais (TP)

Note = (2E1 + 2E2 + TP)/5
Rattrapage : contrôle écrit (1h30)

INFORMATIONS UTILES

PRE-REQUIS : Chimie Organique (soutien obligatoire - initiation à la chimie organique - 12h)
LANGUE D'ENSEIGNEMENT : français
REFERENCE BIBLIOGRAPHIQUE Conseillée : Chimie Organique, K. Peter C. Vollhardt, DeBoeck Université

CONTRIBUTION DE L'UNITE D'ENSEIGNEMENT A L'ACQUISITION DES COMPETENCES

Les enseignements de cette UE contribuent directement à l'acquisition des compétences n°1, 4, 5, 8, 11 et 13

INTITULE DE L'UNITE D'ENSEIGNEMENT : Chimie organique I – niveau 2		OBLIGATOIRE
	CREDITS ECTS 5	S5 SELON ORIGINE

OBJECTIFS GENERAUX DE L'UNITE D'ENSEIGNEMENT

Ce module a pour objectif de :

- Donner un aperçu général de la réactivité en chimie organique
- Sensibiliser l'élève aux grands principes fondamentaux qui permettent d'expliquer un bon nombre de réactions en chimie organique
- Impliquer les élèves dans l'étude de cas concrets d'applications industrielles

OBJECTIFS SPECIFIQUES

À l'issue du module, l'élève devra être capable de :

- Nommer les grandes classes de mécanismes réactionnels en chimie organique
- Expliquer la réactivité entre molécules organiques (identification de sites réactionnels, détermination de préférences réactionnelles, etc)
- Appréhender la chimie organique comme un tout, où la logique et la réflexion l'emportent sur l'apprentissage systématique des réactions
- Concevoir des stratégies de synthèse d'une molécule cible

CONTENU ET METHODES D'ENSEIGNEMENT

L'enseignement sera dispensé sous forme de cours magistraux, de travaux dirigés, de projets tutorés et de travaux pratiques.

Le cours magistral (27h) de chimie organique sera structuré en trois parties, une pour chaque grande classe de réaction : les réactions d'addition, les réactions de substitution, les réactions d'élimination. Le cours sera également complété par l'étude de cinq outils fondamentaux permettant d'appréhender les principes de la réactivité en chimie organique: le postulat de Hamond, le contrôle cinétique et thermodynamique, la stéréochimie des processus dynamiques, les solvants et la théorie HSAB. Enfin, une initiation à la spectroscopie IR-TF et RMN sera également intégrée à ce cours.

Les travaux dirigés (12h) auront pour vocation d'illustrer certains points du cours magistral à l'aide d'exercices portant sur la synthèse et la caractérisation de molécules organiques.

Les projets tutorés (6h) seront l'occasion pour les élèves de travailler par petits groupes sur un sujet bibliographique en lien avec des applications industrielles de molécules organiques.

Les travaux pratiques (28h) permettront aux élèves d'appréhender la démarche scientifique nécessaire pour synthétiser une molécule organique. Ils devront en effet mener à bien la synthèse multi-étapes d'une molécule cible. Sous la direction d'un enseignant, les élèves devront synthétiser, purifier et caractériser par spectroscopie RMN et IR-TF de tous les intermédiaires de chaque étape.

TYPE D'EVALUATION

- Deux examens écrits de 1h30 chacun (E1 et E2).
- Un compte-rendu de travaux pratiques à rédiger en anglais (TP)

Note = (2E1 + 2E2 + TP)/5
Rattrapage : contrôle écrit (1h30)

INFORMATIONS UTILES

PRE-REQUIS : équivalence modules chimie organique option et Baby
LANGUE D'ENSEIGNEMENT : français
REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES :
Conseillées :

1. Advanced Organic Chemistry, 4ème édition, Jerry March, Wiley Interscience
2. Mécanismes Réactionnels en Chimie Organique, Reinhard Brückner, DeBoeck Université.
3. Chimie Organique, K. Peter C. Vollhardt, DeBoeck Université

CONTRIBUTION DE L'UNITE D'ENSEIGNEMENT A L'ACQUISITION DES COMPETENCES

Les enseignements de cette UE contribuent directement à l'acquisition des compétences n°1, 4, 5, 8, 11 et 13

INTITULE DE L'UNITE D'ENSEIGNEMENT : Systèmes réactifs et procédés I		OBLIGATOIRE
	CREDITS ECTS 6	S5 TRONC COMMUN

OBJECTIFS GENERAUX DE L'UNITE D'ENSEIGNEMENT

Le module « systèmes réactifs et procédés industriels » a pour principaux objectifs :

- D'analyser les procédés industriels en termes de bilans de matière et d'énergie
- De réaliser l'étude de la cinétique d'une réaction homogène
- De mettre en œuvre ce type de réaction chimique dans des réacteurs idéaux (fermé, RPA, piston)
- Faire acquérir des connaissances de base en catalyse hétérogène
- De présenter et expliciter les mécanismes mis en jeu dans les interactions de surface entre des phases solides, liquides et gaz

OBJECTIFS SPECIFIQUES

A l'issue de ce module, l'étudiant devra être capable de :

- Formuler des bilans de matière et d'énergie
- Choisir et dimensionner un réacteur approprié à une transformation chimique homogène donnée
- Connaitre et identifier le mode de fonctionnement d'un réacteur (avec ou sans réactions chimiques, type d'écoulement, régime transitoire/permanent, mode d'introduction et d'évacuation des flux de matière et d'énergie)
- Optimiser les conversions, rendements ou sélectivités
- Identifier les conditions de stabilité des réacteurs exothermiques
- Mesurer la vitesse dans un réacteur idéal et déterminer la loi de vitesse
- Construire des mécanismes cinétiques détaillés pour des réactions homogènes simples
- Connaître les principales théories cinétiques permettant de calculer des constantes de vitesses de processus élémentaires
- Identifier la présence de phénomènes interfaciaux dans les procédés de transformation et de formulation de la matière
- Mettre en œuvre et interpréter des isothermes de sorption gaz-solide et liquide-solide
- Définir un catalyseur, connaître ses propriétés
- Montrer l'intérêt de la catalyse hétérogène dans la maîtrise des impacts environnementaux des procédés de synthèse industriels
- Connaître les principaux modèles de cinétique catalytique hétérogène
- Connaître, identifier et prendre en compte les différentes étapes de limitations d'une réaction catalytique hétérogène
- Etablir une loi de vitesse en catalyse hétérogène

CONTENU ET METHODES D'ENSEIGNEMENT

I. Cinétique chimique homogène
   1. Définition générale et mesure de la vitesse dans différents types de réacteurs
   2. Lois de vitesse (ordres, énergies d'activation)
   3. Théories de vitesse et principes cinétiques
   4. Mécanismes réactionnels en phase gazeuse et en phase liquide

II. Génie de la réaction chimique
   1. Bilans de matière en réacteurs idéaux
   2. Optimisation de la conversion
   3. Optimisation du rendement et de la sélectivité
   4. Bilans énergétiques et stabilité des réacteurs exothermiques

III. Catalyse hétérogène

1. Définition et caractéristiques structurales des catalyseurs
2. Etapes d'une réaction catalytique
3. Modes d'expression des vitesses d'une réaction catalytique
4. Modélisation des réactions catalytiques

Description des méthodes d'enseignement

Les cours sont complétés par des séances de TD organisées par ¼ de promotion pour le GRC et la catalyse. Pour la partie cinétique, les séances dévolues aux TD correspondent à des séances d'apprentissage par problème et permettent d'aborder certaines parties du cours sous forme de travaux dirigés. Dans ce cas, les séances sont organisées par ½ promotion.

Les séances de TP durent 4h et abordent les points suivants :

- Cinétique en phase gazeuse
- Photolyse de la pyridine
- Catalyse enzymatique
- Cinétique en phase liquide : effet de solvant
- Réaction ionique en phase liquide : effet de sel
- Réacteur fermé adiabatique
- Comparaison des réacteurs : fermé, parfaitement agité et piston
- Physisorption (BET) et chimisorption (dispersion)
- Photocatalyse
- Hydrogénolyse du butane
- Hydrogénation du butène

TYPE D'EVALUATION

Partie cours : L'évaluation mise en œuvre dans le cadre de cette unité d'enseignement a pour but de vérifier les connaissances et les compétences acquises par l'élève dans le domaine du génie de la réaction chimique, de la cinétique homogène et de la catalyse appliqués aux procédés industriels. Un contrôle de 1h30 est réalisé à la fin de chaque unité constitutive, soit 3 contrôles au total (cinétique, GRC, catalyse). Le rattrapage est réalisé dans les mêmes conditions.
Partie TP : Evaluation des travaux pratiques à partir de comptes rendus sous forme de rapports écrits ou de posters.

Cette évaluation écrite a pour but principal de mesurer la capacité d'un élève à réaliser un travail pratique ayant pour but l'étude cinétique d'une réaction ou du fonctionnement d'un réacteur en utilisant les connaissances acquises en cours ou en début de TP et d'apprécier sa capacité à rédiger un document scientifique mettant en évidence les résultats majeurs obtenus.

Part dans l'évaluation finale :

Contrôle commun :	3/4 de la note finale avec les coefficients suivants pour les différentes matières : Cinétique homogène : coefficient 1 ; Génie de la réaction chimique : coefficient 1; Catalyse : coefficient 1.
TP :	1/4 de la note finale

INFORMATIONS UTILES

PREREQUIS : enseignement de chimie physique, mathématique, niveau école préparatoire
LANGUE D'ENSEIGNEMENT : français
REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES :
Conseillées :

- Livre de Cinétique et Catalyse, G. Scacchi, M. Bouchy, J.F. Foucaut, O. Zahraa, R. Fournet, Tec et Doc, Lavoisier, 2011.
- Livre de Génie de la Réaction Chimique, J. Villermaux, Tec et Doc, Lavoisier, 1993.
- Physical chemistry of surfaces - A.W. Adamson - John Wiley and Sons

- Cours en ligne de GRC : https://sites.cnam.fr/industries-de-procedes/ressources-pedagogiques-ouvertes/GRChomogene/co/0module_GRChomogene.html

CONTRIBUTION DE L'UNITE D'ENSEIGNEMENT A L'ACQUISITION DES COMPETENCES

Les enseignements de cette UE contribuent directement à l'acquisition des compétences n°1, 4, 5, 8, 11 et 13

INTITULE DE L'UNITE D'ENSEIGNEMENT : Thermodynamique et énergétique		OBLIGATOIRE
	CREDITS ECTS 4	S5 TRONC COMMUN

OBJECTIFS GENERAUX DE L'UNITE D'ENSEIGNEMENT

L'EC Bilans en génie des procédés est un cours introductif qui vise à :

- Présenter les bases du génie des procédés
- Présenter les principes généraux des schémas de procédés
- Proposer une méthodologie pour la réalisation de bilans de matière et d'énergie
- Sensibiliser grâce à des bilans de matière (bilan carbone) à l'impact environnemental des procédés

L'EC Thermodynamique et énergétique vise, plus largement, à :

- Détailler et clarifier les principes de la thermodynamique et mettre en évidence l'utilité de grandeurs fondamentales comme l'énergie interne, l'enthalpie, l'entropie, l'énergie de Gibbs ou l'énergie de Helmholtz
- Apprendre à estimer les propriétés d'un corps pur (pression de vapeur, température d'ébullition, grandeurs de changement d'état, capacités calorifiques, enthalpie, entropie, …) en utilisant une équation d'état, un diagramme, une corrélation ou la loi des états correspondants
- Expliquer le fonctionnement d'une machine thermique ou frigorifique
- Décrire les écoulements subsoniques et supersoniques

OBJECTIFS SPECIFIQUES

A l'issue de cette unité d'enseignement, l'étudiant devrait être capable de :

- Comprendre les notions de bases de génie des procédés (procédé continu, discontinu, réactions, séparations, recyclages)
- Comprendre et analyser un procédé à partir du schéma
- Savoir écrire et résoudre un bilan de matière et un bilan de chaleur en régime stationnaire/transitoire, pour des systèmes non réactifs/réactifs

- Effectuer un bilan d'énergie et/ou d'entropie sur un système quelconque (ouvert, fermé, en régime permanent ou transitoire)
- Estimer les propriétés d'un corps pur, à l'état solide, à l'état liquide, à l'état vapeur ou en équilibre diphasique
- Manipuler les principales équations d'état utilisées dans les industries chimiques ainsi que les tables des états correspondants
- Connaitre les caractéristiques des différents éléments apparaissant dans les cycles thermodynamiques de base (vanne, turbine, compresseur, échangeur, pompe)
- Maitriser les évolutions d'un fluide en écoulement dans une tuyère (convergente, divergente, de Laval) ou dans une canalisation de section droite

CONTENU ET METHODES D'ENSEIGNEMENT

I. EC : Bilans en génie des procédés

1. Classification des procédés
2. Elaboration des schémas de procédés industriels
3. Bilans de matière sur les procédés unitaires
4. Calculs sur les procédés à plusieurs unités
5. Bilans de matière dans les procédés avec réaction
6. Bilans énergétiques dans les procédés
   a. Cas des procédés non réactifs
   b. Cas des procédés réactifs
7. Bilans de matière en conditions transitoires

La réalisation d'un bilan carbone d'un four à chaux permet d'introduire quelques notions concernant l'ACV (exemple de l'utilisation de la chaux).
Cet EC comporte 4h de cours et 7h de TD. Pendant les TD, les étudiants travaillent par groupes de 4 à 5. Les enseignants circulent pour aider et guider les étudiants. Un corrigé détaillé est distribué aux étudiants en fin de séance.

II. EC : Thermodynamique et énergétique

1. Introduction à l'étude des systèmes thermodynamiques
2. Le premier principe en système fermé et en système ouvert, en régime permanent et en régime transitoire
3. Le second principe en système fermé et en système ouvert, en régime permanent et en régime transitoire
4. Formalisme en thermodynamique :
   - 4.1. Les variations des fonctions d'état (VFE)
   - 4.2. Notions de bilan douanier
   - 4.3. Fonctions caractéristiques
   - 4.4. Le potentiel chimique
5. Le gaz parfait pur
6. Notion de variance
7. L'équilibre liquide-vapeur du corps pur
8. Introduction à la thermodynamique énergétique
   - 8.1. Compression, détente, chauffage et refroidissement des fluides
   - 8.2. Machines thermiques et machines frigorifiques simples
9. Les équations d'état des fluides réels purs
   - 9.1. Présentation des équations d'état explicites en v et en P
   - 9.2. Calcul des propriétés des fluides à partir d'une équation d'état et du c_P du gaz parfait
   - 9.3. Résolution des conditions d'équilibre entre phases à partir d'une équation d'état explicite en P
10. La loi des états correspondants
11. Réaction chimique
12. Ecoulements subsoniques, soniques et supersoniques des fluides

TYPE D'EVALUATION

I. EC : Bilans en génie des procédés

- Un contrôle écrit de 1h.

II. EC : Thermodynamique et énergétique

- Un contrôle final de 1h30 ou 2 h.
- Deux contrôles intermédiaires de 30 à 45 minutes chacun.

INFORMATIONS UTILES

PREREQUIS :

- Thermodynamique niveau BAC+2
- Outils mathématiques : calcul différentiel, calcul intégral et fonctions de plusieurs variables.

LANGUE D'ENSEIGNEMENT : français

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES :

Conseillées :

1. Ghasem, Henda, Bilans matière et énergétique pour l'ingénierie chimique, Principes et applications pratiques, Ed. De Boeck, 2012
2. J. M. Smith, Hendrick C Van Ness, Michael Abbott. *Introduction to Chemical Engineering Thermodynamics*. The Mcgraw-Hill Chemical Engineering Series.
3. Bruce E. Poling, John M. Prausnitz, and John P. O'Connell. *The Properties of Gases and Liquids*. The Mcgraw-Hill Chemical Engineering Series.
4. Richard E. Sonntag , Gordon J. Van Wylen , Pierre Desrochers. *Thermodynamique appliquée*. Edition : Erpi.

CONTRIBUTION DE L'UNITE D'ENSEIGNEMENT A L'ACQUISITION DES COMPETENCES

Les enseignements de cette UE contribuent directement à l’acquisition des compétences n°2, 3

Les enseignements de cette UE contribuent indirectement (en tant que ressources) aux compétences n°1, 9

INTITULE DE L'UNITE D'ENSEIGNEMENT : Phénomènes de transfert I		OBLIGATOIRE
	CREDITS ECTS 3	S5 TRONC COMMUN

OBJECTIFS GENERAUX DE L'UNITE D'ENSEIGNEMENT

Le cours de mécanique des fluides vise à :

- Consolider des concepts de base en physique associés aux formalismes mathématiques
- Faire acquérir des connaissances en mécanique des fluides dans le contexte applicatif du génie des procédés
- Préparer l'étudiant à posséder une base solide pour aborder tous types d'écoulements pendant et après son cursus à l'ENSIC

OBJECTIFS SPECIFIQUES

A la fin de l'étude de chacun des thèmes traités l'étudiant devrait être capable de :

- Décrire un écoulement avec des outils adéquats et poser dans la mesure du possible un formalisme analytique
- Proposer une stratégie pour rechercher une solution sous différentes formes
- Raisonner et justifier la solution proposée dans le contexte de l'ingénieur de procédés

CONTENU ET METHODES D'ENSEIGNEMENT

Description des différentes parties de cours (CM)

1. Introduction. Statique des fluides. Surfaces isobares et capteurs de pression.
2. Champs de vitesses, trajectoires et lignes de courant. Approche eulérienne et lagrangienne. Bilans différentiels pour les fluides incompressibles. Equations de conservation, d'Euler et de Bernoulli.
3. Théorème de Reynolds et les bilans intégraux de matière, quantité de mouvement et énergie.
4. Applications des bilans fondamentaux (accidents de conduite, mesure des débits, …).
5. Viscosité newtonienne et frottements. Les équations de Navier-Stokes. Notion des comportements non-newtoniens.
6. Notion d'analyse dimensionnelle. Théorème de Buckingham. Adimensionnalisation de Navier-Stokes et mise en évidence des similitudes. Nombres adimensionnels. Maquettes et lois d'échelle.
7. Ecoulements laminaires, de Poiseuille, de Stokes, ruisselant. Solutions analytiques.
8. Notion de turbulence. Les principales caractéristiques. Fluctuations et différentes échelles.
9. Contraintes tangentielles turbulentes. Turbulence en conduite. Frottements à la paroi et perte de charge.
10. Eléments de conduites. Singularités, vannes manuelles et asservies, débitmètres, pompes.
11. Couches limites et sillages.
12. Coefficients de frottement et de traînée. Vitesse terminale de déplacement.
13. Notions des écoulements diphasiques. Sensibilisation aux écoulements de fluides complexes.

Organisation des séances de TD en accord avec l'avancement des cours magistraux avec 4 groupes d'élèves

TD 1 : Phénomènes moléculaires. Hydrostatique. Pression interne et de pesanteur.
TD 2 : Hydrodynamique des fluides parfaits.
TD 3 : Application de l'équation de Bernoulli.
TD 4 : Principe de l'analyse dimensionnelle.
TD 5 : Application à la théorie des maquettes.
TD 6 : Ecoulements laminaires.
TD 7 : Ecoulements turbulents.
TD 8 : Eléments sur les circuits.
TD 9 : Vieillissement de conduites et de pompes.

TD 10 : Fonctionnement de pompes et de ventilateurs.
TD 11 : Ecoulements extérieurs et couches limites.

Les vidéos additionnelles sont fournies pour aider l'étudiant à travailler en dehors du cadre présentiel.

TYPE D'EVALUATION

Evaluation composée de deux partiels de 45 minutes et d'un contrôle final de 1h30 sous forme d'examen écrit avec tous documents autorisés

INFORMATIONS UTILES

PREREQUIS : concepts de base en physique
LANGUE D'ENSEIGNEMENT : français
REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES :
Nécessaires : polycopié et recueil d'exercices fournis
Conseillées :

1. Hydrodynamique physique (E. Guyon, J-P. Hulin et A. Petit, EDP Sciences 2001)
2. Transport phenomena (R. Byron Bird, Warren E. Stewart and E.N. Lightfood, John Wiley & Sons, Inc. 2002).

CONTRIBUTION DE L'UNITE D'ENSEIGNEMENT A L'ACQUISITION DES COMPETENCES

Les enseignements de cette UE contribuent directement à l'acquisition de la compétence n°2

Les enseignements de cette UE contribuent indirectement (en tant que ressources) à la compétence n°1

INTITULE DE L'UNITE D'ENSEIGNEMENT : Informatique, méthodes numériques et statistiques		OBLIGATOIRE
	CREDITS ECTS 6	S5 TRONC COMMUN

OBJECTIFS GENERAUX DE L'UNITE D'ENSEIGNEMENT

L'objectif des enseignements d'informatique et de méthodes numériques est de permettre aux étudiants de résoudre un problème d'ingénierie par le calcul numérique. Ceci implique :

- L'apprentissage des bases de l'algorithmique
- La familiarisation de l'étudiant avec des langages lui permettant de programmer la résolution de problèmes numériques ou de traitement de données
- L'enseignement des techniques de base de programmation, en particulier l'usage du débogueur
- La connaissance des méthodes numériques disponibles pour obtenir la solution numérique d'un problème physique

L'objectif du Projet Modélisation est en priorité de fixer les notions vues durant le cours d'informatique et mathématiques appliquées, par la pratique. De façon secondaire :
- Si le sujet s'y prête, les étudiants seront initiés à une ou plusieurs étapes de la démarche de modélisation en sciences physiques (création d'un modèle, paramétrage, simulation, validation du modèle etc.)
- ce projet doit permettre aux étudiants de découvrir le travail de groupe et la gestion de projets. Enfin, il s'agit aussi d'améliorer la capacité des étudiants à présenter et valoriser un travail personnel.

Le cours de Méthodes Statistiques vise à :

- Expliquer les principaux concepts statistiques et les principales lois de probabilité liées au travail d'un ingénieur en génie des procédés,
- Faire comprendre les tests d'hypothèse et les intervalles de confiance,
- Introduire les plans d'expérience, les modes de calcul associés et leur interprétation.

OBJECTIFS SPECIFIQUES

A l'issue du cours d'informatique, l'étudiant devrait être capable de :

- Etre capable de concevoir des algorithmes simples.
- Réaliser un code de calcul adapté aux besoins d'ingénierie
- Ecrire un code de calcul en Fortran 90
- Comprendre et utiliser des sous-programmes existants

Les objectifs spécifiques du Projet Modélisation sont :

- Découvrir la gestion d'un projet à plusieurs : notions d'étapes, gestion du temps
- Concevoir un programme informatique de moyenne ampleur
- Etre capable de proposer une démarche et des traitements personnalisés du sujet (faire montre de créativité).
- Rédiger un rapport
- Exposer oralement un travail
- Défendre et critiquer les choix effectués en termes de conception et réalisation du programme
- Si le sujet s'y prête : analyser les résultats du calcul, discuter les ordres de grandeur, la qualité d'un modèle, d'une méthode numérique etc.

A l'issue du cours de méthodes numériques, l'étudiant devrait être capable de :

- Analyser un problème physique et en déduire la classe de méthodes numériques requises pour sa résolution,
- Transformer un problème physique pour en obtenir une solution numérique,
- Savoir quelles méthodes numériques sont nécessaires et disponibles pour résoudre un problème physique donné,
- Opérer un choix parmi les méthodes disponibles en fonction des objectifs retenus : rapidité, robustesse, précision.

A la fin du cours de méthodes statistiques, l'étudiant devrait :

- Savoir mettre en œuvre les tests d'hypothèse et estimer des intervalles de confiance,
- Mettre en œuvre les plans d'expérience en vue d'obtenir un modèle statistique significatif.

CONTENU ET METHODES D'ENSEIGNEMENT

I. Informatique :

- 3 h de cours magistral sur les bases de l'algorithmique et de la programmation procédurale
- 20 h de travaux dirigés de programmation en Fortran 90 sur PC. Le cours et les TD précédents devront avoir été assimilés à chaque séance, ce qui sera vérifié par une évaluation à mi-parcours.
    - Environ 5 TD d'apprentissage du langage
    - Environ 5 TD de programmation de méthodes numériques, dont les algorithmes seront issus du cours et des TD de méthodes numériques

II. Méthodes numériques :

1. Interpolation et approximation
2. Intégration numérique
3. Résolution d'équations par des méthodes itératives
4. Opérations numériques sur les matrices
5. Résolution des systèmes d'équations algébriques
6. Intégration numérique des équations différentielles ordinaires
7. Intégration numérique des équations aux dérivées partielles

Chaque chapitre sera traité en 1h30 de cours et 1h30 de TD.

III. Le projet Modélisation sera réalisé en groupe de 2 ou 3 élèves, sauf cas exceptionnels décidés par l'équipe d'encadrement. Les objectifs techniques du projet seront fixés au début de l'enseignement, et décriront le cahier des charges du programme. Chaque groupe se verra attribuer un encadrant. Les étudiants seront ensuite libres de leurs choix au sein des différentes parties du projet :

- Une première partie sera dédiée à la conception de la structure du programme et si le sujet s'y prête, à la mise en œuvre d'une ou plusieurs étapes de la démarche de modélisation (établissement du modèle, paramétrage, calculs d'ordres de grandeur etc.).
- Une deuxième partie consistera à programmer la structure définie dans la partie 1 en dans le langage vu en TD d'informatique. Les résultats obtenus feront l'objet d'une analyse critique.
- Dans la troisième partie, les étudiants présenteront leur projet à l'écrit (par le biais d'un rapport) et oralement.
- Des rapports intermédiaires (environ deux) seront rédigés en cours de projet et présentés lors de réunions avec l'encadrant.

IV. Méthodes Statistiques

- Lois de probabilité, normale, chi2, Student, Fisher-Snedecor
- Tests d'hypothèse
- Estimation et intervalles de confiance
- Régression linéaire et multi-linéaire
- Plans d'expérience, analyse de la variance

TYPE D'EVALUATION

- 1 contrôle écrit en informatique de 45 ou 50 minutes à mi-parcours.
- Des interrogations courtes pourront avoir lieu pendant les TD pour contrôler l'apprentissage du cours.
- 1 contrôle écrit final en informatique de 2 h (TD)
- 1 contrôle écrit final en méthodes numériques
- Pour le projet Modélisation, l'évaluation est réalisée, d'une part, par l'encadrant au cours des validations d'étape et des rencontres, mais également par un rapport écrit et une soutenance orale finale. L'évaluation porte sur la qualité de la conception et de la programmation, ainsi que sur la gestion du projet et les apports personnels.
- Méthodes Statistiques : Mini-contrôle au début de chaque TD à partir du deuxième TD, comptant dans l'évaluation au total pour 50%.
- Méthodes Statistiques : Examen final d'une heure comptant pour 50%.

INFORMATIONS UTILES

PREREQUIS :

- Pour les méthodes numériques : connaissances mathématiques telles que l'intégration de fonctions, l'algèbre linéaire, l'intégration des équations différentielles, les équations aux dérivées partielles.
- Pour le projet Modélisation : cours d'informatique et méthodes numériques
- Pour les méthodes statistiques : Opérations matricielles. Usage d'une calculatrice programmable.

LANGUE D'ENSEIGNEMENT : français (ou anglais pour les volontaires)

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES :

Nécessaires :

Utilisation d'une calculatrice programmable en méthodes numériques et en méthodes statistiques.
Livre « Méthodes numériques et d'optimisation », Jean-Pierre Corriou
Polycopiés de cours

CONTRIBUTION DE L'UNITE D'ENSEIGNEMENT A L'ACQUISITION DES COMPETENCES

Les enseignements de cette UE contribuent directement à l'acquisition des compétences n°3, 11

Les enseignements de cette UE contribuent indirectement (en tant que ressources) à la compétence n°4

INTITULE DE L'UNITE D'ENSEIGNEMENT : Management et économie I		OBLIGATOIRE
	CREDITS ECTS 3	S5 TRONC COMMUN

OBJECTIFS GENERAUX DE L'UNITE D'ENSEIGNEMENT

- Repérer les enjeux humains, sociaux, économiques et juridiques de la Santé et Sécurité au Travail (S&ST) dans l'entreprise.
- Intégrer dans ses pratiques au quotidien et dans ses projets l'évaluation et la maîtrise des risques pour la S&ST.
- Expliquer les différences dans les comportements des individus, fondées sur la théorie des types psychologiques de Carl Jung, à travers l'utilisation de l'Inventaire Typologique de Myers et Briggs (MBTI).
- Reconnaître les principales dimensions et les outils de la communication interpersonnelle (verbale et non verbale).
- Identifier le contenu d'un CV et d'une lettre de motivation
- Décrire et analyser les principales dimensions du fonctionnement d'une organisation
- Aborder les questions interculturelles au sens large, leur implication sur un séjour d'études ou un travail dans un contexte international (en France ou à l'étranger).

OBJECTIFS SPECIFIQUES

- Réaliser une évaluation des risques industriels et mettre en place des stratégies de prévention et de protection
- Maîtriser les variables de son développement personnel et professionnel à travers notamment la gestion des points forts et des points faibles
- Etre capable de travailler avec les autres et en équipe composée de personnes ayant des préférences comportementales différentes
- Etre apte à prendre la parole en public, à faire un entretien de face-à-face et à conduire une réunion, en fonction des personnes et des situations professionnelles rencontrées
- Pouvoir construire et adapter un dossier de candidature en réponse à une offre de stage ou d'emploi
- Conduire une analyse et un diagnostic organisationnel d'une entreprise dans son secteur d'activité
- Préparer son projet international en ayant conscience des différences interculturelles et mieux appréhender les questions d'inter-culturalité

CONTENU ET METHODES D'ENSEIGNEMENT

<u>Management des hommes et des organisations</u>

1. La connaissance de soi :
2. Les attitudes et la personnalité ; l'image de soi ; le système de valeurs.
3. La communication interpersonnelle : Les registres de la communication verbale et non verbale ; les techniques de base de la communication orale ;
4. Les principaux métiers et secteurs d'activités de la chimie
5. L'organisation et son fonctionnement : Structure organisationnelle, stratégie, système de gestion, parties prenantes, culture, technologie, environnement interne, environnement externe, performance.

<u>Hygiène, Santé, Sécurité au Travail</u>

Cette partie est calquée sur le référentiel BES&ST (Bases Essentielles en Santé et Sécurité au Travail) élaboré par le conseil national pour l'enseignement en santé et sécurité au travail (CNES&ST) constitué entre autres de représentants de la Direction Générale de l'Enseignement Supérieur (DGES) et de la Caisse Nationale de l'Assurance Maladie des Travailleurs Salariés (CNAM-TS)

1. Introduction en santé et sécurité au travail.
   - 1.1 Histoire et évolution de la réglementation (code du travail)
   - 1.2 Les règlements européens REACH et CLP
   - 1.3 Méthodologie d'évaluation des risques

2 Les enjeux humains, sociaux, économiques et juridiques de la S&ST.

2.1 Les instances représentatives du personnel
2.2 Les agences françaises et européennes de sécurité

3 Les mécanismes à l'origine d'un accident du travail.

4 Préparation au stage d'intégration industrielle : Découverte du monde de l'entreprise au cours d'une journée organisée conjointement par les directions des études, des relations industrielles et le service des relations extérieures. Elle permet aux nouveaux étudiants de découvrir le monde de l'entreprise par l'intermédiaire de tables rondes auxquelles participent de nombreux industriels.

« Cultural Sensitisation »

Définition de « Culture ». Etude des aspects interculturels : la notion de temps, le langage corporel, la proxémique (Edward T. Hall), la kinésique. Etude de John Mole : « Organisation and Leadership » dans les entreprises européennes. Discussion en petits groupes.

TYPE D'EVALUATION

Mises en situation ; Etude de cas ; Rapport écrit et exposé oral ; Examen écrit

INFORMATIONS UTILES

PREREQUIS : Aucun

LANGUE D'ENSEIGNEMENT : français et anglais

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

Nécessaires :

1. Fascicule « Repères pour le travail à l'usage des ingénieurs, élèves et débutants » conçu pour le compte de l'ANACT (Association Nationale d'Amélioration des Conditions de Travail) par un réseau pédagogique de l'INRS (Institut National de Recherche et de Sécurité) dont fait partie l'ENSIC.
2. Notes documentaires de l'INRS.
3. Polycopiés pour tous les cours
4. Des études de cas et des vidéos illustrent les éléments méthodologiques d'analyse des risques

CONTRIBUTION DE L'UNITE D'ENSEIGNEMENT A L'ACQUISITION DES COMPETENCES

Les enseignements de cette UE contribuent directement à l'acquisition des compétences n°8, 11

INTITULE DE L'UNITE D'ENSEIGNEMENT : Langues I		OBLIGATOIRE
	CREDITS ECTS 3	S5 TRONC COMMUN

LVA : Anglais

OBJECTIFS GENERAUX DE L'UNITE D'ENSEIGNEMENT

- Permettre aux étudiants de devenir plus responsables de leur propre apprentissage.
- Développer les compétences langagières pour atteindre/maintenir le niveau B1/B2/C1/C2 cfr : Descriptif CECRL ou CTI 2010.
- Développer les 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.
- Aspects du développement durable traités en projet selon les objectifs et choix des étudiants. (Décrire les concepts de limites planétaires, de biodiversité, de services éco-systémiques, d'objectifs sociétaux (ODD), Illustrer les principes et apports de la démarche scientifique.)

OBJECTIFS SPECIFIQUES

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

- Identifier leur niveau d'anglais et identifier leurs besoins afin de communiquer en anglais.
- S'auto-évaluer.
- Utiliser des outils pour gérer leur projet personnel.
- Comprendre le contenu essentiel de sujets concrets ou abstraits dans un texte complexe, y compris une discussion technique dans leur spécialité.
- Communiquer avec un degré de spontanéité et d'aisance tel qu'une conversation avec un locuteur natif ne comporte de tension ni pour l'un ni pour l'autre.
- S'exprimer de façon claire et détaillée sur une grande gamme de sujets.
- Rédiger un CV, des emails.
- Rédiger un Rapport TP de génie chimique.

CONTENU ET METHODES D'ENSEIGNEMENT

- Analyser et évaluer leur propre niveau d'anglais à l'entrée de l'ENSIC (B1/B2/C1/C2) et leurs compétences en anglais dans la vie courante et la vie professionnelle.
- Définir leurs besoins pour améliorer leur niveau d'anglais et développer leurs compétences générales et professionnelles en anglais.
- Travailler en binôme/équipe sur leurs objectifs, rechercher les documents adéquats adaptés et analyser les résultats atteints.
- Utiliser un outil pour encadrer leur travail.
- Présentation de différents types de CV (chronologique, fonctionnel…), langage fonctionnel pour rédaction de lettres, e-mails formels, informels. Vocabulaire et termes propres à l'ENSIC.
- Présentation de rapports Travaux Pratique de génie chimique et scientifiques. Langage fonctionnel pour décrire une expérience en TP de génie chimique.

TYPE D'EVALUATION

- Validation (note entre 3-5) : 1) Rapport de projet personnel et appréciation de l'enseignant 2) CV
- Rattrapage : Travail personnel ou CV

INFORMATIONS UTILES

PREREQUIS : niveau minimum : B1 (cfr : Descriptif CTI 2010, ou CECRL)
LANGUES D'ENSEIGNEMENT : anglais
REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES :

Nécessaires :

LVB

OBJECTIFS GENERAUX DE L'UNITE D'ENSEIGNEMENT

- Consolider et acquérir un niveau de compétence solide et une bonne maîtrise de la langue allemande, espagnole, italienne, portugaise et française dans les quatre aptitudes : compréhension et expression orales et écrites. Niveau A2/B1/B2 cfr : Descriptif CECRL ou CTI 2010
- Développer les compétences professionnelles.

OBJECTIFS SPECIFIQUES

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

- Comprendre des phrases isolées et des expressions fréquemment utilisées en relation avec des domaines immédiats de priorité (par exemple, informations personnelles et familiales simples, achats, environnement proche, travail).
- Communiquer lors de tâches simples et habituelles ne demandant qu'un échange d'informations simple et direct sur des sujets familiers et habituels.
- Décrire avec des moyens simples sa formation, son environnement immédiat et évoquer des sujets qui correspondent à des besoins immédiats.
- Approfondir ses connaissances pour maîtriser les champs lexicaux, sémantiques et grammaticaux,
- Comprendre et restituer dans ses grandes lignes tout document écrit et oral authentique portant sur divers domaines : vie sociale, culturelle, professionnelle, économique.
- (spécifique aux cours de français) Profiter d'une expérience interculturelle grâce à la mise en place d'objectifs d'acculturation à réaliser au cours de l'année.

CONTENU ET METHODES D'ENSEIGNEMENT

- Utilisation de divers documents - écrits, vidéos, audios, sites internet avec entrainement à l'oral par le biais de « pair work », discussions, jeux de rôles, simulations, portant sur divers domaines : vie sociale, culturelle, économique, scientifique et professionnelle.

TYPE D'EVALUATION

- Validation : validation des compétences acquises : divers tests de contrôle continu (oral, écrit)
- Rattrapage : test oral et écrit

INFORMATIONS UTILES

PREREQUIS : niveau minimum : A1 (en LVB) (cfr : Descriptif CTI 2010, ou CECRL)
LANGUES D'ENSEIGNEMENT : allemand / espagnol / italien / français / portugais
REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES :
Nécessaires :

CONTRIBUTION DE L'UNITE D'ENSEIGNEMENT A L'ACQUISITION DES COMPETENCES

Les enseignements de cette UE contribuent directement à l'acquisition des compétences n°13

Les enseignements de cette UE contribuent indirectement (en tant que ressources) à la compétence n°10

BILAN DU SEMESTRE 5

I2C FISE Semestre 5		CONNAISSANCES SCIENTIFIQUES ET TECHNIQUES ET MAITRISE DE LEUR MISE EN ŒUVRE																													
		COMPETENCE 1					COMPETENCE 2					COMPETENCE 3					COMPETENCE 4					COMPETENCE 5					COMPETENCE 6				
Libellé UE	ECTS	a	b	c	d	e	a	b	c	d	e	a	b	c	d	e	a	b	c	d	e	a	b	c	d	e	a	b	c	d	e
Chimie Organique I	**5**			x																x				x							
Systèmes réactifs et Procédés I	**6**			x															x					x							
Thermodynamique et énergétique	**4**			i					x				x																		
Phénomènes de transferts I	**3**			i					x																						
Informatique et mathématiques appliquées	**6**													x						i											
Management et économie I	**3**																														
Langues I	**3**																														
Journée métiers et carrières																															
Forum Entreprises																															
Mentorat																															

I2C FISE Semestre 5	L'ADAPTATION AUX EXIGENCES PROPRES DE L'ENTREPRISE ET DE LA SOCIÉTÉ																			
	COMPETENCE 7					COMPETENCE 8					COMPETENCE 9					COMPETENCE 10				
Libellé UE	a	b	c	d	e	a	b	c	d	e	a	b	c	d	e	a	b	c	d	e
Chimie Organique I								x												
Systèmes réactifs et Procédés I								x												
Thermodynamique et énergétique												i								
Phénomènes de transferts I																				
Informatique et mathématiques appliquées																				
Management et économie I								x												
Langues I																		i		
Journée métiers et carrières		x																		
Forum Entreprises		x																		
Mentorat																				

I2C FISE Semestre 5	LA PRISE EN COMPTE DE LA DIMENSION ORGANISATIONNELLE, PERSONNELLE ET CULTURELLE																			
	COMPETENCE 11					COMPETENCE 12					COMPETENCE 13					COMPETENCE 14				
Libellé UE	a	b	c	d	e	a	b	c	d	e	a	b	c	d	e	a	b	c	d	e
Chimie Organique I		x											x							
Systèmes réactifs et Procédés I		x											x							
Thermodynamique et énergétique																				
Phénomènes de transferts I																				
Informatique et mathématiques appliquées		x																		
Management et économie I		x																x		
Langues I												x	x							
Journée métiers et carrières							x										x			
Forum Entreprises							x										x			
Mentorat																	x			

ENSEIGNEMENTS DU SEMESTRE 6

Correspondant pédagogique : Axelle ARRAULT

ORGANISATION GENERALE

Intitulé de l'unité d'enseignement et de ses éléments constitutifs	*Responsable*	*H*	*CM*	*TD*	*TP*	*P*	*C*	*Ex*	*ECTS*
Chimie minérale	Mohammed BOUROUKBA	80	33	16	28			3	5
Chimie minérale	Mohammed BOUROUKBA		33	16				3	
TP Chimie minérale	Dominique PETITJEAN				28				
Chimie et génie analytique	Véronique SADTLER	80	10	33	32		2	3	5
Chimie des ions en solution	Fabrice MUTELET		2	12				0,75	
Electrochimie et corrosion	Cornélius SCHRAUWEN		4	10				0,75	
Méthodologie - Spectrophotométrie - Chromatographie	Véronique SADTLER		4	11			2	1,5	
TP Chimie et génie analytique	Véronique SADTLER				32				
Systèmes réactifs et procédés II	Eric SCHAER	60	22	32				6	4
Génie des réactions hétérogènes	Eric SCHAER		8	14				2	
Procédés de séparation I	Eric FAVRE		14	18				4	
Systèmes réactifs et informatique	Guillain MAUVIEL	30		22		6		2	4
Projet systèmes réactifs	Guillain MAUVIEL					6			
Informatique II	Boris ARCEN/Nicolas BLET			22				2	
Phénomènes de transfert II	Alexandra GIGANTE	88	18,5	30	32	4,5		3	5
Transfert de matière et de chaleur	Alexandra GIGANTE		17,5	28				3	
Echangeur de chaleur	Eric SCHAER		1	2		4,5			
TP Phénomènes de transfert II	Rainier HREIZ				32				
Management et économie II	Vera IVANAJ	40	24	8	6			2	3
Langues II	E. KASMAREK/M. ADRIAN	40		40					3
Anglais	E. KASMAREK/M. ADRIAN			20					
LVB	E. KASMAREK/M. ADRIAN			20					
Conférences Industrie, Environnement & Société I	Axelle ARRAULT	21					21		1
TOTAL		**439**							**30**

INTITULE DE L'UNITE D'ENSEIGNEMENT : Chimie Minérale		OBLIGATOIRE
	CREDITS ECTS 5	S6 TRONC COMMUN

Le cours de chimie minérale vise à :

- Faire acquérir les concepts de la chimie physique inorganique
- Amener l'élève ingénieur à être apte à prévoir, par l'utilisation systématique des données physico-chimiques et thermochimiques, la réactivité des systèmes chimiques ainsi que la stabilité et la compatibilité des matériaux utilisés dans les fours, les creusets et les réacteurs.
- Faire comprendre la relation entre les propriétés chimiques et physiques des solides et leur structure

OBJECTIFS SPECIFIQUES

A l'issue de ce module l'étudiant devrait être capable de :

- Établir le lien entre la structure de la matière et les propriétés chimiques et physiques qui en découlent
- Comprendre, analyser et prévoir les réactions chimiques intervenant à différentes étapes d'un procédé.
- Faire un choix judicieux des matériaux constituants : un réacteur, un four ou toute partie d'une installation

CONTENU ET METHODES D'ENSEIGNEMENT

1. <u>INTRODUCTION A LA RADIOACTIVITE (cours)</u>
   1.1. Constitution et stabilité du noyau
   1.2. Radioactivité naturelle et réactions nucléaires
   1.3. Radioactivité artificielle

2. <u>CRISTALLOGRAPHIE : PRINCIPES ET UTILISATION (cours/TD)</u>
   2.1. Cristallographie géométrique
   2.2. Phénomène de diffraction, cas des Rayons X
   2.3. Dispositifs expérimentaux et utilisation

3. <u>REACTIVITE CHIMIQUE DES ELEMENTS ET COMPOSES MINERAUX (cours/TD)</u>
   3.1. Etude des grandes propriétés chimiques des éléments de la classification
   3.2. Etude des réactions chimiques en phases aqueuses, solides et en milieux fondus
   3.3. Exploitation des représentations thermodynamiques (E-pH, E-pX^-, Ellingham)
   3.4. Les grands principes de l'hydrométallurgie
   3.5. Analyse chimique de procédés industriels (d'élaboration de composés, de séparation et de recyclage de métaux)

4. <u>METALLURGIE EXTRACTIVE/TRAITEMENT DES MINERAIS ET EXTRACTION DES METAUX (cours/TD)</u>
   4.1. Généralités : aspects historiques et économiques
   4.2. Caractéristiques des minerais et leurs traitements
   4.3. Procédés de la métallurgie extractive
   4.4. Etude des équilibres entre phases dans les solutions métalliques
   4.5. Thermochimie des oxydes, des sulfures et autres composés (Chlorures, Carbures, Nitrures…)
   4.6. Transformations pyrométallurgiques en phases solides et liquides
   4.7. Étude et analyse des procédés d'extraction de quelques métaux (Cu, Ni, Zn, Pb, Al)

5. <u>RELATION ENTRE PROPRIETES ET STRUCTURE DES SOLIDES (cours/TD)</u>
   5.1. Nature des liaisons et énergie de cohésion des solides
   5.2. Réseau cristallin et périodicité des propriétés physiques.
   5.3. Transport de charges et d'énergie dans les solides
   5.4. Métaux: Modèle du gaz d'électrons libres

5.5. Semi-conducteurs et isolants: Interaction électrons-réseau et bandes d'énergie

TRAVAUX PRATIQUES :
Une pédagogie participative est mise en place avec une recherche bibliographique pour mettre en place un protocole expérimental et la rédaction d'un rapport de TP

Les sujets traités sont souvent en relation avec des procédés industriels. Ils portent sur la mise en œuvre des 4 principales voies de synthèse en chimie minérale:

- Voie sèche à hautes températures
- Voie Chimique en solution
- Voie électrochimique en solution ou en milieu fondu
- Métallo-thermie.

Sensibilisation aux aspects sécurité et environnement :

- Recherche d'information sur la Toxicité et les dangers liés aux produits chimiques manipulés
- Prise en compte du traitement des effluents gazeux des manipulations dans le protocole expérimental.
- Gestion des résidus solides et liquides en fin de manipulation

TYPE D'EVALUATION

Contrôle continu (écrit : 1er partiel au mois d'avril (2h), 2ème partiel au de juin (2h))
Rapports de TP notés : La note de TP prend en compte le travail de l'élève au laboratoire et son respect des consignes de sécurité et de l'environnement et le travail de recherche bibliographique sur le sujet.

La note globale du module = (Note de contrôle x 0,75 + Note de TP x 0,25)

Le rattrapage se fait par examen écrit de 3heures et porte sur la totalité du programme.

INFORMATIONS UTILES

PREREQUIS :
Notion d'éléments chimiques, périodicité des propriétés physico-chimiques et classification périodique, structure électronique des atomes et liaison chimique. Bases de la réaction chimique, concept Acide/Base et Red/Ox et notions de thermochimie.

LANGUE D'ENSEIGNEMENT : français

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES :

Nécessaires : Polycopiés fournis
Conseillées : Indiquées à la fin des polycopiés de cours

CONTRIBUTION DE L'UNITE D'ENSEIGNEMENT A L'ACQUISITION DES COMPETENCES

Les enseignements de cette UE contribuent directement à l'acquisition des compétences n°1, 2, 5, 6, 8, 11 et 13

Les enseignements de cette UE contribuent indirectement (en tant que ressources) aux compétences n°3, 4

INTITULE DE L'UNITE D'ENSEIGNEMENT : Chimie et génie analytique		OBLIGATOIRE
	CREDITS ECTS 5	S6 TRONC COMMUN

OBJECTIFS GENERAUX DE L'UNITE D'ENSEIGNEMENT

Acquérir les connaissances de base sur les méthodes d'analyse chimique et physico-chimique afin de maîtriser les différents aspects d'un processus analytique depuis l'échantillonnage jusqu'à l'exploitation des résultats.
Appliquer cette méthodologie pour l'analyse d'un système réel.
Donner des notions de base essentielles à une compréhension phénoménologique de la corrosion

OBJECTIFS SPECIFIQUES

A l'issue de ce module, l'étudiant devrait être capable d'appliquer les concepts de méthodologie analytique, ce qui implique :

- Déterminer les méthodes et conditions chromatographiques pertinentes
- Choisir les techniques spectroscopiques adéquates pour les analytes visés et de mettre en œuvre les méthodes de quantification avec prise en compte des effets de matrice de l'échantillon si nécessaire
- Comprendre les équilibres chimiques en solution aqueuse et résoudre les problèmes faisant intervenir ces équilibres
- Exploiter les courbes intensité-potentiel
- Réaliser des analyses par les méthodes volumétriques et instrumentales (chromatographie, spectroscopie, électrochimie)
- Choisir des matériaux pour les procédés de l'industrie chimique en prenant en compte leur résistance à la corrosion, diagnostiquer un certain nombre de formes de corrosion et choisir les méthodes d'anticorrosion adaptées

CONTENU ET METHODES D'ENSEIGNEMENT

1. Chimie des ions en solution (CIS) : (12h)
    1.1 Activité et coefficient d'activité
    1.2 Electrodes et Piles
    1.3 Equilibres chimiques (précipitation, complexation, acide-base, oxydo-réduction)

2. Chromatographie : (5h)
    2.1 Bases théoriques de la chromatographie analytique
    2.2 Chromatographie en phase gazeuse, instrumentation et applications
    2.3 Chromatographie en phase liquide, instrumentation et applications
    2.4 Chromatographie en phase supercritique
    Conférence industrielle : chromatographie préparative

3. Courbes intensité-potentiel (I=f(E)): (6h)
    3.1 Cinétique électrochimique
    3.2 Construction d'un réseau de courbes
    3.3 Applications – choix d'une technique d'analyse électrochimique

4. Corrosion : (8h)
    4.1 La corrosion uniforme
    4.2 Les piles de corrosion
    4.3 Méthodes de protection contre la corrosion

5. Méthodologie Analytique (14h)
    5.1 Les différences étapes de l'analyse chimique
    5.2 Méthodes spectroscopiques
    5.3 Applications de la chimie analytique

5.4 Conférence industrielle : rôle de la chimie analytique dans l'industrie

6. Travaux Pratiques : 32h élèves

Il s'agit d'un travail sous forme de projet de groupe, consistant à déterminer la composition chimique d'un produit réel encadré par un enseignant référent. Les systèmes étudiés concernent l'environnement (eaux, fertilisants) et la nutrition (compléments alimentaires), ainsi que le domaine des matériaux (alliages). Après une recherche bibliographique préliminaire des méthodes analytiques applicables, le projet pratique consiste à utiliser ou à mettre en place des protocoles expérimentaux, à réaliser de multiples analyses (volumétriques, spectroscopiques, gravimétriques, électrochimiques, chromatographiques) et à traiter statistiquement les résultats. A la fin du projet, une présentation orale devant l'ensemble des élèves sera faite, montrant les méthodes utilisées et les résultats obtenus. Un compte rendu écrit de l'ensemble des expériences et des résultats sera aussi réalisé.

TYPE D'EVALUATION

Examens écrits (3h)
Travail de groupe
Projet de Travaux Pratiques (évaluation de la préparation ; évaluation de la pratique expérimentale et de la théorie ; évaluation du compte rendu écrit des résultats et de leur interprétation / discussion) ; présentation orale

INFORMATIONS UTILES

PREREQUIS : Chimie de base
LANGUE D'ENSEIGNEMENT : français
REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES :
Nécessaires :
Conseillées :

1. Chimie Analytique de Skoog /West/Holler ; éditeur : DeBoeck Université
2. Electrochimie analytique et réactions en solution de B. Tremillon ; éditeur : Masson
3. Chromatographie en phase liquide et supercritique de R. Rosset ; éditeur : Masson
4. Manuel pratique de chromatographie en phase gazeuse de J. Tranchant, éditeur : Masson

CONTRIBUTION DE L'UNITE D'ENSEIGNEMENT A L'ACQUISITION DES COMPETENCES

Les enseignements de cette UE contribuent directement à l'acquisition des compétences n°1, 2, 3, 5, 8, 11, 13

Les enseignements de cette UE contribuent indirectement (en tant que ressources) à la compétence n°6

INTITULE DE L'UNITE D'ENSEIGNEMENT : Systèmes réactifs et procédés II		OBLIGATOIRE
	CREDITS ECTS 4	S6 TRONC COMMUN

OBJECTIFS GENERAUX DE L'UNITE D'ENSEIGNEMENT

Le module Systèmes Réactifs et Procédés II vise à :

- Faire comprendre les processus couplés de transport et de réactions observés dans les réactions catalytiques et hétérogènes
- Expliquer les concepts permettant de décrire ces phénomènes
- Connaitre et choisir des réacteurs permettant de réduire les besoins en ressources et nuisances pour l'environnement
- Dimensionner et optimiser des réacteurs pour la mise en œuvre de réactions catalytiques et hétérogènes

- Faire acquérir les connaissances de base en procédés de séparation isothermes (absorption, extraction liquide-liquide, adsorption, membranes) simples et étagés
- Expliquer les concepts à la base des différentes opérations de séparation
- Rendre l'étudiant apte à choisir et à dimensionner le type de séparateur approprié à une situation donnée

OBJECTIFS SPECIFIQUES

A l'issue de ce module, l'étudiant devra être capable de :

- Connaître, identifier et prendre en compte les différents processus de transport d'une réaction hétérogène gaz-solide ou fluide-fluide,
- Appliquer les concepts permettant le dimensionnement des réacteurs hétérogènes et catalytiques

- Connaître les principaux procédés de séparation employés dans l'industrie
- Maîtriser les principes sur lesquels ils reposent ainsi que les concepts et modèles permettant leur analyse
- Appliquer les méthodes de dimensionnement des principaux types de procédés

CONTENU ET METHODES D'ENSEIGNEMENT

Description des différentes parties de cours

1. Génie des Réactions Hétérogènes
   1.1. Présentation des principaux réacteurs industriels hétérogènes,
   1.2. Mise en œuvre des réactions catalytiques gaz-solide hétérogènes,
      1.2.1. Couplage transport & réaction
      1.2.2. Notions de limitations diffusionnelles externe et interne
      1.2.3. Calcul des facteurs d'efficacité des catalyseurs
   1.3. Mise en œuvre des réactions non catalytiques gaz-solide, Modèle à cœur rétrécissant,
   1.4. Mise en œuvre des réactions gaz-liquide, Critère de Hatta & Facteur d'accélération.

2. Génie des Séparations
   2.1. Introduction
   - Classification des opérations, agents de séparation,
   - Notion de travail minimal de séparation
   2.2. Opérations à étage d'équilibre :
   - Notion d'étage théorique
   - Dispositifs multi-étagés (courants croisés, contre-courant) : résolution analytique et graphique,
   - Efficacité de plateau et transfert de matière
   - Echangeur progressif
   2.3. Absorption gaz-liquide et stripping :
   - Applications industrielles

- Absorption avec régénération de solvant

2.4. Extraction liquide-liquide :

- Applications industrielles
- Etage théorique simple en extraction (résolution graphique)
- Dimensionnement d'une colonne à contre-courant (courbe opératoire, nombre d'étages théoriques,
- débit de solvant minimal)
- Notions sur l'extraction par solvant supercritique

2.5. Séparations par membranes :

- Typologie des séparations membranaires
- Perméation gazeuse : applications et méthodologie de dimensionnement d'une installation

Description des méthodes d'enseignement :

Les cours sont complétés par des séances de TD. Chaque séance de cours est complétée par (au moins !) une séance de TD, organisée par quart de promotion.
Les séances de TP relatives à ces enseignements interviennent au Semestre 7 et sont présentées dans la fiche module "Procédés industriels et développement durable ".

TYPE D'EVALUATION

Trois examens écrits, l'un portant sur le Génie des Réactions Hétérogènes (2h), et deux autres sur le Génie des Séparations (2 x 1h30).

L'évaluation mise en œuvre visera à vérifier l'acquisition des connaissances de base dans les différents domaines, et les compétences acquises par la mise en application des concepts sur un problème réel. A travers ce cas réel, l'étudiant devra prévoir les performances d'un réacteur hétérogène puis de procédés de séparation.

INFORMATIONS UTILES

PREREQUIS : - Unité d'Enseignement " Systèmes réactifs et procédés I"
- Notions de bilans matière et de phénomènes de transfert

LANGUE D'ENSEIGNEMENT : français

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES : Cours en ligne de GRH : HTTPS://GPIP.CNAM.FR/RESSOURCES-PEDAGOGIQUES-OUVERTES/GRH_ENSIC/CO/0MODULE_GRCPOLYPHASIQUE.HTML

Nécessaires :

- Polycopiés de cours
- Une liste d'ouvrages conseillés est indiquée dans le polycopié de cours

CONTRIBUTION DE L'UNITE D'ENSEIGNEMENT A L'ACQUISITION DES COMPETENCES

Les enseignements de cette UE contribuent directement à l'acquisition des compétences n°2, 4

Les enseignements de cette UE contribuent indirectement (en tant que ressources) à la compétence n°9

INTITULE DE L'UNITE D'ENSEIGNEMENT : Systèmes Réactifs et Informatique		OBLIGATOIRE
	CREDITS ECTS 4	S6 TRONC COMMUN

OBJECTIFS GENERAUX DE L'UNITE D'ENSEIGNEMENT

Le projet Systèmes Réactifs vise à rendre l'étudiant apte à dimensionner un réacteur industriel complexe en utilisant conjointement des compétences de Cinétique, GRC, Méthodes Numériques et Informatique. Si la plupart de ces enseignements sont réalisés au semestre précédent (S5), il est néanmoins nécessaire d'introduire de nouveaux logiciels informatiques (Matlab et VBA) qui sont devenus des outils standards pour l'ingénieur en génie des procédés.
Ce projet intègre des dimensions historiques et prospectives pour replacer dans son contexte industriel et sociétal le réacteur considéré.

OBJECTIFS SPECIFIQUES

A l'issue de cet U.E., l'étudiant devra être capable de :

- Ecrire un code de calcul en VBA et Matlab
- Comprendre et utiliser des sous-programmes existants (en VBA et Matlab)
- Utiliser MS-Excel pour un traitement de données complexes (nécessitant une programmation)
- Analyser un mécanisme cinétique chimique détaillé et en déduire les informations cinétiques pertinentes pour le dimensionnement du réacteur
- Mettre en œuvre des méthodes d'optimisation pour la détermination des constantes de vitesses
- Modéliser le réacteur industriel par la formulation de bilans couplés matière/énergie
- Concevoir un programme informatique complexe permettant de simuler le réacteur industriel par la résolution numérique du modèle
- Analyser et critiquer les hypothèses simplificatrices proposées dans le projet
- Travailler en groupe et rédiger un rapport scientifique pluridisciplinaire

CONTENU ET METHODES D'ENSEIGNEMENT

Outils informatiques :

- 5 séances de TD (2h) d'utilisation et de programmation Matlab : concepts, calcul matriciel, intégration, intégration de systèmes différentiels, tracé de fonctions, optimisation
- 6 séances de TD (2h) d'utilisation et de programmation de MS-Excel (VBA) : apprentissage du langage, traitement complexe de données, interfaces graphiques, bases de programmation événementielle

Projet Systèmes Réactifs :
Le projet s'effectue par groupe de 4 élèves. Le déroulement du projet s'effectue en 2 parties :

- La première partie concerne l'étude du schéma réactionnel complexe à partir duquel les élèves doivent déduire un certain nombre d'informations cinétiques (stœchiométries et lois de vitesses). A l'aide de pseudo-expériences correspondant à un réacteur théorique (fourni aux élèves) et en réalisant un programme informatique Matlab, ils effectuent une procédure d'optimisation numérique visant à déterminer les constantes de vitesses des stœchiométries obtenues précédemment.
- Dans la deuxième partie, les étudiants modélisent et simulent un réacteur industriel qui met en œuvre le schéma réactionnel étudié dans la première partie.

Tout au long du projet, les élèves peuvent discuter des problèmes rencontrés auprès de trois enseignants référents et spécialistes d'un des domaines abordés (cinétique, GRC, informatique). Ces discussions sont encadrées au cours de 3 séances de suivi.

TYPE D'EVALUATION

Les compétences en VBA et Matlab sont évaluées par le biais d'un examen de 2h.

L'évaluation du projet s'effectue à partir de deux compte-rendus intermédiaires, d'un QCM individuel, d'un rapport final, ainsi qu'à travers une soutenance orale au cours de laquelle les élèves d'une même équipe doivent exposer à tour de rôle et de manière synthétique le travail réalisé (20 min) et répondre aux questions de trois enseignants. La note finale du projet est calculée comme la moyenne de 5 notes correspondant aux 2 CR (10% chacun), au QCM individuel (25%), au rapport final (35%) et à la soutenance orale (20%).

La note finale de l'UE est constituée par la moyenne des 2 Eléments Constitutifs : Outils informatiques (2 ECTS) et Projet Systèmes Réactifs (2 ECTS).

La session de rattrapage du projet Systèmes Réactifs est constituée par un sujet fourni à l'étudiant concerné à l'issu du jury du semestre 6. Ce projet fait l'objet d'un unique rapport individuel rendu à l'équipe enseignante. La session de rattrapage de l'EC Outils Informatiques est constituée par un examen de 2h.

INFORMATIONS UTILES

PREREQUIS : Enseignement du S5 sur les systèmes réactifs, l'informatique et les mathématiques appliquées.
LANGUE D'ENSEIGNEMENT : français
REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES :
Nécessaires :

1. Cinétique et Catalyse, G. Scacchi, M. Bouchy, J.F. Foucaut, O. Zahraa, R. Fournet Tec et Doc, Lavoisier, 2011.
2. Méthodes Numériques et d'Optimisation : théorie et pratique pour l'ingénieur, J.P. Corriou, Tec et Doc, Lavoisier, 2010.

Conseillées :

1. Génie de la Réaction Chimique, J. Villermaux, Tec et Doc, Lavoisier, 1993.

CONTRIBUTION DE L'UNITE D'ENSEIGNEMENT A L'ACQUISITION DES COMPETENCES

Les enseignements de cette UE contribuent directement à l'acquisition des compétences n°2, 3, 4, 11

INTITULE DE L'UNITE D'ENSEIGNEMENT : Phénomènes de transfert II		OBLIGATOIRE
	CREDITS ECTS 5	S6 TRONC COMMUN

OBJECTIFS GENERAUX L'UNITE D'ENSEIGNEMENT

Le cours de transfert de chaleur et de matière vise à :

- Apprendre à faire un bilan d'énergie dans un processus physique et dans une installation industrielle en tenant compte des transferts de chaleur par convection, conduction et rayonnement
- Apprendre à faire un bilan sur chaque espèce chimique dans une installation industrielle en tenant compte des transferts diffusifs et convectifs
- Détailler et comprendre les transferts radiatifs
- Détailler et comprendre l'analogie entre le transfert de chaleur et le transfert de matière
- Détailler le fonctionnement et le dimensionnement d'un échangeur de chaleur

OBJECTIFS SPECIFIQUES :

A l'issue de ce module l'étudiant devrait être capable de :

- Faire un bilan thermique et massique dans une installation industrielle en se focalisant sur les phénomènes importants et en négligeant les phénomènes secondaires.
- Choisir et dimensionner un échangeur de chaleur industriel.

CONTENU ET METHODES D'ENSEIGNEMENT :

1. Transfert de chaleur par diffusion, loi de Fourier, exemples de diffusion de chaleur uni-dimensionnelle, diffusion en régime transitoire, méthodes numériques de résolution de l'équation de la diffusion. 6 h de cours, 6 h de TD, 1h d'évaluation

2. Transfert par convection forcée et naturelle, bilans de quantité de mouvement et énergie, détermination de coefficients de transfert thermique dans les écoulements internes et externes en régime laminaire ou turbulent. 7.5 h de cours, 9 h de TD et 1h d'évaluation

3. Transferts radiatifs, notion de corps noir, loi de Planck. Calcul du facteur de forme entre deux corps. Notion de corps gris. Calculs radiatifs dans les milieux absorbants. 1.5 h de cours, 1.5 h de TD

4. Transfert de matière par diffusion, loi de Fick, diffusion en régime permanent et transitoire. Diffusion dans les solides. 6h de cours, 6 h de TD, 1h d'évaluation

5. Description et fonctionnement des échangeurs de chaleur : 1h de cours, 4.5h d'autoformation, 1.5h de TD, 3h de suivi de projet et 1 QCM final

TYPE D'EVALUATION :

L'évaluation du cours de Transfert de chaleur et de matière se fait par des examens tout le long du semestre (3*1 h d'évaluation), contrôle continu. Rapport de dimensionnement du projet échangeur & QCM sur le fonctionnement des principaux échangeurs de chaleur. La note d'échangeurs compte pour ¼ de la note finale. Les travaux pratiques comptent pour ¼ de la note finale.

INFORMATIONS UTILES :

PREREQUIS : cours de mécanique des fluides S5
LANGUE D'ENSEIGNEMENT : français ou anglais
REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES :

Nécessaires :

1. Les bases de la mécanique des fluides et des transferts de chaleur et de masse pour l'ingénieur, E. Saatdjian, Editions Sapientia, 2009.
2. Transport Phenomena, equations and numerical solution, E. Saatdjian, John Wiley, 2000

CONTRIBUTION DE L'UNITE D'ENSEIGNEMENT A L'ACQUISITION DES COMPETENCES

Les enseignements de cette UE contribuent directement à l'acquisition des compétences n°1, 2, 4, 8, 11 et 13

Les enseignements de cette UE contribuent indirectement (en tant que ressources) aux compétences n°3, 9, 14

INTITULE DE L'UNITE D'ENSEIGNEMENT : Management et économie II		OBLIGATOIRE
	CREDITS ECTS 3	S6 TRONC COMMUN

OBJECTIFS GENERAUX DE L'UNITE D'ENSEIGNEMENT

- Repérer les enjeux humains, sociaux, économiques et juridiques de la Santé et Sécurité au Travail (S&ST) dans l'entreprise.
- Intégrer dans ses pratiques au quotidien et danses projets l'évaluation et la maîtrise des risques pour la S&ST
- Savoir analyser et modéliser un poste de travail
- Introduction à la qualité (différents types d'audits, normalisations habituellement rencontrées, coût de la qualité et de la non-qualité)
- Responsabilité sociétale des entreprises (RSE), code de conduite (gestion des conflits d'intérêts), éthique et déontologie.
- Comprendre les principales dimensions de la gestion d'une entreprise à travers l'analyse de ses trois grandes fonctions : la gestion comptable et financière, le marketing et le management des systèmes d'information.
    - Décrire et appliquer les principes de base de la comptabilité à travers l'enregistrement comptable et les documents de synthèse. Analyser les éléments influents sur les comptes
    - Savoir analyser et comprendre le fonctionnement des marchés, les spécificités du comportement des consommateurs et la stratégie marketing
    - Apprendre à introduire et à intégrer les systèmes d'information dans une structure organisationnelle en tenant compte de leur impact sur les autres activités de l'organisation

OBJECTIFS SPECIFIQUES

A l'issue de ce module l'étudiant devrait être capable de :

- Réaliser une analyse de risque au poste de travail et de choisir les meilleurs moyens de prévention et de protection
- Corriger, d'aménager ou concevoir des situations de travail
- Conduire une analyse financière en maîtrisant ses principaux outils et moyens d'analyse
- Réaliser une étude de marché et élaborer une stratégie marketing
- Elaborer un modèle conceptuel et physique de bases de données

CONTENU ET METHODES D'ENSEIGNEMENT

<u>Hygiène, Santé, Sécurité au Travail</u>

Cette partie est calquée sur le référentiel BES&ST (Bases Essentielles en Santé et Sécurité au Travail) élaboré par le conseil national pour l'enseignement en santé et sécurité au travail (CNES&ST) constitué entre autres de représentants de la Direction Générale de l'Enseignement Supérieur (DGES) et de la Caisse Nationale de l'Assurance Maladie des Travailleurs Salariés (CNAM-TS)

1. Les notions de base en santé et sécurité au travail nous amènent à dessiner un cadre général d'étude appelé « système de travail centré sur l'activité » ; cette prise en compte de l'activité étant essentielle pour corriger, aménager ou concevoir des situations de travail.
2. L'évaluation des risques en entreprise
3. Le risque chimique, les règlements européens REACH et CLP.
4. Préparation au stage d'intégration industrielle

<u>La finance et la comptabilité</u>

1. Les principes de base de la comptabilité.
2. L'enregistrement comptable et les documents de synthèse. L'analyse des éléments influents sur les comptes.

3. Introduction à l'analyse financière (outils et moyens d'analyse), les soldes intermédiaires de gestion, la capacité d'autofinancement, l'analyse fonctionnelle du bilan et le tableau de financement, l'équilibre financier et l'identification des risques, formalisation du diagnostic.

Le marketing

1. L'analyse du marché : la notion de marché, la demande du marché, la segmentation du marché
2. L'étude du consommateur : les facteurs explicatifs du comportement, le processus d'achat du consommateur, les modes de réponse du consommateur
3. L'étude de marché : les études qualitatives, les études quantitatives
4. La stratégie marketing

Les Systèmes d'Information

1. Les fondements des systèmes d'information : introduction aux systèmes d'information, les types, leur impact sur les activités des organisations, l'intégration des SI.
2. La conception des bases de données : élaboration d'un model conceptuel et physique de bases de données.

Exercices et étude de cas

Découverte des métiers de l'ingénieur : Journée métiers - carrière

Cette journée est organisée conjointement par la direction des études, l'association amicale des Anciens élèves et des représentants étudiants. Une série de tables rondes dans lesquelles participent de nombreux industriels anciens élèves de l'école présente aux nouveaux étudiants un premier aperçu des différents métiers d'ingénieurs qui leur sont offerts.

Responsable : Alexandra Gigante

TYPE D'EVALUATION

Exercices et études de cas d'entreprise

INFORMATIONS UTILES

PREREQUIS : aucun

LANGUE D'ENSEIGNEMENT : français

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES :

Nécessaires :

1. Fascicule « Repères pour le travail à l'usage des ingénieurs, élèves et débutants » conçu pour le compte de l'ANACT (Association Nationale d'Amélioration des Conditions de Travail) par un réseau pédagogique de l'INRS (Institut National de Recherche et de Sécurité) dont fait partie l'ENSIC.
2. Notes documentaires de l'INRS.
3. Polycopiés pour tous les cours
4. Des études de cas et des vidéos illustrent les éléments méthodologiques d'analyse des risques

CONTRIBUTION DE L'UNITE D'ENSEIGNEMENT A L'ACQUISITION DES COMPETENCES

Les enseignements de cette UE contribuent directement à l'acquisition des compétences n°7, 8, 11, 12

INTITULE DE L'UNITE D'ENSEIGNEMENT : Langues II		OBLIGATOIRE
	CREDITS ECTS 3	S6 TRONC COMMUN

LVA : anglais

OBJECTIFS GENERAUX DE L'UNITE D'ENSEIGNEMENT

- Permettre aux étudiants de devenir plus responsables de leur propre apprentissage
- Développer les compétences langagières pour atteindre/maintenir le niveau B1/B2/C1/C2 (cfr : Descriptif CTI 2010, ou CECRL)
- Développer les 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
  - Aspects du développement durable traités en projet selon les objectifs et choix des étudiants. (Décrire les concepts de limites planétaires, de biodiversité, de services éco-systémiques, d'objectifs sociétaux (ODD), Illustrer les principes et apports de la démarche scientifique.)

OBJECTIFS SPECIFIQUES

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

- Identifier leur niveau d'anglais et identifier les besoins pour communiquer en anglais.
- S'auto-évaluer.
- Utiliser des outils pour gérer leur projet personnel.
- Comprendre le contenu essentiel de sujets concrets ou abstraits dans un texte complexe.
- Communiquer avec un degré de spontanéité et d'aisance.
- S'exprimer de façon claire et détaillée sur une grande gamme de sujets.
- Décrire les différentes phases d'un procédé, processus scientifique en génie chimique- en utilisant vocabulaire et syntaxe adéquats.
- Faire un entretien d'embauche téléphonique

CONTENU ET METHODES D'ENSEIGNEMENT

- Analyser et évaluer leur propre niveau d'anglais à l'entrée de l'ENSIC (B1/B2/C1/C2) et leurs compétences en anglais dans la vie courante et la vie professionnelle.
- Définir leurs besoins pour améliorer leur niveau d'anglais et développer leurs compétences générales et professionnelles en anglais.
- Travailler en binôme/équipe sur leurs objectifs, rechercher les documents adéquats adaptés et analyser les résultats atteints.
- Utiliser un outil pour encadrer leur travail.
- Langage fonctionnel pour décrire les différentes phases d'un processus ou un système en génie chimique.
- Téléphone : Etude et acquisition du langage spécifique utilisé lors de conversations téléphoniques, entraînement à l'utilisation du téléphone ; - Jeux de rôles et simulations d'entretiens d'embauches. Simulations enregistrées de conversations, décryptage et analyse

TYPE D'EVALUATION

- Validation (note entre 3-5) : 1) Présentation orale de projet personnel et appréciation de l'enseignant 2) simulation téléphonique.
- Test de niveau : compréhension orale, compréhension écrite.

- Rattrapage : Test de niveau (CO,CE) ou un travail personnel ou une simulation téléphonique.

INFORMATIONS UTILES

PREREQUIS : Niveau B2 minimum anglais (cfr : Descriptif CTI 2010, ou CECRL)
LANGUE D'ENSEIGNEMENT : anglais
REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES :
Nécessaires :

LVB

OBJECTIFS GENERAUX DE L'UNITE D'ENSEIGNEMENT

- Consolider le niveau A2 // B1 (groupes faibles), atteindre B2 (groupes forts) (cfr : Descriptif CTI 2010, ou CECRL)
- Développer les compétences professionnelles.

OBJECTIFS SPECIFIQUES

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

- Comprendre et restituer tout document écrit et audio/vidéo portant sur divers domaines : vie sociale, culturelle, économique, scientifique et professionnelle
- Rédiger des résumés, des notes succinctes
- Interagir oralement en groupe, sous-groupe, ou binôme (restitution, échanges, débats, opinions, analyse), présenter un exposé PowerPoint
- S'exprimer sur des sujets complexes ou de la vie courante de façon claire et bien structurée, émettre un avis sur un problème, utiliser la langue de façon efficace et souple dans la vie académique et sociale
- Décrire les différentes phases d'un procédé, processus scientifique en utilisant le vocabulaire et la syntaxe adéquats (selon niveau du groupe)

CONTENU ET METHODES D'ENSEIGNEMENT

- Utilisation divers documents - écrits, vidéos, audios, sites internet avec entrainement à l'oral par le biais de « pair work », discussions, jeux-de rôles, simulations, portant sur divers domaines : vie sociale, culturelle, économique, scientifique.

TYPE D'EVALUATION

- *Validation : validation des compétences acquises : divers tests et contrôle continu (oral, écrit)*
- *Tests de niveau : compréhension orale et écrite.*
- Rattrapage : Test oral et écrit ou Tests de niveau

INFORMATIONS UTILES

PREREQUIS : niveau minimum : A1 (en LVB) (cfr : Descriptif CTI 2010, ou CECRL)
LANGUES D'ENSEIGNEMENT : allemand / espagnol / français / italien / portugais
REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES :
Nécessaires :

CONTRIBUTION DE L'UNITE D'ENSEIGNEMENT A L'ACQUISITION DES COMPETENCES

Les enseignements de cette UE contribuent directement à l'acquisition de la compétence n°13

Les enseignements de cette UE contribuent indirectement (en tant que ressources) à la compétence n°10

INTITULE DE L'UNITE D'ENSEIGNEMENT : Conférences Industrie, Environnement & Société I		OBLIGATOIRE
	CREDITS ECTS 1	S6 TRONC COMMUN

OBJECTIFS GENERAUX DE L'UNITE D'ENSEIGNEMENT

Découvrir et échanger avec des professionnels externes (académiques ou industriels) :

- De certains enjeux socio-environnementaux
- Des différents domaines industriels liés à l'ENSIC.

OBJECTIFS SPECIFIQUES

A la fin du module, l'étudiant devrait être capable de :

- Identifier certains sujets socio-environnementaux
- Appréhender la diversité du monde industriel
- Visualiser l'implication de l'ingénieur dans le monde socio-économique
- Orienter son parcours académique en conséquence

CONTENU ET METHODES D'ENSEIGNEMENT

La formation s'appuie sur :

- Un atelier de réflexion de 3h sur certaines questions socio-environnementales avec animation en petits groupes sous forme de métaplan, puis restitution en amphi
- 12h de conférences obligatoires de professionnels sur les sujets socio-environnementaux. Par exemple :
    - Anthropocène & Limites planétaires
    - Enjeux sociaux & Objectifs de Développement Durable
    - Approvisionnement énergétique
    - Changement climatique : Conséquences, Atténuation & Adaptation
    - Ressources en Eau (eau potable, transport fluvial, eaux de procédés, traitement)
    - Responsabilité Sociétale de l'Entreprise
- 6h de conférences industrielles à choisir parmi différents secteurs (par exemple : Energie, Santé, Chimie, Sécurité, Cosmétique, Traitement des déchets…).

TYPE D'EVALUATION

Présence obligatoire. Projet sur table en cas de rattrapage.

INFORMATIONS UTILES

PREREQUIS : aucun
LANGUE D'ENSEIGNEMENT : français
REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES : aucune

CONTRIBUTION DE L'UNITE D'ENSEIGNEMENT A L'ACQUISITION DES COMPETENCES

Les enseignements de cette UE contribuent directement à l'acquisition des compétences n°9, 14

Les enseignements de cette UE contribuent indirectement (en tant que ressources) à la compétence n°10

BILAN DU SEMESTRE 6

I2C FISE Semestre 6		CONNAISSANCES SCIENTIFIQUES ET TECHNIQUES ET MAITRISE DE LEUR MISE EN ŒUVRE																													
		COMPETENCE 1					COMPETENCE 2					COMPETENCE 3					COMPETENCE 4					COMPETENCE 5					COMPETENCE 6				
Libellé UE	ECTS	a	b	c	d	e	a	b	c	d	e	a	b	c	d	e	a	b	c	d	e	a	b	c	d	e	a	b	c	d	e
Chimie minérale	5			x				x						i				i						x				x			
Chimie et génie analytique	5			x				x						x										x			i				
Systèmes réactifs et procédés II	4							x											x												
Sysèmes réactifs et informatique	4								x					x				x													
Phénomènes de transfert II	5				x				x					i						x											
Management et économie II	3																														
Langues II	3																														
nférences industrie, environnement et sociét	1																														
Activités associatives																															
Mentorat																															

I2C FISE Semestre 6		L'ADAPTATION AUX EXIGENCES PROPRES DE L'ENTREPRISE ET DE LA SOCIÉTÉ																			
		COMPETENCE 7					COMPETENCE 8					COMPETENCE 9					COMPETENCE 10				
Libellé UE	ECTS	a	b	c	d	e	a	b	c	d	e	a	b	c	d	e	a	b	c	d	e
Chimie minérale	5								x												
Chimie et génie analytique	5								x												
Systèmes réactifs et procédés II	4													i							
Sysèmes réactifs et informatique	4																				
Phénomènes de transfert II	5								x					i							
Management et économie II	3		x						x												
Langues II	3																		i		
nférences industrie, environnement et sociét	1													x				i			
Activités associatives																		x			
Mentorat																					

I2C FISE Semestre 6		LA PRISE EN COMPTE DE LA DIMENSION ORGANISATIONNELLE, PERSONNELLE ET CULTURELLE																			
		COMPETENCE 11					COMPETENCE 12					COMPETENCE 13					COMPETENCE 14				
Libellé UE	ECTS	a	b	c	d	e	a	b	c	d	e	a	b	c	d	e	a	b	c	d	e
Chimie minérale	5		x											x							
Chimie et génie analytique	5		x											x							
Systèmes réactifs et procédés II	4																				
Sysèmes réactifs et informatique	4		x																		
Phénomènes de transfert II	5		x											x					i		
Management et économie II	3			x					x												
Langues II	3												x	x							
nférences industrie, environnement et sociét	1																		x		
Activités associatives								x													
Mentorat																		x			

ENSEIGNEMENTS DU SEMESTRE 7

Correspondant pédagogique : Rainier HREIZ

ORGANISATION GENERALE

Intitulé de l'unité d'enseignement et de ses éléments constitutifs	*Responsable*	*H*	*CM*	*TD*	*TP*	*P*	*C*	*Ex*	*ECTS*
Chimie des polymères	Anne JONQUIERES	52	13,5	8	29			1,5	3
Chimie des polymères	Anne JONQUIERES		13,5	8				1,5	
TP Chimie des polymères	Carole ARNAL-HERAULT				29			0	
Procédés industriels et développement durable	Alain DURAND	103	43	27,5	24		3	5,5	7
Sécurité	Olivier DUFAUD		14,5	10				2	
Conception de procédés industriels	Laurence MUHR		19,5	12			3	2	
Génie des procédés de polymérisation	Alain DURAND		9	5,5				1,5	
TP Systèmes réactifs et procédés III	Yann LE BRECH				24				
Phénomènes de transfert III	Sabine RODE	56	11,5	17,5	24			3	3
Opérations unitaires fluide-solide	Sabine RODE		7	13				2	
Agitation	Cécile LEMAITRE		4,5	4,5				1	
TP Phénomènes de transfert III	Yann LE BRECH				24				
Procédés de séparation thermique	Guillain MAUVIEL	80	22,5	28,5	24			5	5
Thermodynamique des équilibres entre phases	Romain PRIVAT		13	8				2	
Distillation binaire	Guillain MAUVIEL		5,5	9,5				1,5	
Air humide et séchage	Guillain MAUVIEL		4	11				1,5	
TP Procédés de séparation thermique	Yann LE BRECH				24				
Process systems engineering	Abderrazak LATIFI	68	19,5	42,5				6	5
CPAO	Abderrazak LATIFI		1,5	18				2	
Optimisation	Abderrazak LATIFI		6	9,5				1,5	
Dynamique des systèmes et commande	Jean-Marc COMMENGE		12	15				2,5	
Management et économie III	Véra IVANAJ	24	8	8			8		2
Management du changement	Véra IVANAJ		6	6			8		
Curriculum vitae et lettre de motivation	Halima ALEM MARCHAND		2	2					
Langues III	E. KASMAREK/M. ADRIAN	40		40					3
Anglais	E. KASMAREK/M. ADRIAN			20					
LVB	E. KASMAREK/M. ADRIAN			20					
Options		12							1
Conférences Industrie, Environnement & Société II	Guillain MAUVIEL	16					16		1
Conférences industrielles	Guillain MAUVIEL						16		
TOTAL		**451**							**30**

Options

Intitulé de l'option	*Responsable*	*H*	*CM*	*TD*	*TP*	*P*	*C*	*Ex*	*ECTS*
Ingénierie des médicaments	Axelle ARRAULT	12	5	6				1	1
Génie photophysique et photochimique	Céline FROCHOT	12	5	6				1	1
Petite histoire des sciences	Arnaud FISCHER	12	5	6				1	1
Gestion financière et budgétaire	Valérie HENRY	12	5	6		3		1	1
Microfluidique	Thibault ROQUES CARMES	12	5	6				1	1
Biopolymères et polymères biodégradables	Anne JONQUIERES	12	9,5				1,5	1	1

IA pour le génie des procédés – Premier contact	Dimitrios MEIMAROGLOU	12	5	6				1	1
Procédés hydrométallurgiques	Marie LE PAGE MOSTEFA	12	5	6				1	1
La transition énergétique et industrielle	Guillain MAUVIEL	12	5	7				0	1

INTITULE DE L'UNITE D'ENSEIGNEMENT : Chimie des polymères		OBLIGATOIRE
	CREDITS ECTS 3	S7 TRONC COMMUN

OBJECTIFS GENERAUX DE L'UNITE D'ENSEIGNEMENT

Le module de chimie des polymères vise à :

- Introduire les notions de base sur les polymères
- Présenter les différents types de polymérisation et leurs principales caractéristiques
- Décrire les cinétiques de polymérisation et le calcul des masses molaires obtenues

OBJECTIFS SPECIFIQUES

A l'issue du module de chimie des polymères, l'étudiant devrait être capable de :

- Comprendre la spécificité des macromolécules et leurs grandes caractéristiques
- Choisir le type de polymérisation à mettre en œuvre pour atteindre un objectif donné
- Identifier les avantages et les limites de chaque type de polymérisation
- Réaliser les calculs cinétiques et de masses molaires qui sont des prérequis au dimensionnement des réacteurs de polymérisation
- Savoir réaliser des polymérisations simples et connaître les procédés de polymérisation les plus courants

CONTENU ET METHODES D'ENSEIGNEMENT

Le cours de chimie des polymères sera structuré en 4 chapitres :

Chapitre 1. Généralités sur les polymères
Chapitre 2. La polymérisation radicalaire
Chapitre 3. Les polymérisations ioniques et par coordination-insertion
Chapitre 4. Les polymérisations par étapes

Il comportera 9 séances de cours magistraux, le polycopié de cours correspondant aux diapositives présentées. Les cours magistraux permettront un approfondissement des étudiants sur la base de ces diapositives, d'exemples concrets, et de questions ouvertes avec l'assistance. A l'issue de chaque chapitre, un questionnaire non noté sera proposé aux étudiants et fera l'objet d'une correction immédiate afin de leur permettre une auto-évaluation des acquis fondamentaux du cours.

Les cours magistraux serviront de base pour des TDs qui seront réalisés par pédagogie active impliquant la résolution de problèmes par équipe d'élèves. La première séance de TD sera de 2h et permettra d'introduire la pédagogie active utilisée, et 4 séances de TD de 1h30 qui seront réparties selon l'avancement du cours. Les séances de TD devront être préparées par les étudiants qui devront avoir acquis les principales notions du cours correspondant. Les 4 premières séances de TD comporteront des exercices sur les différents chapitres à résoudre avec l'enseignant. La cinquième séance de TD permettra de renforcer l'acquisition des connaissances par une séance d'exercices, ciblée sur les polymérisations par étapes, sujet plus difficile à appréhender par les étudiants, avant le contrôle final de 1h30.

29h de TP réparties en 4 journées viendront compléter la formation en chimie des polymères en permettant aux étudiants de se confronter des problématiques de terrain en rapport avec les procédés de polymérisation. Les enseignements pratiques cibleront les différentes méthodes de polymérisation et leurs spécificités (polymérisation en émulsion, polymérisation en suspension, polymérisation par étapes…), et les techniques les plus courantes de caractérisation des polymères, notamment de leurs masses molaires.

TYPE D'EVALUATION

- Un contrôle final écrit d'1h30 correspondant à l'enseignement magistral et de TD, comptant pour 2/3 de la note finale

- Une évaluation multi-compétences des TP sur la base de de grilles d'évaluation de compétences portant sur le travail en laboratoire, les calculs réalisés et les aspects fondamentaux associés et impliquant notamment des QCMs individuels en fin de séance, la note globale affectée à l'évaluation des TP comptant pour 1/3 de la note finale.

INFORMATIONS UTILES

PREREQUIS : connaissances élémentaires de chimie organique.
LANGUE D'ENSEIGNEMENT : français
REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES :
Nécessaires :
Aucune, les polycopiés de cours, TD et TP étant les seuls documents nécessaires au suivi de l'UE de Chimie des polymères.
Conseillées :

1. Chimie et physico-chimie des polymères, 2ème édition, Michel Fontanille et Yves Gnanou, Editeur Dunod, 2010.
2. Chimie des polymères : synthèses, réactions, dégradations, 13ème Volume du Traité des Matériaux, Jean-Pierre Mercier et Ernest Maréchal, Editeur Presses polytechniques et universitaires romandes, 1993.
3. Principles of Polymer Chemistry, G. Odian, 3ème edition, John Wiley and Sons, 1991.

CONTRIBUTION DE L'UNITE D'ENSEIGNEMENT A L'ACQUISITION DES COMPETENCES

Les enseignements de cette UE contribuent directement à l'acquisition des compétences n°1, 4, 5, 8, 11 et 13

INTITULE DE L'UNITE D'ENSEIGNEMENT : Procédés industriels et développement durable		OBLIGATOIRE
	CREDITS ECTS 7	S7 TRONC COMMUN

OBJECTIFS GENERAUX DE L'UNITE D'ENSEIGNEMENT

Cette unité d'enseignement vise à :

- Acquérir une méthodologie d'analyse et de conception pluridisciplinaire des procédés industriels de transformation de la matière avec une approche intégrée prenant en compte les aspects environnementaux et sécuritaires.
- Compléter les bases acquises en génie de la réaction chimique par le génie des procédés de polymérisation intégrant le lien entre structure des polymères, procédé et propriétés d'application.
- Aborder de façon expérimentale le fonctionnement et les caractéristiques des réacteurs homogènes et hétérogènes.
- Présenter les conditions de travail, les risques chimiques, les réglementations en matière de santé au travail et de sécurité des procédés.
- Présenter des principaux risques liés aux procédés industriels (feux, explosions, emballement thermiques, dispersion atmosphérique).
- Introduire les bases et principes fondamentaux du développement durable.

OBJECTIFS SPECIFIQUES

A l'issue de cette unité d'enseignement, l'étudiant devra être capable de :

- Concevoir un procédé industriel complexe dans sa globalité en incluant tous les types d'opérations unitaires (réaction, séparation, compression…) et en intégrant ab initio les contraintes liées à l'environnement et la sécurité.
- Choisir des procédés pour le traitement des effluents.
- Mobiliser les connaissances abordées dans différentes disciplines pour effectuer une analyse basée sur un raisonnement physique et préparer le dimensionnement de chacune des opérations unitaires ainsi définies.
- Choisir un type de réacteur et sélectionner un procédé de polymérisation pour réaliser une réaction de polymérisation particulière.
- Choisir les paramètres de fonctionnement d'un réacteur de polymérisation en considérant les performances en rendement, productivité et coût d'une part et les caractéristiques des macromolécules en lien avec les propriétés recherchées d'autre part.
- Décrire de façon concrète et expérimentale les concepts liés au fonctionnement de réacteurs chimiques.
- Connaître les dispositions à prendre aux différents stades de la conception et lors du fonctionnement d'un procédé afin de le rendre plus propre, plus sobre et plus sûr.
- Connaître et savoir appliquer les principales méthodologies/méthodes d'analyse de risques.
- Participer à la réalisation d'une étude de dangers et comprendre les enjeux d'une étude d'impact.

CONTENU ET METHODES D'ENSEIGNEMENT

EC 1. Grands procédés industriels (35,5 h présentiel)

Partie I : Procédés de la chimie minérale
Partie II : Raffinage et pétrochimie
Partie III : Le cycle du combustible nucléaire

La gestion de l'eau et le traitement des effluents gazeux seront intégrés au cours de l'étude de ces procédés.

EC 2. Génie des procédés de polymérisation (15 h présentiel)

Partie I : Introduction : relation structure – procédé – propriétés
Partie II : Différents procédés de polymérisation
Partie III : Conception et éléments de modélisation des réacteurs d'homopolymérisation radicalaire

EC 3. Sécurité et développement durable (24 h présentiel)

La partie « sécurité » a pour but d'enseigner l'ensemble des dispositions à prendre à tous les stades de la conception (sécurité intrinsèque), de la construction, de l'exploitation et de l'arrêt d'un procédé dans le domaine de la prévention et de la protection des risques. Ces dispositions sont étudiées au travers des :

- différentes législations existantes (ICPE, Seveso 3, IED…),
- méthodologies utilisables (principe de sécurité intrinsèque, APR, méthode HAZOP...)
- connaissances de bases associées (feux, explosions de gaz et de vapeurs, BLEVE, Boilover, explosions de poussières, dispersion atmosphérique, emballement thermique, etc.)

La partie traitant du « développement durable» a pour but d'enseigner les bases et principes fondamentaux allant de l'Analyse du Cycle de Vie et du Management des Produits et Procédés durant ce même cycle de vie.

EC 4. Systèmes réactifs et procédés (24 h présentiel)

Cristallisation : bilan de population, modèle du cristallisoir ou mesure du coefficient de transfert de matière gaz-liquide en présence d'une réaction chimique (8h) ; estimation et détermination expérimentale de la distribution des temps de séjour dans différents types de réacteur (4h) ; étude de réacteurs catalytiques hétérogènes (8h) ; dynamique des systèmes (4h) ; filtration : filtration sur filtre presse, résistance du gâteau et de la toile (4h). Absorption avec et sans réaction chimique : absorption du CO2 dans des acides aminés, absorption de l'oxygène dans l'eau (8h).

Méthodes d'enseignement

EC 1. est réalisé sous forme de cours, de travaux dirigés, de conférence (1 conférence réalisée par un industriel) et d'études de cas (4 séances réalisées sous forme de résolution par problème).
EC 2. est dispensé sous forme de cours et de travaux dirigés. Les séances de TD sont organisées par quart de promotion.
EC 3. est dispensé sous forme de cours succincts (1 h) et de travaux dirigés longs (2h). Les séances de TD sont organisées par quart de promotion et suivant un fil conducteur qui est l'étude de dangers d'un site industriel.
EC 4. est dispensé sous forme de travaux pratiques. Les concepts théoriques qui s'y rattachent sont présentés sous forme de cours et TD aux semestres 5 et 6 dans les modules « Systèmes réactifs et procédés I et II ».

TYPE D'EVALUATION

- Contrôle écrit de 3h portant sur EC 1 et EC 2. L'évaluation mise en œuvre portera sur des questions transversales à plusieurs procédés industriels abordés (sans documents) ainsi que sur l'analyse d'un procédé de polymérisation particulier (avec documents).
- Contrôle écrit d'1h30 pour EC 3 couplé à un projet en groupe portant sur une partie d'étude de dangers
- Rédaction de rapports de manipulations de travaux pratiques pour EC 4.
- L'évaluation finale du module est établie à partir des évaluations intermédiaires des quatre parties, en utilisant une pondération basée sur les nombres d'heures de travail par élève (travail en présentiel + travail personnel).
- Une session de rattrapage unique sera proposée par semestre.

INFORMATIONS UTILES

PREREQUIS : Unités d'enseignement « Systèmes réactifs et procédés I et II », « Chimie macromoléculaire », « Thermodynamique et énergétique ».
LANGUE D'ENSEIGNEMENT : français
REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES :
Nécessaires :

1. Laurent A. (2011). Sécurité des Procédés Chimiques - connaissances de base et méthodes d'analyse de risques, Tec&Doc Lavoisier, 2ème édition, Paris.

Conseillées :

1. Crawley F., Preston M. and Tyler B. (2000). HAZOP: guide to best practice: guidelines to best practice for the process and chemical industries, Institution of chemical engineers.
2. Degrémont, Memento Technique de l'eau, Lavoisier, Paris, 2005, 10ème édition.
3. Di Nenno P.J. et al. (1995). SFPE handbook of fire protection engineering, 2nd edition, National Fire Protection Association Society of Fire Protection Engineers.
4. Eckhoff R.K. (2005). Explosion hazards in the process industries, Gulf Publishing Company, Houston.

5. IChemE (1988). Preventing major chemical and related process accidents, Symposium series - Rugby, UK: Institution of Chemical Engineers.
6. Mannan S. et Lees F.P. (2005). Lees loss prevention in the process industries, Elsevier.
7. Mortureux Y., Analyse Préliminaire de risques, Techniques de l'Ingénieur, SE 4010
8. Génie de la Réaction Chimique, J. Villermaux, Tec et Doc, Lavoisier, 1993.
9. Cinétique et Catalyse, G. Scacchi, M. Bouchy, JF. Foucault, O. Zahraa, Lavoisier, Tec et Doc, 1996.
10. Durand A., Hoppe S., Meimaroglou D., Serra C., Rachet R., Wilson J., Réacteurs homogènes de polymérisation radicalaire, Techniques de l'Ingénieur, AF 6046.

CONTRIBUTION DE L'UNITE D'ENSEIGNEMENT A L'ACQUISITION DES COMPETENCES

Les enseignements de cette UE contribuent directement à l'acquisition des compétences n°2, 4, 7, 8, 11 et 13

Les enseignements de cette UE contribuent indirectement (en tant que ressources) aux compétences n°3, 9

INTITULE DE L'UNITE D'ENSEIGNEMENT : Phénomènes de transfert III		OBLIGATOIRE
	CREDITS ECTS 3	S7 TRONC COMMUN

OBJECTIFS GENERAUX DE L'UNITE D'ENSEIGNEMENT

Le module Phénomènes de transfert III vise à :

- Acquérir des connaissances de base dans la description des écoulements polyphasiques fluide solide : lits fixes et lits fluidisés
- Acquérir des connaissances de base dans les séparations mécaniques fluide-solide
- Acquérir des connaissances de base en agitation
- Rendre l'étudiant apte à dimensionner les installations associées aux différentes opérations unitaires précitées

OBJECTIFS SPECIFIQUES

A la fin de l'étude de chacun des thèmes traités l'étudiant devra être capable de :

- Estimer les caractéristiques hydrodynamiques et de transfert d'un écoulement dans un lit fixe et dans un lit fluidisé
- Choisir un mobile d'agitation et dimensionner une cuve agitée mécaniquement pour une tâche donnée
- Choisir et dimensionner des appareillages de séparation mécanique : décanteur, filtre, centrifugeuse

CONTENU ET METHODES D'ENSEIGNEMENT

Cours et Travaux Dirigés (32h)

Ecoulement en lit fixe et fluidisation

3 séances de cours (1h) – 3 séances de TD (2h) : diamètre de Sauter d'un solide divisé, loi de Darcy et équation d'Ergun ; vitesse minimale de fluidisation et vitesse terminale de chute ; classification des matériaux pulvérulents ; régimes de fluidisation ; similitudes et extrapolation ; procédés industriels ; 1h examen écrit.

Agitation

3 séances de cours (1h30) –3 séances de TD (1h30) : mobiles axiaux et radiaux ; nombre de puissance ; débits de circulation et de pompage ; temps de mélange ; transferts thermiques ; agitateurs pour différentes applications ; 1h examen écrit.

Opérations Unitaires Mécaniques

4 séances de cours (1 de 1h30 3 de 1h) – 3 séances de TD (2h) : séparations liquide-solide et gaz-solide, décantation, filtration sur support et en profondeur, centrifugation, essorage, dépoussiérage.

Travaux Pratiques (24h)

Hydrodynamique colonne à plateaux ou à garnissage : engorgement, primage, pertes de charge (8h) ; fluidisation gaz-solide ou liquide-solide : vitesse minimale de fluidisation, transferts, expansion du lit (8h) ; agitation : courbes de puissance, influence de la géométrie du mobile, agitation gaz-liquide (4h) ; séchage par atomisation : bilans matière et bilans enthalpiques, température humide (4h). Etude d'un réacteur autotherme (4h).

TYPE D'EVALUATION

Comptes-rendus des Travaux Pratiques, examen écrit lits-fixes et fluidisés, agitation séparations mécaniques.

INFORMATIONS UTILES

PREREQUIS : Phénomènes de Transfert I et Phénomènes de Transfert II
LANGUE D'ENSEIGNEMENT : français
REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES :
Nécessaires :
Opération polyphasiques en génie des procédés, hydrodynamique, transferts, réactions, séparations mécaniques. Paris ; éditions Ellipses, 2e éd. 2023
Conseillées :

1. Wallis, G.B. One-dimensional two phase flow. New-York : Mc-Graw Hill, 1969.
2. Perry's Chemical Engineers' Handbook. New York : Mc Graw-Hill, 2007, 8th edition. Ch. 5., Heat and Mass Transfer ; Ch. 6, Fluid and Particle Dynamics ; Ch.18, Liquid-Solid Operations and Equipment.
3. Yang, Wen-Ching, [éd.]. Handbook of fluidization and fluid-particle systems. New-York : Marcel Dekker Inc., 2003.
4. D. Kunii, O. Levenspiel. Fluidization Engineering. [éd.] John Wiley. 2nd ed. New-York : s.n., 1991.
5. W.J. Beek, K.M.K. Mutzall, J.W. van Heuven. Transport Phenomena. 2nd ed. New-York : John Wiley & Sons, LTD, 1999.

CONTRIBUTION DE L'UNITE D'ENSEIGNEMENT A L'ACQUISITION DES COMPETENCES

Les enseignements de cette UE contribuent directement à l'acquisition des compétences n°2, 5, 8, 11 et 13

Les enseignements de cette UE contribuent indirectement (en tant que ressources) à la compétence n°9

INTITULE DE L'UNITE D'ENSEIGNEMENT : Procédés de séparation thermique		OBLIGATOIRE
	CREDITS ECTS 5	S7 TRONC COMMUN

OBJECTIFS GENERAUX DE L'UNITE D'ENSEIGNEMENT

Le module de procédés de séparation thermique vise à :

- Présenter le formalisme permettant de décrire les systèmes multi-constituants en insistant sur la notion de potentiel chimique
- Décrire les diagrammes de phases des systèmes binaires avec phase liquide homogène.
- Présenter les méthodes permettant de dimensionner les opérations de séparation équilibrées, impliquant des transferts de matière et de chaleur couplés : distillation binaire, opérations sur l'air humide, séchage
- Rendre l'étudiant apte à dimensionner les installations associées aux procédés précités

OBJECTIFS SPECIFIQUES

A la fin de l'étude de chacun des thèmes traités les étudiants devront être capables de :

- Calculer un diagramme de phases isotherme ou isobare ainsi que la courbe d'équilibre d'un système binaire quelconque (déviations positives ou négatives à l'idéalité, azéotropie homogène)
- Déterminer les conditions de fonctionnement limite d'une colonne de distillation zéotropique (taux de reflux minimal, nombre de plateaux minimal) et choisir des conditions de fonctionnement optimales de cette colonne
- Dimensionner des colonnes de distillation et des colonnes de refroidissement par contact direct
- Analyser des courbes de séchage et choisir et dimensionner des sécheurs

CONTENU ET METHODES D'ENSEIGNEMENT

Cours et Travaux Dirigés

Thermodynamique des équilibres entre phases

12 h cours, 9h30 de TD : condition d'équilibre entre phases, expressions du potentiel chimique, relations d'équilibre liquide-vapeur, grandeurs de mélange, grandeurs de mélange idéal et grandeurs d'excès, description des diagrammes de phases fluides sous basse pression ; 2 h examen écrit.

Introduction à la distillation

5h30 de cours : Distillation Flash et distillation fractionnée, méthode de McCabe et Thiele, équations de Fenske, Underwood, Gilliland, dimensionnement thermodynamique des colonnes par la méthode MESH et par la méthode NUT, dimensionnement hydrodynamique des colonnes à garnissage et à plateaux ; 9h30 de TD; 1h 30 examen écrit.

Air humide et séchage

4 séances de cours (1h chaque) ; 4 séances de TD (2h chaque) ; 2 séances suivi travail maison (1h30 chaque) : température humide, diagrammes psychrométriques, procédés de refroidissement par contact direct, procédés d'humidification, mécanismes de séchage, courbes caractéristiques de séchage, sécheurs industriels, bilans enthalpiques, performances énergétiques, technologies associées ; 1h30 examen écrit.

Travaux Pratiques (24h)

Extraction liquide-liquide : extraction du bleu de méthylène dans une colonne agitée (8h) ; distillation binaire : travail à reflux total et partiel, séparation eau-éthanol et eau-acide acétique (8h) ; thermodynamique des séparations : enthalpie de mélange, volume d'excès, ébulliométrie (8h).

TYPE D'EVALUATION

Comptes Rendus des Travaux Pratiques, Examen écrit thermodynamique, examen écrit distillation, examen écrit séchage – air humide, travail maison séchage-air-humide

INFORMATIONS UTILES

PREREQUIS : UE Thermodynamique et énergétique et UE Procédés de séparation I
LANGUE D'ENSEIGNEMENT : français
REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES :
Nécessaires :
Séparations thermiques en génie des procédés, distillation, air humide, séchage. Paris ; éditions Ellipses, 2021
Conseillées :

1. W.L. McCabe, J.C. Smith, P.Harriott. Unit Operations of Chemical Engineering. 7. New York : Mc-Fraw-Hill, 2005.
2. Perry's Chemical Engineers' Handbook. New York : Mc Graw-Hill, 2007, 8th edition. Ch.12, Psychrometry, Evaporative Cooling and Solids Drying ; Ch. 13, Distillation ; Ch. 14, Equipment for Distillation, Gas Absorption, Phase Dispersion and Phase Separation.
3. Mujumdar, A.S., [éd.]. Handbook of industrial drying. 3rd. Boca Raton : CRC Press, 2007.
4. Arlabosse, P. Séchage industriel, aspect pratiques. s.l. : Techniques de l'Ingénieur, 2008, Vol. J 2, 455.

CONTRIBUTION DE L'UNITE D'ENSEIGNEMENT A L'ACQUISITION DES COMPETENCES

Les enseignements de cette UE contribuent directement à l'acquisition des compétences n°1, 2, 3, 4, 5, 8, 11 et 13

Les enseignements de cette UE contribuent indirectement (en tant que ressources) à la compétence n°9

INTITULE DE L'UNITE D'ENSEIGNEMENT : Process Systems Engineering (PSE)		OBLIGATOIRE
	CREDITS ECTS 5	S7 TRONC COMMUN

OBJECTIFS GENERAUX DE L'UNITE D'ENSEIGNEMENT

L'objectif de l'UE « Process Systems Engineering » ou PSE est de fournir aux élèves des éléments nécessaires pour la modélisation, la synthèse, l'analyse, la simulation, l'optimisation et la commande des systèmes, dans le but de concevoir et de gérer des procédés complexes et performants. Ces éléments concernent principalement la conception de procédés assistée par ordinateur (ou CPAO), l'optimisation, la dynamique et commande des procédés.

Le cours de CPAO vise à :

- Présenter des généralités sur la simulation et les simulateurs de procédés
- Montrer l'organisation des propriétés physico-chimiques dans les simulateurs
- Expliquer les méthodes de résolution numériques utilisées par les simulateurs
- Utiliser le logiciel de simulation statique PRO/II pour des applications

Le cours d'Optimisation vise à :

- Montrer comment poser un problème qui fait recours à l'optimisation statique
- Décrire les méthodes analytiques pour des problèmes d'optimisation avec contraintes d'égalité et d'inégalité
- Expliquer les principes des méthodes de recherche directe et de gradient. Fournir les algorithmes de résolution

Le cours de Dynamique et Commande des Procédés vise à :

- Faire acquérir la notion de dynamique des systèmes et de Distribution des Temps de Séjour
- Familiariser l'étudiant avec l'automatique de base des systèmes monovariables en temps continu
- Expliquer les techniques de régulation et de poursuite basées sur le PID et des techniques améliorées
- Montrer l'importance et les conséquences dynamiques de la commande sur les procédés

OBJECTIFS SPECIFIQUES

A l'issue du cours de PSE, l'étudiant devrait être capable de :

- Simuler des unités simples et des procédés complexes
- Choisir et dimensionner des unités
- Avoir compris la classification des problèmes d'optimisation
- Savoir poser et résoudre un problème d'optimisation statique avec contraintes
- Optimiser le fonctionnement de procédés
- Connaître et savoir décrire le fonctionnement dynamique de systèmes linéaires
- Etablir des critères de performances de réacteurs réels en se basant sur la notion de DTS
- Maîtriser le vocabulaire et les concepts de l'automatique de base fondée sur la transformée de Laplace
- Etre capable de concevoir une boucle de rétroaction et de régler un régulateur PID
- Connaître des méthodes améliorées par rapport au régulateur PID

CONTENU ET METHODES D'ENSEIGNEMENT

I. CPAO

1. Généralités sur la simulation et les simulateurs de procédés
   1.1. Eléments nécessaires pour la simulation de procédés
   1.2. Logiciels de simulation et leur structure

1.3. Interprétation des résultats de simulation
1.4. Unités fréquemment utilisées en simulation de procédés
2. Propriétés physico-chimiques dans les simulateurs
2.1. Données constantes et données variables avec la température
2.2. Modèles thermodynamiques et leur choix
3. Méthodes de résolution numériques utilisées par les simulateurs
3.1. Méthode de substitution directe
3.2. Méthode de Broyden
3.3. Méthode de Wegstein
4. Applications sur le logiciel de simulation statique PRO/II
4.1. Consultation des différentes banques de données
4.2. Régression de données
4.3. Calcul des équilibres liquide/vapeur
4.4. Trains de compression/turbine
4.5. Réacteurs chimiques
4.6. Colonnes de distillation et d'extraction liquide/liquide
4.7. Intégration thermique
4.8. Analyse exergétique

II. Optimisation

1. Méthodes analytiques d'optimisation
2. Méthodes numériques d'optimisation
3. Programmation linéaire
4. Programmation quadratique et programmation non linéaire

III Dynamique et Commande des Procédés en temps continu

1. Modélisation dynamique des procédés
1.1. Représentation d'état
1.2. Fonctions de transfert
1.3. Analyse fréquentielle
1.4. Diagrammes de Bode
1.5. Caractérisation d'un système par analyse fréquentielle
2. Etude des systèmes linéaires usuels en boucle ouverte
2.1. Systèmes de premier ordre
2.2. Systèmes de deuxième ordre
2.3. Systèmes à retard pur
2.4. Systèmes à paramètres distribués
3. Notion de Dynamique des Systèmes appliquée à la DTS
3.1. Caractérisation et identification de réacteurs idéaux
3.2. Modélisation de systèmes complexes
4. Commande linéaire à contre réaction
4.1. Régulateur PID
4.2. Dynamique des procédés commandés par contre réaction
5. Analyse de stabilité
5.1. Analyse dans l'espace d'état
5.2. Analyse de stabilité des systèmes à rétroaction
5.3. Critère de stabilité de Bode et de Nyquist
6. Synthèse des régulateurs par bouclage
6.1. Choix et réglage des régulateurs PID
6.2. Amélioration des PID
6.3. Commande par modèle interne
7. Amélioration des systèmes de commande
7.1. Compensation du retard pur, de réponse inverse
7.2. Commande en cascade, sélective, partagée, par anticipation ("feedforward")

TYPE D'EVALUATION

CPAO: Examen écrit de 2 heures en salles de calcul
Optimisation: Examen écrit d'une heure et demie
Dynamique : Examen écrit de 1 heure
Commande: Examen écrit de 1 heure 30

INFORMATIONS UTILES

PREREQUIS :
CPAO : Thermodynamique - Génie de la réaction chimique - Opérations unitaires - Méthodes d'analyse numérique et d'optimisation
Optimisation : Méthodes d'analyse numérique. Usage d'une calculatrice programmable
Dynamique et Commande des Procédés : Bilans de matière et d'énergie
LANGUE D'ENSEIGNEMENT :
CPAO : français
Optimisation : français
Dynamique et Commande des Procédés : français
REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES :
Nécessaires :
CPAO : Polycopié du cours
Optimisation : Polycopié du cours
Dynamique des Systèmes : polycopié de cours
Commande des Procédés : Livre « Commande des procédés », Jean-Pierre Corriou, Lavoisier Tec&Doc (2003)
Conseillées :

1. Process flowsheeting (A.W.Westerberg, W.Hutchinson, R.Motard, P.Winter /Cambridge University Press, 1979)
2. Systematic methods of chemical process design (L.T.Biegler, I.E.Grossmann, A.W.Westerburg / Prentice Hall PTR, 1997)
3. Process design principles : synthesis, analysis, and evaluation (W.D. Seider, J.D. Seader, D.R. Lewin /John Wiley & Sons, 1998)
4. Génie de la Réaction Chimique (J. Villermaux, Tec et Doc, Lavoisier, 1993)
5. Méthodes numériques et optimisation (J.P.Corriou, Lavoisier Tec&Doc, 2010)

CONTRIBUTION DE L'UNITE D'ENSEIGNEMENT A L'ACQUISITION DES COMPETENCES

Les enseignements de cette UE contribuent directement à l'acquisition de la compétence n°3

Les enseignements de cette UE contribuent indirectement (en tant que ressources) à la compétence n°4

INTITULE DE L'UNITE D'ENSEIGNEMENT : Management et économie III		OBLIGATOIRE
	CREDITS ECTS 2	S7 TRONC COMMUN

OBJECTIFS GENERAUX DE L'UNITE D'ENSEIGNEMENT

L'enseignement vise à :

- Comprendre les enjeux et les principaux facteurs influençant la réussite d'un changement organisationnel.
- Identifier et gérer les résistances au changement
- Analyser les lois qui régissent la dynamique et le processus d'un changement

OBJECTIFS SPECIFIQUES

A l'issue du module, l'étudiant devra être capable de :

- Accompagner un projet de changement en utilisant une approche managériale et des outils adéquats
- Structurer un projet de changement en identifiant les principales phases et actions à engager en fonction des problématiques de changement rencontrées
- Prendre en compte la dimension humaine : prendre en compte les valeurs, la culture, les résistances au changement au travers d'une démarche de participation, de communication et de formation/coaching dont l'objectif est de permettre la compréhension et l'acceptation par les individus des "nouvelles règles du jeu" résultant du processus de changement

CONTENU ET METHODES D'ENSEIGNEMENT

Management du changement :
- Les approches de la conduite du changement
- Les méthodes de changement
- Les facteurs de changement
- Les phases du changement
- Les résistances au changement
- Les causes de l'échec au changement
- Les lois dynamiques du changement
- Les lois de la propriété industrielle et la conduite du changement

Etude de cas de changement organisationnel

Connaissance de l'entreprise : Journée entreprise organisée conjointement par les directions des études, des relations industrielles et le service des relations extérieures (voir fiche UE « Management et économie I »). Grâce à cette journée, les étudiants de deuxième année approfondissent leurs connaissances des entreprises des divers secteurs industriels concernés par le recrutement de nos ingénieurs : énergie, pharmacie, bureaux d'étude et d'expertise, chimie des polymères, chimie des grands intermédiaire, chimie de spécialités, éco-environnement et agroalimentaire.

TYPE D'EVALUATION

Etude de cas de changement

INFORMATIONS UTILES

PREREQUIS : aucun
LANGUE D'ENSEIGNEMENT : français
REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES :
Nécessaires :

1. Gérard Dominique CARTON, Éloge du changement, Village Mondial éd., 2ème édition, 2004.

Conseillées :

1. Christophe FAURIE, Conduite et mise en œuvre du changement – l'effet de levier, Maxima éd., 2003.
2. Raymond VAILLANCOURT, Le Temps de l'Incertitude - du changement personnel au changement organisationnel, Presses de l'Université du Québec, 2003.
3. David AUTISSIER & Jean-Michel MOUTOT, Pratiques de la conduite du changement -Comment passer du discours à l'action, Dunod, 2003
4. François DUPUY, Sociologie du changement – Pourquoi et comment changer les organisations, éditions Dunod, 2004.

CONTRIBUTION DE L'UNITE D'ENSEIGNEMENT A L'ACQUISITION DES COMPETENCES

Les enseignements de cette UE contribuent directement à l'acquisition des compétences n°6, 11, 12, 14

INTITULE DE L'UNITE D'ENSEIGNEMENT : Langues III		OBLIGATOIRE
	CREDITS ECTS 3	S7 TRONC COMMUN

LVA : Anglais

OBJECTIFS GENERAUX DE L'UNITE D'ENSEIGNEMENT

- Permettre aux étudiants de devenir plus responsables de leur propre apprentissage
- Préparation au test TOEIC/TOEFL/IELTS. Développer des connaissances et compétences linguistiques pour obtenir un niveau minimum B2. (C1 : TOEIC 945+, TOEFL 95/120, IELTS 7)
- 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.
- Examiner les besoins et les enjeux de la société dans le cadre de la transition socio-écologique. Analyser les causes et conséquences du Changement Climatique et de l'effondrement de la biodiversité. Etablir le lien entre les sciences & technologies et une Société durable. Agir en tant qu'Ingénieur citoyen & scientifique à travers la langue anglaise.

OBJECTIFS SPECIFIQUES

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

- Identifier leur niveau d'anglais et identifier les besoins pour attendre un niveau minimum B2
- Travailler en binôme/équipe sur leurs objectifs et analyser les résultats atteints
- Utiliser un outil pour encadrer leur travail
- Comprendre le contenu essentiel de sujets concrets ou abstraits dans un texte complexe
- Communiquer avec un degré de spontanéité et d'aisance.
- S'exprimer de façon claire et détaillée sur une grande gamme de sujets.
- En option Module Conduite de réunion : animer une réunion, faire un compte rendu et utiliser le langage spécifique des réunions

CONTENU ET METHODES D'ENSEIGNEMENT

- Définir leurs besoins pour améliorer leur niveau d'anglais et développer leurs compétences générales et professionnelles en anglais.
- Travailler en binôme/équipe pour la préparation/entraînement aux tests TOEIC/TOEFL /IELTS et s'auto-évaluer.
- Créer des activités et exercices d'application pour apprendre et mémoriser le vocabulaire, la grammaire et les expressions.
- En option Module Conduite de réunion :
- Qualité de la communication: analyser la participation dans une réunion, étudier le langage spécifique des réunions (l'ordre du jour, langage fonctionnel), faire un compte rendu, simulations, études de cas.
- Rédiger un rapport de travail.

TYPE D'EVALUATION

- Validation (note entre 3-5) : Rapport de projet personnel et appréciation de l'enseignant, conduite de réunion.
- Test blanc TOEIC.
- Rattrapage : Test blanc TOEIC, ou un travail personnel.

INFORMATIONS UTILES

PREREQUIS : niveau B1 minimum. (cfr : Descriptif CTI 2010, ou CECRL)

LANGUE D'ENSEIGNEMENT : anglais
REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES : : Preparation For Toeic ,Bruce Rogers

LVB

OBJECTIFS GENERAUX DE L'UNITE D'ENSEIGNEMENT

- Consolider le niveau A2 // B1 (groupes faibles), atteindre B2/C1 (groupes forts) (cfr : Descriptif CTI 2010, ou CECRL)
- Développer les compétences professionnelles.

OBJECTIFS SPECIFIQUES

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

- Comprendre et restituer tout document écrit et audio/vidéo portant sur divers domaines : vie sociale, culturelle, économique, scientifique
- Rédiger, des résumés, des notes succinctes
- Interagir oralement en groupe, sous-groupe, ou binôme (restitution, échanges, débats, opinions, analyse), présenter un exposé PowerPoint
- S'exprimer sur des sujets complexes ou de la vie courante de façon claire et bien structurée, émettre un avis sur un problème, utiliser la langue de façon efficace et souple dans la vie académique et sociale,
- Comprendre une discussion dans son domaine professionnel, comprendre le contenu de sujets concrets ou abstraits - dans un texte, un programme audio et/ou vidéo - utilisant une langue « standard »,
- Ecrire les différentes phases d'un procédé, processus scientifique en utilisant le vocabulaire et syntaxe adéquats *(selon niveau du groupe)*
- Restituer dans ses grandes lignes tout document écrit et oral « authentiques » portant sur divers domaines : vie sociale, culturelle, professionnelle.

CONTENU ET METHODES D'ENSEIGNEMENT

- Compréhension orale : Divers documents audio et vidéo authentiques, sites internet, chaînes d'informations.
- Compréhension écrite : résumés, articles de presse, extraits d'articles scientifiques, exercices de grammaire, de vocabulaire.
- Expression orale : restitution, débats, jeux de rôles, échanges, points de vue en utilisant des documents audio/vidéo et écrits comme sources, description des différentes phases d'un procédé, processus scientifique, présentations.
- Expression écrite : résumés, rapports, emails, essais.

TYPE D'EVALUATION

- Validation : validation des compétences acquises : Tests de contrôle continu (oral et écrit)
- Rattrapage : Test oral et écrit

INFORMATIONS UTILES

PREREQUIS : niveau B1 minimum. (cfr : Descriptif CTI 2010, ou CECRL)
LANGUE D'ENSEIGNEMENT : allemand / espagnol / français / italien / portugais
REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES :

CONTRIBUTION DE L'UNITE D'ENSEIGNEMENT A L'ACQUISITION DES COMPETENCES

Les enseignements de cette UE contribuent directement à l'acquisition de la compétence n°13

INTITULE DE L'UNITE D'ENSEIGNEMENT : Ingénierie des médicaments		OPTIONNEL
	CREDITS ECTS 1	S7

OBJECTIFS GENERAUX DE L'UNITE D'ENSEIGNEMENT

Un principe actif est une molécule ou biomolécule qui, dans un médicament, possède un effet thérapeutique. Cette substance peut être de différentes natures et se trouve généralement en très faible proportion dans le médicament par rapport aux excipients.
Au cours des dernières années, de nouvelles techniques de synthèse de ces principes actifs ont vu le jour. L'unité d'enseignement optionnelle présentera le principe de l'ingénierie des médicaments.

OBJECTIFS SPECIFIQUES

A l'issue de cette option, l'élève sera en mesure de comprendre et de maîtriser des techniques classiques mais également des techniques émergentes permettant l'élaboration de biomolécules et de principes actifs utilisés en recherche et développement dans l'industrie pharmaceutique.

Il pourra aussi comprendre l'intérêt de développer certaines familles de molécules et de pouvoir choisir la technique de synthèse optimale pour la production de certaines familles de biomolécules.

CONTENU ET METHODES D'ENSEIGNEMENT

Le contenu sera le suivant :

- Stratégies de synthèse : totale, par fragments, synthèse classique, combinatoire, supportée, …
- Applications à la synthèse de biomolécules (principes actifs) de type peptides, sucres, hétérocycles à visée thérapeutique.
- Techniques émergentes de synthèse, suivi en ligne.

La formation s'appuiera sur deux séances de cours et un microprojet réalisé en petit groupe :

- Cours de présentation des différentes techniques de synthèse par catégorie
- Cours de présentation des différentes familles de biomolécules et de certaines de leurs propriétés pharmaceutiques
- Microprojet avec rédaction d'une fiche technique : un petit groupe d'élèves choisira une des techniques présentées qu'il développera en fin de session lors d'un exposé oral ; il résumera également son travail sous forme d'une fiche technique afin de la diffuser en tant que support à l'ensemble du groupe.

TYPE D'EVALUATION

Soutenance orale et rédaction d'une fiche technique
Rattrapage : examen écrit

INFORMATIONS UTILES :

PREREQUIS :
LANGUE D'ENSEIGNEMENT : français
REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES :

INTITULE DE L'UNITE D'ENSEIGNEMENT : Génie photophysique et photochimique		OPTIONNEL
	CREDITS ECTS 1	S7

OBJECTIFS GENERAUX DE L'UNITE D'ENSEIGNEMENT

La lumière dispose de possibilités de résolution spectrale, temporelle et spatiale. Ces qualités peuvent être exploitées pour des applications spécifiques en spectroscopies, biologie, synthèse ou pour des « nouvelles énergies ». L'objectif de ce cours est de présenter les concepts du domaine et d'examiner comment ils s'intègrent dans le développement d'applications (sans oublier les limites).

OBJECTIFS SPECIFIQUES :

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

- Comprendre les mécanismes mis en cause dans les procédés photophysiques et photochimiques
- Aborder l'usage de la photophysique comme méthode spectroscopique pour l'analyse chimique, biologique…
- Aborder des applications industrielles en photochimie sur de nouvelles énergies
- Illustrer le domaine comme sciences d'interface ouverte à l'interdisciplinarité

CONTENU ET METHODES D'ENSEIGNEMENT :

La formation s'appuie sur des séances de cours et un microprojet.
Le microprojet consiste à analyser une application de la photophysique ou de la photochimie.
Des intervenants extérieurs sont sollicités pour transmettre leur expérience aux élèves-ingénieurs.

TYPE D'EVALUATION :

- Elaboration d'un microprojet sur le thème de la photophysique ou du génie photochimique
- Examen final sur une partie du cours (1h30)
- Rattrapage : examen écrit

INFORMATIONS UTILES :

PREREQUIS : *aucun*
LANGUE D'ENSEIGNEMENT : français
REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES :

CONTRIBUTION DE L'OPTION A L'ACQUISITION DES COMPETENCES

Les enseignements de cette option contribuent directement à l'acquisition de la compétence n°4

INTITULE DE L'UNITE D'ENSEIGNEMENT : Petite histoire des sciences		OPTIONNEL
	CREDITS ECTS 1	S7

OBJECTIFS GENERAUX DE L'UNITE D'ENSEIGNEMENT

Rarement évoquée dans les parcours post-baccalauréat, l'histoire des sciences et des techniques rend pourtant les théories nettement moins arides et donne un visage plus sympathique aux savants qui, à leur manière, vivent encore à nos côtés dans chacun de nos gestes quotidiens. L'objectif de cette option est de donner un aperçu global de l'histoire du développement de quelques-unes des grandes disciplines scientifiques des origines à nos jours.

OBJECTIFS SPECIFIQUES

A l'issue de ce module, l'élève-ingénieur devrait être capable de situer les articulations chronologiques des théories et des applications pratiques relatives aux différents domaines envisagés parmi lesquels figureront chimie, mathématiques, mécanique et astronomie, lumière et couleurs, chaleur et énergie ainsi qu'électricité et magnétisme.

CONTENU ET METHODES D'ENSEIGNEMENT

Le contenu de l'enseignement s'organisera autour d'une présentation chronologique et illustrée de l'évolution des idées et des techniques dans chaque domaine considéré, certaines parties du programme donnant lieu à divers gros plans. Quelques études de textes très ponctuelles agrémenteront les séances. Les étudiants se verront offrir la possibilité de découvrir les ouvrages d'époque présents dans les fonds anciens des bibliothèques des Facultés des Sciences et Technologies et de Médecine de Nancy. Une visite facultative du Musée des Arts et Métiers de Paris, institution rassemblant un grand nombre d'objets scientifiques historiques, sera enfin proposée un samedi, permettant ainsi d'évoquer plus concrètement l'histoire des techniques en complément du cours.

TYPE D'EVALUATION

Microprojet :
Exposé en petit groupe (3 ou 4 étudiants) sur un sujet d'histoire des sciences et des techniques au choix au sein d'une liste suggérée par l'enseignant ou proposé spontanément par les étudiants eux-mêmes selon leurs thèmes de prédilection

Rattrapage : examen écrit (1h30)

INFORMATIONS UTILES

PREREQUIS : aucun
LANGUE D'ENSEIGNEMENT : français

CONTRIBUTION DE L'OPTION A L'ACQUISITION DES COMPETENCES

Les enseignements de cette option contribuent directement à l'acquisition de la compétence n°10

INTITULE DE L'UNITE D'ENSEIGNEMENT : Gestion financière et budgétaire		OPTIONNEL
	CREDITS ECTS 1	S7

OBJECTIFS GENERAUX DE L'UNITE D'ENSEIGNEMENT

- Maitriser les acquis théoriques de base en connaissances de l'entreprise
- Définir correctement les notions et concepts de base de l'économie financière, et entrepreneuriale.
- Recueillir et traiter des informations en fonction d'une recherche
- Produire un exposé correct des mécanismes sur l'actualité microéconomique, financière
- Analyser et synthétiser des informations
- Résoudre des problèmes pour lesquels les savoirs, concepts et procédures appris sont maitrisés

OBJECTIFS SPECIFIQUES

A la fin du module, l'étudiant devrait être capable de :

- D'établir un budget prévisionnel
- D'identifier et d'optimiser les sources de financement d'un investissement : crédit-bail, emprunts, ou fonds propres…
- De savoir calculer le coût d'un produit (bien ou service)
- D'identifier et de comprendre la nature des crises financières dans le monde

CONTENU ET METHODES D'ENSEIGNEMENT

La formation s'appuie sur des séances de cours/TD (traité par des études de cas) et sur un microprojet

TYPE D'EVALUATION

Les différentes épreuves d'évaluation : exposés par groupe de 4 à 5 étudiants sur un thème qui relève de l'actualité financière et ou d'un point du cours, **et** évaluation sur la connaissance, et compréhension du cours, sous forme d'étude de cas, ont pour but de vérifier si les différents savoirs et compétences issus de l'actualité économique, financière, commerciale sont acquis.

INFORMATIONS UTILES

PREREQUIS : aucun
LANGUE D'ENSEIGNEMENT : français
REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES :
Gestion financière de l'entreprise (Dov Ogien Dunod), et la PQN en finance

CONTRIBUTION DE L'OPTION A L'ACQUISITION DES COMPETENCES

Les enseignements de cette option contribuent directement à l'acquisition de la compétence n°12

INTITULE DE L'UNITE D'ENSEIGNEMENT : Microfluidique		OPTIONNEL
	CREDITS ECTS 1	S7

OBJECTIFS GENERAUX DE L'UNITE D'ENSEIGNEMENT

La microfluidique est un domaine actuellement en plein essors. Ses applications sont très diverses : elles vont des procédés intensifiés aux analyses médicales en passant par la chimie verte et l'encapsulation des principes actifs pour des applications pharmaceutiques.
Un des intérêts majeurs de la microfluidique réside dans la très bonne maîtrise des conditions opératoires (températures, débits, concentration, temps de séjour…) ce qui permet aussi bien d'optimiser les rendements que d'avoir une qualité de produits et une reproductibilité inégalable par d'autres procédés.
Le but de ce module est (i) de donner une vue de l'étendue des applications possibles de la microfluidique (ii) de sensibiliser le participant aux problématiques nouvelles apparaissant pour les écoulements à micro-échelle et de donner les ordres de grandeurs concernés (iii) de donner quelques exemples de procédés industriels utilisant la microfluidique

OBJECTIFS SPECIFIQUES

- Donner une réelle culture de ce qui se fait dans le domaine de la microfluidique et notamment de souligner l'étendue des domaines concernés
- A partir d'exemples, on essayera de donner les ordres de grandeurs rencontrés : écoulements souvent à bas nombre de Reynolds, échanges de chaleur facilités par un rapport surface/volume très favorable, temps de séjours bien contrôlés, problèmes de tension interfaciale et de mouillage
- Le génie des procédés à l'échelle de la microfluidique
- Exemples spécifiques de procédés industriels microfluidiques

CONTENU ET METHODES D'ENSEIGNEMENT

La méthode d'enseignement se fera par des cours/TD. Un microprojet sera aussi demandé.
- Présentation des différentes méthodes de fabrication
- Manipulation de gouttes / utilité pour les applications médicales
- Hydrodynamique, transferts à l'échelle micrométrique et mécanismes physiques en jeux
- La microfluidique comme réacteur
- Applications dans le domaine de l'analyse et de santé
- Applications aux procédés industriels : un certain nombre de procédés industriels basés sur la microfluidique seront traités en détails

TYPE D'EVALUATION

Examen et Microprojet

INFORMATIONS UTILES

PREREQUIS : Aucun
LANGUE D'ENSEIGNEMENT : français (ou anglais)
REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES :

CONTRIBUTION DE L'OPTION A L'ACQUISITION DES COMPETENCES

Les enseignements de cette option contribuent directement à l'acquisition de la compétence n°4