

## ENSEIGNEMENTS DU SEMESTRE 5

Correspondant pédagogique : Axelle ARRAULT

### ORGANISATION GENERALE

<b>Intitulé de l'unité d'enseignement et de ses éléments constitutifs</b>	<b>Responsable</b>	<b>H</b>	<b>CM</b>	<b>TD</b>	<b>TP</b>	<b>P</b>	<b>C</b>	<b>Ex</b>	<b>ECTS</b>
<b>Chimie organique I</b>	Brigitte JAMART	80	37	12	28			3	5
<i>Chimie organique : éléments de base</i>	Axelle ARRAULT / Guillaume PICKAERT		25	7,5				2	
<i>Chimie organique avancée</i>	Brigitte JAMART		12	4,5				1	
<i>TP Chimie organique</i>	Guillaume PICKAERT				28				
<b>Systèmes réactifs et procédés I</b>	René FOURNET	104	20,5	47	32			4,5	6
<i>Adsorption et catalyse hétérogène</i>	Laurent MARCHAL- HEUSSLER		4	18,5				1,5	
<i>Cinétique chimique homogène</i>	René FOURNET		9,5	13				1,5	
<i>Génie de la réaction chimique</i>	Eric SCHAER		9,5	13				1,5	
<i>TP Systèmes réactifs et procédés I</i>	Yves SIMON				32				
<b>Thermodynamique et énergétique</b>	Jean-Noël JAUBERT	48	27	18				3	3
<b>Phénomènes de transfert I</b>	Huai-Zhi LI	48	20	25				3	3
<b>Informatique et mathématiques appliquée</b>	Jean-Marc COMMENGE	70	19	39,25		6		5,75	6
<i>Informatique pour l'ingénieur des industries chimiques I</i>	Romain PRIVAT		3	19,25				2,75	
<i>Méthodes numériques</i>	Jean-Marc COMMENGE		10,5	10,5				2	
<i>Statistiques</i>	Jean-Marc COMMENGE		5,5	9,5				1	
<i>Projet informatique</i>	Romain PRIVAT					6			
<b>Management et économie I</b>	Vera IVANAJ	40	19	10	8			3	3
<i>Management des hommes et des organisations</i>	Vera IVANAJ		13	10	8			3	
<i>Hygiène, santé, sécurité au travail</i>	Laurent PERRIN		6						
<b>Langues I</b>	Jude BOWDEN	40		40					3
<i>Anglais</i>	Jude BOWDEN			20					
<i>LV 2</i>	Jude BOWDEN			20					
<b>Options</b>		12							1
<b>TOTAL</b>		<b>442</b>							<b>30</b>

Options (l'affectation est faite selon la formation initiale de l'élève)

<b>Intitulé de l'option</b>	<b>Responsable</b>	<b>H</b>	<b>CM</b>	<b>TD</b>	<b>TP</b>	<b>P</b>	<b>C</b>	<b>Ex</b>	<b>ECTS</b>
<b>Chimie organique</b>	Axelle ARRAULT	12	6	5				1	1
<b>Introduction au génie des procédés</b>	Laurence MUHR	12	5	3	3			1	1

INTITULE DE L'UNITE D'ENSEIGNEMENT : Chimie organique I – niveau 1			OBLIGATOIRE
HEURES PRESENTIEL 80	VOLUME HORAIRE TOTAL ESTIME 133 h	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)

#### 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
- 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)
- 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

Un examen intermédiaire (Ei : 1h) + examen final (Ef : 2h) + compte rendu de TP (rédigé en anglais) → Note = (Ei + 2xEf + TP)/4

Rattrapage : Examen final (2h)

#### INFORMATIONS UTILES

PREREQUIS : chimie organique (option)

LANGUE D'ENSEIGNEMENT : français

REFERENCE BIBLIOGRAPHIQUE

Conseillée : Chimie Organique, K. Peter C. Vollhardt, DeBoeck Université

INTITULE DE L'UNITE D'ENSEIGNEMENT : Chimie organique I – niveau 2			OBLIGATOIRE
HEURES PRESENTIEL 80	VOLUME HORAIRE TOTAL ESTIME 133 h	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 suffisent à expliquer un bon nombre de réactions en chimie organique

#### OBJECTIFS SPECIFIQUES

A 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 priment 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 et de travaux pratiques.

Le cours magistral de chimie organique sera structuré en quatre parties : Les réactions d'addition, les réactions de substitution, les réactions d'élimination, spectroscopie IR et RMN

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

Un examen intermédiaire (Ei : 1h) + examen final (Ef :2h) + compte rendu de TP (rédigé en anglais) → Note = (Ei + 2xEf + TP)/4

#### INFORMATIONS UTILES

PREREQUIS : équivalence modules chimie organique option et niveau 1

LANGUE D'ENSEIGNEMENT : français

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES :

Conseillées :

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

INTITULE DE L'UNITE D'ENSEIGNEMENT : <b>Systèmes réactifs et procédés I</b>			OBLIGATOIRE
HEURES PRESENTIEL 104	VOLUME HORAIRE TOTAL ESTIME 174	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
- Connaître 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 et connaître ses propriétés
- Connaître les principaux modèles de cinétique catalytique hétérogène
- Connaître, identifier et prendre en compte les différentes étapes de limitations d'une réaction catalytique 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  $\frac{1}{4}$  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  $\frac{1}{2}$  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
- BET
- Photocatalyse

##### TYPE D'ÉVALUATION

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 est réalisé à la fin du module. Il se compose d'un examen de 1h30 portant sur les enseignements réalisés en catalyse. Un autre contrôle est effectué sur une durée de 3h00 (2 x 1h30) et aborde les aspects vus en GRC et en cinétique homogène. 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 :  $\frac{3}{4}$  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 :  $\frac{1}{4}$  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

INTITULE DE L'UNITE D'ENSEIGNEMENT : Thermodynamique et énergétique			OBLIGATOIRE
HEURES PRESENTIEL 48	VOLUME HORAIRE TOTAL ESTIME 84	CREDITS ECTS 3	S5 TRONC COMMUN

#### OBJECTIFS GENERAUX DE L'UNITE D'ENSEIGNEMENT

Le cours vise 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 ce module, l'étudiant devrait être capable de :

- 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
- Connaître les caractéristiques des différents éléments apparaissant dans les cycles thermodynamiques de base (vanne, turbine, compresseur, échangeur, pompe)
- Maîtriser 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

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'ÉVALUATION

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

### INFORMATIONS UTILES

PREREQUIS : outils mathématiques : calcul différentiel, calcul intégral et fonctions de plusieurs variables.

LANGUE D'ENSEIGNEMENT : français

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES :

Conseillées :

1. J. M. Smith, Hendrick C Van Ness, Michael Abbott. *Introduction to Chemical Engineering Thermodynamics*. The McGraw-Hill Chemical Engineering Series.
2. Bruce E. Poling, John M. Prausnitz, and John P. O'Connell. *The Properties of Gases and Liquids*. The McGraw-Hill Chemical Engineering Series.
3. Richard E. Sonntag , Gordon J. Van Wylen , Pierre Desrochers. *Thermodynamique appliquée*. Edition : Erpi.

INTITULE DE L'UNITE D'ENSEIGNEMENT : Phénomènes de transfert I			OBLIGATOIRE
HEURES PRESENTIEL	VOLUME HORAIRE TOTAL ESTIME	CREDITS ECTS	S5 TRONC COMMUN
48	84	3	

### 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: Vieillessement de conduites et de pompes.



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

#### TYPE D'ÉVALUATION

Évaluation de deux partiels 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. Lightfoot, John Wiley & Sons, Inc. 2002).

INTITULE DE L'UNITE D'ENSEIGNEMENT : Informatique, méthodes numériques et statistiques			OBLIGATOIRE
HEURES PRESENTIEL 70	VOLUME HORAIRE TOTAL ESTIME 172	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 Informatique est en priorité de fixer les notions vues durant le cours d'informatique et mathématiques appliquées, par la pratique. De façon secondaire, 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 Informatique sont :

- Découvrir la gestion d'un projet à plusieurs : notions d'étapes, gestion du temps
- Concevoir un programme informatique de moyenne ampleur
- Rédiger un rapport
- Exposer oralement un travail
- Défendre et critiquer les choix effectués en termes de conception et réalisation du programme

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.
  - o Environ 5 TD d'apprentissage du langage
  - o 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 Informatique 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.
- Une deuxième partie consistera à programmer la structure définie dans la partie 1 dans le langage vu en TD d'informatique.
- Dans la troisième partie, les étudiants présenteront leur projet à l'écrit (un rapport sera rédigé) 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,  $\chi^2$ , 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 Informatique, 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 Informatique : 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

INTITULE DE L'UNITE D'ENSEIGNEMENT : Management et économie I			OBLIGATOIRE
HEURES PRESENTIEL 40	VOLUME HORAIRE TOTAL ESTIME 68	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

#### 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

#### CONTENU ET METHODES D'ENSEIGNEMENT

##### Management des hommes et des organisations

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.

##### Hygiène, Santé, Sécurité au Travail

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

## TYPE D'ÉVALUATION

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

## 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

INTITULE DE L'UNITE D'ENSEIGNEMENT : Langues I			OBLIGATOIRE
HEURES PRESENTIEL 40	VOLUME HORAIRE TOTAL ESTIME 70	CREDITS ECTS 3	S5 TRONC COMMUN

### LV1 : 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 21<sup>e</sup> 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 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, émettre un avis sur un sujet d'actualité et exposer les avantages et les inconvénients de différentes possibilités.
- Rédiger un CV, une lettre de motivation, 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 propre 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

- Une note : Rapport de projet personnel et l'appréciation de l'enseignant
- Rattrapage : Travail personnel ou test oral et écrit

#### INFORMATIONS UTILES

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

LANGUES D'ENSEIGNEMENT : anglais

## REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES :

### LV2

#### OBJECTIFS GENERAUX DE L'UNITE D'ENSEIGNEMENT

- Consolider et acquérir un niveau de compétence solide et une bonne maîtrise de la langue allemande ou espagnole 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.

#### CONTENU ET METHODES D'ENSEIGNEMENT

- Utilisation de divers documents - écrits, vidéos, audio, sites internet avec entraînement 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

- **Une note** : divers tests de contrôle continu (oral, écrit)
- **Rattrapage** : test oral et écrit

#### INFORMATIONS UTILES

PREREQUIS : niveau minimum : A1 (en LV2) (cfr : Descriptif CTI 2010, ou CECRL)

LANGUES D'ENSEIGNEMENT : allemand / espagnol / français / autres langues

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES :

Nécessaires :



INTITULE DE L'UNITE D'ENSEIGNEMENT : Chimie organique			SELON L'ORIGINE DE DIPLOME ENTRANT
HEURES PRESENTIEL 12	VOLUME HORAIRE TOTAL ESTIME 20	CREDITS ECTS 1	S5 OPTION

#### OBJECTIFS GENERAUX DE L'UNITE D'ENSEIGNEMENT

Ce module vise à :

- Faire acquérir des connaissances de base en chimie organique (expliquer la géométrie des molécules, connaître la nomenclature internationale, reconnaître les différentes fonctions présentes dans les molécules organiques).
- Fournir des notions de base essentielles nécessaires à l'étude de la réactivité des composés organiques (intermédiaires réactionnels, effets électroniques).

#### OBJECTIFS SPECIFIQUES

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

- Représenter des molécules organiques en 3D et les nommer
- Expliquer et prévoir la stabilité et la réactivité de molécules organiques

#### CONTENU ET METHODES D'ENSEIGNEMENT

Contenu :

1. Structure des molécules organiques
2. Nomenclature des composés organiques
3. Isométrie plane et stéréo-isométrie
4. Intermédiaires réactionnels (nature et stabilité)
5. Effets électroniques

Méthodes d'enseignement :

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

#### TYPE D'EVALUATION

L'évaluation de ce module sera réalisée sous la forme d'un contrôle écrit d'une heure à la fin du module. Le rattrapage sera du même type.

#### INFORMATIONS UTILES

PREREQUIS : chimie générale de base

LANGUE D'ENSEIGNEMENT : français

INTITULE DE L'UNITE D'ENSEIGNEMENT : Introduction au génie des procédés			SELON L'ORIGINE DE DIPLOME ENTRANT
HEURES PRESENTIEL 12	VOLUME HORAIRE TOTAL ESTIME 20	CREDITS ECTS 1	S5 OPTION

#### OBJECTIFS GENERAUX DE L'UNITE D'ENSEIGNEMENT

Le cours vise à :

- Présenter les bases du génie des procédés
- Présenter les principes généraux des schémas de procédés
- Proposer une initiation à la conception des procédés industriels

#### OBJECTIFS SPECIFIQUES

A la fin de l'étude de chacun des thèmes traités dans le contenu, et pour atteindre les objectifs généraux, l'étudiant devrait être capable de :

- Comprendre les notions de bases de génie des procédés (procédé continu, discontinu, réactions, séparations, recyclages, couplages entre thermodynamique, cinétique et hydrodynamique)
- Comprendre et analyser un procédé à partir du schéma
- Connaître les différents symboles normalisés utilisés sur les schémas de tuyauterie et instrumentation

#### CONTENU ET METHODES D'ENSEIGNEMENT

Cours et travaux dirigés

Ce module comporte par ailleurs 1 visite d'usine (fabrication du carbonate de sodium). Le procédé concerné est étudié dans le cadre des cours et des TD. Il constitue un exemple privilégié pour présenter des schémas de procédé, décrire des opérations unitaires, réaliser des bilans de matière et des bilans énergétiques.

#### TYPE D'EVALUATION

- Contrôle écrit de 1h

#### INFORMATIONS UTILES

Prérequis : Thermodynamique niveau BAC+2

LANGUE D'ENSEIGNEMENT : français

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES :

1. Ghasem, Henda, Bilans matière et énergétique pour l'ingénierie chimique, Principes et applications pratiques, Ed. De Boeck, 2012