DECRIPTION DES MODULES

SPECIALITE : GENIE DES PROCEDES

VERSION 01

FEVRIER 2021

PREMIERE ANNEE

SOMMAIRE

Chimie inorganique 4
Chimie organique 7
Préparation à la certification DELF B1/B2 10
ENERGIES RENOUVELABLES 15
Informatique 19
Mathèmatique pour l'ingénieur 26
Mécanique des fluides 29
Thermodynamique appliquée 35
Thermochimie et Cinétique Chimique 39
TECHNOLOGIE DES TURBOMACHINES 43
Traitement des déchets solides 47
Transfert de chaleur 51
Transfert de matière 54
Automatique 59
Analyse numérique 63
Electrotechnique 67
Energie fossile et Méthode géophysique d'investigation 70
Économie Pour l'ingénieur 76
Industries pharmaceutiques, cosmétologie 80
Gestion pour l'ingenieur 83
Méthodes expérimentales, instrumentation et métrologie énergétique 86
Polymère 90
Probabilités et Statistique 95
Procédure agroalimetaire 99
Méthodologie de Recherche et de rédaction scientifique 103
Rhéologie 106
Polymère 110
Probabilités et Statistique 115
Procédure agroalimetaire 119
Méthodologie de Recherche et de rédaction scientifique 123

Rhéologie 126
TP en génie des procédés 130
Traitement des eaux 134

CHIMIE INORGANIQUE

Code : GP 03 106

Enseignant : Mohsen GRAIA

Grade: Professeur

Université: FSS

Email:

mohseng2002@yahoo.fr

mohsen.graia@fss.u-sfax.tn

Volume horaire total

35 h

Heures de contact	Activités hors-classe
21	14

Crédit(s)
1 ECTS

Responsable du module : Mourad Ben Zina

Semestre 1

Description du cours et objectifs :

1.1: Description du cours

Ce cours est destiné aux élèves préparant le titre d'ingénieur en génie des procédés. Il offre une formation de base en chimie inorganique générale (chimie de coordination et du solide) ainsi que des connaissances avancées en chimie descriptive des éléments en chimie industrielle. Il lie la théorie à la pratique par des applications de la vie courante et/ou industrielle.

Objectifs :

A l'issus de ce cours les étudiants doivent :

- acquérir les connaissances générales et les compétences en chimie inorganique nécessaires à un ingénieur en génie des procédés
- connaitre les grandes familles de composés inorganiques
- identifier et représenter les complexes de chimie de coordination
- maîtriser la géométrie des complexes en fonction de la nature des métaux et des ligands
- avoir une connaissance consolidée en cristallographie : types d'interaction, notion de réseau cristallin, interaction rayon x - matière cristallisée, assemblages métalliques et structures ioniques/ covalentes
- analyser et évaluer les procédés et les méthodes utilisés dans l'exploitation des diagrammes de phases sur la base de faits scientifiques ;
- développer le sens physique et faire prendre du recul dans l'optique d'une pratique professionnelle dans les domaines liés à la chimie inorganique (chimie bio-inorganique, matériaux et nanomatériaux, énergie, la santé et l'environnement)

1.2: Prérequis :

chimie en solution, chimie générale: techniques de base, atomistique et liaisons chimiques

1.3: Résultats d'apprentissage

Chapitre	Titre	Volume horaire	Résultats d'apprentissage
Chapitre 1	Cristallographie	11	- Avoir des connaissances consolidées sur les propriétés des composés inorganiques selon les liaisons mises en jeu (covalentes, ioniques, iono-covalentes, métalliques et liaisons faibles) ; -Maitriser l'étude des grandes familles de composés inorganiques ; - Maitriser l'étude des métaux de transition (structures et propriétés) et de leurs dérivés (complexes) - Avoir des connaissances consolidées sur les interactions

			rayon x - matiere cristallisee - Prévoir les propriétés chimiques et physiques des éléments et des molécules
Chapitre 2	Diagrammes de phases	10h	Maitriser la notion d'équilibre de phases (potentiel chimique, Equation de Clapeyron) Analyser et résoudre des problèmes de calcul de variance d'un système scientifiquement, qui ne sont pas complètement définis Analyser et évaluer des diagrammes de phase unaire et binaire

2. MÉTHODOLOGIE:

Heures de contact	35

3. EVALUATION :

Type	Portant sur quel(s) chapitre (s)	Pondération
DS	1	30%
Examen final	1-2	70%

4. BIBILOGRAPHIE ET LOGISTIQUE RECOMMANDÉE

- *Cristallographie géométrique*, par R. Gay, 1959
- *Cristallographie physico-chimique*, par R. Gay, 1959
- J.-P. Baïlon, J.-M. Dorlot : Des Matériaux, Presse Internationales Polytechniques, Montréal, 2000, 3ème éd., 736p.
- M.F. Ashby, D.R.H. Jones : Matériaux, 2. Microstructure et mise en œuvre, Dunod éd., 1991, 385p.

CHIMIE ORGANIQUE

Code : GP 03 105

Enseignant: Ksontini Moncef

Grade: Professeur

Université: IPEIS

Email:

cossentinimoncef@yahoo.fr

Volume horaire total

35h

Heure de contact	Activités hors classe
21	14

Crédit(s)
1ECTS

Responsable du module :

Mourad Ben Zina

Semestre 1

1. Description du cours et objectifs :

1.1: Description du cours

Dans la continuité du programme de chimie organique de la section PC et BG du cycle préparatoire et après une mise à niveau des étudiants dans ce domaine, l'accent est mise sur le mécanisme et la stratégie de synthèse des composés organiques. Des exercices d'application corrigés sont proposés parallèlement au cours pour favoriser progressivement son assimilation.

Objectifs :

Les objectifs généraux de ce cours se résument comme suit :

- Etre capable de suivre un protocole opératoire
- Comprendre l'intérêt de chaque étape
- Savoir interpréter les résultats obtenus.
- Capacité d'analyse et de déduction par résolution d'exercices
- Exploitation de données expérimentales (analyse, interprétation et conclusion).
- Mise en forme de données expérimentales
- Exposer et utiliser des connaissances acquises

1.2: Prérequis

Chimie organique générale :

- Caractérisation du composé organique
- Fonction chimique
- Nomenclature
- Notion d'isomérie-strréisomérie

1.3: Résultats d'apprentissage

Chapitre	Titre	Volume horaire	Résultats d'apprentissage
Chapitre 1	Introduction à la chimie organique	3h	Mettre à niveau des étudiants de formations différentes en chimie organique
Chapitre 2	Stéréochimie et chiralité des molécules organiques	4h30	Avoir des connaissances avancés en activité optique, biologiques de quelques molécules organiques
Chapitre 3	1ére approche des mécanismes de la réaction chimique organique	4h30	acquérir des connaissances techniques approfondies en ce qui concerne les produits d'une réaction chimique

			organique
Chapitre 4	-Addition sur les hydrocarbures insaturés (réactivité des alcènes et des alcynes) -Oxydation des hydrocarbures	4h30	Avoir une connaissance critique sur le rôle des hydrocarbures en synthèse organique
Chapitre 5	Réactivité des dérivés halogénés	4h30	Avoir une connaissance critique sur l'importance des dérives halogènes dans la synthèse organique

2. MÉTHODOLOGIE:

Heures de contact	21
Travaux pratiques (h)	
Projet (h)	
Visites (h)	

3. EVALUATION :

Type	Portant sur quel(s) chapitre (s)	Pondération
DS	1-2-3	30%
Examen Final	1-2-3-4-5-6	70%

4. BIBLIOGRAPHIE ET LOGISTIQUE RECOMMANDÉES :

Compétences prépa en chimie. Pierre Grécias et Stéphane Rédoglie

www.éditionslavoisier.fr

PREPARATION A LA CERTIFICATION DELF B1/B2

Code : GP 03 101/GP 03 201

Enseignant : Aymen Degachi

Grade : Enseignant Permanent

Université : Institut International de Technologie

Email:

aymen.degachi@iit.ens.tn

Volume horaire total

70+70 h

Heures de contact	Activités hors-classe
42+42h	28+28h

Crédit(s)

2+2 ECTS

Responsable du module : Aymen Degachi

Semestre1+2

1. Description du cours et objectifs :

1.1: Description du cours

Ce cours est une préparation à la certification DELF niveau B2. En effet, il s'agit d'une formation portant sur un affinement des différentes compétences requises pour l'examen DELF B2. Ces compétences s'articulent autour de la compréhension de l'oral et des écrits ainsi que la production orale et écrite. Dans ce sens, à chaque séance notre travail consiste à élaborer des exercices échelonnés en deux parties : une activité orale et une autre écrite. Par ailleurs nous incitons les étudiants à un entraînement aux différentes épreuves de l'examen DELF B2. Cela est réalisé au moyen de diverses applications qui permettent d'apprendre, de réviser et d'approfondir des aspects lexicaux, grammaticaux et civilisationnels Français en abordant maintes thématiques d'actualité.

1.2 : Objectifs :

- **Objectif global :**

Développer les compétences communicatives et améliorer la confiance en soi chez les étudiants lors de la prise de parole en public et ainsi pouvoir discuter, débattre et exposer un point de vue personnel dans n'importe quelle situation de communication; à l'écrit comme à l'oral.

- **Objectifs spécifiques :**

A la fin de ce cours l'étudiant sera capable de :

- Diriger l'écoute d'un support audio, relever les détails les plus pertinents et comprendre des documents sonores authentiques.
- Repérer les informations nécessaires pour la compréhension d'un texte informatif se rapportant à des domaines variés.
- Prendre une position face à une problématique bien déterminée et produire un essai argumentatif lié à plusieurs thèmes.
- Repérer l'idée matrice d'un article et présenter oralement une opinion personnelle sur le sujet en question.

1.3 : Les prérequis

Les étudiants arrivent facilement à élaborer un réseau d'idées sur les différents sujets proposés dans les séances. Ils sont aussi capables de produire et de présenter oralement des courts fragments devant la classe. Ils peuvent aussi en un temps imparti rédiger un court paragraphe par rapport à des thématiques définies.

1.3: Résultats d'apprentissage

Chapitre	Titre	Volume horaire	Résultats d'apprentissage
Chapitre 1	Les clés pour parler de notre identité plurielle	17 H	Dans cette unité nous évoquons le thème des nouveaux liens entre l'individu et son entourage afin d'avoir la capacité de : - Mieux parler de nouveaux modèles sociaux, des rapports entre les membres de famille. . Identifier les notions de cause et de conséquence - Elaborer un discours argumentatif - Maîtriser les clés du bulletin d'information / du texte informatif/ de l'essai argumenté / de l'idée générale
Chapitre 2	Les clés pour parler des droits civils	17 H	Dans cette unité nous abordons le thème de la lutte des hommes et des femmes pour leurs droits et pour les avantages sociaux dans le but d'être à même de : - Parler de la liberté de choix / des droits civils et de l'égalité / de la solidarité - Travailler sur les modes de l'indicatif, l'infinitif et le subjonctif + le but - Faire un plan pour organiser les idées : texte informatif et argumentatif - Maîtriser les clés de l'interview / du texte argumentatif / de la lettre professionnelle / du point de vue
Chapitre 3	Les clés pour parler du monde	17 H	Dans cette unité nous mettons l'accent sur les professions, les

	du travail		métiers et les conditions de travail dans l'objectif de savoir : - Donner un avis - Structurer un propos - Utiliser l'opposition et la concession - Elaborer l'introduction et la conclusion d'un texte argumentatif - Maîtriser les clés de l'argumentation / de la lettre de candidature et de réclamation
Chapitre 4	Les clés pour parler de la citoyenneté	17 H	Dans cette unité nous mettons en relief le thème de la citoyenneté, des droits et des devoirs des citoyens pour apprendre à : - Aborder des questions administratives et politiques en France - Parler des symboles de l'Etat - Utiliser l'hypothèse - Maintenir un ton modéré dans une lettre formelle - Maîtriser les clés du discours / du débat d'opinions
Chapitre 5	Les clés pour parler du monde de demain	16 H	Dans cette unité nous mettons en exergue les solutions pour un monde meilleur, pour le développement durable et pour l'environnement en vue d'être capable de : - Confirmer ou contredire l'interlocuteur - Demander des précisions - Employer les indicateurs temporels

			- Utiliser le discours rapporté - Recourir au non-verbal dans l'interaction - Maîtriser l'expression de l'accord, de la réserve, du désaccord et de l'incertitude

2. MÉTHODOLOGIE :

Le cours de préparation à la certification DELF se compose de deux volets :

- Des cours intégrés (communication des informations fondamentales introduites à l'aide de multiples exemples)
- Des applications et des exercices

3. EVALUATION :

Type	Portant sur quel(s) chapitre (s)	Pondération
DS	1-2-3	30%
Examen Final	1-2-3-4-5	70%

4. BIBILOGRAPHIE ET LOGISTIQUE RECOMMANDÉE

- BRETONNIER Marie, GODARD Emmanuel, LIRIA Philippe, MISTICHELLI Marion et SIGÉ Jean-Paul, Les clés du nouveau DELF B2, Editions Maison des Langues, Paris, 2007, Réimpression Juillet 2014.
- COLLINI Virginie, JAMET Marie-Christine, Préparation à l'examen du DELF B2, Hachette Français Langue Étrangère, Paris, 2008, Impression Mai 2013.
- https://www.bonjourdefrance.com/
- https://www.partajondelfdalf.com/

ENERGIES RENOUVELABLES

Code : GP 03 113

Enseignant : Issam KSENTINI

Grade : Enseignant permanent IIT – Docteur ingénieur

Université : IIT

Email :

Issam.ksentini@iit.ens.tn

Volume horaire total

42 h

Heures de contact	Activités hors-classe
21	21

Crédit(s)
2ECTS

Responsable du module : Issam Ksentini

Semestre1

1. Description du cours et objectifs :

1.1: Description du cours

Il s'agit d'un cours introductif qui permet aux élèves ingénieurs en première année de s'initier aux différents types d'énergies renouvelables. Le cours inclut une présentation des notions de base liées à la biomasse, l'énergie solaire, l'énergie hydraulique, l'énergie éolienne et l'énergie géothermique. Les étudiants sont aussi amenés à faire des recherches bibliographiques et à préparer des exposés dans ce contexte avec un cahier de charge défini dès le départ.

Objectifs : :

Les objectifs visés se résument :

-faire la différence entre les différentes formes d'énergies renouvelables

- maitrise les paramètres de base liés pour chaque forme d'énergie renouvelable

- Mener une recherche bibliographique et savoir l'exposer

1.2 : Les prérequis

Un savoir-faire dans la recherche bibliographique et la présentation des résultats

1.3: Résultats d'apprentissage

Chapitre	Titre	Volume horaire	Résultats d'apprentissage
Chapitre 1	Énergies renouvelables : La biomasse	3	- Maitriser les notions de bases de la biomasse - Se positionner par rapport aux autres formes d'énergies - Dégager les enjeux liés à cette forme d'énergie
Chapitre 2	Énergies renouvelables : l'énergie solaire	3	- Maitriser les notions de bases de l'énergie solaire - Se positionner par rapport aux autres formes d'énergies - Dégager les enjeux liés à cette forme d'énergie
Chapitre 3	Énergies renouvelables :	3	- Maitriser les notions de bases de l'énergie hydraulique - Se positionner par rapport aux autres formes

	L'énergie hydraulique		d'énergies - Dégager les enjeux liés à cette forme d'énergie
Chapitre 4	Énergies renouvelables : l'énergie éolienne	3	- Maitriser les notions de bases de l'énergie éolienne - Se positionner par rapport aux autres formes d'énergies - Dégager les enjeux liés à cette forme d'énergie
Chapitre 5	Énergies renouvelables : l'énergie géothermique	3	- Maitriser les notions de bases de l'énergie géothermique - Se positionner par rapport aux autres formes d'énergies - Dégager les enjeux liés à cette forme d'énergie
Chapitre 6	Présentation des projets	6	- Savoir mener une recherche bibliographique et se référer à des sources fiables - Savoir synthétiser des résultats et maitriser leurs présentations - Savoir mener un débat et répondre aux questions

2. MÉTHODOLOGIE :

Les heures de contact se composent de :

Cours Intégré (h)	15
Projet (h)	6

Les « activités hors classe » se composent de :

Activité 1	Recherche bibliographique sur des parties ciblées liées à une forme d'énergie renouvelable.
Activité 2	Préparer un exposé en binôme et savoir l'animer

3. EVALUATION :

Type	Portant sur quel(s) chapitre (s)	Pondération
Projet	4	25%
DS	1-2-	20%
Examen Final	1-2-3-4-5	55%

___Issam ksentini_____ **15 septembre 2019**

Signature de l'enseignant

INFORMATIQUE

Code : GP 03 102

Enseignant : Mohamed Elleuch

Grade : Technologue

Université : ISET

Email :

Elleuch_med@yahoo.fr

Volume horaire total du cours

63 H

Heures de contact	Activités hors classe
35 h	28 h

L'équivalent nombre de crédits

2 ECTS

Responsable du module

Issam Ksentini

Semestre 1

Description du cours et objectifs :

1.1: Description du cours

Ce cours vise à accompagner l'élévation du niveau général de connaissances et de compétences numériques des apprenants.

Objectifs : :

La compétence numérique suppose **l'usage sûr, critique et responsable des technologies numériques pour apprendre, travailler et participer à la société**. Elle comprend l'éducation à l'information et au numérique, la communication et la collaboration, la création de contenus numériques, la sécurité, ainsi que la résolution de problèmes.

1.2 : Les prérequis

Le déroulement de la formation informatique nécessite, en préalable, une maîtrise élémentaire de son poste de travail informatique et des outils de communication par internet, pour prendre connaissance des documents pédagogiques et participer aux activités proposées.

1.3: Résultats d'apprentissage

Chapitre	Titre	Volume horaire	Résultats d'apprentissage
Chapitre 1	**Environnement numérique**	3 h	Être conscient de l'évolution des TIC Organiser un espace de travail complexe Résoudre des problèmes techniques Construire un environnement numérique
Chapitre 2	**Organiser la recherche d'informations**	3 h	**Mener une recherche et une veille d'information** pour répondre à un besoin d'information et se tenir au courant de l'actualité d'un sujet (avec un moteur de recherche, au sein d'un réseau social, par abonnement à des flux ou des lettres d'information, ou tout autre moyen). **Stocker et organiser des données** pour les retrouver, les conserver et en faciliter l'accès et la gestion (avec un gestionnaire de fichiers, un espace de stockage en ligne, des tags, des classeurs, des bases de données, un système d'information, etc.). **Evaluer les résultats d'une recherche** **Récupérer et référencer une ressource numérique en ligne**

Chapitre 3	**Communication et collaboration**	4.5 h	**Interagir avec des individus et de petits groupes** pour échanger dans divers contextes liés à la vie privée ou à une activité professionnelle, de façon ponctuelle et récurrente (avec une messagerie électronique, une messagerie instantanée, un système de visio-conférence, etc.). **Partager et publier des informations et des contenus** pour communiquer ses propres productions ou opinions, relayer celles des autres en contexte de communication publique (avec des plateformes de partage, des réseaux sociaux, des blogs, des espaces de forum et de commentaire, des CMS, etc.) **Collaborer dans un groupe** pour réaliser un projet, co-produire des ressources, des connaissances, des données, et pour apprendre (avec des plateformes de travail collaboratif et de partage de document, des éditeurs en ligne, des fonctionnalités de suivi de modifications ou de gestion de versions, etc.)
Chapitre 4	**Protection et sécurité**	3 h	Sécuriser l'environnement numérique Protéger les données personnelles et la vie privée Être responsable face aux réglementations concernant l'utilisation de ressources numériques Adopter les règles en vigueur et se conformer au bon usage du numérique
Chapitre 5	**Développer un document textuel**	6	Réaliser rapidement des documents textuels Présenter un document : alignements, retraits, tabulations Construire un document structuré : styles hiérarchiques, numérotation automatique, sommaire Gérer les sauts de page, les en-têtes et pieds de page Intégrer des images, des graphiques, des tableaux Automatiser la mise en page de ses documents pour gagner du temps Insérer des liens hypertextes pour accéder

			directement aux informations Travailler à plusieurs sur un même document
Chapitre 6	**Développer un document de présentation**	1.5 h	Créer une présentation (textes, images, dessins, ...) Animer et sonoriser Gérer les options de visionnage et d'enregistrement
Chapitre 7	**Développer un document de calcul avec les tableurs**	9 h	**Connaitre l'environnement :** Ouvrir et sauvegarder un document. Connaître l'interface des classeurs, feuille de calcul, noms des lignes et des colonnes. Connaître et utiliser les différents modes d'affichage. Personnaliser les onglets et le ruban. Fractionner la fenêtre. Figer les volets. Afficher l'onglet Développeur. **Maitriser les opérations de base sur un classeur** : définir la zone d'impression dans un classeur, imprimer et mettre en page, changer la largeur d'une colonne, la hauteur d'une ligne. Supprimer et insérer des cellules. Enregistrer un document sous un autre nom. **Savoir effectuer le Collage spécial** : coller les valeurs, transposer, coller en effectuant une opération. **Effectuer des calculs simples** : savoir entrer une formule dans une cellule. Effectuer une division, une addition ou une multiplication ; Identifier les priorités de calcul. Saisir une heure. Insérer une somme **Maitriser les formules basiques** : utiliser des formules simples (MAX, SI, SOMME.SI, NB.SI…) ; utiliser des formules conditionnelles (SI, SI imbriqués, OU, ET); déterminer l'impact de la suppression d'une ligne ou d'une colonne sur une formule. **Maitriser la mises en forme de base** : présentation des cellules (couleur, style de police, graisse, alignement). Formatages de base des nombres (pourcentage, séparateur de milliers, comptabilité). **Maitriser le formatages habituels** : encadrement

			des cellules, format des nombres, retrait, utilisation des styles. Outil pinceau. **Maitriser la création d'un graphique simple** : création et déplacement d'un graphique dans une feuille ; distinguer les principaux types de graphiques (graphiques en courbes, graphiques en secteurs, graphiques en barres, graphiques en anneaux). **Maitriser le tri et la recherche des données** : rechercher, remplacer ou sélectionner des données (soit sur la donnée, soit sur sa mise en forme…) ; utiliser des Filtres automatiques ; utiliser la fonction de tri automatique (par ordre croissant/décroissant); utiliser la fonction de remplissage instantané.
Chapitre 8	**Automatiser les calculs avec les tableurs**	12 h	**Maîtriser les méthodes de calcul** : connaître et utiliser les références absolues et relatives dans une formule ; copier ou déplacer une formule ; utiliser du texte dans une formule ; Comprendre les principales erreurs de calcul (#NOM?, #DIV/0!, #####...) **Maîtriser les :** **1. fonctions avancées** : fonctions mathématiques (ARRONDI – ENT…) ; fonctions de recherche avancées (INDEX, EQUIV…) ; fonctions de texte (GAUCHE, DROITE, STXT, EXACT…) ; fonctions REMPLACER et REMPLACERB ; fonctions de date (AUJOURD'HUI, JOUR, MOIS, JOURSEM…) et fonction d'heure ; compter les occurrences d'un tableau (NB.SI) ; générer des nombres aléatoires (ALEA) ; classer des valeurs (RANG) ; fonctions de recherche simples (RECHERCHEV, RECHERCHEH) ; fonction CONCATENER **2. Formatages avancés** : mises en forme conditionnelles, fusionner des cellules, centrer sur plusieurs colonnes. Insérer un smartArt ou une image. Utiliser les thèmes de classeur ; modifier les marges et l'orientation du classeur ; gérer les sauts de page ; insérer un arrière-plan. **Pouvoir améliorer la mise en forme d'un graphique** : mise en forme avec les styles de graphique ; agrandir et réduire la taille d'un graphique ; gérer les

			titres et légendes ; modifier les séries de données d'un graphique ; imprimer un graphique. **Travailler avec des données de grande taille** : se déplacer et sélectionner rapidement, déplacer et dupliquer une feuille de calcul, travailler en groupe de travail. **Automatiser des tâches dans Excel** : enregistrer et exécuter des macros. **Lire un tableau croisé dynamique** : reconnaître un tableau croisé dynamique ; analyser les données dans un tableau croisé dynamique ; filtrer les données d'un tableau.

2. MÉTHODOLOGIE :

Les heures de contact se composent de :

Cours Intégré (h)	7.5 h
Travaux Pratiques (h)	30 h
Projet (h)	4.5 h
Visites (h)	

Les « activités hors classe » se composent de :

Activité 1 (h)	2 h
Activité 2 (h)	3 h
Activité 3 (h)	3 h
Activité 4 (h)	3 h
Activité 5 (h)	3 h
Projet (h)	8 h

3. ÉVALUATION :

Type	Portant sur quel(s) chapitre (s)	Pondération
Projet	Chapitre 5, 6, 7 et 8	14
oral Examen	Les 8 Chapitre	14

4. BIBILOGRAPHIE ET LOGISTIQUE RECOMMANDÉE

https://pix.fr

https://support.microsoft.com

https://www.ibm.com/services/learning/fr/

MATHEMATIQUE POUR L'INGENIEUR

Code : GP 03 103

Enseignant : Raouia Neji

Grade : Enseignant permanant

Université : Institut International de Technologie Sfax

Email :

raouia.neji@iit.ens.tn

Volume horaire total

77h

Heures de contact	Activités hors-classe
42h	35h

Crédits équivalents

3 ECTS

Responsable du module

Ksentini Issam

Semestre1

Description du cours et objectifs :

1.1: Description du cours

Nous vivons dans un monde rempli de nombreux phénomènes dont on peut découvrir et saisir. Distributions est la théorie la mieux adaptée de nombreux systèmes physiques, La convolution et Transformée de Fourier sont des outils très puissants grâce aux distributions. Il sera question dans ce cours d'appliquer des outils mathématiques afin de représenter des phénomènes physiques que les fonctions classiques s'avèrent incapables de transcrire

Objectifs :

A la fin de ce cours, les étudiants devront :

- Avoir une idée sur les fonctions Eulériennes : (Gamma et Bêta)
- Être capable de calculer les transformées de Fourier des fonctions non périodiques.
- Avoir compris la notion du produit de convolution.
- Comprendre les notions des transformées de Laplace et des transformées de Laplace inverse.
- Être capable de résoudre une équation différentielle en utilisant les transformées de Laplace.
- Savoir décomposer un signal périodique en une somme de Fourier.

L'objectif final de ce module est de former des ingénieurs capables de modéliser, traiter de manière théorique et implémenter de manière numérique des situations ou des problèmes utilisant des équations ou égalités mathématiques dans le monde de l'ingénieur. Il sera capable d'expliquer et de commenter les résultats obtenus aux autres ingénieurs ou employés de son établissement.

1.2: Prérequis

Fonctions à une variable réelle (limite et continuité).

Dérivation et primitive.

Calcul d'intégrale.

Les équations différentielles.

1.3: Compétences visées

Chapitre	Titre	Volume horaire	Résultats d'apprentissage
Chapitre 1	Les fonctions spéciales (Gamma et Bêta)	7h	Maitriser les mathématiques de base nécessaires en modélisation (analyse, analyse numérique, probabilités et statistiques) ; Maitriser les principales méthodes numériques (Numérique).
Chapitre 2	Transformation De Fourier	7h	Savoir modéliser le problème, savoir identifier les problèmes théoriques

			liés à un code ou à une méthode numérique, identifier les problèmes numériques liés à un code et savoir concevoir un code industriel ;
Chapitre 3	Transformation De Laplace	7h	Maitriser les applications du domaine déterministe (mécanique, physique, modèles industriels)

2. METHODOLOGIES:

Les heures de contact se composent de :

Cours Intégré (h)	42h

Les « activités hors classe » se composent de :

Exercices de cours

Préparation des travaux dirigés

Activité 1 (h)	3
Activité 2 (h)	8

3. EVALUATION :

Type	Portant sur quel chapitre (s)	Pondération
Devoir Surveillé	1er et 2ème	20%
Examen oral	2ème, 3ème	10%
Examen final	Tous les chapitres	70%

4. BIBILOGRAPHIE ET LOGISTIQUE RECOMMANDÉE

Mathématiques pour l'ingénieur. Auteurs : Yves Leroyer et Patrice Tesson - Edition Dunod.

MECANIQUE DES FLUIDES

Code : GP 03 111

Enseignant: Mourad Ben Zina

Grade: Professeur

Université: ENIS

Email :

Mourad_benzina@yahoo.fr

Volume horaire total

77 h

Heures de contact	Activités hors-classe
42	35

Crédit(s)
3ECTS

Responsable du module : Mourad Ben Zina

Semestre 1+2

Description du cours et objectifs :

1.1: Description du cours

Ce cours est traité dans deux parties complémentaires :

Dans la première : Présenter les bases élémentaires de la mécanique des fluides.

- Introduction à l'étude des écoulements de fluide incompressibles en conduite.
- Initiation aux méthodes de calcul des pertes de charge pour le dimensionnement des circuits aérauliques et hydrauliques.
- Introduction à la débitmétrie et à la rhéologie.

Dans la seconde : Présenter les phénomènes de transfert de la quantité de mouvement et de l'énergie mécanique. Le but principal est de former les étudiants à l'analyse systématique de problèmes typiques rencontrés en mécanique des fluides (énoncé du problème, formulation et solution analytique). Les problèmes étudiés sont analysés à l'aide de bilans différentiels dans lesquels les lois fondamentales de conservation de la matière, de la quantité de mouvement et de l'énergie mécanique sont combinées à la loi de transfert de Newton. Les solutions analytiques nécessitent des connaissances élémentaires en calcul différentiel et intégral. Plusieurs problèmes d'application immédiate sont traités malgré le caractère élémentaire de ce cours. Objectifs pédagogiques.

Objectifs :

- Connaissances de base en statique et dynamique des fluides.
- Initiation aux techniques expérimentales en mécanique des fluides
- Analyse des écoulements de fluides visqueux.
- Mesure du champ de vitesse, des pressions, des débits, de la viscosité et mesure des pertes de charge.
- Mise en place des moyens d'essai.
- Utilisation des diagrammes.
- Faire des bilans de matière, de quantité de mouvement et d'énergie mécanique pour des systèmes simples unidirectionnels.
- Identifier, pour chaque problème, les paramètres importants et formuler les hypothèses réalistes qui permettent d'arriver à des solutions analytiques.
- Obtenir, pour chaque système, le profil de vitesse et en déduire les autres quantités d'intérêt (débits, forces, pertes de charge, etc.).
- Identifier la ou les méthodes les plus appropriées pour résoudre un problème particulier.

1.2 : Les prérequis

Ce cours s'appuie sur les connaissances générales en physique et en mathématique acquises en préparatoire, plus particulièrement en mécanique, thermodynamique, analyse vectorielle et équations aux dérivées partielles.

La connaissance des opérateurs vectoriels gradient, divergence et rotationnel est indispensable.

Quelques rappels et références seront donnés en début de cours.

1.3: Résultats d'apprentissage

Première partie

Chapitre	Titre	Volume horaire	Résultats d'apprentissage
Chapitre 1	Rappel sur les notions de Grandeurs Physiques – Dimensions et Unités	3 h	Initier les étudiants à ces notions importantes en mécanique des fluides
Chapitre 2	Statique des fluides	6 h	Pratiquer la mesure de pression et choix des manomètres et des liquides manométriques
Chapitre 3	Introduction à la dynamique des fluides	1 h	Connaitre les notions de base en dynamique des fluides - Initiation aux techniques expérimentales en mécanique des fluides
Chapitre 4	Écoulements Turbulents	3 h	Comparer des régimes d'écoulements laminaires et turbulents. Contraintes de Reynolds. Expressions empiriques des profils de vitesse et de contrainte. Applications à l'écoulement dans un tube.
Chapitre 5	Facteur de friction et applications à l'écoulement des fluides.	2 h	Définir générale du facteur de friction. Facteur de friction pour les écoulements dans un tube (analyse dimensionnelle, Diagramme de Moody). Facteur de friction pour l'écoulement autour d'une sphère (analyse dimensionnelle, Loi de Stokes). Exemples d'application.
Chapitre 6	Bilans macroscopiques pour des systèmes isothermes.	3 h	Mettre en œuvre les connaissances théoriques acquises dans le domaine pour définir les moyens, méthodes et techniques de mesure des pertes de

			charge.Bilan macroscopique de la matière. Bilan macroscopique de la quantité de mouvement. Bilan macroscopique de l'énergie mécanique (Équation de Bernoulli). Pertes d'énergie par friction – pertes de charges singulières. Exemples d'application sur l'utilisation des bilans macroscopiques.
Chapiter 7	Calcul de la puissance d'une pompe	3 h	Initier l'Etudiant-Ingénieur à effectuer des calculs, des dessins, des modélisations, déterminer les points critiques … Dimensionnement des circuits aérauliques et hydrauliques.

Deuxième partie

Chapitre	Titre	Volume horaire	Résultats d'apprentissage
Chapitre 8	Loi de viscosité de Newton et mécanismes de transfert de quantité de mouvement	4 h	Acquérir des connaissances techniques approfondies sur la Notion de viscosité des fluides et loi de viscosité de Newton (transfert moléculaire de la quantité de mouvement). Effets de la température et de la pression sur la viscosité. Théorie moléculaire de la viscosité des liquides et des gaz. Généralisation de la loi de viscosité de Newton. Transfert de la quantité de mouvement par convection (écoulement).
Chapitre 9	Bilan de quantité de mouvement pour des systèmes simples.	5 h	Pouvoir effectuer les Bilans différentiels de la quantité de mouvement et conditions aux

			frontières (cas des écoulements laminaires). Écoulement laminaire sur un plan incliné, dans une conduite cylindrique et dans une section annulaire. Loi de Stokes pour l'écoulement rampant autour d'une sphère. Exemples typiques.
Chapitre 10	Équations d'échange pour des systèmes isothermes.	6 h	Maitriser le Bilan de conservation de la matière. Maitriser le Bilan de conservation de la quantité de mouvement (Navier-Stokes, Euler). Maitriser le Bilan de conservation de l'énergie mécanique. Appliquer des équations d'échange pour des systèmes simples (écoulement laminaire dans une géométrie cylindrique, sphérique, etc.).
Chapitre 11	Analyse dimensionnelle.	6 h	Effectuer une Analyse dimensionnelle des équations de continuité et de Navier-Stokes. Maitriser les Critères de similitude. Maitriser la Méthode de Buckingham. Donner des Exemples typiques: mise à l'échelle de certains procédés.

2. MÉTHODOLOGIE :

Les heures de contact se composent de :

Cours Intégré (h)	42 h

3. EVALUATION :

Type	Portant sur quel chapitre (s)	Pondération
1er Devoir Surveillé	1ère partie	15%
Examen 1er semestre	1ère partie	35%
2ème Devoir Surveillé	2ème partie	15%
Examen 2ème semestre	2ème partie	35%

4. BIBILOGRAPHIE ET LOGISTIQUE RECOMMANDÉE

- R .OUZIAUX et J.PERRIER : Mécanique des fluides appliquée (Dunod 2004)
- G. ASH : Les capteurs en Instrumentation Industrielle (Dunod, 1983)
- NF EN ISO 5167-1 (Novembre 1995) : Mesure de débit des fluides au moyen d'appareils déprimogènes
- J. LEFEBVRE : Mesure des débits et des vitesses des fluides (Masson 1986)
- I.E. IDEL'CIK : Mémento des pertes de charge (Eyrolles, 1986)
- Les Techniques d'ingénieurs
- Transport Phenomena (Bird, R. Byron; Stewart, Warren E.; Lightfoot, Edwin N.) Robert S. Schachter

THERMODYNAMIQUE APPLIQUEE

Code : GP 03 108

Enseignant : Slimane Gabsi

Grade : Professeur

Université : ENIS

Email : slimane.gabsi53@gmail.com

Volume horaire total

56 h

Heures de contact	Activités hors-classe
28	28

Crédit(s)

2ECTS

Responsable du module :

Issam Ksentini

Semestre1

Description du cours et objectifs :

1.1: Description du cours

Ce cours est destiné pour les étudiants de premier niveau du cycle d'ingénieur, spécialité Génie de procédés (GP1). Son intention est de favoriser, chez l'étudiant, la maîtrise des études théoriques en thermo-fluide à savoir l'application de la thermodynamique aux principaux cycles, et aux cycles moteurs en particulier, afin d'en évaluer les performances et de les dimensionner. Il permet aux étudiants d'avoir des compétences spécifiques dans le domaine de transfert de chaleur par convection et les transferts de chaleur couplés complexes et il apporte les outils de base en thermodynamique nécessaires pour l'ingénieur du Génie des Procédés - Energétique.

Objectifs :

L'objectif de ce cours est de présenter une étude approfondie de la thermodynamique appliquée afin de préparer les étudiants à l'utiliser dans la pratique industrielle. Elle traite notamment des processus habituellement rencontrés dans les systèmes énergétiques. En fin de formation, l'étudiant est capable de :

- déterminer les propriétés thermodynamiques des corps utilisés en énergétique.
- analyser des flux de matière et d'énergie dans des systèmes thermodynamiques.
- effectuer des bilans de matière et d'énergie dans ce système.
- en déduire les efficacités ou rendements de procédés.
- d'appliquer la thermodynamique aux systèmes industriels.
- Connaître les schémas de procédés des turbines à gaz, des cycles à vapeur, des machines frigorifiques.
- Analyser le fonctionnement thermodynamique d'un cycle de puissance quelconque ; d'une machine frigorifique ou d'un ensemble d'évapo-concentrateurs ;
- Calculer l'efficacité énergétique d'un cycle de puissance ou d'une machine frig

1.2: Prérequis :

✓ Thermodynamique générale

1.3: Résultats d'apprentissage

Chapitre	Titre	Volume horaire	Résultats d'apprentissage
Chapitre 1	Rappels de thermodynamique générale et extension aux systèmes ouverts	10h	Connaitre Les différentes formes d'énergie, Rappeler le premier principe de la thermodynamique. Connaitre Les fluides et leurs propriétés Maitriser l'analyse énergétique des systèmes fermés , des Systèmes ouverts (conservation de l'énergie, de la masse et des espèces) Connaitre et maitriser Le second principe de la thermodynamique Connaitre et maitriser l'entropie et son utilisation Maitriser l'analyse exégétique
Chapitre 2	Cycles moteurs et frigorifiques	8 h	Avoir des connaissances théoriques avancés sur les Les cycles moteurs à vapeur • Les cycles moteurs à gaz • Les cycles à réfrigération et pompes à chaleur • Les cycles de puissance
Chapitre 3	Les machines thermiques	10 h	Accérir des connaissances techniques approfondies en • turbines à gaz, les turbines à vapeur, les cycles combinés, la co-génération • machines frigorifiques • machines à compression, • machines à absorption, les pompes à

			chaleur, le cycle de Brayton inversé, les cycles cryogéniques • évapo-concentrateurs (évaporateur simple effet, multi effet, compression mécanique des vapeurs, thermocompression)

2. MÉTHODOLOGIE:

Heures de contact	28
Travaux pratiques (h)	
Projet (h)	
Visites (h)	

3. EVALUATION :

Type	Portant sur quel(s) chapitre (s)	Pondération
DS	1-2	30%
Examen Final	1-2-3	70%

43. BIBILOGRAPHIE ET LOGISTIQUE RECOMMANDÉE

1. *-Thermodynamique et optimisation énergétique des systèmes et procédés. M. Feidt (Tec&Doc)*

2. *-Fundamentals of engineering thermodynamics (Moran J., Shapiro N.M. - 5th ed. - 2006 – Wiley)*

3. *-« Thermodynamique et Energétique », L. BOREL, D. FAVRAT, Presses polytechniques et universitaires romandes, 2005*

4. *- Techniques de l'ingénieur*

THERMOCHIMIE ET CINETIQUE CHIMIQUE

Code : GP 03 107

Enseignant: Wiem Hamza

Grade: Docteur en chimie

Université: FSS

Email:

hamzawiem@gmail.com

Volume horaire total

35 h

Heures de contact	Activités hors-classe
21	14

Crédit(s)
1ECTS

Responsable du module

Issam Ksentini

Semestre1

Description du cours et objectifs :

1.1: Description du cours

Description et caractérisation des différents cycles thermodynamiques.

Objectifs :

A l'issus de ce cours l'étudiant doit être capable de :

- Comprendre les grandeurs molaires partielles, la notion de l'équilibre chimique
- analyser les systèmes ouverts dans lesquels il y'a échange de chaleur, de travail et de matière.
- proposer des améliorations pour limiter les pertes thermiques et faire des économies d'énergie
- Appréhender le mécanisme de la réaction chimique et connaitre la vitesse de transformation de la matière
- Distinguer les réactions globales et celles élémentaires
- Proposer des chemins réactionnels

1.2: Prérequis

-Structure de la matière

- Chimie Générale

- Thermodynamique général

1.3: Résultats d'apprentissage

Chapitre	Titre	Volume horaire	Résultats d'apprentissage
Chapitre 1	Rappels de thermodynamique générale : premier, deuxième et troisième principe de la thermodynamique	12	Acquérir les compétences théoriques nécessaires dans la thermodynamique chimique : a- La thermochimie : c'est la théorie des effets énergétiques des réactions chimiques (premier principe de la thermodynamique)

			b- Les fonctions thermodynamiques : détermination du sens de l'évolution spontanée d'une réaction et son état d'équilibre(le second principe de la thermodynamique) c- Etude les méthodes de calcul des constantes d'équilibre des réactions et des concentrations des produits à l'état d'équilibre (2éme et 3éme principe de la thermodynamique)
Chapitre 2	Cinétique chimique	6	• Avoir une connaissance consolidée des techniques expérimentales de suivi des réactions ; la constante de vitesse et la détermination de la loi de vitesse ; la loi d'Arrhénius. • identifier, formuler et résoudre les problèmes propres aux mécanismes des réactions complexes (Réactions compétitives ; réversibles ; successives (approximation de l'état quasi-stationnaire) ; en chaîne linéaire et polymérisation radicalaire). • Avoir une connaissance consolidée des dynamique réactionnelle (Modèle des collisions entre sphères dures ; réactions unimoléculaires (mécanisme de Lindemann) ; théorie de l'état de transition ; influence de force ionique de la solution)
Chapitre 3	Catalyse homogène et enzymatique	3	Avoir une connaissance consolidée Catalyse acido-basique ; catalyse redox ; catalyse enzymatique et mécanismes d'inhibition

2. MÉTHODOLOGIE:

Heures de contact	21
Travaux pratiques (h)	
Projet (h)	
Visites (h)	

3. EVALUATION :

Type	Portant sur quel(s) chapitre (s)	Pondération
DS	1-2	30%
Examen Final	1-2-3	70%

4. BIBILOGRAPHIE ET LOGISTIQUE RECOMMANDÉE

Chimie physique : Exercies résolus F.RouquerolI, GChamboud R.Lissillour 3eme Edition (2008) Dunad.

Thermodynamique chimique J.Tuech, M.MOSSAYAR 1995/Massen)

TECHNOLOGIE DES TURBOMACHINES

Code : GP 03 109

Enseignant : Issam KSENTINI

Grade : Enseignant permanent IIT – Docteur ingénieur

Université: IIT

Email :

Issam.ksentini@iit.ens.tn

Volume horaire total

42 h

Heures de contact	Activités hors-classe
21	21

Crédit(s)

2ECTS

Responsable du module : Issam Ksentini

Semestre1

1. Description du cours et objectifs :

1.1: Description du cours

Il s'agit d'un cours introductif qui permet aux élèves ingénieurs en première année de s'initier aux principaux types de turbomachines, de leur définition, de leur mode d'emploi et enfin les bases de leurs dimensionnements.

Objectifs : :

Ce cours vise à :

- Décrire, à partir des notions de base, les méthodes modernes de conception, de construction et de maintenance des TM en vue de leur application aux machines et à leurs circuits récepteurs.
- Former l'élevé ingénieur au concept, d'optimisation, de management et de maintenance des TM
- Maîtriser les outils d'amélioration continue de ces TM ainsi que les sciences appliquées à la production des énergies.
- A l'issue de ce cours, l'élève ingénieur acquerra des connaissances techniques approfondies quant aux caractérisations, classifications et dimensionnement des pompes, compresseurs et turbines, lui permettant d'agir de manière responsable dans ses activités professionnelles liées au domaine des TM.

1.2 : Les prérequis

Un savoir-faire dans la recherche bibliographique et la présentation des résultats

Notions de mécanique de fluide

1.3: Résultats d'apprentissage

Chapitre	Titre	Volume horaire	Résultats d'apprentissage
Chapitre 1	Introduction au TM	3	Acquérir des connaissances techniques étendues en ce qui concerne les principaux organes constitutifs d'une TM ainsi que les principes de bases utilisés dans l'étude des turbomachines
Chapitre 2	Perte dans les TM	3	identifier, formuler et résoudre les problèmes propres à la classification et l'analyse des pertes

Chapitre 3	Pompes centrifuges	3	utiliser des méthodes innovantes pour pouvoir classifier et evaluer les Performances et facteurs affectant ces performances combiner les connaissances dans différents domaines pour une réalisation rapide et pour faire face à la complexité de Dimensionnement et des calculs des pompes
Chapitre 4	Compresseurs	3	utiliser des méthodes innovantes pour pouvoir classifier et evaluer les Performances et facteurs affectant ces performances combiner les connaissances dans différents domaines pour une réalisation rapide et pour faire face à la complexité de Dimensionnement et des calculs des compresseurs
Chapitre 5	Turbines	3	utiliser des méthodes innovantes pour pouvoir classifier et evaluer les Performances et facteurs affectant ces performances combiner les connaissances dans différents domaines pour une réalisation rapide et pour faire face à la complexité de Dimensionnement et des calculs des turbines

2. MÉTHODOLOGIE :

Les heures de contact se composent de :

Cours Intégré (h)	15
Projet (h)	6

Les « activités hors classe » se composent de :

Activité 1	Recherche bibliographique sur des parties ciblées liées aux TM
Activité 2	Préparer un exposé en binôme et savoir l'animer

3. EVALUATION :

Type	Portant sur quel chapitre (s)	Pondération
Projet	2-3-4	25%
Devoir Surveillé	1-2-3	20 %
Examen final	1 – 2 – 3 – 4 – 5	55 %

4. RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES ET LOGISTIQUES RECOMMANDÉES :

___Issam ksentini_____ **15 septembre 2019**

Signature de l'enseignant

TRAITEMENT DES DECHETS SOLIDES

Code: GP 03 114

Enseignant: …Issam Ksentini

Grade: …Enseignant

Université: Institut International de Technologie

Email:

Issam.ksentini@iit.ens.tn

Volume horaire total

42 h

Heures de contact	Activités hors-classe
21	21

Crédit(s)
2ECTS

Responsable du module : Issam Ksentini

Semestre1

1. Description du cours et objectifs :

1.1: Description du cours

Le cours de traitement des déchets solides a pour objectif de définir les notions de base sur les déchets, de les classer et de découvrir les pistes de valorisation. Ce cours donne aussi un aperçu sur le cadre légal du traitement des déchets.

Objectifs :

Avoir une maitrise des notions de base sur les déchets : leur classification, caractérisation, cycle de vie

Avoir une conscience sur les impacts environnementaux et économiques de la gestion des déchets

Avoir des connaissances techniques avancées sur les procédés de biométhanisation & Compostage d'incinération & Pyrolyse

1.2 : Les prérequis

Cadre légal des rejets des déchets solides

1.3: Résultats d'apprentissage

Chapitre	Titre	Volume horaire	Résultats d'apprentissage
Chapitre 1	Définitions et notions de base sur les déchets	4.5	Acquérir des connaissances théorique approfondies en • Étymologie du concept déchet • Origine de la production des déchets • Cycle de vie d'un déchet • Classification des déchets solides • Caractéristiques analytiques des déchets • Nomenclature des déchets
Chapitre 2	Déchets ménagers et assimilés : Composition, Caractérisation physico-chimique & Gestion	4.5	Acquérir des connaissances théorique approfondies en déchets ménagers et assimiles : Pouvoir Mesurer la production des déchets ménagers et assimilés Connaitre la composition des déchets ménagers et assimilés Maitriser la gestion des déchets ménagers et assimilés
Chapitre 3	Mise en décharge des déchets ménagers et assimilés	4.5	Acquérir des connaissances théorique approfondies sur la décharge classique ou incontrôlée Connaitre les effluents de décharge :

			lixiviats et biogaz Acquérir des connaissances théorique approfondies sur la décharge contrôlée Maitriser la classification et la structure des centres d'enfouissement
Chapitre 4	Traitement biologique des déchets ménagers et assimilés : Biométhanisation & Compostage	3	Acquérir des connaissances théorique approfondies sur les procédés de biométhanisation & Compostage
Chapitre 5	Traitement thermique des déchets ménagers et assimilés : Incinération & Pyrolyse	3	Acquérir des connaissances théorique approfondies sur les procédés d'incinération & Pyrolyse

2. MÉTHODOLOGIE:

Heures de contact	21
Travaux pratiques (h)	
Projet (h)	
Visites (h)	

Les « activités hors classe » se composent de :

Activité 1	Recherche bibliographique sur des parties ciblées liées à une forme d'énergie renouvelable.
Activité 2	Préparer un exposé en binôme et savoir l'animer

3. EVALUATION :

Type	Portant sur quel(s) chapitre (s)	Pondération
Project	5	25 %
DS	1 – 2	20 %
Examen Final	1 – 2 – 3 – 4 -5	55 %

TRANSFERT DE CHALEUR

Code : GP 03 110

Enseignant: Mounir Baccar

Grade: Professeur

Université: …ENIS

Email:

Mounir.baccar@enis.rnu.tn

Volume horaire total

63 h

Heures de contact	Activités hors-classe
35	28

Crédit(s)
2ECTS

Responsable du module : Mourad Ben Zina

Semestre1

1. Description du cours et objectifs :

1.1: Description du cours

Ce cours donne aux étudiants les connaissances scientifiques et techniques relatives aux transferts de chaleur. Il introduit également les phénomènes d'échanges thermiques dans un environnement industriel

Objectifs :

A l'issue de cet enseignement, les élèves seront capables :

- de comprendre les principes fondamentaux des échanges thermiques
- d'écrire des bilans thermiques,
- d'effectuer des calculs de transferts de chaleur et de choisir et dimensionner des calorifuges thermiques.
- de piloter, maintenir ou diagnostiquer des installations thermiques industrielles.

1.2: Résultats d'apprentissage

Chapitre	Titre	Volume horaire	Résultats d'apprentissage
Chapitre 1	Généralités sur les processus de transfert thermique	7h	Introduire et maitiser la notion de transfert à partir d'exemples de la vie courante, positionnement et importance de la problématique. Avoir des connaissances théoriques avancés sur : : • Notion de température/ Gradient thermique • Notion de chaleur (Equation aux dimensions - Unités SI - Unités pratiques, Echanges de chaleur à travers une surface) • Relation température/chaleur (Chauffage d'un corps homogène / Interaction entre deux corps)
Chapitre 2	Conduction thermique	7h	Connaitre et maitriser le mode de transfert par conduction

			Avoir des connaissances théoriques avancés sur : • Equation de la chaleur • Hypothèse fondamentale de Fourier • Lignes de flux • Equation générale de la conduction – similitude • Conditions aux limites. Etre capable de faire des simulations numériques thermique
Chapitre 3	Convection thermique	7h	Avoir de connaissances théoriques avancées sur le Mode de transfert par convection • Coefficient local de convection • Régime d'écoulement laminaire ou turbulent • Convection naturelle et convection forcée Equations générales – similitudes • Conditions aux limites. Etre capable de faire des simulations numériques thermique
Chapitre 4	Rayonnement thermique	7h	Avoir de connaissances théoriques avancées sur le mode de transfert par rayonnement Maitriser la notion de l'Emission d'énergie par rayonnement. Maitriser la notion de Réception d'énergie par rayonnement. Connaitre la Lois de rayonnement du corps noir. Connaitre les Corps opaques, semi transparents et les corps colorés et quelques données. Etre capable de faire des simulations

			numériques thermique
Chapitre5	Echangeur de chaleur	7h	Connaitre les équipements de mesure de température et de flux thermiques. Maitriser les calorifuges des surfaces Etre capable de Calculer des épaisseurs critiques.

2. MÉTHODOLOGIE:

Heures de contact	28
Travaux pratiques (h)	
Projet (h)	
Visites (h)	

3. EVALUATION :

Type	Portant sur quel(s) chapitre (s)	Pondération
DS	1-2-3	30%
Examen Final	All	50%

TRANSFERT DE MATIERE

Code: GP 03 112

Enseignant: …Mansour BARGUI

Grade: …Maitre technologue

Université: ISET

Email:

barguimohamed@yahoo.com

Volume horaire total

70 h

Heures de contact	Activités hors-classe
35	35

Crédit(s)

3 ECTS

Semestre1

Description du cours et objectifs :

1.1: Description du cours

Ce cours introduit les notions fondamentales relatives aux différents phénomènes de transfert de matière quel que soit le milieu considéré. Intervenant dans tous les procédés de séparation et de réaction chimique ou biologique, cet enseignement donne les bases indispensables dans le domaine du transfert de matière avec ou sans réaction, en phase homogène ou dans des systèmes poly phasiques.

Objectifs :

A l'issue de ce cours, les compétences acquises par l'étudiant lui permettront de :

1. comprendre les mécanismes et le formalisme permettant la description du transfert de matière,
2. savoir écrire un bilan matière,
3. mettre en œuvre la méthodologie des bilans matière couplée à la description des phénomènes de transport de matière.
4. résoudre les équations différentielles issues du bilan matière pour le calcul des équipements.

1.3: Résultats d'apprentissage

Chapitre	Titre	Volume horaire	Résultats d'apprentissage
Chapitre 1	MECANISME DE TRANSFERT DE LA MATIERE	4h	Introduire les notions de base sur le transfert diffusif (La loi de Fick, diffusion moléculaire , densité de flux de matière , vitesses moyennes molaire et massique) le transfert convectif et transfert combiné (diffusion + convection)
Chapitre 2	Estimation des coefficients de diffusion	6h	Acquérir une connaissance technique approfondie dans l'estimation des Coefficients de diffusion en **phase gazeuse** à basse et à haute pression (Relation de Chapman-Enskog (1952), Relation de Wilke et Lee (1955), Equation de Slattery (1958), Equation de Gilliland (1934) , Relation

			de Fuller, Schettler et Giddings), **phase liquide et dans les solutions concentrés** (Equation de Wilke et Chang Equation de Stokes-Einstein) , pour les **systèmes gazeux multicomposants** (Equation de Stefan Maxwell) et **les solides poreux** Etre capable d'estimer le coefficient de diffusion des gaz à haute pression Coefficients de diffusion en phase liquide Etre capable d'estimer l'ordre de grandeur des coefficients de diffusion dans les différents milieux (gaz, liquides, solides) Pouvoir estimer les coefficients de diffusion dans les solides poreux AVoir des notions sur les coefficients de diffusion effectifs
Chapitre 3	Description du transfert de matière	12h	Pouvoir élaborer les bilans de : • matière-Equation de continuité • masse totale sur un élément de volume fixe • masse d'un constituant i sur un élément de volume fixe Definir et exploiter les conditions aux limites et conditions initiales Acquérir une connaissance technique approfondie sur : • le Transfert diffusif en régime permanent (Diffusion d'un gaz à travers un film gazeux stagnant et Diffusion équimolaire)

			• Transfert diffusif transitoire • Transfert diffusif avec réaction chimique hétérogène (cas de réaction instantanée et lente) • Transfert diffusif avec réaction chimique homogène Applications pour différentes géométries (plan, cylindre, sphère)
Chapitre 4	Transfert de matière à une interface	13h	Introduire les notions sur les : • Coefficient de transfert de matière • Théorie du double film • Théorie de la pénétration • Théorie du renouvellement de l'interface • Notion d'analyse dimensionnelle • Théorème de π- Buchingham • Nombres sans dimensions relatifs au transfert de matière Etre capable d'estimer des coefficients de transfert de matière (corrélations adimensionnelles)

2. MÉTHODOLOGIE:

Heures de contact	35
Travaux pratiques (h)	
Projet (h)	
Visites (h)	

3. EVALUATION :

Type	Portant sur quel(s) chapitre (s)	Pondération
DS	1-2	30%
Examen Final	all	70%

AUTOMATIQUE

Code: GP 03 104

Enseignant : Amina MSEDDI

Grade : Enseignant

Université : Institut International de Technologie

Email :

amina.mseddi@iit.ens.tn

Volume horaire total

49 h

Heures de contact	Activités hors-classe
28	21

Crédit(s)
2ECTS

Responsable du module : Amina MSEDDI

Semestre1

1. Description du cours et objectifs :

1.1: Description du cours

Dans divers domaines d'application des sciences de l'ingénierie, les systèmes automatiques sont très largement présents. Ce cours vise à introduire les notions nécessaires à l'étude et à la conception des systèmes automatiques en fournissant des informations théoriques, des exercices et des exemples pratiques. Il permet à l'étudiant ingénieur d'acquérir des compétences spécifiques dans les domaines de la modélisation, de l'analyse transitoire et des fréquences et de l'analyse de stabilité des systèmes automatiques.

Objectifs :

À la fin de ce cours, l'étudiant en génie aura acquis des compétences spécifiques dans le domaine de l'automatisation. Avec une base solide dans ce domaine, il sera en mesure de saisir les technologies de pointe liées à de nombreux secteurs d'activité. Pour résumer, les principaux objectifs de ce module sont les suivants :

- Conception de systèmes complexes pour la production ou l'utilisation d'énergies
- Traiter les aspects de contrôle ou de réglementation d'une application industrielle
- Utilisation des principes de l'informatique industrielle, de l'automatisation, de la modélisation et du contrôle des systèmes industriels, du traitement des signaux.
- Analyse de fréquence et de temps des systèmes automatiques
- Évaluer les techniques applicables en fonction de leurs connaissances imminentes afin d'identifier les normes et les exigences relatives aux contrôleurs de synthèse

1.3: Résultats d'apprentissage

Chapitre	Titre	Volume horaire	Résultats d'apprentissage
Chapitre 1	Généralités	2h	effectuer des recherches documentaires conformément à la notion de système, y compris le cas des systèmes linéaires invariants, la représentation dynamique des systèmes
Chapitre 2	Analyse des fréquences	8h	analyser le régime temporel et fréquentiel et résoudre scientifiquement les problèmes connexes identifier, formuler et résoudre les problèmes liés aux systèmes de premier et deuxième ordre
Chapitre 3	Étude temporelle et harmonique de la stabilité du système	8h	évaluer de façon critique les données et tirer des conclusions concernant les critères de stabilité d'un système et l'exactitude du servo-control et de la réglementation
Chapitre 4	Synthèse des contrôleurs PID	10h	se familiariser rapidement et de manière ciblée avec les techniques de contrôle classiques (méthodes empiriques de synthèse des DPI, méthodes algébriques de synthèse pid, méthodes de synthèse pid basées sur la fréquence) être capable de planifier, de contrôler et de surveiller les processus et de développer et d'exploiter des systèmes et de l'équipement étudier et évaluer l'application de technologies de réglementation nouvelles et émergentes

2. MÉTHODOLOGIE :

Heures de contact	28
Travaux pratiques (h)	
Projet (h)	
Visites (h)	

3. EVALUATION :

Type	Portant sur quel(s) chapitre (s)	Pondération
Project	1-2-3-4	30%
TP	1-2-3-4	20%
Examen Final	2-3-4	50%

4. BIBILOGRAPHIE ET LOGISTIQUE RECOMMANDÉE

Asservissement régulation commande analogique, Cours d'automatique Tome 1-2 , Jean-Louis Ferrier, Maurice Rivoire

Régulation, C. Sermondade, A. Toussaint, Collection ETAPES - Editions Nathan
Tome 1 : Régulation élémentaire, notions de base, éléments de régulation
Tome 2 : Identifications, stabilité, réglages
Tome 3 : Boucles complexes, régulation discontinue, études techniques

Systèmes asservis : Commande et régulation, Collection Eyrolles Mentor Sciences Edition Eyrolles
Tome 1 : Représentations, analyse, performances
Tome 2 : Synthèse, applications, instrumentation

ANALYSE NUMERIQUE

Code: GP 03 204

Enseignant: …Nader Frikha

Grade: …Enseignant

Université: ENIS

Email:

naderfrikha@yahoo.fr

Volume horaire total

63 h

Heures de contact	Activités hors-classe
35	28

Crédit(s)

2ECTS

Responsable du module : Nader Frikha

Semestre2

1. Description du cours et objectifs :

Description du cours

Ce cours présente les principales méthodes numériques élémentaires. L'approche pédagogique de ce cours repose sur une compréhension profonde des méthodes tout en dégageant leurs avantages et leurs inconvénients.

Objectifs :

Le but des travaux pratiques relatifs à ce cours est de familiariser l'étudiant avec l'utilisation de l'ordinateur et l'écriture d'algorithmes sur le logiciel de calcul Matlab. À la fin du cours, l'étudiant devrait être capable de:

- faire un bon choix de méthodes numériques pour résoudre un problème donné

- calculer une solution approchée d'un système d'équations linéaires ou non linéaires

- interpoler une suite de points

- approcher numériquement les dérivées et le calcul d'une intégrale

- résoudre numériquement les équations différentielles avec conditions initiales et conditions aux limites

Les prérequis

Formation de base en mathématiques (algèbre et analyse), informatique et en programmation.

Résultats d'apprentissage

Chapitre	Titre	Volume horaire	Résultats d'apprentissage
Chapitre 1	Introduction	1,5	Maitriser la Représentation des nombres dans un ordinateur, Instabilité numérique et Calcul
Chapitre 2	Résolution d'équations non linéaires	3,5	Maitriser différentes méthodes de résolution : Dichotomie, Fausse position, Points fixes, Newton. Étude de la convergence des algorithmes.
Chapitre 3	Résolution d'équations linéaires	4	Maitriser les Méthodes directes (Gauss, Gauss à pivot partiel, Gauss-Jordan) et les Méthodes itératives (Jacobi, Gauss Seidel)

Chapitre 4	Approximation d'une fonction	4	Maitriser l'Interpolation polynomiale : Matrice de Vandermonde, polynôme de Lagrange, Interpolation itérée (Polynôme de Newton)
Chapitre 5	Intégration et dérivation numérique	3	Maitriser la Méthode des trapèzes Formule de Simpson Estimation des dérivées (première et deuxième)
Chapitre 6	Equations différentielles ordinaires (EDO)	5	Maitriser la Résolution d'EDO aux valeurs initiales (Euler, Runge-Kutta…) Maitriser la Résolution des systèmes EDO aux conditions limites spatiales (méthode des différences finies)

2. MÉTHODOLOGIE:

Heures de contact	21
Travaux pratiques (h)	14
Projet (h)	
Visites (h)	

3. EVALUATION :

Type	Portant sur quel(s) chapitre (s)	Pondération
DS	1-2-3	30%
TP	1-2-3-4	20%
Examen Final	Tous les chapitres	50%

4. BIBILOGRAPHIE ET LOGISTIQUE RECOMMANDÉE

P.G. CIARLET, Introduction à l'analyse numérique matricielle et à l'optimisation, Masson, Paris,

1994.

M. CROUZEIX, A.L. MIGNOT, Analyse numérique des équations différentielles, Masson, Paris, 1984.

S. QUARTERONI, R. SACCO, F. SALERI : Méthodes numériques pour le calcul scientifique, Springer, France, 2000.

30 octobre 2019

Signature de l'enseignant Date

ELECTROTECHNIQUE

Code : GP 03 207

Enseignant : ZAYANI Hichem

Grade : Maître Technologue

Établissement : ISET SFAX

Email :

hichemzayani2@gmail.com

Volume horaire total du cours

42 h

Heures de contact	Activités hors-classe
21h	21h

Crédit(s)

2 ECTS

Module responsable

Amina Mseddi

Semestre2

Description du cours et objectifs :

1.1: Description du cours

Ce cours est destiné pour les étudiants de premier niveau du cycle d'ingénieur, spécialité Génie de procédés (GP1). Son intention est de favoriser, chez l'étudiant, la maîtrise des études théoriques en électrotechnique à savoir le système triphasé, les transformateurs et les machines électriques tournantes ; il permet aussi d'utiliser les caractéristiques des différents schémas et grandeurs électriques pour l'implantation dans une installation électrique de type industrielle.

Objectifs :

Les objectifs principaux de ce cours peuvent se résumer comme suit :

- connaissance consolidée des principes mathématiques-scientifiques et techniques du génie électrique (Lois fondamentales de l'électromagnétisme, Systèmes électriques monophasés et triphasés : calcul de puissance, présentation vectorielle…)

- identifier, formuler et résoudre les problèmes propres à la construction mécanique en electrotechnique

- Acquérir des connaissances de base pour l'étude des transformateurs monophasés (constitution, dimensionnement, schéma électrique équivalent). Puis, choisir des méthodes appropriées d'analyse et de modélisation, des transformateurs

- Évaluer les techniques applicables sur la base de leurs connaissances imminentes afin d'identifier les normes et les exigences pour la conception d'une installation électrique industrielle, allant de l'origine de cette dernière jusqu'aux circuits terminaux.

- Acquérir une compréhension du contexte multidisciplinaire du domaine des convertisseurs électroniques de puissance et des machines à courant continu et asynchrone

- Avoir une conscience de base des nouvelles découvertes dans le secteur de l'entraînement de machines

1.2: Prérequis :

- ✓ Notions élémentaires d'électricité et d'électrotechnique
- ✓ Lois fondamentale d'électricité (Loi d'OHM, Lois de KIRCHOFF, Théorèmes THEVENIN, Norton, superposition….)
- ✓ Notion physique : (force électrostatique, force électromagnétique…)

1.3: Résultats d'apprentissage

Chapitre	Titre	Volume horaire	Résultats d'apprentissage
Chapitre 1	Les Circuits Électriques Linéaires en Régime sinusoïdal Monophasé et Triphasé	4h	- Connaitre la Représentation vectorielle et complexe - Connaitre les Circuit RLC série et parallèle - Maitriser le calcul des Puissances instantanée active, réactive et apparente - Savoir les grandeurs simples et composées - Maitiser les différents types de couplage à savoir Couplage étoile et triangle - Matriser les Méthodes de mesures des puissances
Chapitre 2	Les transformateurs monophasés	6 h	- Avoir des connaissances théoriques avancés sur la classification des différents réseaux électriques - Connaitre le Principe de la bobine à noyau de fer - Connaitre la Constitution d'un transformateur - Pouvoir effecuer une Etude expérimentale d'un transformateur - Savoir Calculer le rendement
Chapitre 3	Les installations industrielles	6 h	- Connaitre les Constitution des installations industrielles - Savoir effectuer un Bilan de puissance, Carnet de câble - Maitriser le calcul de la Chute de tension - Différencier les Appareillages ELECTRIQUES et les Fonctions du Départ moteur
Chapitre 4	Association machines-convertisseurs	5 h	- Connaitre le Principe de la conversion électromagnétique de l'énergie - Connaitre la Constitution et principe d'une machine à courant continu d'un moteur asynchrone triphasé - Connaitre les convertisseurs statique (hacheur serie-parallèle et série parallele, onduleur mono et triphasé, redresseur)

2. MÉTHODOLOGIE:

Heures de contact	21
Travaux pratiques (h)	
Projet (h)	
Visites (h)	

3. EVALUATION :

Type	Portant sur quel(s) chapitre (s)	Pondération
Project		
TP		
DS	1-2	30%
Oral test		
Examen Final	3-4	70%

3. BIBILOGRAPHIE ET LOGISTIQUE RECOMMANDÉE

[1] R.Bourgeois, D. Cogniel et B. Lehalle. Mémotech : équipements et installations électriques Collection A. Capliez Educalivre 1992, Paris.

[2] Electrotechnique à l'usage des ingénieurs A.Fouillé DUNOD

[3] machines électriques J.Niard ATHAN TECHNIQUE

Enseignant : Samir BOUAZIZ

Grade : Professeur enseignement supérieur

Université: Ecole Nationale d'ingénieurs de Sfax

Email : samirbz2020@gmail.com

Volume horaire total

42 h

Heures de contact	Activités hors-classe
21	21

Crédit(s)

2ECTS

Responsable du module : : Ksentini Issam

Semestre: 2

1. Description du cours et objectifs :

1.1: Description du cours

Ce cours présente les notions de base et les méthodes d'investigations géologiques et géophysiques qui consistent à apprendre, connaître, identifier, caractériser et analyser le groupement : minéral, roche, couche dans un bassin sédimentaire et leur évolution dans le temps et l'espace. Les plans d'étude de chaque méthode sont élucidés dans l'objectif de caractériser les ressources naturelles : hydrogéologique, hydrocarbures (Pétrole et gaz), métallifères et de substances minérales utiles et caractériser les différents types de gisement et leurs géométrie par les données de surface et de subsurface.

Objectifs :

Ce cours vise à

- Acquérir une compréhension du contexte multidisciplinaire de la thématique des énergies fossiles
- Avoir une conscience critique des méthodes d'investigations, de caractérisation, d'identification et d'analyse des minéraux et des roches
- Connaître les différentes méthodes de datation des roches, des couches géologiques, des gisements
- Apprendre les méthodes d'analyse qualitative et quantitative de la déformation naturelle des roches
- Avoir une connaissance consolidée du rôle dans le piégeage des ressources naturelles
- Pouvoir caractériser les bassins sédimentaires, la sédimentation, la subsidence, la géométrie du gisement et l'évolution du bassin dans le temps et l'espace
- Apprendre les méthodes géophysiques pour connaître les structures et la nature du sous-sol par l'application de méthodes scientifiques dédiées

1.2 : Les prérequis

-Les notions de bases des sciences de la terre : minéral, roche, couche, bassin sédimentaire

- Les méthodes d'investigation et prospection du sol e du sous-sol, microscopique, macroscopique, multi-échelle (laboratoire, Photo graphie aérienne, carte géologique, image satellitaire, etc…..).

- La structure de la terre

- Les différents types de minéraux-Roches

- Les bases physiques : électriques, gravimétrie, magnétismique, sismique réflexion et réfraction

1.3 : Compétences visées

Chapitre	Titre	Volume horaire	Résultats d'apprentissage
Chapitre 1	Les minéraux et les roches	4H30	Apprendre les méthodes d'investigations, de caractérisation, d'identification et d'analyse des différents minéraux et des différents types de roches
Chapitre 2	Les méthodes de Datations	3H	Connaître les différentes méthodes de datation relative et absolue des roches, des couches géologiques, des gisements
Chapitre 3	Les déformations des roches	4H30	Apprendre les méthodes d'analyse qualitative et quantitative de la déformation naturelle des roches : la tectonique cassante et plissée. Acquérir des connaissances techniques étendues en ce qui concerne le rôle dans le piégeage des ressources naturelles : eau, hydrocarbure, minéraux, gisement métallifère et de substance minérale utile
Chapitre 4	Les bassins sédimentaires	3h	Caractériser les bassins sédimentaires, la sédimentation, la subsidence, la géométrie du gisement et l'évolution du bassin dans le temps et l'espace
Chapitre 5	Les prospections géophysiques	6H	Apprendre les méthodes géophysiques pour connaître les structures et la nature du sous- sol par

			l'application des méthodes d'investigation électrique, gravimétrique, magnétique sismique et autres

2. MÉTHODOLOGIE :

Les heures de contact se composent de :

Cours Intégré (h)	21
Visites (h)	Une sortie d'1 Jour sur le terrain en Tunisie centrale (lever de coupe, caractériser les roches, la couche, la structure générale et les potentialités en roche mère et réservoir d'hydrocarbure

Les « activités hors classe » se composent de :

Activité 1 (h)	Caractérisation macroscopique des minéraux (1h)
Activité 2 (h)	Caractérisation macroscopique des roches (1h)
Activité 3 (h)	Méthode de la projection stéréographique (1h)
Activité 4 (h)	Photo-interprétation (Photo aérienne et image satellitaire) Géomorphologie et structure (1h)

3. EVALUATION :

Type	Portant sur quel(s) chapitre (s)	Pondération
DS	3 premiers chapitres	30%
Examen Final	Tous les chapitres	70%

4. BIBILOGRAPHIE ET LOGISTIQUE RECOMMANDÉE

Toutes les notions de base de la géologie

Toutes les notions de base de la géophysique

L'énergie fossile et les types de gisements

ÉCONOMIE POUR L'INGÉNIEUR

Code : GP 03 202

Enseignante: Amel Trabelsi Elloumi

Grade: Membre du corps professoral à temps plein

Université: International Institute of Technology

Email:

Dep.PCP@iit.ens.tn

Volume horaire total

42 h

Heures de contact	Activités hors-classe
21	21

Crédit(s)

2 ECTS

Responsable du module : Amel Trabelsi Elloumi

Semestre2

Description du cours et objectifs :

1.1: Description du cours

L'objectif de ce cours est de permettre à l'étudiant d'acquérir les outils essentiels pour une bonne compréhension de la formation et de l'évolution des institutions d'échange, ainsi que de la formation des prix. L'analyse de ces phénomènes sera basée sur l'étude du comportement des centres de décision (entreprises, consommateurs et autres institutions) qui affectent la répartition des ressources dans une économie. Le cours vise également à familiariser l'étudiant avec méthodologie scientifique en économie ainsi que le raisonnement abstrait pour une meilleure compréhension des réalités économiques. Ce cours couvrira les fondements généraux de l'économie et les deux principaux niveaux d'analyse économique : la microéconomie et la macroéconomie.

Objectifs :

Objectifs globaux :: Initier l'étudiant aux concepts de base en économie, expliquer et analyser, allant du comportement individuel (microéconomie) au comportement général (macroéconomie), les principaux mécanismes de la vie économique.

Résultats d'apprentissage:

À la fin de ce cours, l'étudiant doit être en mesure de :

- connaître les principes fondamentaux de l'analyse microéconomique et étudier le comportement des agents économiques individuels (consommateurs et entreprises) sur les marchés où les produits sont commercialisés.

- Maîtriser les outils d'analyse microéconomique permettra à l'étudiant d'apprendre à évaluer la santé d'une entreprise.

- Familiarisez-vous avec les outils et les agrégats utilisés pour mesurer l'activité économique.

- Interpréter et analyser les principaux déséquilibres macroéconomiques.

- Analyser les problèmes actuels et les réalités économiques.

1.2: Prérequis :

Mathématiques

1.3: Résultats d'apprentissage

Chapitre	Titre	Volume horaire	Résultats d'apprentissage
Chapitre 1	**Chapitre 1: Introduction à l'analyse économique**		Différencier les biens économiques et non économiques et classer les biens et les besoins économiques Analyser l'activité économique (organisation et relations entre acteurs) ❖ Connaître les tâches de l'économiste, les méthodes utilisées et les différents niveaux d'analyse économique.
Chapitre 2	**Chapitre 2: L'économie et les grandes écoles de pensée économique : fondations et contributions**		Pour connaître les principaux courants de la pensée économique et leurs principales contributions, Comprendre pourquoi et comment aborder une question économique d'une manière différente avec différents économistes ❖ Connaître la base sur laquelle les principaux systèmes économiques sont construits.
Chapitre 3	**Chapitre 3: Analyse du comportement des consommateurs**		Décrire comment et pourquoi les individus choisissent un bien plutôt qu'un autre; Montrer que la combinaison des préférences et des contraintes budgétaires détermine les choix des consommateurs ❖ Déterminer quelle combinaison de biens choisir de maximiser l'utilité des consommateurs.
Chapitre 4	**Chapitre 4: Analyse du comportement des consommateurs**		❖ Introduire le comportement des producteurs, la fonction de production, la productivité et la théorie des coûts et introduire la relation entre les coûts, les prix et les bénéfices
Chapitre 5	**Chapitre 5: Circuit économique**		❖ Connaître la prise de décision et les agents économiques ainsi que les interactions sous-jacentes aux activités économiques. ❖ Déterminer les comptes nationaux (financiers et non financiers) utilisés pour enregistrer et résumer les activités économiques menées par les agents économiques.

2. MÉTHODOLOGIE:

Heures de contact	15
Travaux pratiques (h)	6
Projet (h)	
Visites (h)	

3. EVALUATION :

Type	Portant sur quel(s) chapitre (s)	Pondération
Project		
TP	*	10%
DS	*	20%
Oral test		
Examen Final	*	70%

3. BIBILOGRAPHIE ET LOGISTIQUE RECOMMANDÉE

- Mankiw G.N. (1998), *Principes de l'Economie*, Economica.
- Parkin M. et BADE R. (2002), *Introduction à la macroéconomie moderne*, Collection ERPJ.
- Samuelson P. A. et Nordhaus W. D. (2000), *L'Economie*, Economica.
- Bosserelle E. (2017), *Les Fondamentaux - Economie Générale,* Scolaire / Universitaire (broché)

INDUSTRIES PHARMACEUTIQUES, COSMETOLOGIE

Code : GP 03 209

Enseignant: Belghith Mariem

Grade : Expert

Company : philadelphia pharma

Email :

maryembelghithenit@gmail.com

Volume horaire total

49 h

Heure de contact	Activités hors classe
28	21

Crédit(s)

2 ECTS

Module Responsable

Issam Ksentini

Semestre2

Description du cours et objectifs :

1.1: Description du cours

Ce cours se base sur une analyse des attentes et besoins des industriels pharmaceutiques. En effet, les niveaux de technicité en production ne cessent de croître et il existe un déficit de formations entre celles qui permettent de recruter des opérateurs (ceux ci évoluant généralement grâce à l'expérience professionnelle) et celles qui conduisent à la formation des cadres et managers. C'est donc sur les résultats de cette analyse on a orienter ce cours pour découvrir le monde des entreprises pharmaceutiques. Savoir comment on fabrique les médicaments. Connaitre les Notions de base pour pouvoir fabriquer un médicament ainsi que les procédures de préparation et de dépôt de dossier d'AMM.

Objectifs :

Les objectifs de ce cours se résument comme suit :

- développer une vision globale d'un procédé de production pharmaceutique
- avoir une vision très précise de chaque étape de production d'une forme pharmaceutique donnée (choix et caractérisation de la substance active, mise au point de la formulation, transfert de production depuis le stade paillasse jusqu'au stade semi industriel ;)
- identifier les points critiques des procédés de fabrication, connaître les moyens de les mettre sous contrôle et de les maîtriser
- fabrication des différentes formes galéniques, chaînes de conditionnement primaire et/ou secondaire, travail dans des conditions spécifiques en unités stériles ou en biotechnologie ;
- faire des choix très rapides d'intervention sur les procédés (arrêt de la production, modification d'un paramètre critique, …)
- dialoguer avec l'assurance qualité (contrôle en cours de production, validation de la fabrication, contrôle du produit fini selon les normes en vigueur (ICH, cGMP, BPF et ISO)), les fournisseurs, les inspecteurs, la maintenance, …

1.2: Prérequis

RAS

1.3: Résultats d'apprentissage

Chapitre	Titre	Volume horaire	Résultats d'apprentissage
Chapitre 1	Forme de médicament et voie d'admission	6h	Découvrir les différentes formes des médicaments et leurs voies d'admissions
Chapitre 2	Circuit d'obtention d'AMM	3h	Maitriser la procédure de préparation et de dépôt de dossier

			d'AMM
Chapitre 3	Bonnes pratiques de fabrication	3h	Avoir des connaissances consolidées des notions de base théorique d'assurance qualité pour lancer une fabrication dans un milieu pharmaceutique
Chapitre 4	Flux et procédé de fabrication des différentes formes	9h	Acquérir des connaissances techniques approfondies sur les procédés de fabrication des comprimés, gélule, sachet, sérum, liquide, capsule molle, crème et pommade

2. MÉTHODOLOGIE:

Les heures de contact se composent de :

Cours Intégré (h)	12
Projet (h)	9
Visite	1

3. EVALUATION :

Type	Portant sur quel(s) chapitre (s)	Pondération
DS	1-2	30%
Examen Final	1,2,3,4	70%

4. BIBLIOGRAPHIE ET LOGISTIQUE RECOMMANDÉES :

Les bonnes pratiques de fabrication dans l'industrie pharmaceutique

GESTION POUR L'INGENIEUR

Code : GP 03 102

Enseignant: Amel Trabelsi Elloumi

Grade: Membre du corps professoral à temps plein

Université: International Institute of Technology

Email:

Dep.PCP@iit.ens.tn

Volume horaire total

42 h

Heures de contact	Activités hors-classe
21	21

Crédit(s)

2 ECTS

Semestre2

1. DESCRIPTION DU COURS ET COMPÉTENCES VISÉES :

1.1 : Description du cours

Ce cours consiste à procurer une introduction à la gestion d'entreprise.

Objectifs

Ses objectifs sont de :

- Présenter de manière pratique et logique les notions et les analyses fondamentales de la science de la gestion.

- Permettre à l'étudiant de connaître l'entreprise et la nature de sa relation avec l'environnement,

- Initier l'étudiant aux principes fondamentaux de la gestion et aux principales fonctions de l'entreprise.

- Préparer l'étudiant aux différentes spécialités de gestion (Gestion de la production, Approvisionnement, Finance, Marketing, Gestion des Ressources Humaines),

- Guider l'étudiant dans le choix des outils conceptuels et des moyens lui permettant d'intervenir efficacement dans la recherche de solutions à ses problèmes professionnels et personnels.

1.2 : Les prérequis

Ce cours est une introduction à la gestion et l'étudiant n'est pas censé avoir des connaissances antérieures car il s'agit d'une initiation.

1.3 : Les résultats d'apprentissage

Chapitre	Intitulé	Volume Horaire	Compétences visées
Chapitre 1	Généralités	4.5	- Définir l'entreprise - Expliquer le rôle financier, économique et social de l'entreprise.
Chapitre 2	L'environnement des affaires	4.5	- Définir l'environnement de l'entreprise - Expliquer la relation de l'entreprise avec son environnement.
Chapitre 3	L'entreprise et le gestionnaire	6	-Définir les fonctions de gestion et le rôle du gestionnaire
Chapitre 4	Le processus de gestion	6	- Définir le processus d'affaires -Décrire les quatre fonctions de gestion : planification, organisation, direction et contrôle.

2. MÉTHODOLOGIE :

Les heures de contact se composent de :

Cours Intégré (h)	21h
Travaux Pratiques (h)	*
Projet (h)	*
Visites (h)	*

3. ÉVALUATION :

Type	Portant sur quel chapitre (s)	Pondération
Projet		30%
Travaux Pratiques		
Devoir Surveillé		
Examen oral		20%
Examen final	Tous	50%

4. RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES ET LOGISTIQUES RECOMMANDÉES :

- ABEL M. J. [1990], « Experiences in a exploratory distribued organization », dans GALEGHER J., KRAUT R. et EGIDO C. (dir.), Intellectual team work : social and technological foundations of cooperative work , L. Erlbaum, Hillsdale, p. 489-510.
- ADLER P. S., MANDELBAUM A., NGUYEN V. et SCHWERER E. [1996], « Getting the most out of your product development process », Harvard Business Review, march-april, p. 135-152.
- AFITEP [1998], The Management of Projet, principles and practices, Afnor. — [2010], Projet Management Dictionary, Afnor.

METHODES EXPERIMENTALES, INSTRUMENTATION ET METROLOGIE ENERGETIQUE

Code : GP 03 206

Enseignant : Ben Fraj Amor

Grade : Maitre Technologue

Université: ISET

Email :

Benfraj.amor@gmail.com

Volume horaire total

35h

Heures de contact	Activités hors-classe
21	14

Crédit(s)

2ECTS

Responsable du module : Ksentini Issam

Semestre2

Description du cours et objectifs :

1.1: Description du cours

Ce cours comporte des connaissances de bases de métrologie et instrumentation, ainsi que les descriptifs de divers instruments de mesure de pression, de niveau, de débit ainsi que des instruments de mesure de température. Il comporte aussi la mise en chaine de ces instruments ainsi qu'une revue sur la calibration

Objectifs :

A l'issus de ce cours l'étudiants doit être capable de :

a. Utiliser le vocabulaire technique spécifique à l'instrumentation de mesure.

b. Savoir choisir (recommander) un dispositif de mesure approprié (type) à utiliser dans une situation donnée parmi les dispositifs commercialement disponibles;

c. Savoir concevoir, à partir de dispositifs de mesure de base (température, pression, etc....), un assemblage permettant le calcul d'une propriété qui autrement n'est pas mesurable directement;

d. Savoir concevoir l'assemblage cohérent de divers dispositifs de mesure permettant la réalisation de bilans massiques et thermiques pour un procédé ou montage donné;

e. Savoir apprécier la signification précise de chacune des caractéristiques affichées sur une fiche technique accompagnant la description d'un instrument de mesure;

f. Spécifier les conditions à respecter pour effectuer une mesure valide des signaux électriques issue des capteurs mécaniques ou thermiques (conversion, amplification, filtrage du bruit, etc....);

g. Savoir utiliser les ressources documentaires de base en génie chimique ainsi que les moyens informatiques appropriés incluant l 'Internet pour satisfaire aux besoins d'information dans le cadre de son travail.

h. Caractériser les instruments de mesure utilisés dans des boucles de régulation fluides.

i. Contrôler le bon fonctionnement d'un instrument de mesure.

1.2: Prérequis

L'étudiant doit connaitre d'avance les bases de mathématiques (différentielles, logarithmes.), ainsi que les quelques notions de transfert thermique (conduction et convection) et de mécaniques de fluides (statique de fluides et équation de Bernoulli) sans oublier la connaissance générale d'électricité (loi de maille et loi de nœud)

1.3: Résultats d'apprentissage

Chapitre	Titre	Volume horaire	Résultats d'apprentissage
Chapitre 1	Généralités sur la mesure	4,5	Métrologie instrumentale (chaine de mesure, erreur aléatoire, erreur statique, incertitudes, fidélité, justesse, précision.)
Chapitre 2	Capteur de pression	5	Mesure de pression par applications de l'hydrostatique (tubes à un ou deux liquide(s)), mesure de pression par déformation de solide (tube de Bourdon, manomètre à capsule, Soufflet)
Chapitre 3	Capteurs de niveau et capteurs de débit	5	Mesure de niveau par flotteur, par plongeur, par bullage, par mesure de pression, par émetteur –récepteur d'onde (Radar ou GPS) Mesure de débit par débitmètre à turbine, à flotteur, par organes déprimogènes, par tube de Pitot ou par débitmètre électromagnétique
Chapitre 4	Capteur de température	5	Mesure de température par thermomètre à dilatation de gaz, de liquide ou de solide, mesure par thermocouples, mesure par thermomètres à résistance (sonde de température pt100, thermistance)
Chapitre 5	Aspects pratiques	3	Instrument de mesure dans une chaine de régulation Calibration de pression, calibration de température

2. MÉTHODOLOGIE

L'enseignement comprend :

Cours Intégré	X

Rq : Il est à noter que j'apporte la plupart des instruments pour les montrer aux étudiants durant le cours à part l'exposition des séquences de vidéos des instruments en marche.

3. EVALUATION :

Type	Portant sur quel(s) chapitre (s)	Pondération
DS	Chapitre 1 et 2	30%
Examen Final	Chapitre 3 -4 et 5	

4. BIBILOGRAPHIE ET LOGISTIQUE RECOMMANDÉE

[1] Notions de métrologie, Frédéric Taillade, 30 juin 2005

[2] G. ASCH et coll. (1998). LES CAPTEURS EN INSTRUMENTATION INDUSTRIELLE. (DUNOD, Collection EEA, Paris), 864 pages, 5ème édition. ISBN :2100047582

[3] Leila GHARBI ERNEZ, Cours de Mesure et Instrumentation, Ecole Nationale d'Ingénieur de Tunis, Tunisie, 2005

[4] Jacques TOUX, Capteurs, Techniques de l'ingénieur, Octobre, 1990.

[5] Georges Ash, Bernard Poussery, Les capteurs en instrumentation industrielle ; collection technique et ingénierie, 8ème édition Dunod, 2017.

POLYMERE

Code : GP 03 210

Enseignant : Mohamed Jaziri

Grade : Professeur

Établissement : ENIS

Email :

mohamedjaziri2003@yahoo.fr

Volume horaire total

42 h

Heures de contact	Activités hors-classe
21	21

Crédit(s)
2ECTS

Responsable du module : Amira Bou Aziz

Semestre2

Description du cours et objectifs :

1.1: Description du cours

Issus majoritairement du pétrole et par la suite formulés pour répondre aux exigences des transformateurs et des utilisateurs en termes de qualité, de fiabilité et de sécurité, les matières plastiques ou polymères s'inscrivent dans une progression de consommation attirante, comparativement aux autres matériaux. Le troisième millénaire n'est pas concevable sans intégrer totalement les polymères dans la vie de tous les jours, dans le respect des contraintes environnementales, avec des solutions de recyclage des produits en fin de vie

Objectifs :

Le but du cours est de fournir une connaissance approfondie des méthodes de polymérisation en chaîne, ainsi qu'une compréhension avancée des solutions de polymères. Ce cours vise également à donner une compréhension avancée des solutions de polymères.

A la fin du cours, les étudiants seront capables d'analyser les résultats de techniques expérimentales de détermination des caractéristiques moléculaires d'un polymère et de prédire son comportement dans le but de les initier à la formation de la plasturgie qui recouvre l'ensemble des opérations de mise en forme des matières plastiques, qui permettent de transformer la matière première en produit fini. La maîtrise des procédés de transformation des polymères concerne divers secteurs, tels que la production des polymères et additifs.

1.2: Prérequis

- Chimie organique
- Nomenclature des produits organiques
- Notions de cinétique chimique

1.3: Résultats d'apprentissage

Chapitre	Titre	Volume horaire	Résultats d'apprentissage
Chapitre 1	**- GENERALITES SUR LES POLYMERES**	3h00	- S'initier aux notions de base et aux définitions usuellement utilisés dans le domaine des polymères. - Connaitre l'historique d'évolution des plastiques et comparaison avec les autres matériaux.

			- Instruire les aspects technico-économiques de l'utilisation des plastiques. Les filières et métiers correspondants ainsi que les activités indirectement liées.
Chapitre 2	**MASSES MOLAIRES MOYENNES**	3h00	Retenir, assimiler et comprendre : - La polymolécularité intervient dans les différences de propriétés physiques et mécaniques de la même substance polymère, mais préparés différemment. - La caractérisation d'un échantillon polymère nécessite outre la connaissance des valeurs moyennes (DP, Mn, Mw…), l'évaluation de l'hétéromogénéité du polymère (distribution des masses molaires). - Pour un réseau tridimensionnel (réticulation), le concept de degré de polymérisation et de masse molaire devient indéfini.
Chapitre 3	**STRUCTURE ET MORPHOLOGIE DES POLYMERES**	3h00	- Comprendre les interactions et cohésion des systèmes polymères et leurs relations. - Connaitre le processus de cristallisation et les niveaux d'organisations (mailles et lamelles cristallines, sphérolites…). - Connaitre Propriétés générales des polymères semi-cristallins et de leurs homologues amorphes.
Chapitre 4	**LES REACTIONS DE POLYMERISATION**	4h30	- Distinguer les deux grandes méthodes de synthèse de polymères : la polymérisation par étapes et la polymérisation en chaînes. - Savoir le déroulement des réactions de polymérisation radicalaire (homogène et hétérogène) ainsi que

			de la polycondensation.
Chapitre 5	**NOMENCLATURE, CLASSIFICATION ET FORMULES CHIMIQUES**	3h00	Compte tenu de la grande variété de plastiques, il est utile de : - Présenter les règles systématiques d'établissement des noms chimiques afin d'identifier de façon univoque les principaux polymères commercialisés. - Classer les polymères par familles chimiques dont la structure, donc les propriétés, sont voisines. - Donner les formules chimiques correspondant à chacun des polymères.

2. MÉTHODOLOGIE:

Heures de contact	21
Travaux pratiques (h)	
Projet (h)	
Visites (h)	

3. EVALUATION :

Type	Portant sur quel(s) chapitre (s)	Pondération
DS	1-2-3	30%
Examen Final	1-2-3-4-5	70%

4. BIBILOGRAPHIE ET LOGISTIQUE RECOMMANDÉE

- BERBAIN (F.), CHEVALIER (A.) et CHOUDIN (C.). – Mise en œuvre des composites. Méthodes et matériels. Traité Plastiques et Composites. A 3 720 (1997).

- VERDU (J.). Stabilisation des plastiques. AFNOR Eyrolles 1984.

- DEFOSSE (R.). – Colorants et pigments. Traité Plastiques et Composites. A 3 233.

- TROTIGNON (J.-P.), VERDU (J.) DOBRACGINSKY (A.) et PIPERAUD (M.). – Précis Matières Plastiques. AFNOR, Natan 1996.

- C. CARROT et J. GUILLET – From dynamic moduli to molecular weight distribution: a study of various polydisperse linear polymers. J. of Rheology 41 (1997) p. 1203-1221.

- REYNE (M.). – Aspect technico-économiques de l'utilisation des plastiques. Techniques de l'ingénieur. AM 3 020 (1998).

- MULLER (H.) et GACHTER (R.). – Plastics Additives. 3rd edition. Carl Hanser 2001.

- ZWEIFEL (H.). – Plastics Additives Handbook. 5th edition. Carl Hanser 1990.

- NAUDIN (C.-A.). – Nomenclature, classification et formules chimiques des polymères. Traité Plastiques et Composites. A 3 035 (1995).

PROBABILITES ET STATISTIQUE

Code : GP 03 205

Enseignant : Raouia Neji

Grade: …Enseignant

Université: IIT

Email: raouia.neji@iit.ens.tn

Volume horaire total

28 h

Heures de contact	Activités hors-classe
21	7

Crédit(s)

1ECTS

Responsable du module : Raouia Neji

Semestre2

Description du cours et objectifs :

1.1: Description du cours

Ce cours abordera sur l'exploitation des principaux outils mathématiques nécessaires à la résolution des problèmes de probabilités, statistiques.

La statistique est la science qui permet de prendre des décisions face à l'incertitude. Il sera question dans ce cours d'appliquer des outils de probabilités afin de modéliser des phénomènes avant de prendre des décisions. Nous aborderons donc dans un premier temps le concept de probabilité et dans un second temps nous discuterons de l'inférence statistique.

Objectifs : :

A la fin de ce cours, les étudiants devront être capables de :

*Utiliser les notions et le vocabulaire propres à la théorie des probabilités et à la statistique.

*Evaluer la probabilité d'événements en faisant recourt à l'analyse combinatoire.

*Construire la distribution de probabilité d'une variable aléatoire (discrète ou continue).

*Manipuler correctement certaines lois usuelles.

*Estimer une moyenne ou une proportion par intervalle de confiance.

1.2 :Les prérequis

Suites réelles.

Séries numériques.

Dérivation et primitive.

Calcul d'intégrale.

1.3: Résultats d'apprentissage

Chapitre	Titre	Volume horaire	Résultats d'apprentissage
Chapitre 1	Rappel de Combinatoire	7	Connaitre et maitriser : Le dénombrement Les combinaisons Les arrangements Les permutations Langage des probabilités Probabilité conditionnelle Indépendance d'évènements
Chapitre 2	Variables aléatoires discrétes– Fonction de répartition	7	Connaitre et maitriser les Propriétés d'une variable discrète Connaitre et maitriser la Fonction de répartition et les Paramètres de dispersion (moyenne et écart-type) Connaitre et maitriser les Variables discrètes usuelles (Bernoulli, Binomiale, Poisson).
Chapitre 3	Variables aléatoires continues – Lois continues usuelles répartition	7	Maitriser la Loi de probabilité Maitriser les Paramètres d'une v.a. continue Maitriser la Loi uniforme, exponentielle, Gamma et la Loi normale

2. MÉTHODOLOGIE:

Heures de contact	21
Travaux pratiques (h)	
Projet (h)	
Visites (h)	

Les « activités hors classe » se composent de :

Exercices de cours

Préparation des travaux dirigés

Activité 1 (h)	3
Activité 2 (h)	8

3. EVALUATION :

Type	Portant sur quel(s) chapitre (s)	Pondération
DS	1-2	30%
Examen Final	1-2-3	70%

4. BIBILOGRAPHIE ET LOGISTIQUE RECOMMANDÉE

Comte M. et Gaden J., (2000). Statistiques et Probabilités pour les sciences économiques et sociales, Collection Mayor, PUF, 1ère édition.

Amyotte L. (2012). Complément de méthodes quantitatives : Applications à la recherche en sciences humaines. Editions du renouveau pédagogique. ISBN 978-2-7613- 4164-6.

Ross S., (2013). A first course in Probability, Pearson International Edition, 9th ed., ISBN-10: 1292024925.

PROCEDURE AGROALIMETAIRE

Code : GP 03 208

Enseignant: Hela Yaich

Grade: Experte

Université: ISBS

Email:

hela_yaich@yahoo.fr

Volume horaire total

70 h

Heures de contact	Activités hors-classe
35	35

Crédit(s)

3 ECTS

Module responsable

Hela Yaich

Semestre2

Description du cours et objectifs :

1.1:Description du cours

Ce cours s'inscrit dans le contexte de formation des cadres intermédiaires dans le domaine des technologies de transformation, de conservation et de conditionnement des produits agroalimentaires. Les étudiants seront aptes à maitriser les différents procédés de fabrication, de stabilisation, de conditionnement et de gestion des risques en industrie agroalimentaire.

Ce cours offrira aux étudiants des compétences et connaissances avancées et actualisées spécifiques à la caractérisation physicochimique des produits alimentaires, à l'hygiène et sécurité alimentaire, ainsi qu'aux procédés et technologies alimentaires. Ce cours traite, également, les différents types d'opération unitaire, à savoir, de préparation, de transformation, de conservation et de conditionnement des aliments.

Objectifs :

Ce cours vise principalement à acquérir les connaissances de base en génie des procédés nécessaires dans l'industrie alimentaire. Les compétences principales visées à travers ce cours sont :

- La capacité de concevoir et de mener des procédés de transformation des aliments ;
- La capacité de concevoir des procédés de stabilisation et de conditionnement des aliments ;
- Une maîtrise des techniques d'analyse physicochimique des aliments ;
- Des compétences en gestion de la qualité et en gestion de la production ;
- Des compétences en hygiène et sécurité alimentaire ;
- Traitement de données ;
- Des compétences dans la communication et la législation alimentaire ;
- Des compétences dans l'entreprenariat et la gestion de projet.

A l'issus de ce cours, les étudiants, pourront répondre à la demande du secteur industriel agroalimentaire et les besoins de recherche et d'innovation.

1.2:Prérequis :

Chimie, Biochimie, Microbiologie, physique, thermodynamique, énergétique.

1.3:Résultats d'apprentissage

Chapitre	Titre	Volume horaire	Résultats d'apprentissage
Chapitre 1	Introduction Générale	4	Positionner la Génie des procédés dans l'Industrie alimentaire
Chapitre 2	Lait et produits laitiers	7	Connaitre l'industrie laitière : Le lait : définition, structure, composition biochimique, facteurs de variation de la composition Avoir des connaissances théoriques et technique avancés en technologies laitières et fromagères Connaitre la Technique de fabrication de la crème et du beurre, la technique de fabrication de lait fermenté et yaourt Savoir valoriser les sous-produits de la transformation du lait
Chapitre 3	Industrie sucrière et technologie des boissons	5	Avoir des connaissances théoriques et technique avancés en Technologie sucrière : fabrication du sucre de betterave et du sucre de canne Avoir des connaissances théoriques et technique avancés en Technologie des boissons : les jus de fruits: dénominations, composition et méthodes d'extraction
Chapitre 4	Corps gras et huilerie d'olive	5.5	Avoir des connaissances théoriques et technique avancés en Technologie des corps gras Maitriser les Procédés d'extraction Maitriser les Procédés d'extraction de l'huile de graines oléagineuses Connaitre les Caractéristiques rhéologiques Savoir le cadre légistataire

2. MÉTHODOLOGIE:

Heures de contact	21.5
Travaux pratiques (h)	13.5
Projet (h)	
Visites (h)	

3. EVALUATION :

Type	Portant sur quel(s) chapitre (s)	Pondération
Project	-	
TP	1, 2, 4	
DS	1, 2	
Oral test		
Examen Final	3, 4	

4. BIBILOGRAPHIE ET LOGISTIQUE RECOMMANDÉE

Génie industriel alimentaire. Techniques de l'ingénieur.

Opérations unitaires. Génie de la réaction chimique. Techniques de l'ingénieur.

Opérations unitaires du génie industriel alimentaire. Techniques de l'ingénieur.

Logistiques recommandées : Réseau internet – Laboratoire pour les travaux pratiques.

METHODOLOGIE DE RECHERCHE ET DE REDACTION SCIENTIFIQUE

Code: GP 03 203

Enseignant: Manel Dammak

Grade: Full-time Enseignant

Université: IIT

Email:

Manel.dammak@iit.ens.tn

Volume horaire total

42 h

Heures de contact	Activités hors-classe
21	21

Crédit(s)

2 ECTS

Semester2

Description du cours et objectifs :

1.1: Description du cours

La profession d'ingénieur exige à la fois le développement de compétences en recherche scientifique et la capacité de rédiger et de présenter des rapports. Aussi, au cours du parcours d'ingénieur, l'étudiant doit valider deux stages obligatoires et un projet de fin d'études dans lequel il sera évalué en partie sur sa Méthodologie de rédaction et de recherche scientifique.

Objectifs :

Dans ce cours, l'étudiant est amené à :

- utiliser l'environnement bureautique pour rédiger correctement un rapport, en utilisant des références pertinentes

- adopter des modèles de rédaction prédéfinis

- effectuer une recherche documentaire

- élaborer un cahier des charges et un plan pour atteindre tous les objectifs :

- évaluer les données de manière critique et tirer des conclusions

1.2: Prérequis :

Connaissances de base sur l'environnement numérique

Connaissance de base de l'environnement bureautique

1.3: Résultats d'apprentissage

Chapitre	Titre	Volume horaire	Résultats d'apprentissage
Chapitre 1	Méthodologie of redaction	9	Maîtriser l'environnement de bureau Maîtriser le respect d'un cahier des charges
Chapitre 2	Méthodologie of scientific research	12	Maîtriser les processus de recherche (collecte des données - analyse - présentation des données et interprétation - discussion).

2. MÉTHODOLOGIE:

Heures de contact	9
Travaux pratiques (h)	6
Projet (h)	6
Visites (h)	-

3. EVALUATION :

Type	Portant sur quel(s) chapitre (s)	Pondération
Project	Chapitre 2	25%
TP	Chapitre1	20%
DS		
Oral test		
Examen Final	All	55%

4. BIBILOGRAPHIE ET LOGISTIQUE RECOMMANDÉE

https://pix.fr

https://support.microsoft.com

https://www.ibm.com/services/learning/fr/

RHEOLOGIE

Code : GP 03 211

Enseignant: Mohamed Jaziri

Grade : Professeur

Université : ENIS

Email :

mohamedjaziri2003@yahoo.fr

Volume horaire total

42 h

Heures de contact	Activités hors-classe
21	21

Crédits équivalents

2 ECTS

Module Responsible

Amira Bouaziz

Semestre2

Description du cours et objectifs :

1.1: Description du cours

L'intérêt pratique de la rhéologie se situe d'une part, dans l'étude du domaine des faibles déformations pour mieux connaître les corrélations entre la structure du matériau et ses propriétés et, d'autres part, dans l'examen du domaine des grandes déformations, afin de déterminer les lois de comportement nécessaires, en particulier pour appréhender les meilleures conditions de mise en œuvre du matériau.

Objectifs :

Ce module donne, dans une première partie, les connaissances fondamentales de rhéologie et traite de ses applications aux polymères à l'état solide ; dans une deuxième partie, la rhéologie des polymères à l'état fondu est examinée. Ce module permet donc de réaliser le choix d'un matériau pour une application donnée et d'optimiser ses procédés de transformation.

1.2: Prérequis

- Structure et morphologie des polymères
- Masses molaires moyennes et distribution
- Formulation des matières plastiques
- Grandeurs et comportements mécaniques des matériaux

1.3: Résultats d'apprentissage

Chapitre	Titre	Volume horaire	Résultats d'apprentissage
Chapitre 1	**- Notions fondamentales de rhéologie**. Définition des principales grandeurs. Expériences de fluage et de relaxation. Essais en régime dynamique. Module complexe. Représentation Cole-Cole.	3h00	- S'intéresser aux lois de comportement de la matière et à l'étude des phénomènes de déformation et d'écoulement des matériaux. - Établir le comportement rhéologique des matériaux, au travers la relation entre σ, ε et t.
Chapitre 2	**- Classification des matériaux. Modèles analogiques**. Solide à élasticité différée de Kelvin-Voigt et Spectre de temps de	3h00	- Classer les matériaux en fonction de leur comportement rhéologique (élastiques, visqueux, plastiques).

	retardation des polymères. Liquide viscoélastique de Maxwell et spectre de temps de relaxation des polymères. Corps plastovisco-élastiques et solide de Bingham.		- Connaitre le Comportement des polymères à l'état solide et en phase fondue : relaxation et fluage des modèles de Maxwell et de kelvin-Voigt généralisés. - Arriver à l'expression du module mécanique complexe E* et de la tangente de l'angle de perte.
Chapitre 3	**- Types d'écoulements de cisaillement simple.** Liquides de Newton, pseudo-plastique et rhéoépaississant. Lois de puissance et logarithmique, modèles de Carreau et de tangente hyperbolique. Ecoulements Poiseuille, Couette et Weissenberg. Corrections de Bagley et de Rabinowitsch	4h30	- Connaitre le comportement des polymères à l'état fondu et les lois descriptives (courbes viscosité en fonction du cisaillement). - Déterminaer de l'indice de fluidité à chaud (grade, MFI et MFR) : avantages et limites. - Connaitre le principe et le mode de fonctionnement d'un rhéomètre capillaire (T. Pratiques). - Traiter des exemples concrets (exercice de travaux dirigés)
Chapitre 4	**- Viscosité des polymères à l'état fondu.** Influence des paramètres expérimentaux et des caractéristiques moléculaires. Influence de la température, du cisaillement et énergie d'activation à l'écoulement. Courbes réduites et maîtresses. Relation entre la viscosité et la masse molaire. Théorie des enchevêtrements de Bueche et Grassley. Influence de la distribution des masses molaires et des branchements.	4h30	- Comprendre la corrélation entre la structure et le comportement à l'écoulement au cours du cycle thermomécanique de mise en œuvre à l'échelle industrielle. - Savoir réaliser le choix d'un matériau pour une application donnée et d'optimiser ses procédés de transformation. - Maitriser la procédure de comparaison des matériaux entre eux, dans un large domaine de température et de cisaillement, inaccessible expérimentalement au rhéomètre à capillaire.
Chapitre 5	**- Elasticité des polymères à l'état fondu.** Force normale, gonflement en sortie de la filière, défauts	6h00	- Investir les phénomènes pour lesquels il y a manifestation d'une composante élastique du matériau au

	d'écoulement et résonance d'étirage. **- Viscoélasticité des polymères à l'état fondu.** Modélisation des écoulements. Parallélisme entre la viscosité dynamique complexe et la viscosité en régime permanent. Mesures en régime transitoire.		cours sa transformation. - Connaitre les défauts d'extrudats d'origine viscoélastique en phase fondue (peau de requin, défaut bouchon et rupture d'extrudat) - Localiser les origines de ces défauts (entrée, intérieur et sortie de filière) et comprendre les phénomènes associés.

4. BIBILOGRAPHIE ET LOGISTIQUE RECOMMANDÉE

- G. COUARRAZE et J.L. GROSSIORD – Initiation à la rhéologie. Lavoisier, Tec & Doc, 272 p. (1991).

- F.R. EIRICH – Rheology, theory and applications (6 volumes), Academic Press, New-York, 1982.

- B. PERSOZ - Introduction à l'étude de la rhéologie, Dunod, Paris, 1980.

- J.A. BRYDSON - Flow properties of polymer melts, Iliffe, Londres, 1990.

- J.L. LEBLANC - Rhéologie expérimentale des polymères à l'état fondu, Cebedoc, liège, 1984.

- C. D. HAN - Rheology in polymer processing, Academic Press, New-York, 1996.

- L.E. NIELSEN - Polymer Rheology, Marcel Dekker, New-York, 1997.

- R.S. LENK - Polymer Rheology, Applied Sciences, Londres, 1998.

- J.L. WHITE – Principles of polymer engineering rheology, John Wiley and Sons, New-York, 1988.

- H.A. BARNES, J.F. HUTTON et K. WALTERS – An introduction to rhelogy, Elsevier, New-York, 1998.

- N.W. TSCHOGL - The phenomenological theory of linear viscoelasticity behaviour, Springer Verlag, New-York, 1998.

- C. CARROT et J. GUILLET – From dynamic moduli to molecular weight distribution: a study of various polydisperse linear polymers. J. of Rheology 41 (1997) p. 1203-1221.

POLYMERE

Code : GP 03 210

Enseignant : Mohamed Jaziri

Grade : Professeur

Établissement : ENIS

Email :

mohamedjaziri2003@yahoo.fr

Volume horaire total

42 h

Heures de contact	Activités hors-classe
21	21

Crédit(s)
2ECTS

Responsable du module : Amira Bou Aziz

Semestre2

Description du cours et objectifs :

1.1: Description du cours

Issus majoritairement du pétrole et par la suite formulés pour répondre aux exigences des transformateurs et des utilisateurs en termes de qualité, de fiabilité et de sécurité, les matières plastiques ou polymères s'inscrivent dans une progression de consommation attirante, comparativement aux autres matériaux. Le troisième millénaire n'est pas concevable sans intégrer totalement les polymères dans la vie de tous les jours, dans le respect des contraintes environnementales, avec des solutions de recyclage des produits en fin de vie

Objectifs :

Le but du cours est de fournir une connaissance approfondie des méthodes de polymérisation en chaîne, ainsi qu'une compréhension avancée des solutions de polymères. Ce cours vise également à donner une compréhension avancée des solutions de polymères.

A la fin du cours, les étudiants seront capables d'analyser les résultats de techniques expérimentales de détermination des caractéristiques moléculaires d'un polymère et de prédire son comportement dans le but de les initier à la formation de la plasturgie qui recouvre l'ensemble des opérations de mise en forme des matières plastiques, qui permettent de transformer la matière première en produit fini. La maîtrise des procédés de transformation des polymères concerne divers secteurs, tels que la production des polymères et additifs.

1.2: Prérequis

- Chimie organique
- Nomenclature des produits organiques
- Notions de cinétique chimique

1.3: Résultats d'apprentissage

Chapitre	Titre	Volume horaire	Résultats d'apprentissage
Chapitre 1	**- GENERALITES SUR LES POLYMERES**	3h00	- S'initier aux notions de base et aux définitions usuellement utilisés dans le domaine des polymères. - Connaitre l'historique d'évolution des plastiques et comparaison avec les autres matériaux.

			- Instruire les aspects technico-économiques de l'utilisation des plastiques. Les filières et métiers correspondants ainsi que les activités indirectement liées.
Chapitre 2	**MASSES MOLAIRES MOYENNES**	3h00	Retenir, assimiler et comprendre : - La polymolécularité intervient dans les différences de propriétés physiques et mécaniques de la même substance polymère, mais préparés différemment. - La caractérisation d'un échantillon polymère nécessite outre la connaissance des valeurs moyennes (DP, Mn, Mw…), l'évaluation de l'hétéromogénéité du polymère (distribution des masses molaires). - Pour un réseau tridimensionnel (réticulation), le concept de degré de polymérisation et de masse molaire devient indéfini.
Chapitre 3	**STRUCTURE ET MORPHOLOGIE DES POLYMERES**	3h00	- Comprendre les interactions et cohésion des systèmes polymères et leurs relations. - Connaitre le processus de cristallisation et les niveaux d'organisations (mailles et lamelles cristallines, sphérolites…). - Connaitre Propriétés générales des polymères semi-cristallins et de leurs homologues amorphes.
Chapitre 4	**LES REACTIONS DE POLYMERISATION**	4h30	- Distinguer les deux grandes méthodes de synthèse de polymères : la polymérisation par étapes et la polymérisation en chaînes. - Savoir le déroulement des réactions de polymérisation radicalaire (homogène et hétérogène) ainsi que

			de la polycondensation.
Chapitre 5	**NOMENCLATURE, CLASSIFICATION ET FORMULES CHIMIQUES**	3h00	Compte tenu de la grande variété de plastiques, il est utile de : - Présenter les règles systématiques d'établissement des noms chimiques afin d'identifier de façon univoque les principaux polymères commercialisés. - Classer les polymères par familles chimiques dont la structure, donc les propriétés, sont voisines. - Donner les formules chimiques correspondant à chacun des polymères.

2. MÉTHODOLOGIE:

Heures de contact	21
Travaux pratiques (h)	
Projet (h)	
Visites (h)	

3. EVALUATION :

Type	Portant sur quel(s) chapitre (s)	Pondération
DS	1-2-3	30%
Examen Final	1-2-3-4-5	70%

4. BIBILOGRAPHIE ET LOGISTIQUE RECOMMANDÉE

- BERBAIN (F.), CHEVALIER (A.) et CHOUDIN (C.). – Mise en œuvre des composites. Méthodes et matériels. Traité Plastiques et Composites. A 3 720 (1997).

- VERDU (J.). Stabilisation des plastiques. AFNOR Eyrolles 1984.

- DEFOSSE (R.). – Colorants et pigments. Traité Plastiques et Composites. A 3 233.

- TROTIGNON (J.-P.), VERDU (J.) DOBRACGINSKY (A.) et PIPERAUD (M.). – Précis Matières Plastiques. AFNOR, Natan 1996.

- C. CARROT et J. GUILLET – From dynamic moduli to molecular weight distribution: a study of various polydisperse linear polymers. J. of Rheology 41 (1997) p. 1203-1221.

- REYNE (M.). – Aspect technico-économiques de l'utilisation des plastiques. Techniques de l'ingénieur. AM 3 020 (1998).

- MULLER (H.) et GACHTER (R.). – Plastics Additives. 3rd edition. Carl Hanser 2001.

- ZWEIFEL (H.). – Plastics Additives Handbook. 5th edition. Carl Hanser 1990.

- NAUDIN (C.-A.). – Nomenclature, classification et formules chimiques des polymères. Traité Plastiques et Composites. A 3 035 (1995).

PROBABILITES ET STATISTIQUE

Code : GP 03 205

Enseignant : Raouia Neji

Grade: …Enseignant

Université: IIT

Email: raouia.neji@iit.ens.tn

Volume horaire total

28 h

Heures de contact	Activités hors-classe
21	7

Crédit(s)

1ECTS

Responsable du module : Raouia Neji

Semestre2

Description du cours et objectifs :

1.1: Description du cours

Ce cours abordera sur l'exploitation des principaux outils mathématiques nécessaires à la résolution des problèmes de probabilités, statistiques.

La statistique est la science qui permet de prendre des décisions face à l'incertitude. Il sera question dans ce cours d'appliquer des outils de probabilités afin de modéliser des phénomènes avant de prendre des décisions. Nous aborderons donc dans un premier temps le concept de probabilité et dans un second temps nous discuterons de l'inférence statistique.

Objectifs : :

A la fin de ce cours, les étudiants devront être capables de :

*Utiliser les notions et le vocabulaire propres à la théorie des probabilités et à la statistique.

*Evaluer la probabilité d'événements en faisant recourt à l'analyse combinatoire.

*Construire la distribution de probabilité d'une variable aléatoire (discrète ou continue).

*Manipuler correctement certaines lois usuelles.

*Estimer une moyenne ou une proportion par intervalle de confiance.

1.2 :Les prérequis

Suites réelles.

Séries numériques.

Dérivation et primitive.

Calcul d'intégrale.

1.3: Résultats d'apprentissage

Chapitre	Titre	Volume horaire	Résultats d'apprentissage
Chapitre 1	Rappel de Combinatoire	7	Connaitre et maitriser : Le dénombrement Les combinaisons Les arrangements Les permutations Langage des probabilités Probabilité conditionnelle Indépendance d'évènements
Chapitre 2	Variables aléatoires discrétes– Fonction de répartition	7	Connaitre et maitriser les Propriétés d'une variable discrète Connaitre et maitriser la Fonction de répartition et les Paramètres de dispersion (moyenne et écart-type) Connaitre et maitriser les Variables discrètes usuelles (Bernoulli, Binomiale, Poisson).
Chapitre 3	Variables aléatoires continues – Lois continues usuelles répartition	7	Maitriser la Loi de probabilité Maitriser les Paramètres d'une v.a. continue Maitriser la Loi uniforme, exponentielle, Gamma et la Loi normale

2. MÉTHODOLOGIE:

Heures de contact	21
Travaux pratiques (h)	
Projet (h)	
Visites (h)	

Les « activités hors classe » se composent de :

Exercices de cours

Préparation des travaux dirigés

Activité 1 (h)	3
Activité 2 (h)	8

3. EVALUATION :

Type	Portant sur quel(s) chapitre (s)	Pondération
DS	1-2	30%
Examen Final	1-2-3	70%

4. BIBILOGRAPHIE ET LOGISTIQUE RECOMMANDÉE

Comte M. et Gaden J., (2000). Statistiques et Probabilités pour les sciences économiques et sociales, Collection Mayor, PUF, 1ère édition.

Amyotte L. (2012). Complément de méthodes quantitatives : Applications à la recherche en sciences humaines. Editions du renouveau pédagogique. ISBN 978-2-7613- 4164-6.

Ross S., (2013). A first course in Probability, Pearson International Edition, 9th ed., ISBN-10: 1292024925.

PROCEDURE AGROALIMETAIRE

Code : GP 03 208

Enseignant: Hela Yaich

Grade: Experte

Université: ISBS

Email:

hela_yaich@yahoo.fr

Volume horaire total

70 h

Heures de contact	Activités hors-classe
35	35

Crédit(s)

3 ECTS

Module responsable

Hela Yaich

Semestre2

Description du cours et objectifs :

1.1:Description du cours

Ce cours s'inscrit dans le contexte de formation des cadres intermédiaires dans le domaine des technologies de transformation, de conservation et de conditionnement des produits agroalimentaires. Les étudiants seront aptes à maitriser les différents procédés de fabrication, de stabilisation, de conditionnement et de gestion des risques en industrie agroalimentaire.

Ce cours offrira aux étudiants des compétences et connaissances avancées et actualisées spécifiques à la caractérisation physicochimique des produits alimentaires, à l'hygiène et sécurité alimentaire, ainsi qu'aux procédés et technologies alimentaires. Ce cours traite, également, les différents types d'opération unitaire, à savoir, de préparation, de transformation, de conservation et de conditionnement des aliments.

Objectifs :

Ce cours vise principalement à acquérir les connaissances de base en génie des procédés nécessaires dans l'industrie alimentaire. Les compétences principales visées à travers ce cours sont :

- La capacité de concevoir et de mener des procédés de transformation des aliments ;
- La capacité de concevoir des procédés de stabilisation et de conditionnement des aliments ;
- Une maîtrise des techniques d'analyse physicochimique des aliments ;
- Des compétences en gestion de la qualité et en gestion de la production ;
- Des compétences en hygiène et sécurité alimentaire ;
- Traitement de données ;
- Des compétences dans la communication et la législation alimentaire ;
- Des compétences dans l'entreprenariat et la gestion de projet.

A l'issus de ce cours, les étudiants, pourront répondre à la demande du secteur industriel agroalimentaire et les besoins de recherche et d'innovation.

1.2:Prérequis :

Chimie, Biochimie, Microbiologie, physique, thermodynamique, énergétique.

1.3:Résultats d'apprentissage

Chapitre	Titre	Volume horaire	Résultats d'apprentissage
Chapitre 1	Introduction Générale	4	Positionner la Génie des procédés dans l'Industrie alimentaire
Chapitre 2	Lait et produits laitiers	7	Connaitre l'industrie laitière : Le lait : définition, structure, composition biochimique, facteurs de variation de la composition Avoir des connaissances théoriques et technique avancés en technologies laitières et fromagères Connaitre la Technique de fabrication de la crème et du beurre, la technique de fabrication de lait fermenté et yaourt Savoir valoriser les sous-produits de la transformation du lait
Chapitre 3	Industrie sucrière et technologie des boissons	5	Avoir des connaissances théoriques et technique avancés en Technologie sucrière : fabrication du sucre de betterave et du sucre de canne Avoir des connaissances théoriques et technique avancés en Technologie des boissons : les jus de fruits: dénominations, composition et méthodes d'extraction
Chapitre 4	Corps gras et huilerie d'olive	5.5	Avoir des connaissances théoriques et technique avancés en Technologie des corps gras Maitriser les Procédés d'extraction Maitriser les Procédés d'extraction de l'huile de graines oléagineuses Connaitre les Caractéristiques rhéologiques Savoir le cadre légistataire

2. MÉTHODOLOGIE:

Heures de contact	21.5
Travaux pratiques (h)	13.5
Projet (h)	
Visites (h)	

3. EVALUATION :

Type	Portant sur quel(s) chapitre (s)	Pondération
Project	-	
TP	1, 2, 4	
DS	1, 2	
Oral test		
Examen Final	3, 4	

4. BIBILOGRAPHIE ET LOGISTIQUE RECOMMANDÉE

Génie industriel alimentaire. Techniques de l'ingénieur.

Opérations unitaires. Génie de la réaction chimique. Techniques de l'ingénieur.

Opérations unitaires du génie industriel alimentaire. Techniques de l'ingénieur.

Logistiques recommandées : Réseau internet – Laboratoire pour les travaux pratiques.

METHODOLOGIE DE RECHERCHE ET DE REDACTION SCIENTIFIQUE

Code: GP 03 203

Enseignant: Manel Dammak

Grade: Full-time Enseignant

Université: IIT

Email:

Manel.dammak@iit.ens.tn

Volume horaire total

42 h

Heures de contact	Activités hors-classe
21	21

Crédit(s)

2 ECTS

Semester2

Description du cours et objectifs :

1.1: Description du cours

La profession d'ingénieur exige à la fois le développement de compétences en recherche scientifique et la capacité de rédiger et de présenter des rapports. Aussi, au cours du parcours d'ingénieur, l'étudiant doit valider deux stages obligatoires et un projet de fin d'études dans lequel il sera évalué en partie sur sa Méthodologie de rédaction et de recherche scientifique.

Objectifs :

Dans ce cours, l'étudiant est amené à :

- utiliser l'environnement bureautique pour rédiger correctement un rapport, en utilisant des références pertinentes

- adopter des modèles de rédaction prédéfinis

- effectuer une recherche documentaire

- élaborer un cahier des charges et un plan pour atteindre tous les objectifs :

- évaluer les données de manière critique et tirer des conclusions

1.2: Prérequis :

Connaissances de base sur l'environnement numérique

Connaissance de base de l'environnement bureautique

1.3: Résultats d'apprentissage

Chapitre	Titre	Volume horaire	Résultats d'apprentissage
Chapitre 1	Méthodologie of redaction	9	Maîtriser l'environnement de bureau Maîtriser le respect d'un cahier des charges
Chapitre 2	Méthodologie of scientific research	12	Maîtriser les processus de recherche (collecte des données - analyse - présentation des données et interprétation - discussion).

2. MÉTHODOLOGIE:

Heures de contact	9
Travaux pratiques (h)	6
Projet (h)	6
Visites (h)	-

3. EVALUATION :

Type	Portant sur quel(s) chapitre (s)	Pondération
Project	Chapitre 2	25%
TP	Chapitre1	20%
DS		
Oral test		
Examen Final	All	55%

4. BIBILOGRAPHIE ET LOGISTIQUE RECOMMANDÉE

https://pix.fr

https://support.microsoft.com

https://www.ibm.com/services/learning/fr/

RHEOLOGIE

Code : GP 03 211

Enseignant: Mohamed Jaziri

Grade : Professeur

Université : ENIS

Email :

mohamedjaziri2003@yahoo.fr

Volume horaire total

42 h

Heures de contact	Activités hors-classe
21	21

Crédits équivalents

2 ECTS

Module Responsible

Amira Bouaziz

Semestre2

Description du cours et objectifs :

1.1: Description du cours

L'intérêt pratique de la rhéologie se situe d'une part, dans l'étude du domaine des faibles déformations pour mieux connaître les corrélations entre la structure du matériau et ses propriétés et, d'autres part, dans l'examen du domaine des grandes déformations, afin de déterminer les lois de comportement nécessaires, en particulier pour appréhender les meilleures conditions de mise en œuvre du matériau.

Objectifs :

Ce module donne, dans une première partie, les connaissances fondamentales de rhéologie et traite de ses applications aux polymères à l'état solide ; dans une deuxième partie, la rhéologie des polymères à l'état fondu est examinée. Ce module permet donc de réaliser le choix d'un matériau pour une application donnée et d'optimiser ses procédés de transformation.

1.2: Prérequis

- Structure et morphologie des polymères
- Masses molaires moyennes et distribution
- Formulation des matières plastiques
- Grandeurs et comportements mécaniques des matériaux

1.3: Résultats d'apprentissage

Chapitre	Titre	Volume horaire	Résultats d'apprentissage
Chapitre 1	**- Notions fondamentales de rhéologie**. Définition des principales grandeurs. Expériences de fluage et de relaxation. Essais en régime dynamique. Module complexe. Représentation Cole-Cole.	3h00	- S'intéresser aux lois de comportement de la matière et à l'étude des phénomènes de déformation et d'écoulement des matériaux. - Établir le comportement rhéologique des matériaux, au travers la relation entre σ, ε et t.
Chapitre 2	**- Classification des matériaux. Modèles analogiques**. Solide à élasticité différée de Kelvin-Voigt et Spectre de temps de	3h00	- Classer les matériaux en fonction de leur comportement rhéologique (élastiques, visqueux, plastiques).

	retardation des polymères. Liquide viscoélastique de Maxwell et spectre de temps de relaxation des polymères. Corps plastovisco-élastiques et solide de Bingham.		- Connaitre le Comportement des polymères à l'état solide et en phase fondue : relaxation et fluage des modèles de Maxwell et de kelvin-Voigt généralisés. - Arriver à l'expression du module mécanique complexe E* et de la tangente de l'angle de perte.
Chapitre 3	**- Types d'écoulements de cisaillement simple.** Liquides de Newton, pseudo-plastique et rhéoépaississant. Lois de puissance et logarithmique, modèles de Carreau et de tangente hyperbolique. Ecoulements Poiseuille, Couette et Weissenberg. Corrections de Bagley et de Rabinowitsch	4h30	- Connaitre le comportement des polymères à l'état fondu et les lois descriptives (courbes viscosité en fonction du cisaillement). - Déterminaer de l'indice de fluidité à chaud (grade, MFI et MFR) : avantages et limites. - Connaitre le principe et le mode de fonctionnement d'un rhéomètre capillaire (T. Pratiques). - Traiter des exemples concrets (exercice de travaux dirigés)
Chapitre 4	**- Viscosité des polymères à l'état fondu.** Influence des paramètres expérimentaux et des caractéristiques moléculaires. Influence de la température, du cisaillement et énergie d'activation à l'écoulement. Courbes réduites et maîtresses. Relation entre la viscosité et la masse molaire. Théorie des enchevêtrements de Bueche et Grassley. Influence de la distribution des masses molaires et des branchements.	4h30	- Comprendre la corrélation entre la structure et le comportement à l'écoulement au cours du cycle thermomécanique de mise en œuvre à l'échelle industrielle. - Savoir réaliser le choix d'un matériau pour une application donnée et d'optimiser ses procédés de transformation. - Maitriser la procédure de comparaison des matériaux entre eux, dans un large domaine de température et de cisaillement, inaccessible expérimentalement au rhéomètre à capillaire.
Chapitre 5	**- Elasticité des polymères à l'état fondu.** Force normale, gonflement en sortie de la filière, défauts	6h00	- Investir les phénomènes pour lesquels il y a manifestation d'une composante élastique du matériau au

	d'écoulement et résonance d'étirage. **- Viscoélasticité des polymères à l'état fondu.** Modélisation des écoulements. Parallélisme entre la viscosité dynamique complexe et la viscosité en régime permanent. Mesures en régime transitoire.		cours sa transformation. - Connaitre les défauts d'extrudats d'origine viscoélastique en phase fondue (peau de requin, défaut bouchon et rupture d'extrudat) - Localiser les origines de ces défauts (entrée, intérieur et sortie de filière) et comprendre les phénomènes associés.

4. BIBILOGRAPHIE ET LOGISTIQUE RECOMMANDÉE

- G. COUARRAZE et J.L. GROSSIORD – Initiation à la rhéologie. Lavoisier, Tec & Doc, 272 p. (1991).

- F.R. EIRICH – Rheology, theory and applications (6 volumes), Academic Press, New-York, 1982.

- B. PERSOZ - Introduction à l'étude de la rhéologie, Dunod, Paris, 1980.

- J.A. BRYDSON - Flow properties of polymer melts, Iliffe, Londres, 1990.

- J.L. LEBLANC - Rhéologie expérimentale des polymères à l'état fondu, Cebedoc, liège, 1984.

- C. D. HAN - Rheology in polymer processing, Academic Press, New-York, 1996.

- L.E. NIELSEN - Polymer Rheology, Marcel Dekker, New-York, 1997.

- R.S. LENK - Polymer Rheology, Applied Sciences, Londres, 1998.

- J.L. WHITE – Principles of polymer engineering rheology, John Wiley and Sons, New-York, 1988.

- H.A. BARNES, J.F. HUTTON et K. WALTERS – An introduction to rhelogy, Elsevier, New-York, 1998.

- N.W. TSCHOGL - The phenomenological theory of linear viscoelasticity behaviour, Springer Verlag, New-York, 1998.

- C. CARROT et J. GUILLET – From dynamic moduli to molecular weight distribution: a study of various polydisperse linear polymers. J. of Rheology 41 (1997) p. 1203-1221.

TP EN GENIE DES PROCEDES

Code : GP 03 212

Enseignant: ISSAM KSENTINI

Grade: Enseignant permanent IIT

Université: NAPU

Email:

Issam.ksentini@iit.ens.tn

Durée totale du module

70 h

Heure de contact	Activités hors classe
35h	35h

Crédits équivalents

3 ECTS

Responsable du module

Mourad Ben Zina

Semestre 2

1. Description du cours et objectifs :

1.1: Description du cours

Ce TP est destiné aux étudiants de la première année en Génie des procédés. Il a pour objectif de renforcer la maîtrise des notions théoriques acquises dans les cours de mécanique de fluide et de transfert de chaleur.

Objectifs :

A l'issue de ces TPs, les étudiants seront capables de :

- Faire fonctionner une installation pilote classique de génie chimique
- Analyser, valider et présenter correctement les résultats obtenus
- formuler et communiquer des conclusions,
- interpréter un résultat expérimental,
- apprendre comment rédiger un rapport technique

1.2: Prérequis

- Bases de la thermodynamique,
- Notions de phénomènes de transfert de quantité de mouvement et de chaleur
- Etre informé des consignes de sécurité dans un laboratoire et être disposé à travailler en groupe.

1.3: Résultats d'apprentissage

Chapitre	Titre	Volume horaire	Résultats d'apprentissage
Chapitre 1	**TP de Mécanique des Fluides**	15h	Etre capable de : • Mesurer des débits, • Effectuer l'étalonnage des débitmètres, • Calculer les Pertes de Charge, • Manipuler correctement les instruments (Venturi, diaphragme, Déversoir, Tube de Pitot) dans un processus expérimental

			Etude de Pompes – Association de pompes en série – Association de pompes en parallèles,
Chapitre 2	**<u>TP de Transfert de chaleur</u>**	12h	- Connaître le principe de la conduction thermique, la convection et le rayonnement - Connaître les différents modes de transfert de chaleur et en particulier la convection libre et la convection forcée - Distinguer entre les différents échangeurs de chaleur (l'Echangeur de chaleur coaxial, l'échangeur de chaleur à plaques et l'Echangeur de chaleur à faisceau tubulaire)
Chapitre3	**<u>TP de Transfert de matière</u>**	8h	Comprendre les mécanismes et le formalisme permettant la description du transfert de matière et en particulier le calcul du coefficient de diffusion Maitriser le processus de Transfert quasi-stationnaire à travers une membrane : mesure de la diffusivité d'un soluté au travers d'une membrane. Comprendre les mécanismes et le formalisme de Transfert de matière et échange dans un lit de résine : caractérisation des résines (capacité d'échanges, masses volumiques, constante d'équilibre...) ; Etudier le fonctionnement en continu : courbe de perçage, calcul des coefficients de transferts globaux et des HUET.

2. MÉTHODOLOGIE :

Les heures de contacts consistent à

Travaux pratiques (h)	35

3. EVALUATION :

Type	Couvrant quel (s) chapitre (s)	Les facteurs de pondération
Projet		
Travaux pratique	1-2-3	70 %
DS		
Test oral	1-2-3	30 %
Examen final		

TRAITEMENT DES EAUX

Code : GP 03 214

Enseignant: Mourad Ben Zina

Grade: Professeur

Université: ENIS

Email:

mourad_benzina@yahoo.fr

Volume horaire total

77 h

Heures de contact	Activités hors-classe
42	35

Crédit(s)
3ECTS

Responsable du module : Mourad Ben Zina

Semestre2

1. Description du cours et objectifs :

1.1: Description du cours

Le génie des procédés en traitement des eaux consiste en l'étude des procédés de :

- Production d'eau potable et d'eau industrielle
- Épuration des eaux usées urbaines et des eaux industrielles
- Le futur Ingénieur aura donc les compétences nécessaires pour assurer la conduite des procédés de traitement de l'eau. En effet la formation est assurément orientée vers la pratique industrielle.

Ce cours est alors présenté sous deux volets :

Eaux potables

Eaux usées

Objectifs :

Volet 1 : Eau potable : L'importance de l'eau dans l'économie humaine nécessite de procéder à des contrôles fréquents de sa qualité. Ce cours présente les méthodes d'analyse incontournables pour diagnostiquer ou contrôler la qualité des eaux et permettre le suivi d'une filière de traitement.

Cet enseignement permettra aussi aux futurs ingénieurs d'analyser, de concevoir, d'exploiter et d'assurer la maintenance d'une installation de traitement d'eau.

Volet 2 : Eaux usées : Dans un but de protection de l'environnement de nombreux procédés ont été développés pour le traitement des eaux usées. Ce cours présente une revue des principaux procédés utilisés pour l'épuration des eaux urbaines et industrielles. Des éléments de dimensionnement des divers systèmes sont également décrits. A l'issus de ce cours les étudiants seront capable de

Maîtriser le fonctionnement des systèmes de production d'eau, industrielle ou domestique, d'épuration des eaux usées et de gestion des eaux en milieu industriel.

Donner aux futurs ingénieurs les connaissances scientifiques et techniques directement utilisables dans le domaine du traitement des eaux résiduaires et des boues.

1.2: Prérequis

Chimie des solutions

Cours de chimie physique

Cours les phénomènes de transfert

Cours thermodynamique

Cours introduction au Génie des Procédés

1.3: Résultats d'apprentissage

Chapitre	Titre	Volume horaire	Résultats d'apprentissage
Chapitre1	**Traitements des Eaux potables**	21h	- avoir les connaissances de bases pour mettre en place les prélèvements d'échantillon et les conditions de conservation associées - être capable de comprendre et d'interpréter une analyse d'eau
Chapitre 2	**Traitements des Eaux usées**	21h	- avoir les connaissances de base relatives au domaine du traitement des eaux usées - connaîtront les normes de rejet et les méthodes d'analyses des eaux résiduaires urbaines et des eaux usées industrielles - avoir les connaissances de base en ce qui concerne les phénomènes physiques, chimiques et biologiques impliqués dans les procédés classiques de traitement - être capable de dimensionner et de suivre des installations classiques de traitement des eaux usées

2. MÉTHODOLOGIE:

Heures de contact	42
Travaux pratiques (h)	
Projet (h)	
Visites (h)	

3. EVALUATION :

Type	Portant sur quel(s) chapitre (s)	Pondération
DS	1	30%
Examen Final	1-2	70%

4. BIBILOGRAPHIE ET LOGISTIQUE RECOMMANDÉE

Rodier J., Legube B., Merlet N. et coll. "L'analyse de l'eau", 9ème édition, Dunod, 2009

"Memento technique de l'eau", Ed. Degrémont Suez, 10th édition, 2005. - HENDRICKS D., "Wastewater treatment", Ed. Springer, 1996.

« Génie de l'environnement : techniques appliquées au traitement de l'eau » C. CARDOT : - (Ellipses 2001, Paris)

« Mémento technique de l'eau » - DEGREMEONT : (9è Ed 1990 CD - Rom - Lavoisier 2002, Paris)

« Le traitement des eaux » - R. DESJARDINS - (Lavoisier 1997, Paris)

« L'analyse de l'eau » - J. RODIER : (8è Ed Dunod 1996, Paris)

DECRIPTION DES MODULES

SPECIALITE : GENIE DES PROCEDES

VERSION 01

FEVRIER 2021

DEUXIEME ANNEE

SOMMAIRE

Mécanique et physique des matériaux 4

METHODOLOGIE DE PLANIFICATION DES EXPERIENCES 9

Qualité et Normes industrielles 13

Production du froid et Climatisation 17

Opérations solide-fluide 22

DISTILLATION – RECTIFICATION 30

Chimie analytique et Electrochimie 36

Automatique et informatique industrielle 42

Initiation au dessin industriel 47

Efficacité Energétique 51

Extraction par solvant 55

ABSORPTION/DESORPTION 59

Business English Certificate B1//B2 63

PROJET DE FIN D'ANNÉE 67

Adsorption 70

Analyse fonctionnelle des procédés 79

Corrosion et Traitement de surface 83

ECHANGEURS DE CHALEUR 89

Fluidisation 93

Génie de la Réaction Chimique – Calcul des Réacteurs 99

Grand procédés de la chimie industrielle 105

Séchage et lyophilisation 110

Simulation des procédés 113

TECHNOLOGIE D'EXTRACTION ET DE RAFFINAGE DES HUILES VEGETALES 118

TP Opérations unitaires 121

Méthodologie de recherche 127

PROJET PROFESSIONNEL PERSONNEL 1 131

Recherche opérationel 134

Mécanique et physique des matériaux

Code : GP 04 110

Enseignant: Amira BOUAZIZ

Grade: Permanent Enseignant

Établissement: ……IIT

Email:

Amira.bouaziz@iit.ens.tn

Durée du module

35 h

Heure de contact	Activitées hors classe
21h	14h

Crédit équivalent :

1 ECTS

Module responsable : Amira Bou Aziz

Semestre 3

1.DESCRIPTION DU COURS ET COMPÉTENCES VISÉES :

1.1 : Description du cours

Ce cours met l'accent sur

- la classification générale des matériaux,

- La relation ultime entre les liaisons atomiques et les propriétés des matériaux,

- Les essais de caractérisation de matériaux en partant de la métallographie jusqu'aux certaines mécaniques classiques,

- L'architecture atomique des solides cristallins.

Objectifs

-Connaitre les différentes classes de matériaux.

-Identifier les propriétés de ces classes de matériaux.

-Maitriser les méthodes de caractérisation des matériaux.

1.2 : Les prérequis

Notions élémentaires de physique et de chimie.

1.3 : Les résultats d'apprentissage

Chapitre	Intitulé	Volume Horaire	Compétences visées
Chapitre 1	Généralités sur les matériaux	5h	Acquérir des connaissances théoriques approfondies sur les différentes familles des matériaux à savoir : -métaux et alliage non ferreux -matière plastique - verre et céramiques -matériaux composites permettant aux étudiants de mener des travaux scientifiquement étayés et d'agir de manière responsable dans leurs activités professionnelles
Chapitre 2	Matériaux composites	3h	Avoir des connaissances consolidées sur les différentes classes de matériaux composites ainsi que des connaissances approfondies axées sur la pratique dans la thématique des matériaux composites;
Chapitre 3	Méthode de caractérisation des	2h+6h	- étudier les examens

	matériaux		métallographiques: *Définir les différents d'examens métallographiques. * Interpréter les résultats d'un tel examen. -étudier les essais mécaniques : *Définir les différents essais mécaniques. * Interpréter les résultats d'un essai mécanique. -Evaluer de manière critique les données et tirer des conclusions
Chapitre 4	Architecture atomique des solides cristallins	3h	-Connaitre les différentes liaisons atomiques. -Connaitre les différentes structures cristallographiques. -Identifier quelques propriétés de chaque structure cristallographique -Avoir une conscience critique des nouvelles découvertes dans leur discipline

2. METHODOLOGIE:

Les heures de contacts consistent à

Cours intégré (h)	21h
TP (h)	
Projet (h)	
Visits (h)	

3. EVALUATION :

Type	Couvrant quel(s) chapitre(s)	Pondération
Projet		
TP		
DS	1-2	30%
Test oral		
Examen Final	1-2-3-4	70%

4. RÉFÉRENCESBIBLIOGRAPHIQUES ET LOGISTIQUESRECOMMANDÉES:

✓ Choix des matériaux en conception mécanique Michel ASHBY, Ed Dunod

✓Les métaux et alliages, Tome I, II, III et IV, DELERIS, Ed Masson et compagnie.

✓ Matériaux ‑propriétés et application, ASHBY et JONES, Ed Dunod.

✓ Didacticiel Des Matériaux. Presses internationales Polytechniques, Montréal Canada

METHODOLOGIE DE PLANIFICATION DES EXPERIENCES

Code : GP 04 105

Enseignant : Issam KSENTINI

Grade : Enseignant permanent IIT – Docteur ingénieur

Établissement : IIT

Email : Issam.ksentini@iit.ens.tn

Durée du module

42 h

Heure de contact	Activitées hors classe
21	21

Crédit équivalent

2 ECTS

Semestre 3

1. DESCRIPTION DU COURS ET COMPÉTENCES VISÉES :

1.1 : Description du cours

Le travail expérimental sur paillasse est considéré comme l'une des compétences que l'ingénieur en génie des procédés doit maitriser. Ce travail expérimental nécessite la maîtrise non seulement du volet technique, mais aussi des techniques d'optimisation expérimentale.

La méthodologie de planification des expériences est l'une des méthodologies d'optimisation expérimentale très utilisé et est le sujet de ce cours.

1.2 : Objectifs

Le cours de planification des expériences est un cours qui va disposer les étudiants d'une méthodologie scientifique d'optimisation des expériences expérimentales. Le cours inclut une description des différentes étapes de calcul dans un processus d'optimisation expérimentale. Les élèves ingénieurs auront aussi à programmer sur Excel quelques exemples concrets

Les objectifs visés se résument :

- Assimiler les notions de base et les étapes à suivre moyennant la méthodologie de planification des expériences
- Appliquer cette méthodologie sur des exemples concrets
- Programmer sur Excel des exemples d'optimisation

1.2 : Les prérequis

Notions mathématiques du calcul matriciel

1.3 : Les résultats d'apprentissage

Chapitre	Intitulé	Volume Horaire	Compétences visées
Chapitre 1	Introduction à la méthodologie	5	- Assimiler l'importance de la méthodologie des expériences

	de planification des expériences		
Chapitre 2	Méthodologie de planification des expériences : Concept et démarche de calcul	5	- Maitriser la démarche de calcul matriciel
Chapitre 3	Applications de la méthodologie des expériences	5	- Maitriser la méthodologie avec différentes cas pratiques
Chapitre 4	Programmation sur Excel des exemples de calcul	6	- Maitriser la programmation sur Excel des plans d'expérience factoriels

2. METHODOLOGIE:

Les heures de contacts consistent à

Cours intégré (h)	21h
TP (h)	
Projet (h)	
Visits (h)	

3. ÉVALUATION :

Type	Couvrant quel(s) chapitre(s)	Les facteurs de pondération
DS	1-2	30%
TP		
Examen Final	3-4	70%

Qualité et Normes industrielles

Code : GP 04 113

Enseignant : Oussema Mhiri

Grade : Expert AMI

Company : AMI

Email : oussamamhiri@gmail.com

Durée du module : 42 h

Heure de contact	Activitées hors classe
21	21

Crédit équivalent

2 ECTS

Responsable du module : Oussema MHIRI

Semestre 3

1. DESCRIPTION DU COURS ET COMPÉTENCES VISÉES :

1.1 : Description du cours et objectifs

Aujourd'hui l'environnement économique et concurrentiel de l'entreprise est tendu. Une entreprise doit offrir des produits et/ou des services mieux que les concurrents afin de garantir sa pérennité. De ce fait, la gestion efficace de la qualité est la clé pour garantir la compétitivité et renforcer l'image de marque de l'entreprise.

La gestion de la qualité ne peut être perfectionnée qu'à travers la certification ISO. Ce cours permettra aux étudiants de reconnaitre les principes et les standards internationaux dans le domaine de qualité.

Objectifs :

À l'issue de cette formation, vous serez capable de :

- Comprendre la finalité et les enjeux du de la qualité et des nomes en vigueurs
- Appréhender les exigences de l'ISO 9001 v.2015
- Comprendre sa structure de la norme
- Analyser les articles clés de la norme ISO 9001 v.2015
- Constituer une « boîte à outils » de techniques sur la Méthodologie de Résolution de Problèmes en Groupe

1.2 : Les prérequis

No prequises

1.3 : Les résultats d'apprentissage

Chapitre	Intitulé	Volume Horaire	Compétences visées

Chapitre 1	Introduction à la qualité et les normes en vigueurs	6.5	L'évolution des démarches qualité La normalisation L'aspect organisationnel
Chapitre 2	Présentation de l'iso 9001:2015	7.5	Présentation de la série iso 9000 Déploiement de la norme iso 9001:2015 Principes de management de la qualité Approche processus Les avantages d'un SMQ
Chapitre 3	MRPG « Méthodologie de Résolution de Problèmes en Groupe »	7	Phases Critères de choix Quelques outils

2. METHODOLOGIE:

Les heures de contacts consistent à

Cours intégré (h)	21h
TP (h)	
Projet (h)	
Visits (h)	

Les « activités hors classe » se composent de :

Activité 1	Recherche sur les normes de qualité
Activité 2	Préparer un exposé en binôme et savoir l'animer

3. ÉVALUATION :

Type	Couvrant quel(s) chapitre(s)	Pondération
DS	1-2	30%
TP		
Examen Final	2-3	70%

Production du froid et Climatisation

Code : GP 04 109

Enseignant : Amal Elleuch Kallel

Grade : Maître de Conférences

Établissement : Institut Préparatoire des Etudes d'Ingénieurs de Sfax

Email : amal-elleuch@hotmail.com

Durée du module

42 h

Heure de contact	Activitées hors classe
21	21

Crédit équivalent

2 ECTS

Responsable du module: Amal Elleuch

Semestre 3

1.DESCRIPTION DU COURS ET COMPÉTENCES VISÉES :

1.1 : Description du cours

Le domaine du génie frigorifique est parmi les thématiques les plus importantes du 21ème siècle. Le développement des techniques de refroidissement a rendu possible la conservation des denrées périssables. Ce cours de Production du froid et Climatisation propose d'aborder le principe des machines frigorifiques à compression et à absorption. L'analyse qui en résulte se base sur l'étude des cycles thermodynamiques dans différents diagrammes. Ce cours n'aborde donc pas le point de vue technologique des différentes machines.

Objectifs

A l'issus de ce cours les étudiants doivent être capable de

- Pouvoir expliquer le fonctionnement des machines frigorifiques.
- Savoir Utiliser le diagramme enthalpique afin de déduire par la mesure les paramètres de bon fonctionnement.
- Pouvoir effectuer un bilan thermique simplifié pour estimer les coefficients de performance de ces machines.
- Pouvoir repérer sur un schéma les éléments principaux d'une machine frigorifique ;

1.2 : Les prérequis

- Thermodynamique (1er principe)

- Bilan de masse d'un système ouvert

- Bilan d'énergie d'un système ouvert

- Maitrise des diagrammes entropiques et de Mollier.

1.3 : Les résultats d'apprentissage

Chapitre	Intitulé	Volume Horaire	Compétences visées
Chapitre 1	Principes physiques de la production du froid	7	Savoir les domaines d'applications du froid Comprendre et maitriser les principes de production du froid. Choisir des méthodes appropriées d'analyse, pour le calcul du coefficient de performance COP et les appliquer avec un haut degré de compétence.
Chapitre 2	Machines Frigorifiques à compression	7	Connaître les caractéristiques techniques et comprendre les modes de fonctionnement des machines frigorifiques à compression et l'utilisation des fluides frigorigènes. Analyser l'incidence des paramètres de fonctionnement sur les performances d'une machine. Avoir une conscience critique de la législation, les nouvelles technologies, les nouvelles tendances dans le domaine des machines frigorifiques à compression Maitriser le dimensionnement, définir son implantation, estimer le coût et l'efficacité.
Chapitre 3	Machines Frigorifiques à Absorption	7	Connaître les caractéristiques techniques et comprendre les modes

			de fonctionnement des machines frigorifiques à absorption et l'utilisation des fluides frigorigènes. Analyser l'incidence des paramètres de fonctionnement sur les performances d'une machine. Avoir une conscience critique de la législation, les nouvelles technologies, les nouvelles tendances dans le domaine des machines frigorifiques à absorption Maitriser le dimensionnement du matériel, définir son implantation, estimer le coût et l'efficacité.

2. METHODOLOGIE:

Les heures de contactes consistent à

Cours intégré (h)	21h
TP (h)	
Projet (h)	
Visits (h)	

3. ÉVALUATION :

Type	Couvrant quel(s) chapitre(s)	Pondération
DS	1-2	30%

TP		
Examen Final	2-3	70%

4. RÉFÉRENCESBIBLIOGRAPHIQUES ET LOGISTIQUESRECOMMANDÉES :

- H. NOACK et R. SEIDEL, Pratique des installations frigorifiques, Editions PYC

- P.J. RAPIN et P. JACQUARD, Installations frigorifiques, Editions PYC

Opérations solide-fluide

Code : GP 04 104

Enseignant : Mourad Benzina

Grade : Professeur

Établissement : ENIS

Email : Mourad_benzina@yahoo.fr

Durée du module

56 h

Heure de contact	Activitées hors classe
28h	28h

Crédit équivalent

2 ECTS

Responsable du module : Mourad Benzina

Semestre 3

1.DESCRIPTION DU COURS ET COMPÉTENCES VISÉES :

1.1 : Description du cours

Les opérations unitaires de séparations **solide-fluide** sont d'une grande importance industrielle, elles ont rendu un grand service à l'humanité surtout dans l'industrie chimique, pharmaceutique, agroalimentaire ou pétrochimique, l'industrie des polymères, la métallurgie, sans oublier les catalyseurs et les garnissages utilisés dans de nombreux procédés.

Ces opérations fondamentales peuvent intervenir isolément (fragmentation, tamisage, décantation, filtration, …), mais également au sein d'autres opérations unitaires (agitation de la cuve d'un réacteur, écoulement à travers le garnissage d'une colonne, fluidisation pour le séchage, …). Ainsi ces opérations concernent presque tous les appareillages du génie des procédés : réacteurs, séparateurs, appareils pour la mise en forme de produits et appareils de liaison.

Ce cours permet alors, d'une part, de préciser comment l'on peut caractériser une particule solide tout d'abord, et une lit de particules ensuite et de montrer les différentes mises en contact d'un solide pulvérulent avec un liquide ou un gaz, d'autre part.

Objectifs

Les objectifs pédagogiques de ce cours peuvent être résumées comme suit :

1. Acquérir des connaissances de base scientifique et technique dans la description des écoulements poly-phasiques fluide-solide : lits fixes et lits fluidisés.
2. Acquérir des notions de granulométrie et d'écoulements en milieux poreux,
3. Maîtriser les procédés associant un solide divisé et un fluide, tels que la décantation, flottation, filtration, séparation par cyclone ...,

4. Etre apte à pré-dimensionner les installations associées aux différentes opérations unitaires précitées.
5. Approfondir les connaissances par des exemples d'intérêt industriel.

À l'issue de cet enseignement, les élèves seront capables de :

- Maitriser les compétences de base en **caractérisation des poudres,**

- Connaître les processus qui régissent le mouvement d'une particule dans un procédé de séparation mécanique (sédimentation gravitationnelle, suspension, action des forces centrifuges, …) ;

- Pouvoir appliquer ces connaissances à l'échelle d'un appareil et définir les paramètres pertinents régissant leur dynamique et recommander un appareil pour un besoin spécifique ;

- de choisir et dimensionner l'appareillage pour mettre en œuvre une opération unitaire mécanique ou un appareillage pour mettre en œuvre une opération de séparation solide / fluide.

1.2 : Les pré-requis

Ce cours s'appuie sur les connaissances générales en**:**

Chimie physique.

Mécanique des fluides.

Transfert de chaleur.

Transfert de masse.

Cours de bilan.

Calcul des réacteurs.

1.3 : Les résultats d'apprentissage

Chapitre	Intitulé	Volume Horaire	Compétences visées
Chapitre 1	**CARACTERISATION DES SOLIDES DIVISES**	6 h	Initier les étudiants à des notions importantes permettant d'acquérir des connaissances théoriques avancés sur les solides : - Dimension, forme, granulométrie, masse volumique réelle, facteurs de forme, sphéricité, surface spécifique, texture, - Echantillonnage, analyse granulométrique. - Porosité, masse volumique apparente. - Analyse granulométrique, tamisage …).
Chapitre 2	**APPAREILLAGES**	6 h	Décrire une installation type afin d'extrapoler à l'échelle industrielle. Avoir des connaissances avancés sur les appareillages : - Concasseurs, broyeurs, tamiseurs. - Filtres, décanteurs, séparateurs centrifuges.

			- Séchoirs, granulateurs. - Transporteurs de solides, séparateurs solide-gaz.
Chapitre 3	**SEPARATION DES SOLIDES**	12 h	Maitriser les techniques directes et indirectes de séparation des solides : ***Séparation des solides par voie directe*** **<u>Suivant leur nature</u>** - Séparation magnétique - Séparation électrique **<u>Suivant leur taille</u>** - Notions d'analyse granulométrique, - Essai de tamisage, - caractéristique des surfaces tamisantes (les toiles et les passoires), - Représentation graphique des résultats, - Histogramme de répartition, - Courbe de répartition, - diagramme des pourcentages cumulés refusés, - diagramme des pourcentages cumulés passés, - Modélisation des courbes de tamisage,

			- Méthode de GAUDIN, - Méthode de Rosin, Rammler et Bennett, - Le tamisage industriel, - Efficacité d'un tamis, - Applications. ***Séparation des solides par voie indirecte*** **<u>Suivant leur nature</u>** - Flottation - Séparation par liqueur dense - Le Jigging **<u>Suivant leur taille</u>** - Ecoulement à travers les milieux poreux, perte de charge, perméabilité, résistance, - Filtration, - Décantation, - Centrifugation, - Fluidisation.
Chapitre 4	**APPLICATIONS A LA PROTECTION DE L'ENVIRONNEMENT**	4 h	Mettre en œuvre les connaissances théoriques acquises afin d'extrapoler à l'échelle industrielle - Exemples d'opérations industrielles de traitement liquide/solide,

			- Exemples d'opérations industrielles de traitement gaz/solide.

2. METHODOLOGIE:

Les heures de contactes consistent à

Cours intégré (h)	28h
TP (h)	
Projet (h)	
Visits (h)	

3. ÉVALUATION :

L'évaluation des acquis d'apprentissage est réalisée en continu tout le long du semestre. En fonction du cours, elle peut prendre différentes formes : examen écrit, oral, compte-rendu, rapport écrit,...

Type	Couvrant quel(s) chapitre(s)	Pondération
DS	1-2	30%
TP		
Examen Final	1-2-3-4	70%

4. RÉFÉRENCESBIBLIOGRAPHIQUES ET LOGISTIQUESRECOMMANDÉES :

Techniques de l'ingénieur : Opérations solide-fluide // Transfert de matière - Autres opérations compartimentées

Auteur(s) : Jean-Paul MOULIN, Dominique PAREAU, Mohammed RAKIB, Moncef STAMBOULI - Date de publication : 10 juin 2002

Génie chimique et des procédés

Procédés de séparation et de réaction

Stéphane Bostyn Olivier Chedeville Henri Fauduet - Dunod, 2019

DISTILLATION – RECTIFICATION

Code : GP 04 101

Enseignant : Slimane GABSI

Grade : Professeur

Établissement : ENIS

Email :

slimane.gabsi53@gmail.com

Volume horaire du cours

56 h

Heure de contact	Activitées hors classe
28	28

2 Crédits

Semestre 3

1.DESCRIPTION DU COURS ET COMPÉTENCES VISÉES :

1.1 : Description du cours

La rectification est une opération unitaire permettant de séparer les constituants d'un mélange. Elle se base sur la différence de volatilité entre ces constituants. C'est une des opérations de séparation les plus employées dans le domaine de la chimie et de la pétrochimie. L'objectif du cours est d'introduire les notions de bases relatives à la distillation

Objectifs

- Avoir les connaissances de base concernant la distillation

- Être capables d'écrire des bilans de matière et d'énergie dans ce contexte

- Avoir des connaissances de base concernant la distillation azéotropique, la distillation extractive

- Influence des conditions opératoires sur la séparation d'une solution.

- Etude de l'hydrodynamique de la colonne.

- Être capables d'évaluer le Nombre d'Etages Théoriques par une méthode graphique ou analytique (Mc CABE et THIELE, PONCHON et SAVARIT).

- Etude de l'hydrodynamique de la colonne.

- Détermination du nombre d'unités de transfert.

- Être capables de proposer le Design d'une colonne de distillation (diamètre …)

1.2 : Les prérequis

Bonnes connaissances en thermodynamique et en transfert de matière

1.3 : Les résultats d'apprentissage

Chapitre	**Intitulé**	**Volume Horaire**	**Compétences visées**
Chapitre 1	Introduction et rappel sur les équilibres des phases	6h	Introduire le principe de la distillation, Maitriser des notions d'équilibre liquide vapeur,
Chapitre 2	Distillation mono et multi étagée. Méthode de Mac Cabe et Thieles	6h	Maitriser la méthodologie de détermination du nombre d'étages théoriques. Comprendre et appliquer la méthode de Mc Cabe et Thieles Déterminer des droites opératoires pour les trois sections : enrichissement, appauvrissement et alimentation
Chapitre 3	Méthode de Ponchon Savarit	4h	Comprendre et appliquer la méthode de Mc Cabe et Thiele, Utiliser les diagrammes enthalpie-

			concentration pour faire la résolution graphique d'un problème de distillation Déterminer le taux de reflux minimum et total
Chapitre 4	Distillation à Soutirages et alimentations multiples	4h	analyser les principes de fonctionnement des colonnes de distillation à soutirages multiples, expliquer le rôle et l'importance de chacune des boucles de régulation intervenant dans le système de contrôle de procédé mis en place, maîtriser l'utilisation des paramètres de réglage permettant l'ajustement des qualités des produits.
Chapitre 5	Distillation azéotropique , Batch et multi-constituant	4h	effectuer des recherches documentaires en conformité avec le niveau de leurs connaissances et de leur compréhension et utiliser ces bases de données et d'autres sources d'information pour introduire les notions de distillation azéotropique, discontinue et distillation multi-

			constituant ;
Chapitre 6	Hydrodynamique et dimensionnement des colonnes à plateaux et à garnissage	4h	identifier, formuler et résoudre les problèmes d'hydrodynamique utiliser les créativités des étudiants pour développer des solutions pratiques nouvelles et inventives relatives au dimensionnement des colonnes à plateaux et à garnissage

2. MÉTHODOLOGIE :

L'enseignement comprend :

Cours Intégré	30 h

3. ÉVALUATION :

Type	Couvrant quel(s) chapitre(s)	Pondération
DS	1	30%
Examen final	1-2	70%

4. RÉFÉRENCESBIBLIOGRAPHIQUES ET LOGISTIQUESRECOMMANDÉES :

Mass transfer operations R.E. Treybal Mac Graw Hill Co, New York, 1982

Separation processes K.C. King Mac Graw Hill Co, New York, 1980 Distillation design H. Kister Mc GrawHill, New York, 1992

Distillation – Principles and Practice J.G. Stichlmair; J.R. Fair Wiley-VCH New-York, 1998

Techniques de l'ingénieur

Separation Process Engineering P. Wankat, Prentice Hall 2e ed. (2007)

- Separation Process Principles Sec Ed. Seader J.D.& Henley E.J. John Wiley & Sons (2006).

- Equilibrium-Stage operations in Chemical engineering, Henley E.J. & Seader J.D. (1981) John Wiley & Sons

- Principles of unit operations. Foust et al. John Wiley & Sons (1980)

- Mass-Transfer operations R. Treybal McGraw-Hill (1987)

- Distillation Design, H. Kister Mc Graw Hill (1992)

Chimie analytique et Electrochimie

Code : GP 04 111

Enseignant : SMITI Houcine

Grade : Technologue

Établissement : Institut International de technologie de Safax

Email :

hcinsmiti@gmail.com

Volume horaire total du cours

53 h

Heures de contact	Activités hors classe
39h	14h

L'équivalent nombre de crédits

2 ECTS

Semestre 3

1. DESCRIPTION DU COURS ET COMPÉTENCES VISÉES :

1.1 : Description du cours

L'électrochimie est une discipline dont on peut dire, schématiquement, qu'elle étudie la relation entre transformations chimiques et passage de courant électrique. Son domaine d'application est extrêmement vaste : production d'énergie électrique à partir de réactions chimiques (piles et accumulateurs), réalisation de réactions chimiques à partir d'énergie électrique (électrolyses), détection et dosage d'espèces chimiques (électrochimie analytique), détermination de mécanismes et de cinétique réactionnels (électrochimie organique, corrosion), réalisation de dispositifs (batteries, capteurs), etc.

L'étude des réactions électrochimiques fait appel à des connaissances dans des domaines également très variés de la chimie et de la physique, thermodynamique, cinétique, phénomènes de transport, électricité, hydrodynamique...

L'objectif de ce module est de donner à l'étudiant les bases théoriques de l'électrochimie ainsi qu'un certain nombre de ses applications dans le domaine analytique (méthodes éléctrochimiques d'analyse).

1.2 : objectifs

A la fin de ce cours l'étudiant sera capable :

- classifier quantitativement des couples oxydant/réducteur

- définir le potentiel normal d'oxydoréduction

- interpréter et écrire les équations-bilan des réactions d'oxydoréduction

- décrire une pile Daniell

- d'expliquer le fonctionnement et les propriétés de fonctionnement (charge, f.e.m., puissance, énergie) des batteries et des piles à combustible.

- d'appliquer l'équation de Nernst pour les systèmes électrochimiques et décrire la difference entre un système à l'équilibre et un système traversé par du courant électrique.

- de prédire l'allure de la courbe intensité-potentiel dans le cas de processus électrochimiques controlés par la cinétique du transfert de charge ou par le transport de matière.

- de décrire la courbe i-E dans différents cas de transport de matière.

- de comprendre les modifications d'allure de courbe i-E pour des mécanismes réactionnels simples, en particulier des réactions de catalyse hétérogène ou homogène.

- Maîtriser un certain nombre des applications de l'électrochimie dans le domaine analytique.

- d'être capable de choisir et mettre en œuvre la technique adaptée à un problème donné.

1.2 : Les prérequis

Chimie des solutions, thermodynamique chimique et notions de cinétique.

1.3 : Les résultats d'apprentissage

Chapitre	**Intitulé**	**Volume Horaire**	**Compétences visées**
Chapitre 1	Notions de base en électrochimie	9	- Identifier dans une réaction donnée un oxydant et un réducteur. - Prévoir si une réaction est possible à partir d'une classification électrochimique. - Ecrire et équilibrer les demi-réactions. Ecrire le bilan de la réaction d'oxydoréduction. - Etudier le fonctionnement théorique d'une pile électrochimique, en faisant appel à des notions d'oxydoréduction. - Savoir qu'une électrolyse est une transformation forcée. - Connaissant le sens du courant imposé par le générateur, identifier l'électrode à

			laquelle se produit la réaction d'oxydation (anode) et l'électrode à laquelle se produit la réaction de réduction (cathode). - Écrire les réactions aux électrodes et relier les quantités de matière des espèces formées ou consommées à l'intensité du courant et à la durée de la transformation lors d'une électrolyse.
Chapitre 2	Thermodynamique des réactions éléctrochimiques		Connaitre les *aspects* théoriques fondamentaux de *thermodynamique* du transfert d'électrons
Chapitre 3	Réactions électrochimiques et courbes intensité-potentiel (I-E)	9	- Connaitre les *aspects* théoriques fondamentaux de cinétique du transfert d'électrons - Etudier l'influence du potentiel imposé au conducteur métallique sur la vitesse de la réaction éléctrochimique
Chapitre 4	Méthodes électrochimiques d'analyse	9	- Acquérir des connaissances sur les méthodes électrochimiques d'analyse qui sont souvent utilisées pour des déterminer la concentration de certains éléments

			notamment les métaux. - Connaître les principales méthodes voltammétriques et polarographiques utilisées en analyse.
Chapitre 5	Méthodes spectroscopiques d'analyse	8	- Acquérir des connaissances sur les méthodes spectroscopiques d'analyse telles que Spectroscopie UV-visible, Infrarouge, RMN et de Masse. - Comprendre le principe de chaque technique, sa méthodologie d'analyse et d'interprétation et son intérêt en tant qu'une méthode spécifique et complémentaire auxautres méthodes d'analyse.

2. MÉTHODOLOGIE :

Les heures de contact se composent de :

Cours Intégré (h)	39

3. ÉVALUATION :

Type	Portant sur quel chapitre (s)	Pondération
Devoir Surveillé	Chapitres 1 et 2	

Examen final	Chapitres 3,4 et 5	

4. RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES ET LOGISTIQUES RECOMMANDÉES :

1. G. Milazo, Electrochimie, Dunod, 1969.

2. Brenet, Introduction à l'électrochimie de l'équilibre et du non équilibre, Masson, 1980.

3. Allen J. Bard, Electrochimie : principes, méthodes et applications, Masson, 1983.

4. Fabien Miomandre, SaïdSadki, Pierre Audebert, Electrochimie des concepts aux applications,

Dunod, 2005.

5. F.Cœuret, A. Stock, Eléments de génie électrochimique, Lavoisier Tech. &.Doc, 1993.

6. Electrochmie, Allen J. BARD, Electrochimie, MILAZO

7. Girault, H. H. (2007). Electrochimie physique et analytique. PPUR presses polytechniques.

8. Miomandre, F., Sadki, S., Audebert, P., & Méallet-Renault, R. (2011). Électrochimie-2e édition-Des concepts aux applications: Des concepts aux applications. Dunod.

9.Lefrou, C., Fabry, P., & Poignet, J.-C. (2013) Electrochimie - Concepts fondamentaux illustrés. EDP Sciences

10. Références (Livres et polycopiés, sites internet, etc) : Abrégé de chimie analytique, tome

3, M. HAMON.

11.Analyse chimique : Méthodes et techniques instrumentales modernes ; F. Rouessac, A. Rouessac, 5e édition, Dunod, Paris 2000.

12. Spectrométrie de masse ; E. de Hoffmann, J. Charrette, 2e édition, Dunod, Paris 1999.

13. La RMN : concepts, méthodes et applications ; D. Canet, J.-C. Boubel, Dunod, Paris 2002

Automatique et informatique industrielle

Code: GP 04 106

Enseignante: Amina MSEDDI

Grade: Enseignant permanant

Établissement: Institut international de technologie (IIT)

Email: amina.mseddi@iit.ens.tn

Durée du module

49 h

Heure de contact	Activitées hors classe
28	21

Crédit équivalent

2 ECTS

Semestre 3

1.DESCRIPTION DU COURS ET COMPÉTENCES VISÉES :

1.1 : Description du cours

L'industrie est l'un des piliers qui distinguent les pays développés. Les développements rapides de l'automatisation sont responsables de l'efficacité, de la flexibilité et de la fiabilité des systèmes de production. L'automatisation utilise des systèmes électroniques qui englobent une hiérarchie de contrôle-commande depuis les capteurs de mesure, en passant par l'automate programmable industriel, les bus de communication, la visualisation, l'archivage jusqu'à la production et la gestion des ressources de l'entreprise.

Ce cours permet aux étudiants de produire des contributions de qualité, d'améliorer leurs compétences pour décrire fonctionnellement un système de production automatisé ; choisir une technologie de contrôle ; analyser un système de production ; et de programmer un automate programmable industriel.

1.2 : Objectifs

A l'issue de ce cours, l'élève ingénieur aura acquis des compétences spécifiques dans le domaine de l'automatisation industrielle. Sur le plan académique, ce cours présente une introduction générale au domaine numérique. Un objectif immédiat du cours est de développer la capacité de :

1. percevoir la signification des définitions et des concepts de base de la logique ;

2. utiliser des méthodes de conception et d'analyse appliquées :

a. systèmes combinatoires (sans mémoire),

b. systèmes itératifs,

c. systèmes séquentiels synchrones ou asynchrones (avec mémoire),

2. évaluer les techniques applicables sur la base de leurs connaissances imminentes pour étudier et utiliser un processeur simple ;

3. utiliser des méthodes innovantes pour concevoir des systèmes fonctionnels

4. choisir des méthodes appropriées pour sélectionner des composants afin de construire un système ;

5. interpréter les spécifications des fabricants ;

6. prévoir et observer l'évolution temporelle des signaux ;

7. simuler ces systèmes avec un outil industriel (automate programmable industriel Simens).

1.3 : Les résultats d'apprentissage

Chapitre	**Intitulé**	**Volume Horaire**	**Compétences visées**
Chapitre 1	Système logique combinatoire	4.5h	- acquérir une connaissance technique approfondie des différents systèmes numériques : systèmes décimal, binaire, octal et hexadécimal ainsi que des méthodes de conversion entre systèmes numériques puis traiter les opérations arithmétiques sur les nombres. - se familiariser de manière ciblée avec les codes numériques tels que les codes DCB, GRAY et ASCII. - acquérir une compréhension orientée vers la pratique de l'algèbre de Boole. - Synthétiser des applications combinatoires. - Étudier les principaux circuits logiques combinatoires utilisés dans les systèmes numériques. Réaliser des fonctions logiques à l'aide de circuits combinatoires
Chapitre 2	Description of sequential automations by GRAFCET	4.5h	- Rappel de la définition du GRAFCET et des concepts de base,

			- Maîtriser les o Règles d'établissement du GRAFCET, o Les transitions et les liens orientés, o Les règles d'évolution, o Sélection des séquences et séquences simultanées, o L'organisation des niveaux de représentation, o Matérialisation d'un GRAFCET avec des exemples pratiques.
Chapitre 3	Automate programmable industrielle	10h	- Identifier le rôle de l'automate programmable industriel dans un système automatisé. - Identifier les composants d'un contrôleur logique programmable. - Câbler et tester les entrées/sorties discrètes. - Interpréter un GRAFCET et les instructions de base d'un programme. - Acquérir les prérequis pour les formations ou interventions de programmation et de diagnostic sur automate Siemens.

2. METHODOLOGIE:

Les heures de contacts consistent à

Cours intégré (h)	19
TP (h)	9
Projet (h)	
Visits (h)	

3. EVALUATION:

Type	Couvrant quel(s) chapitre(s)	Pondération
Projet	1-2	30%
TP		
Examen Final	1-2-3	70%

4. RÉFÉRENCESBIBLIOGRAPHIQUES ET LOGISTIQUESRECOMMANDÉES:

- Ronald J.Tocci , Circuits Numériques Théorie et Applications. (ISBN : 2-89377-108-4) 1996
- Cédric Sindjui, “Le grand guide des systèmes de contrôle-commande industriels”, Edition Dunod,
- Décembre 2007.
- M. Blanchard, “Comprendre, maitriser et appliquer le GRAFCET”, Collection Automatisation et
- Production, Capades éditions, 2000.
- Alain GONZAGA LES AUTOMATES PROGRAMMABLES INDUSTRIELS (*7/11/2004*)
- L. BERGOUGNOUX Automates Programmables Industriels (*POLYTECH' Marseille 2004-2005*)

Initiation au dessin industriel

Code : GP 04 107

Enseignant : Fourat MAGHREBI

Grade : Maître Technologue

Établissement : ISET Gabès

Email : Fourat.maghrebi@gmail.com

Durée du module

49 h

Heure de contact	Activitées hors classe
28	21

Crédit équivalent

2 ECTS

Responsable du module: Fourat Maghrebi

Semestre 3

1. DESCRIPTION DU COURS ET COMPÉTENCES VISÉES :

1.1 : Description du cours et objectifs

.

Ce cours est approprié pour toutes les disciplines incluant, l'architecture, le design d'intérieur, l'aménagement, l'électricité, le dessin industriel ou mécanique…. Il présente une introduction aux outils de base d'utilisation du logiciel autocad...

Objectifs

Ce cours a pour objectifs de familiariser les élèves ingénieurs à la conception des différents plans d'études élaborés dans des bureaux d'études et plus précisément les schémas des procédés (BFD, PFD et P&ID). Dans la partie cours, l'élève arrivera à faire des dessins industriels à mains libre. Et dans la partie de TP, l'élève utilisera un logiciel de DAO pour faire ces dessins.

1.2 : Les prérequis

- Connaissance de bade de l'environnement Windows et du dessin technique
- Mécaniques des fluides
- Opérations unitaires
- Instrumentation industrielle

1.3 : Les résultats d'apprentissage

Chapitre	**Intitulé**	**Volume Horaire**	**Compétences visées**
Partie 1	Présentation générale	3h	Présentation des différents plans d'études
Partie 2	Conception des BFD's	1,5h	Les éléments clefs d'un BFD

	BFD :Block Flow Diagram Ou Schéma en blocs		
Partie 3	Conception des PFD's PFD : Process Flow Diagram Ou Plan de circulation des fluides	4,5 h	Les éléments clefs d'un PFD Symboles des équipements Identification des équipements Conception d'un PFD
Partie 4	Conception des P&ID's PFD : Piping & Instrumentation Diagram	4,5 h	Savoir identifier Les éléments clefs d'un P&ID Connaitre Symboles des tuyauteries, de la robinetterie industrielle, des instruments Pouvoir identifier des lignes et des instruments Conception d'un P&ID

2. METHODOLOGIE:

Les heures de contacts consistent à

Cours intégré (h)	14h
TP (h)	21h
Projet (h)	
Visits (h)	

3. ÉVALUATION :

Type	Couvrant quel(s) chapitre(s)	Pondération

DS	1-2	20%
TP	1-2-3-4	30%
Examen Final	1-2-3-4	50%

4. RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES ET LOGISTIQUES RECOMMANDÉES :

International Society of Automation Standards.

A graphical symbols for piping system and plant BASED ON BS 1553: PART 1: 1977.

Efficacité Energétique

Code : GP 04 108

Enseignant : Mseddi Amina

Grade : Enseignante permanente

Établissement : IIT

Email :

Amina.mseddi@iit.ens.tn

Volume horaire total du cours

49 h

Heures de contact	Activités hors classe
28	21

L'équivalent nombre de crédits

2 ECTS

Responsable du module

Amina MSEDDI

Semestre 3

1. DESCRIPTION DU COURS ET COMPÉTENCES VISÉES :

1.1 : Description du cours

L'efficacité énergétique est le premier levier à actionner par les organisations pour réaliser leur transition énergétique. Elle repose sur la réalisation des études permettant d'optimiser la consommation d'énergie et d'intégrer les énergies renouvelables dans les bâtiments.

Objectifs

A la fin de ce cours, l'étudiant doit :

- Être capable de choisir et d'évaluer les solutions techniques actives et passives pour les bâtiments économes en énergie, bâtiments neufs ou en rénovation.
- Savoir concilier l'utilisation des énergies renouvelables et des énergies traditionnelles pour obtenir une efficacité énergétique élevée et des émissions C02 réduits.
- Être capable de choisir le mode de construction thermique du bâtiment.

1.2 : Les prérequis

- Electrotechnique ;
- Transfert thermique ;
- Mécanique des fluides

1.3 : Les résultats d'apprentissage

Chapitre	Intitulé	Volume Horaire	Compétences visées
Chapitre 1	Contexte energétique (Rappel)	3	Avoir une conscience critique du contexte règlementaire et normatif de la maitrise de l'énergie appliquées aux processus, aux équipements et aux installations industrielles Avoir les connaissances théoriques nécessaires pour effectuer les différents calculs de puissance thermique et électrique

Chapitre 2	Solutions et techniques d'efficacité énergétique	7,5	Comprendre les solutions d'efficacité énergétique passive et active. Comprendre les enjeux de la Mesure et de la Vérification de la performance énergétique Analyser des données énergétiques et définition d'un plan de Mesure et de Vérification
Chapitre 3	La maîtrise énergétique des installations et des systèmes industriels	9,5	Estimer les usages et les consommations futurs (électrique, mécanique, fluide et thermique) Optimiser les systèmes actifs (chaudière, pompe à chaleur, panneau photovoltaïque, solaire thermique, géothermie, …) Optimiser les techniques passives (inertie thermique du bâtiment, conception thermique, …)

2. MÉTHODOLOGIE :

Les heures de contact se composent de :

Cours Intégré (h)	28

3. ÉVALUATION :

Type	Portant sur quel chapitre (s)	Pondération
Devoir Surveillé	Chapitres I & II	30 %

Examen final	Tous les chapitres	70 %

4. RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES ET LOGISTIQUES RECOMMANDÉES :

«Economies d'énergie dans l'industrie», cahiers techniques, Wallonie, SPW, 2010.

«Mener à bien un projet d'efficacité énergétique dans l'industrie», guide de bonnes pratiques, Gimélec, 2008.

Guide technique : «Systèmes de ventilation», Hydro Québec, 1993.

Série «Gestion de l'énergie», Hydro Québec

Extraction par solvant

Code : GP 04 103

Enseignant : Redouane MATLAYA

Grade : Ingénieur Expert

Établissement : Institut International Technologie

Email :

red1@green-tech.tn

Volume horaire total du cours

56 h

Heures de contact	Activités hors classe
28h	28h

L'équivalent nombre de crédits

2 ECTS

Semestre 3

1. DESCRIPTION DU COURS ET COMPÉTENCES VISÉES :

1.1 : Description du cours

Ce cours consiste à former l'étudiant afin qu'il puisse dimensionner une installation d'extraction liquide-liquide en exploitant les données d'équilibre thermodynamique et les paramètres opératoires.

1.2 : Objectifs

A la fin de ce cours l'étudiant sera capable de :

- De présenter les données thermodynamiques d'un système ternaire en utilisant les différents systèmes de représentation.
- Déterminer les compositions et les quantités obtenues suite à une opération d'extraction liquide-liquide.
- Calculer le nombre d'étages nécessaires pour réaliser une extraction à contre-courant et à co-courant.
- Dimensionnement d'une colonne continue

1.2 : Les prérequis

- Transfert de matière
- Bilan
- Equilibre de partage

1.3 : Les résultats d'apprentissage

Chapitre	**Intitulé**	**Volume Horaire**	**Compétences visées**
Chapitre 1	Généralités	3	Étudier du phénomène de partage et la problématique de l'extraction
Chapitre 2	Etude des systèmes ternaires	3	Maitriser la représentation graphique des systèmes ternaires et calcule des phases : composition et quantité.
Chapitre 3	Extraction à Courants croisés	6	Maitriser le dimensionnement et étude des batteries d'extracteurs à

			courants croisés
Chapitre 4	Extraction à contre-courant	6	Maitriser le dimensionnement et l'étude des batteries d'extracteurs à contre-courant
Chapitre 5	Techniques de mise en œuvre	3	Maitriser les différentes techniques de mise en œuvre de l'extraction liquide-liquide

2. MÉTHODOLOGIE :

Les heures de contact se composent de :

Cours Intégré (h)	21h
Projet (h)	7h

3. ÉVALUATION :

Type	Portant sur quel chapitre (s)	Pondération
Projet	Chapitre 5	20%
Devoir Surveillé	Chapitre 1 & 2	30%
Examen final	Chapitre 3 & 4	50%

4. RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES ET LOGISTIQUES RECOMMANDÉES :

1. RYDBERG J, MUSIKAS C, CHOPPIN GR. Principles and Practices of Solvent Extraction. Marcel Dekker, INC. 1992 New York, Basel and Hong Kong.

2. CUSACK RW, GLATZ DJ. Apply liquid-liquid Extraction to today's Problems. Chem Eng 1996; July: 94-103.

3. LINNINGER A, JAIN A. Liquid-Liquid Extraction. CHE 396 Senior Design.

ABSORPTION/DESORPTION

Code GP 04 103

Enseignant : Lassaad Ben Mansour

Grade : Professeur

Établissement : Faculté des Sciences de Sfax

Email : lassaadbenmansour@yahoo.fr

Volume horaire total du cours

42 h

Heures de contact	Activités hors classe
21	21h

L'équivalent nombre de crédits

2 ECTS

Responsable du module: Lassaad Ben Mansour

Semestre 3

1. DESCRIPTION DU COURS ET COMPÉTENCES VISÉES :

1.1 : Description du cours

L'absorption est une opération unitaire présente dans un grand nombre de procédés industriels, notamment très utilisée pour la purification des gaz. L'objectif de l'opération est d'effectuer le transfert d'un composé, généralement faiblement concentré, d'une phase gazeuse vers la phase liquide

Objectifs :

Les objectifs principaux du cours sont :

- la détermination des conditions opératoires et du schéma à mettre en œuvre pour réaliser la séparation d'un ou plusieurs constituants d'un mélange plus ou moins complexe par absorption e
- former les futurs ingénieurs à résoudre un problème de séparation à traiter (par exemple, pour purifier effluent gazeux issu d'un processus de fabrication dans le cas de l'absorption ou bien régénérer un solvant en vue de son regelege dans le cas de désorption.

1.2 : Les prérequis

Bonnes connaissances en thermodynamique et en transfert de matière

1.3 : Les résultats d'apprentissage

Chapitre	**Intitulé**	**Volume Horaire**	**Compétences visées**
Chapitre1	Absorption /Desorption	11	- Avoir les connaissances de base concernant l'absorption, la désorption ; - Définition Absorption -Equilibre thermodynamique entre phases - Absorption isotherme - Etude de l'absorption sans réaction chimique. - Etude de l'absorption avec réaction chimique.

			- Ecriture des bilans de matière et d'énergie - Être capables d'écrire des bilans de matière et d'énergie dans ce contexte ; - Maitriser le concept d'Unité de Transfert - Avoir des connaissances avancés dans l'absorption non isotherme - Savoir étudier la désorption par un gaz inerte.
Chapitre 2	Technologie des colonnes d'absorption	10	- Comprendre l'étude de l'hydrodynamique de la colonne ; - Être capables d'évaluer le Nombre d'Etages Théoriques de ces opérations unitaires par une méthode graphique ou analytique ; - Être capables d'évaluer le Nombre d'Unité de Transfert et la Hauteur d'Unité de Transfert de ces opérations par une méthode graphique ou analytique ; - Être capables d'évaluer l'influence de la perte de charge sur l'efficacité de la colonne. -Maitriser le principe de fonctionnement continu ou discontinu. - Être capables de proposer le Design d'une colonne d'absorption (diamètre, …) ; - Déterminer le nombre d'unités de transfert.

2. MÉTHODOLOGIE :

Les heures de contact se composent de :

Cours Intégré (h)	21

3. ÉVALUATION :

Type	Portant sur quel chapitre (s)	Pondération
DS	Chapitre 1	30%
Examen final	Tous les chapitres	70%

4. BIBLIOGRAPHIE ET LOGISTIQUE RECOMMANDÉES :

- Mass transfer operations R.E. Treybal Mac Graw Hill Co, New York, 1982

- Separation processes K.C. King Mac Graw Hill Co, New York, 1980 PRÉREQUIS

-Procédés et appareils de génie chimique, A.G.Kassahain, Edition Khimia, Moscou, 1978

-Applications des procédés et appareils de Genie chimique, Edition Mir.Moscou, 1986

Business English Certificate B1//B2

Code : GP 04 112 / GP 04 214

Enseignant: Nada BEN MAHFOUDH FOURATI

Grade: Full-time faculty member

Établissement: International Institute of Technology

Email:

Nada.benmahfoudh@iit.ens.tn

Durée du module

69x2 h

Heure de contact	Activitées hors classe
42hx2	27hx2

Crédit équivalent

2x2 ECTS

Semestre 3+ 4

1. Course description and skills covered:

1.1: Course Description

This course focuses on familiarizing students with the level and content of the BUSINESS ENGLISH CERTIFICATE abbreviated as BEC. It prepares students to communicate in a good way whether in a written way or orally in the context of work. Each lesson is organized so that it develops and enhances all skills and sub-skills necessary to learn the English language adequately and to be familiarized with international tests.

According to the European framework, the BEC PRELIMONARY is B1.

Objectives

The student will be able to:

- ✓ use English in an International context of business.
- ✓ To help students revise the necessary skills to learn business English and to sit for the exam
- ✓ To learn time management
- ✓ To encourage students to speak
- ✓ To enhance students to write correctly and up to the point.

1.2: Prerequisites

The student should be a good A2 in order to follow these lectures.

When the student is B1 in General English, he excels and gets the gist of these tasks and training

1.3: Learning outcomes

Chapitre	**Intitulé**	**Volume Horaire**	**Compétences visées**
Chapter 1	- Getting to know each other - Introduction to the main axes of the course - Job Application		- To know the benefits and the utility of learning business English - To understand the context in which business English is used - To differentiate and use formal and informal language - To establish the link between

	Employment		learning English and being prepared for the professional career
Chapter 2	- Travel / Business Accommodation/ Organizing a conference		- To learn the vocabulary related to accommodation - To discover another context of business English in which you should necessarily use a foreign language
Chapter 3	- Money - Graphs and Charts		- To understand that business English can be part of their engineering knowledge - To learn the comparative, the superlative, contrasting words, adverbs … that describe a movement in a graph
Chapter 4	- Exams		- To understand the format of the exam - To learn that time management is an important skill to succeed in this certificate - To raise the student's awareness that the exam covers the four skills

The content and order of lessons are subject to change.

2. METHODOLOGY:

The contact hourse consists of:

Integrated Course (h)	42x2
Practical work (h)	
Project (h)	
Visits (h)	

3. EVALUATION :

Type	Covering which Chapter (s)	The weighting factors

Project		
Practical work		
Mid-term	*	15%
Oral test	*	15%
Final Exam	*	70%

4. RECOMMENDED BIBLIOGRAPHY AND LOGISTICS

These references are not ordered.

- English for Business

- Pass Cambridge BEC Preliminary

PROJET DE FIN D'ANNÉE

Code: GP 04 103

Enseignant: Achraf Ammar

Grade: Coordonnateur de stage

Université: IIT

Email:

Avhraf.ammar@iit.ens.tn

Volume horaire total du cours

42 h

Heures de contact	Activités hors classe
7h CI + 14h Project	21h

L'équivalent nombre de crédits

2 ECTS

Semestre 3

1. DESCRIPTION DU COURS ET COMPÉTENCES VISÉES :

1.1: Description du cours

Après avoir validé une première année du cycle d'ingénierie et effectué un premier stage, l'ingénieur étudiant pourra réaliser des projets scientifiques avec plus d'efficacité. Ce cours est une véritable préparation pour le projet de graduation et aidera les étudiants qui ont une idée de projet à commencer à les développer

1.2: Objectifs

Dans ce cours, l'étudiant est tuteur à :

- Rédaction du rapport principal
- effectuer des recherches documentaires avec plus de précision.
- faire des recherches avancées sur un sujet spécifique
- élaborer un plan d'action pour atteindre un objectif prédéfini
- pour réaliser de vrais projets
-
- 1.2 : Les prérequis

Valider les stages et le cours de projet de fin d'études

1.3 : Les résultats d'apprentissage

Chapitre	**Intitulé**	**Volume Horaire**	Compétences visées
Chapitre 1	Préparation du sujet de recherche	6	Détecter les thèmes de recherche liés aux compétences personnelles Faire une recherche avancée dans un thème choisi détecter les possibilités d'innovation et d'avancement dans un thème choisi
Chapitre 2	Élaboration d'un plan d'action	10.5	Appliquer un processus de recherche scientifique pour identifier un plan d'action concret.
Chapitre 3	Rapports sur les résultats	4.5	Etablir une synthèse correcte des résultats Développer la perception critique

			Identifier les perspectives et les nouvelles opportunités

2. MÉTHODOLOGIE :

Les heures de contact se composent de :

Cours Intégré (h)	7h
Travaux Pratiques (h)	-
Projet (h)	14h
Visites (h)	-

3. ÉVALUATION :

Type	Portant sur quel chapitre (s)	Pondération
Projet	1	25%
Travaux Pratiques		
Devoir Surveillé		
Examen oral	2	20%
Examen final	1-2-3	55%

4. RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES ET LOGISTIQUES RECOMMANDÉES :

https://pix.fr

Adsorption

Code : GP 04 201

Enseignant : Mourad Benzina

Grade : Professeur

Établissement : ENIS

Email : Mourad_benzina@yahoo.fr

Durée du module

56 h

Heure de contact	Activitées hors classe
28	28

Crédit équivalent

2 ECTS

Responsable du module :Mourad Benzina

Semestre 4

1.DESCRIPTION DU COURS ET COMPÉTENCES VISÉES :

1.1 : Description du cours

Ce cours donne aux élèves les connaissances scientifiques et techniques concernant la mise en œuvre industrielle d'un procédé d'adsorption en présentation les phénomènes mis en jeu pour la séparation des constituants d'un mélange par cette opération unitaire largement utilisée dans beaucoup de secteurs industriels.

Une attention particulière est dédiée à l'étude des différents adsorbeurs discontinue puis continue utilisées industriellement.

Ce parcours donnera aux futurs ingénieurs les connaissances scientifiques et techniques nécessaires pour permettre le choix, d'un adsorbant, d'un matériel ou d'un procédé et pour le dimensionner.

Objectifs

À l'issue de cet enseignement, les futurs ingénieurs seront capables de :

• Connaître le vocabulaire associé au domaine de l'adsorption,

• Comprendre la théorie de l'adsorption et des mécanismes mis en jeu ainsi que des notions d'équilibre et de cinétique d'adsorption,

• Calculer l'efficacité d'une colonne continue mais aussi discontinue,

• Appliquer les méthodes usuelles de calcul,

• Discerner les contraintes technologiques des différents types de colonnes,

• Choisir, de dimensionner et de faire fonctionner un appareillage d'adsorption,

• Dimensionner la taille d'une colonne en fonction d'un cahier des charges.

1.2 : Prerequis

Thermodynamique générale,

Les phénomènes de transfert

Le génie de la réaction chimique

1.3 : Compétences visées

Chapitre	**Intitulé**	**Volume Horaire**	**Compétences visées**
Chapitre 1	Introduction	7 h	Initier les étudiants à ces notions

			importantes permettant d'acquérir des connaissances théoriques avancés en adsorption (type, caractéristiques de physisorption et de chimisorption, isotherme d'adsorption) Connaitre les différences entre l'adsorption et l'absorption Connaitre les applications industrielles de l'adsorption Avoir une connaissance critique sur la structure poreuse d'un adsorbant Pouvoir classer les adsorbants industriels à savoir le Charbon actif, le Gel de silice ; l'Alumines activées, l'Argile activée et les Zéolithes Connaitre puis maitriser les types d'interactions et la thermodynamique d'adsorption : - Isobares d'adsorption - Iso stères d'adsorption

			- Isothermes d'adsorption - Boucles d'hystérèses Maitrise expérimentale des isothermes d'adsorption - En phase gazeuse - En phase liquide
Chapitre 2	Cinétique d'adsorption de solutés sur un grain d'adsorbant	7 h	Maitriser les mécanismes responsables du transfert de matière des molécules d'adsorbat à savoir : * Mécanismes de diffusion - Diffusion moléculaire - Diffusion de Knudsen - Diffusion de Poiseuille - Diffusion de surface * Processus de diffusion sur un grain d'adsorbant - Constante de transfert de masse externe - Constante de transfert de masse interne

			* Cinétique d'adsorption mono constituante dans une particule sphérique homogène - Cinétique d'adsorption caractérisée par une isotherme linéaire - Cinétique d'adsorption caractérisée par une isotherme non linéaire
Chapitre 3	Dynamique d'adsorption	7h	Avoir des connaissances avancés en : • Théorie de l'équilibre mono constituant - Profil de concentration et front de percée - Propagation d'un profil de concentration : cas d'une isotherme linéaire - Propagation d'un front de concentration : cas d'une isotherme non linéaire - Profil de concentration dans la colonne d'adsorption • Théorie de l'équilibre multi constituant

Chapitre 4	Modélisation de l'adsorption dynamique sur lit fixe d'un adsorbant	7 h	Présenter des modèles de base décrivant l'adsorption dynamique sur lit fixe - Perte de charge dans le lit fixe - Idéalité du réacteur Maitriser le modèle cinétique : calcul des constantes de transfert de masse - Constante de transfert de masse externe - Constante de transfert de masse interne Maitriser le modèle cinétique : résolution d'équations différentielles inhérentes au transfert de matière - Transfert de matière pour un soluté unique : 1ere loi de Fick modifiée - Transfert de matière pour un soluté unique : résolution numérique de la 2eme loi de Fick

			- Influence du facteur de correction sur la cinétique d'adsorption1 Avoir de connaissances théoriques avancées en réacteur non-isotherme - Description de la colonne d'adsorption - Bilan de chaleur sur la colonne d'adsorption - Chaleur iso stérique d'adsorption

2. METHODOLOGIE:

Les heures de contact consiste à

Cours intégré (h)	28h

3. ÉVALUATION :

L'évaluation des acquis d'apprentissage est réalisée en continu tout le long du semestre. En fonction du cours, elle peut prendre différentes formes : examen écrit, oral, compte-rendu, rapport écrit,...

Type	Couvrant quel(s) chapitre(s)	Pondération
DS	1-2	30%
TP		
Examen Final	3-4	70%

4. RÉFÉRENCESBIBLIOGRAPHIQUES ET LOGISTIQUESRECOMMANDÉES :

Physical Chemistry of Surfaces, A. W. ADAMSON, John Wiley&Sons, Inc, 1990 Interfacial

Transport Phenomena, J. C. Slattery, Springer-Verlag, 1990

Introduction to Adsorption: Basics, Analysis, and Applications

Par Chi Tien, ELSEVIER

Text Books:

Separation Process Principles with Applications Using Process Simulators, Seader, J.D., E. J. Henley, and D. K Roper, 4th ed., John Wiley, New Jersey, 2016.

Adsorption Technology in Water Treatment“ Fundamentals, Processes and Modeling , Worch, E. De Gruyter, Berlin, 2012.

Adsorbents Fundamentals and Applications, Yang, R. T.: , John Wiley and Sons, New Jersey, 2003

Reference Books:

Activated Carbon Adsorption, Bansal, R. C., and M. Goyal , Taylor and Francis, London, 2005.

Adsorption Technology and Designâ , Crittenden, B., and W. J. James, Butterworth-Heinemann, Oxford, 1998.

Analyse fonctionnelle des procédés

Code : GP 04 207

Enseignant : Redouane MATLAYA

Grade : Ingénieur Expert

Établissement : Institut International Technologie

Email :

red1@green-tech.tn

Volume horaire total du cours

70 h

Heures de contact	Activités hors classe
35h	35h

L'équivalent nombre de crédits

3 ECTS

Semestre 4

1. DESCRIPTION DU COURS ET COMPÉTENCES VISÉES :

1.1 : Description du cours

C'est un cours composé de cinq chapitres dont le dernier fait l'objet d'un atelier pratique, visant à outiller l'étudiant de moyens lui permettant d'analyser un procédé chimique et prévoir son comportement. Ainsi que de maitriser les différents flux de matière et d'énergie.

Objectifs

A l'aide du flowsheeting, l'ingénieur en Génie de Procédés doit pouvoir effectuer des bilans de matière et d'énergie des procédés et les résoudre, en régime permanent et transitoire et afin de pouvoir analyser le procédé en question et simuler son comportement.

1.2 : Les prérequis

Notion de base en génie des procédés et mathématiques appliquées

1.3 : Les résultats d'apprentissage

Chapitre	**Intitulé**	**Volume Horaire**	**Compétences visées**
Chapitre 1	Généralités et notions préliminaires	8	Connaitre des outils de bilan comme les fractions molaires et massiques, les rapports molaires, … et Introduction

			de La loi de conservation de LAVOISIER.
Chapitre 2	Bilan en régime permanent sans réaction chimique	9	Savoir écrire les équations de bilan de matière et d'énergie des installations simples et celles comportant des nœuds, des purges et des by-passes. Maitriser le calcul de la variance d'une installation.
Chapitre 3	Bilan en régime permanent avec réaction chimique	6	Ecrire les équations de bilans des installations comportant des réacteurs chimiques
Chapitre 4	Bilan en régime transitoire	6	Ecrire et résoudre des bilans de matières et d'énergie en régime transitoire
Chapitre 5	Bilan et outils informatiques	6	Pouvoir écrire & résoudre un bilan en régime transitoire en utilisant l'outil « Simulink » du logiciel « MATLAB » afin de simuler le comportement dynamique d'un procédé.

2. MÉTHODOLOGIE :

Les heures de contact se composent de :

Cours Intégré (h)	27h
Travaux Pratiques (h)	8h

3. ÉVALUATION :

Type	Portant sur quel chapitre (s)	Pondération
Travaux Pratiques	Chapitre 5	10%
Devoir Surveillé	Chapitre 1, 2 & 3	30 %
Examen final	Chapitre 2, 3 & 4	70%

4. RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES ET LOGISTIQUES RECOMMANDÉES :

Ghasem, N., Henda, R. et Lafond, V. (2012). Bilans matières et énergétique pour l'ingénierie chimique : principes et applications pratiques. DeBoeck, Bruxelles - Belgique.

Corrosion et Traitement de surface

Code : GP 04 212

Enseignant : SMITI Houcine

Grade : Technologue

Établissement : Institut International de technologie de Safax

Email :

hcinsmiti@gmail.com

Volume horaire total du cours

35h

Heures de contact	Activités hors classe
21h	14h

L'équivalent nombre de crédits

1 ECTS

Semestre 4

1. DESCRIPTION DU COURS ET COMPÉTENCES VISÉES :

1.1 : Description du cours

Il existe de nombreux types de corrosion qui affectent l'ensemble des matériaux. Pour chaque condition d'utilisation, il risque d'y avoir un ou plusieurs modes de dégradation pouvant altérer les propriétés des équipements. Définir les notions de base des phénomènes de corrosion électrochimique (milieu aqueux) et de corrosion sèche permet de mieux comprendre les causes d'une dégradation accélérée et les principaux facteurs influençant la vitesse de cette dégradation. Une meilleure compréhension des phénomènes de base permet également de déterminer les différents moyens de protection qui protégeront efficacement un équipement industriel

En outre , le traitement de surface des matériaux a pour objectif de modifier l'aspect, l'apparence ou la fonction d'une surface. Ce traitement peut être mécanique, chimique, physique ou électrochimique.

1.2 : objectifs

A la fin de ce cours l'étudiant sera capable :

- de comprendre les notions fondamentales des différents phénomènes de corrosion.

- d'identifier les principes et les facteurs permettant l'oxydation des métaux, les diverses formes de corrosion

- d'identifier les principaux indices permettant de caractériser le mode de dégradation.

- d'identifier les facteurs importants qui influencent la durée de vie dune composante.

- de tracer le diagramme E-pH d'un élément donné en respectant les conventions de Pourbaix.

- de définir les notions de surtension et de courant d'échange.

- d'identifier les principaux moyens de prévention et de protection contre la corrosion,

- de comparer les différents types de protection contre la corrosion afin de choisir le moyen le plus efficace de protéger ces équipements.

- de comprendre les normes et identifier les coûts dans le choix d'un procédé de traitement

- de sélectionner les traitements de surface en fonction des sollicitations

- d'interagir sur la conception des pièces en fonction des procédés envisagés

- d' identifier les moyens de contrôle des dépôts à utiliser

- d'identifier les facteurs influant sur la qualité du résultat

- d'évaluer les avantages et inconvénients d'un procédé

1.2 : Les prérequis

connaissances de base en métallurgie, chimie et en électrochimie

1.3 : Les résultats d'apprentissage

Chapitre	Intitulé	Volume Horaire	Compétences visées
Chapitre 1	Notion de base sur la corrosion		- Utiliser le vocabulaire associé à la corrosion. - Mettre en évidence l'influence de certains facteurs extérieurs sur la corrosion des métaux. - **Identifier les types et les phénomènes de corrosion** des matériaux métalliques et les bases scientifiques qui y sont associées - Différencier les modes de corrosion Identifier les principaux paramètres physico-chimiques à chacun des modes de corrosion,
Chapitre 2	Thermodynamique de la corrosion électrochimique		- Interpréter les diagrammes de Pourbaix afin d'effectuer la prévision thermodynamique des phénomènes de corrosion humide - Définir les domaines d'immunité, de corrosion et de passivation.

Chapitre 3	Cinétique de la corrosion électrochimique		- Connailre les *aspects* théoriques fondamentaux de *cinétique des la corrosion éléctrochimique* - Connaitre l'équation de butler Volmer - Lire et comprendre un diagramme de Tafel.
Chapitre 4	Protection contre la corrosion		- Développer et appliquer des méthodes et techniques de protection - Choisir le type de protection à la corrosion correspondant à chaque métal.
Chapitre 5	Procédés de traitement de surface		• - Identifier les différents traitements de surface existants • - Choisir le traitement de surface le mieux adapté aux fonctionnalités recherchées • - Évaluer la conformité des opérations de traitement

2. MÉTHODOLOGIE :

Les heures de contact se composent de :

Cours Intégré (h)	21 h
Travaux Pratiques (h)	--------
Projet (h)	-------
Visites (h)	-------

3. ÉVALUATION :

Type	Portant sur quel chapitre (s)	Pondération
Projet	----------	
Travaux Pratiques	---------	
Devoir Surveillé	Chapitres 1 et 2	30%
Examen oral		
Examen final	Chapitres 3,4 et 5	70%

4. RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES ET LOGISTIQUES RECOMMANDÉES :

1. Dieter LANDOLT, Corrosion et chimie de surfaces des matériaux, Presse polytechniques et universitaires Romandes, première édition (1993).

2. François COEURET, Alain STORCK, *Elément de Génie Electrochimique*, Technique & Documentation-LAVOISIER, (1993).

3. Christian VARGEL, *Corrosion de l'Aluminium*, Edition Dunod.

4. François ROPITAL, Corrosion et Dégradation des Matériaux Métalliques, Yves CHAUVIN, Edition Technip, (2009).

5. André RAHARINAIVO, La Corrosion et la Protection des Aciers dans le Béton, Presse de l'Ecole Nationale des Ponts et Chaussées.

6. Paul ARNAUD, *Chimie Physique*, *Cours et Applications*, 5° Edition, Dunod, Paris, (2001).

7. Fabien MIOMANDRE, Electrochimie, Des Concepts aux Applications, Edition Dunod, Paris, (2005).

8. John CHRISTOPHER SCULLY, Corrosion Protection, Principes Fondamentaux, MASSON,

Paris, Milan, Barcelone, (1995).

8. Jean.P MERCIER, Gérald ZAMBELLI, Wilfried KURZ, *Traité des Matériaux*, *Introduction à la Science des Matériaux*, 3° Edition, Presses Polytechniques et Universitaires Romandes,

(2002).

10. Christine LEFROU, Pierre FABRY, Jean-Claude POIGNET, *L'Electrochimie,*

Fondamentaux aux Exercices Corrigés, EDP Science, France, (2009).

11. Jean BESSON, Précis de Thermodynamique & Cinétique Electrochimiques, Ellipses, Edition (1984).

12. Guy MURRY, Aciers pour traitements thermiques Propriétés et guide de choix (page8)

13. Philippe POUPEAU, Traitements thermiques des métaux et alliages (page 7et 8)

14. Yves DESALOS: Traitements thermiques superficiels des aciers (page3)

15. Gérard BÉRANGER: Revêtements et traitements de surface. Approche technologique

(pages 4, 5 et 6) année:2008

ECHANGEURS DE CHALEUR

Code : GP 04 210

Enseignant: Slimane Gabsi

Grade: Professeur

Établissement: ENIS

Email: slimane.gabsi53@gmail.com

Durée du module

49 h

Heure de contact	Activitées hors classe
35	14

Crédit équivalent

2 ECTS

Module responsable :Issam Ksentini

Semestre 4

1.DESCRIPTION DU COURS ET COMPÉTENCES VISÉES :

1.1 : Description du cours

Les échangeurs de chaleurs sont des éléments incontournables des systèmes et des cycles énergétiques. Il est essentiel d'être au courant des techniques de sélection et de dimensionnement en la matière face à un cahier des charges donné. Une attention particulière est portée aux différentes technologies disponibles sur le marché (tubes/calandre, plaques) et en voie de développement (micro et nano échangeurs).

Objectifs

Après cet enseignement théorique, l'étudiant doit être capable :

- De sélectionner et de dimensionner correctement un échangeur de chaleur d'après des documents constructeurs.
- D'utiliser les outils de sélection et de calcul d'échangeurs.
- Rédiger un cahier des charges "échangeur de chaleur" pour répondre aux exigences et contraintes d'une installation énergétique.
- Sélectionner, après une évaluation des avantages et limites des différentes technologies, l'une des technologies d'échangeur disponibles.
- Dimensionner un échangeur ou simuler ces performances thermiques.
- Évaluer les risques associés à son exploitation (corrosion, vibration, encrassement....) et mettre en œuvre une instrumentation de suivi de performance.

1.2 : Les prérequis

Conduction, Transferts convectifs de matière et de chaleur

1.3 : Les résultats d'apprentissage

Chapitre	**Intitulé**	**Volume Horaire**	**Compétences visées**
Chapitre 1	Echangeurs de chaleur	7	Avoir une large connaissance des technologies d'échangeurs, leurs principes de fonctionnement et de leur domaine d'application.
Chapitre 2	Echangeurs industriels et	7	Analyser et résoudre les problèmes de

	méthodes de dimensionnement – Association série parallèle		dimensionnement des échangeurs thermiques scientifiquement, qui ne sont pas complètement définis et montrent des spécifications concurrentes Connaître les lois de transfert en convection -simple et double phase- dans des structures simples et complexes. Avoir des notions sur le comportement des échangeurs en conditions réelles de fonctionnement (encrassement, dégradation mécanique (érosion, corrosion, vibration, ...).
Chapitre 3	Choix de la technologie	8	Maitriser la méthodologie de calcul des échangeurs de chaleur Savoir calculer les pertes de charge dans les échangeurs Maitriser le calcul des échangeurs
Chapitre 4	Développement récent		Avoir une conscience critique des nouvelles découvertes dans le domaine des échangeurs de chaleur : micro-échangeurs à faible cout et industrialisables rapidement

2. METHODOLOGIE:

Les heures de contacts consistent à

Cours intégré (h)	35

3. EVALUATION :

Type	Couvrant quel(s) chapitre(s)	Pondération
DS	1-2	30%
Examen Final	1-2-3-4	70%

4. RÉFÉRENCESBIBLIOGRAPHIQUES ET LOGISTIQUESRECOMMANDÉES:

Initiation aux transferts thermiques J. F. Sacadura (tech&doc)
Heat exchangers S. Kakac, A. E. Bergles, F. Mayinger (HPC)

Fluidisation

Code : GP 04 204

Enseignant : Mourad Benzina

Grade : Professeur

Établissement : ENIS

Email : Mourad_benzina@yahoo.fr

Durée du module

49 h

Heure de contact	Activitées hors classe
28	21

Crédit équivalent

2 ECTS

Responsable du module

Mourad Benzina

Semestre 4

1.DESCRIPTION DU COURS ET COMPÉTENCES VISÉES :

1.1 : Description du cours

Ce cours donne aux élèves les connaissances scientifiques et techniques concernant la fluidisation qui représente une des opérations unitaires fondamentales du génie des procédés qui est très largement utilisée industriellement. La finalité de ce cours est également de permettre aux étudiants d'acquérir les compétences de base en caractérisation et hydrodynamique des phases fluide/solide.

Objectifs

À l'issue de cet enseignement, les élèves, futurs ingénieurs, seront capables de :

- Connaître les différentes étapes de la fluidisation,

- Pouvoir citer des colonnes utilisées industriellement,

- Connaître des éléments permettant de sélectionner une colonne de fluidisation,

-Avoir les connaissances de base concernant la fluidisation,

- Être capables d'écrire des bilans de matière et d'énergie dans ce contexte,

- Être capables d'évaluer le Nombre d'Etages Théoriques de cette opération unitaire par une méthode graphique ou analytique,

- choisir et dimensionner l'appareillage pour mettre en œuvre l'opération unitaire mécanique de fluidisation,

- Être capables de proposer le Design d'une colonne de fluidisation (diamètre, …)

1.2 : Les pré-requis

Ce cours s'appuie sur les connaissances générales en:

Chimie physique, Mécanique des fluides, Transfert de chaleur, Transfert de masse, Cours de bilan, Calcul des réacteurs.

1.3 : Les résultats d'apprentissage

Chapitre	Intitulé	Volume Horaire	Compétences visées
Chapitre 1	RÉGIMES DE FLUIDISATION	9 h	Initier les étudiants à ces notions importantes permettant d'acquérir des connaissances théoriques avancés en 1. FLUIDISATION EN PHASE GAZEUSE : Connaitre puis maitriser les notions suivantes : • Divers aspects de couches irriguées par un gaz • Avantages et inconvénients – Utilisation de la fluidisation • Conditions de mise en fluidisation • Expérience fondamentale • Condition fondamentale de mise en fluidisation • Limites du phénomène de fluidisation • Vitesse minimale de fluidisation • Vitesse maximale de fluidisation • Expansion des couches fluidisées • Présentation du phénomène • Hypothèse des deux phases • Analyse quantitative de l'expansion • La distribution du gaz dans les couches fluidisées • Les milieux poreux consolidés

			• Les dispositifs à perforation ou tuyères • Chute de pression à travers un distributeur 2. FLUIDISATION LIQUIDE : Connaitre puis maitriser les notions suivantes : • Considérations générales sur le phénomène • Conditions opératoires de mise en fluidisation • Vitesse minimale de fluidisation • Vitesse maximale de fluidisation • Expansion de la couche fluidisée Avoir une connaissance critique sur l'effet des propriétés physico-chimiques des particules Pouvoir classer selon la taille des particules et la vitesse de fluidisation
Chapitre 2	LITS FLUIDISÉS BOUILLONNANTS	5 h	Maitriser la description d'une installation type afin d'extrapoler à l'échelle industrielle. Dans ce cadre, les étudiants auront des connaissances avancés sur : • Rôle de la grille de fluidisation, conception et critères à considérer • Expansion et bullage de la suspension • Transfert de matière bulle/suspension • Entraînement et envol des particules
Chapitre 3	FLUIDISATION TURBULENTE, LITS TRANSPORTÉS, LITS CIRCULANTS	4h	Avoir des connaissances avancés en Lits circulants Lits transportés (risers) Mettre en œuvre les connaissances

			théoriques acquises pour pouvoir calculer la concentration et le débit de la phase solide
Chapitre 4	TRANSFERT DE CHALEUR EN MILIEUX FLUIDISÉS	4 h	Avoir des connaissances avancés en • Lit fluidisé en tant qu'échangeur • Influence des paramètres du système sur le coefficient d'échange Mettre en œuvre les connaissances théoriques acquises pour pouvoir estimer le coefficient d'échange
Chapitre 5	APPLICATIONS INDUSTRIELLES	4 h	Connaitre les dispositifs périphériques (cyclones, jambes de retour, siphons) Maitriser les techniques de mesures (Techniques optiques ; Mesure de débit de circulation de la phase solide) Savoir classifier les procédés Etre conscient des risques industriels et environnementaux

2. METHODOLOGIE:

Les heures de contacts consistent à

Cours intégré (h)	28h
TP (h)	
Projet (h)	
Visits (h)	

3. ÉVALUATION :

L'évaluation des acquis d'apprentissage est réalisée en continu tout le long du semestre. En fonction du cours, elle peut prendre différentes formes : examen écrit, oral, compte-rendu, rapport écrit,...

Type	Couvrant quel(s) chapitre(s)	Pondération
DS	1-2	30%
TP		
Examen Final	3-4-5	70%

4. RÉFÉRENCESBIBLIOGRAPHIQUES ET LOGISTIQUESRECOMMANDÉES :

Fluidisation, manipulation et traitement des solides,
1ère édition
Applications industrielles
Auteur: Wen-Ching Yang
Marque éditoriale: William Andrew
Date de publication: 31 décembre 1998
Nombre de pages: 908

Gas-Liquid-Solid Fluidization Engineering
1st Edition
Editor: Howard Brenner
Published Date: 26th April 1989
Page Count: 784

Essentials of Fluidization Technology
John R. Grace (éditeur), Xiaotao Bi (éditeur), Naoko Ellis (éditeur)

Fluidized Bed Technology
Date de publication originale : juillet 1989
Auteur : J. R. Howard

Techniques de fluidisation
Techniques de l'Ingénieur
Auteur(s) : Khalil SHAKOURZADEH
Date de publication : 10 mars 2002

Génie de la Réaction Chimique – Calcul des Réacteurs

Code : GP 04 211

Enseignant : Mourad Benzina

Grade : Professeur

Établissement : Institut International de Technologie

Email :

Mourad_benzina@yahoo.fr

Durée du module

77 h

Heure de contact	Activitées hors classe
42h	35h

Crédit équivalent

3 ECTS

Semestre 4

1.DESCRIPTION DU COURS ET COMPÉTENCES VISÉES :

1.1 : Description du cours

Les réacteurs chimiques ont un rôle prépondérant dans les procédés industriels. Ils permettent dans des conditions adaptées, la mise en œuvre de réactions chimiques et ce, de manière efficace. Le fonctionnement de ces appareils est complexe et nécessite le développement de modèles simplifiés de réacteurs afin de résoudre les équations de bilan de matière, d'énergie et de quantité de mouvement.

Le présent cours traite des modèles simplifiés de réacteurs et a pour objectif de développer les équations générales de bilan, dimensionnement et optimisation des réacteurs idéaux dans lesquels sont conduites des réactions homogènes afin de permettre des estimations rapides des performances de ces appareils. Le contenu du présent cours est illustré par des exemples d'application.

Objectifs

A la fin de ce module, l'étudiant devra avoir compris et pourra expliquer (principaux concepts) :

- Définir un système et ses contours, selon l'objectif visé ; calculer les différents flux molaires (entrant, sortant, transformation, accumulation) du système ;
- Paramètres d'avancement des réactions
- (Loi de) vitesse d'une réaction, ordre de réaction, constante cinétique, énergie d'activation. Loi d'Arrhenius
- Ecrire les bilans de matière en fonction des paramètres d'avancement de(s) réaction(s)
- Réacteurs ouvert et fermé parfaitement mélangés
- Réacteur ouvert à écoulement piston
- Sélectionner et dimensionner le réacteur le plus adapté à une transformation (réacteur fermé et réacteurs ouverts idéaux) dans le cas des réactions homogènes isothermes
- Traiter un problème global de calcul d'un réacteur homogène isotherme

A l'issue de cet enseignement, les futurs ingénieurs seront capables de choisir et dimensionner un réacteur, y compris d'un point de vue thermique. Ils seront également capables de réaliser l'évaluation économique d'un procédé.

Faire des bilans de matière sur des réacteurs homogènes idéaux isothermes.

Faire un choix entre un réacteur à écoulement piston, un réacteur parfaitement mélangé ou un couplage de réacteurs idéaux (série, parallèles) pour une application donnée sur la base du critère de conversion.

Expliquer le concept de distribution de temps de séjour (DTS).

Analyser un réacteur, définir son comportement à partir de réacteurs idéaux et diagnostiquer d'éventuels dysfonctionnements d'un réacteur réel, via la méthode de DTS.

1.2 : Les pré-requis

Ce cours s'appuie sur les connaissances générales en**:** Chimie générale – cinétique - thermodynamique et en mathématique acquises en préparatoire, les intégrales, les équations aux dérivées partielles et les méthodes numériques, …

La connaissance des opérateurs vectoriels gradient, divergence et rotationnel est indispensable.

Quelques rappels et références seront donnés en début de cours.

Pour pouvoir suivre profitablement de ce cours, il est nécessaire de maîtriser les aspects suivants :

- Mathématiques : manipulation d'équations, fonctions logarithmes et exponentielle, résolution d'une équation du second degré, dérivation et intégration des fonctions usuelles, résolution d'une équation différentielle du premier ordre ;

- Chimie : notions de mole et de concentration, calcul d'une masse molaire, notions de bases liées aux réactions chimiques (écriture d'une équation de réaction, stœchiométrie) ;

- Informatique : traitement de données, y compris leur représentation sous une forme graphique adaptée, l'utilisation d'un tableur pour effectuer des calculs scientifiques simples

- Notions de bases : opération continue/discontinue, régime permanent (= stationnaire) ;

- Bilans de matière : sur une installation, un appareil, un volume de contrôle, un volume infinitésimal ;

- Thermodynamique : notions de base (énergies, systèmes, enthalpies, énergie libre) ; premier et second principes de la thermodynamique ; thermodynamique chimique (enthalpie de réaction, constante d'équilibre, déplacement d'équilibre)

- Hydrodynamique : viscosité, nombre de Reynolds, perte de charge, agitation ; • transferts thermiques : évaluation des coefficients d'échange thermique, écriture des flux thermiques, échangeurs thermiques.

1.3 : Les résultats d'apprentissage

Chapitre	Intitulé	Volume Horaire	Compétences visées
Chapitre 1	Rappels de cinétique. Rappels de thermodynamique Stœchiométrie, notions de taux de conversion et d'avancement	5 h	Initier les étudiants à ces notions importantes permettant de suivre l'évolution d'un mélange réactionnel
Chapitre 2	Classification des réacteurs chimiques. Bilans de matière dans les réacteurs idéaux. Cas de réactions uniques et multiples	9 h	Pratiquer l'écriture des bilans matière dans les réacteurs idéaux afin d'extrapoler à l'échelle industrielle…
Chapitre 3	Optimisation de la conversion, combinaison des réacteurs idéaux	10 h	Avoir les connaissances de base en optimisation des procédés
Chapitre 4	Réacteurs chimiques homogènes isothermes à réactions multiples. Optimisation du rendement et de la sélectivité	6 h	Mettre en œuvre les connaissances théoriques acquises pour comprendre la marche optimale d'un réacteur industriel
Chapitre 5	Bilans énergétiques dans les réacteurs idéaux	12 h	Pratiquer l'écriture des bilans énergétique dans les réacteurs idéaux afin d'extrapoler à l'échelle industrielle…

2. METHODOLOGIE:

Les heures de contacts consistent à

Cours intégré (h)	42
TP (h)	
Projet (h)	
Visits (h)	

3. ÉVALUATION :

L'évaluation des acquis d'apprentissage est réalisée en continu tout le long du semestre. En fonction du cours, elle peut prendre différentes formes : examen écrit, oral, compte-rendu, rapport écrit,...

Type	Couvrant quel(s) chapitre(s)	Pondération
DS	1-2	30%
TP		
Examen Final	3-4-5	70%

4. RÉFÉRENCESBIBLIOGRAPHIQUES ET LOGISTIQUESRECOMMANDÉES :

François COEURET, "L'ingénieur chimiste et les bases de l'ingénierie des procédés", Ed. Ouest Edition, Nantes, 1994
P.V. DANCKWERTS, "Continuous flow systems, Distribution of Residence Times", Chemical Engineering Science, vol. 2, n° 1, 1953
Henri FAUDUET, "Principes fondamentaux du génie des procédés et de la technologie chimique : aspects théoriques et pratiques", Ed. Tec&Doc - Lavoisier, Paris, 1997

Jean-Léon HOUZELOT, "Réacteurs chimiques polyphasés - Couplage réaction/diffusion", Techniques de l'Ingénieur J4012, décembre 2000
Octave LEVENSPIEL, "Chemical reaction engineering", 3th edition, Ed. Wiley, New-York, 1999
Joseph LIETO, "Le génie chimique à l'usage des chimistes", Ed. Tec&Doc - Lavoisier, Paris, 1998
PERRY's "ChemicalEngineers' Handbook", 7th edition, Ed. McGraw-Hill, New-York, 1998
Louis SCHUFFENECKER, Gérard SCACCHI, et al., "Thermodynamique et cinétique chimiques", Ed. Tec&Doc - Lavoisier, Paris, 1991
Daniel SCHWEICH, "Génie de la réaction chimique", Ed. Tec&Doc - Lavoisier, Paris, 2001
Pierre TRAMBOUZE et Jean-Paul EUZEN, "Les réacteurs chimiques", Ed. Technip, Paris, 2002
Jacques VILLERMAUX, "Génie de la réaction chimique", Ed. Tec&Doc - Lavoisier, Paris, 1993
Jean-Pierre WAUQUIER, Jean-Paul EUZEN et Pierre TRAMBOUZE, "Les réacteurs chimiques – recueil d'exercices", Ed. Technip, Paris, 1987

Grand procédés de la chimie industrielle

Code : GP 04 208

Enseignant: Wassim Trabelsi

Grade: Expert

Université: Groupe chimique Tunisien

Email: wassim@gct.com.tn

Durée totale du module

42 h

Heure de contact	Activités hors classe
21	21h

Crédits équivalents

2 ECTS

Responsable du module

Issam Ksentini

Semestre 4

1. DESCRIPTION DU COURS ET DES COMPÉTENCES COUVERTES:

1.1: Description du cours

La chimie et la pétrochimie ont donné naissance à un grand nombre de processus d'industrialisation, qui conduisent un produit du laboratoire à l'usine, de la conception à l'exploitation. Grâce aux avancées technologiques, un bon nombre de procédés courants ont gagné en efficacité et en rendement ; d'autres possèdent des avantages ou des spécificités bien marquantes.

Destinée aux élèves ingénieurs en génie des procédé, ce cours constitue un panorama complet des opérations unitaires liées à l'industrie de transformation des phosphates, en l'occurrence le procédé SIAPE.

Objectifs

À l'issue de cet enseignement, les élèves connaîtront l'industrie chimique et les aspects liés à l'environnement et l'économie. Ils acquerront le savoir-faire pour imaginer de nouveaux procédés de chimie « verts » pour l'industrie.

Les étudiants maitriseront :

- Le procédé industriel – SIAPE
- Les bilans de matière et le bilan thermique dans les ateliers de fabrication et d'en dresser le schéma normalisé.

1.2: Prérequis

La connaissance des opérations unitaires de génie chimique est indispensable, connaitre les bases de la théorie de transfert de matière et transfert thermique et des bilans.

1.3: Compétences visées

Chapitre	Intitulé	Volume Horaire	Compétences visées
Chapitre 1	Introduction à la chimie industrielle	2	acquérir une compréhension du contexte pluridisciplinaire de la chimie industrielle Effectuer des recherches bibliographiques en fonction de l'état de leurs connaissances et utiliser cette base de données et d'autres sources d'information pour comprendre : • un procédé industriel et sa présentation, • les techniques couramment appliqués d'un procédé de fabrication ; • les étapes de transformation
Chapitre 2	Fabrication Industrielle d'acide sulfurique.	11	Avoir les connaissances théoriques nécessaires sur les acides sulfuriques (définition, propriétés et utilisation) Comprendre la méthode de fabrication de l'acide sulfurique appliquer cette méthode de manière compétente. Avoir une conscience critique des nouvelles découvertes dans leur discipline.
Chapitre 3		5	Avoir les connaissances théoriques

	Fabrication industrielle de acide phosphorique		nécessaires sur les acides phosphorique (définition, propriétés et utilisation) Comprendre la méthode de fabrication de l'acide phosphorique appliquer cette méthode de manière compétente. Avoir une conscience critique des nouvelles découvertes dans leur discipline.
Chapitre 4	Fabrication des engrais chimiques.	3	Avoir les connaissances théoriques et pratiques nécessaires dans le procédé de fabrication des engrais (TSP)

2. METHODOLOGIE:

Les heures de contacts consistent à

Cours intégré (h)	21h
TP (h)	
Projet (h)	
Visits (h)	

3. EVALUATION :

Type	Couvrant quel(s) chapitre(s)	Pondération
DS	1-2	30%
TP		
Examen Final	Tous les chapitres	70%

4. BIBLIOGRAPHIE ET LOGISTIQUE RECOMMANDÉES :

Chimie industrielle, Robert Perrin et Jean-Pierre Scharff (Dunod).

Techniques de l'ingénieur F

R. H. PERRY, C. H. CHILTON "Chemical Engineers' Handbook"

Helen Njeri NJENGA "chimie industrielle"License (abréviation « cc-by »), Version 2.5

Séchage et lyophilisation

Code : GP 04 205

Enseignant : Issam KSENTINI

Grade : Enseignant permanent IIT – Docteur ingénieur

Établissement : IIT

Email : Issam.ksentini@iit.ens.tn

Durée du module : 49 h

Heure de contact	Activitées hors classe
28	21

Crédit équivalent

2 ECTS

Responsable du module : Issam Ksentini

Semestre 4

1. DESCRIPTION DU COURS ET COMPÉTENCES VISÉES :

1.1 : Description du cours

L'opération de séchage est largement utilisée dans différents secteurs d'activité liés au génie des procédés, entre-autre l'agroalimentaire. Les technologies adoptées dans le séchage classique ou séchage à froid (lyophilisation) sont de plus en plus sujets de recherche et d'innovation. Ce cours permet donc aux étudiants d'acquérir des connaissances théoriques et opérationnelles des séchoirs industriels.

Objectifs

Le cours de traitement de séchage et lyophilisation est un cours technologique dont l'objectif est de faire doter les étudiants des compétences leur permettant de savoir les principes fondamentaux du séchage classique et du séchage à froid (lyophilisation), moyennant des études de cas. A la fin de ce cours, l'étudiant sera capable de :

- Connaitre la terminologie utilisée dans les séchoirs et lyophilisateurs
- Savoir sélectionner le type de séchoirs à adopter selon le domaine d'application
- Maitriser les paramètres de dimensionnement et de calculs

1.2 : Les prérequis

Bilan, thermodynamique

1.3 : Les résultats d'apprentissage

Chapitre	Intitulé	Volume Horaire	Compétences visées
Chapitre 1	Séchage	11	La terminologie de séchage Le diagramme d'air humide L'utilisation industrielle des séchoirs
Chapitre 2	Lyophilisation	10	La terminologie de la lyophilisation Le domaine d'application

2. MÉTHODOLOGIE :

Les heures de contact se composent de :

Cours Intégré (h)	21
Projet (h)	7

Les « activités hors classe » se composent de :

Activité 1	Recherche bibliographique sur les séchoirs industriels
Activité 2	Préparer un exposé en binôme et savoir l'animer

3. ÉVALUATION :

Type	Couvrant quel(s) chapitre(s)	Pondération
DS	1	30%
TP	1	20%
Examen Final	1-2	50%

Simulation des procédés

Code : GP 04 206

Enseignant : GHARBI Mohamed Amine

Grade : Maitre Technologue

Établissement : ISET Sfax

Email :

Mohamedamine.elgharbi@gmail.com

Volume horaire total du cours

77 h

Heures de contact	Activités hors classe
42h	35h

L'équivalent nombre de crédits

3 ECTS

Responsable du module: Mohamed Amine Elgharbi

Semestre 4

1. DESCRIPTION DU COURS ET COMPÉTENCES VISÉES :

1.1 : Description du cours

Afin de valider une approche choisie d'un procédé industriel, il est généralement nécessaire des réaliser tests expérimentaux sur un système. Heureusement, aujourd'hui, la simulation peut être un moyen très efficace d'évaluer les solutions d'ingénierie. En effet, il est possible d'effectuer des simulations très avancées à l'aide d'un modèle suffisamment détaillé pour passer entièrement en revue les effets de interactions entre de nombreux facteurs (diversité des composantes, complexité des interactions, non linéarité des phénomènes,…etc.) affectant une unité de production chimique.

C'est dans ce contexte que ce cours est programmé. Il présente une introduction au logiciel ASPEN-HYSYS, qui sera utilisé pour les travaux dirigés de modélisation des procédés.

Objectifs

A l'issus de ce cours les étudiants doivent être capable de concevoir un procédé industriel afin de:

- Établir des bilans de matière et d'énergie d'un procédé industriel.
- Dimensionner les équipements de ce procédé.

En plus, ils auront les connaissances nécessaires pour le suivi des procédés qui sont déjà installés afin de :

- Réajuster les paramètres de fonctionnement dans le cas de changement de compositions de l'alimentation ou des conditions de fonctionnement de certains équipements.
- Déterminer les performances des équipements.

1.2 : Les prérequis

Thermodynamique ; mécanique des fluides ; opérations unitaires ; transfert thermique ; équilibres liquide-vapeur ; échangeurs de chaleur ; chaudières ; modèles thermodynamiques

1.3 : Les résultats d'apprentissage

Chapitre	Intitulé	Volume Horaire	Compétences visées
Chapitre 1	Initiation aux logiciels de simulation	3	Être capable de choisir les modèles thermodynamiques et les paramètres nécessaires pour la modélisation stationnaire et/ou dynamique d'un procédé de l'industrie gazière ou d'un procédé de raffinage et de la pétrochimie
Chapitre 2	Utilisation du logiciel HYSYS	3	Connaitre l'environnement de travail, des boîtes à outils associées du logiciel HYSYS et de la syntaxe de commande HYSYS
Chapitre 3	Simulation des opérations unitaires	9	Acquérir des connaissances techniques approfondies en matière de distillation, absorption, extraction, réacteurs chimiques, machines frigorifiques et cycle combiné, leur permettant de mener à bien des travaux scientifiquement étayés et de simuler ces opérations unitaires.
Chapitre 4	Simulation des grandes	15	Comprendre le processus de

	installations		production de méthanol Être capable d'évaluer les pertes de charges d'un circuit de pipe Maitriser les techniques de traitement des gaz acides de séparation des gaz
Chapitre 5	Utilisation du logiciel Exchanger design and rating	12	Être capable de dimensionner des échangeurs de chaleur, chaudières et tours de refroidissement

2. MÉTHODOLOGIE :

Les heures de contact se composent de :

Cours Intégré (h)	24
Travaux Pratiques (h)	18

3. ÉVALUATION :

Type	Couvrant quel(s) chapitre(s)	Pondération
DS	1-5	20%
TP	1-5	30%
Examen Final	1-5	50%

4. RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES ET LOGISTIQUES RECOMMANDÉES :

ASPEN ONE suite

ASPEN HYSYS

ASPEN EXCHANGER DESIGN AND RATING

TECHNOLOGIE D'EXTRACTION ET DE RAFFINAGE DES HUILES VEGETALES

Code : GP 04 202

Enseignant : Lassaad Ben Mansour

Grade : Professeur

Établissement : FSS

Email : lassaadbenmansour@yahoo.fr

Durée du module : 42 h

Heure de contact	Activitées hors classe
21h	21h

Crédit équivalent

2 ECTS

Responsable du module : Lassaad Ben Mansour

Semestre 4

1. DESCRIPTION DU COURS ET COMPÉTENCES VISÉES :

1.1 : Description du cours

Ce module de cours s'intéresse au volet technologique de l'extraction et le raffinage des huiles végétales, le cours s'intéresse au domaine d'oléologie

Objectif :

L'objectif principal de ce cours est de répondre à un besoin de former des professionnels dans le domaine l'industrie de l'huile végétale capable de

Maitriser les procédés de raffinage et d'extraction des huiles végétales.
Communiquer en milieux professionnel et être attentif aux exigences du secteur oléicole.

1.2 : Les prérequis

Cours distillation – extraction – bilan

1.3 : Les résultats d'apprentissage

Chapitre	Intitulé	Volume Horaire	Compétences visées
Chapitre 1	Extraction des huiles végétales	10.5	-Maîtriser les nouvelles technologies d'extraction des huiles végétales. -Maitriser les procédés de conditionnement, stockage, séchage et d'extraction de l'huile de grignon d'olive. -Maîtriser la gestion et la valorisation des sous-produits de l'olivier après extraction de l'huile de grignon d'olive.

Chapitre 2	Le raffinage industriel des huiles végétales brutes	10.5	Maitriser les procédés de raffinage des huiles végétales (Dégommage, Neutralisation Décoloration et Filtration et Désodorisation)

2. MÉTHODOLOGIE :

Les heures de contact se composent de :

Cours Intégré (h)	21h

Les « activités hors classe » se composent de :

Activité 1 (h)	Exercices à domicile

3. ÉVALUATION :

Type	Couvrant quel(s) chapitre(s)	Pondération
DS	1	30%
TP		
Examen Final	1-2	70%

4. RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES ET LOGISTIQUES RECOMMANDÉES :

Le raffinage des corps gras, Jean DENISE, Docteur ingénieur, Westhoek-Editions, les éditions des BEFFROIS-Paris

TP Opérations unitaires

Code : GP 04 203

Enseignant: Mansour Bargui

Grade: Pr. Technologue

Établissement: ISET

Email: barguimohamed@yahoo.com

Durée du module

70 h

Heure de contact	Activitées hors classe
35	35

Crédit équivalent

3 ECTS

Module responsible: Issam KSENTINI

Semestre 4

1. DESCRIPTION DU COURS ET COMPÉTENCES VISÉES :

1.1 : Description du cours

Les opérations unitaires constituent les maillons élémentaires de toute installation de transformation de la matière dans l'industrie, et ce quel que soit le domaine d'activité.

Les pilotes de travaux pratiques des halles technologiques permettent de donner aux étudiants une culture indispensable des opérations unitaires.

Ces TP présentent les méthodes permettant de calculer l'efficacité des appareillages, de permettre leur dimensionnement et donne également un aperçu de l'aspect technologique ainsi que de s'imprégner d'une teinte de Génie des Procédés.

1.2 : Objectifs

L'objectif principal est de permettre à ces futurs ingénieurs l'acquisition des compétences pratiques et la maîtrise des techniques fondamentales rencontrées en Génie des Procédés et dans beaucoup de filières industrielles. A l'issue de cet enseignement, les étudiants seront capables :

- de faire fonctionner une installation pilote classique de Génie des Procédés,
- de réaliser les analyses de contrôle de qualité et de norme environnementales correspondantes,
- d'effectuer une recherche d'information pertinente.et résoudre des problèmes relatifs au domaine pratique du Génie des Procédés,
- d'apprendre à interpréter un résultat expérimental, de savoir rédiger et présenter un rapport technique et scientifique.

1.3 : Prérequis

Les phénomènes de transfert, Les notions de bilans de matière et d'énergie, Les notions de thermodynamique : les lois d'équilibre, les diagrammes binaires et ternaires , Les notions de mécanique des fluides

1.3 : Résultats d'apprentissage

Chapitre	Titre	Durée	Résultats d'apprentissage
TP 1	**Extraction liquide-liquide**	6h	L'extraction liquide-liquide est une opération fondamentale de transfert de matière basée sur la différence de solubilité entre les constituants d'un

			mélange. Elle consiste à extraire un composé d'une solution (soluté dissous dans un diluant) par transfert sélectif dans un second liquide (solvant), non miscible au premier et de masse volumique différente. Un système d'agitation, permet d'agiter le contenu de la colonne, favorisant la mise en contact des deux phases et le transfert de matières entre celles-ci. Les objectifs visés par cet atelier d'OU sont : • Rechercher les conditions opératoires • Déterminer le niveau de l'interphase • Exploiter un diagramme ternaire • Réaliser un bilan massique • Déterminer l'efficacité de la colonne HUT/NUT
TP 2	**Distillation continue**	6h	La distillation est une opération unitaire destinée à séparer plusieurs liquides volatils, mélanges simples ou complexes, par une série d'étapes de vaporisation et de condensation. Cette séparation n'est possible que si et seulement si les points d'ébullition des différents constituants du mélange sont suffisamment différents. La distillation continue sépare un mélange en fractions : une fraction volatile, le distillat extrait en tête de colonne et une fraction lourde, le résidu extrait en pied de colonne. Les objectifs visés par cet atelier d'opérations unitaires sont : • Faire fonctionner un processus continu pour déterminer l'équilibre des matières, l'équilibre thermique, le rendement, la productivité. • Déterminer l'efficacité de la colonne par la méthode McCabe-Thiele (nombre de plateaux théoriques). • Exploiter un diagramme binaire • Réaliser un bilan massique • Réaliser un bilan thermique • Réaliser une distillation sans reflux et une avec reflux • Interpréter les résultats obtenus et connaitre

			l'utilité du reflux
TP 3	**Evaporation-Cristallisation**	6h	La cristallisation est la sursaturation du soluté, que l'on peut obtenir par évaporation ou par refroidissement. Aux cas où la solubilité dépend dans une mesure négligeable de la température, l'évaporation représente le choix optimal ; si au contraire la solubilité dépend fortement de la température, le choix du refroidissement est plus approprié. Cet atelier d'opérations unitaires comporte trois parties à savoir : **Etudier le procédé d'évaporation** Dans cette première partie l'élève ingénieur est sensé de faire : Bilan massique sur l'évaporateur. Bilan thermique sur le condenseur. **Etudier le procédé de cristallisation par refroidissement** Dans cette première partie l'élève ingénieur est sensé de faire : Ensemencement de la solution sursaturée. Contrôle de la vitesse de refroidissement par bilan thermique. Bilan massique sur la production de cristaux. **Mettre en œuvre des deux procédés batch et continu**
TP 4	**Absorption gaz-liquide**	6h	L'absorption constitue un phénomène de dissolution d'un produit gazeux dans un solvant liquide. Elle représente une opération unitaire qui trouve son application dans un grand nombre de procédés, notamment très utilisée pour la purification des gaz. Dans

			ce cas, l'objectif de l'opération est d'effectuer le transfert d'un composé, généralement faiblement concentré, d'une phase gazeuse vers la phase liquide. Le composé absorbé peut se dissoudre physiquement dans le liquide et éventuellement y réagir chimiquement. Dans cet atelier d'opération unitaire, l'étude proposée ici concerne l'absorption du CO_2 contenu dans un flux d'air par de l'eau (absorption "physique"), ou dans une solution de soude (absorption "chimique"). Les objectifs visés par cette manipulation sont : Pour les mêmes débits que l'absorption sans réaction : • Déterminer la quantité de CO_2 transférée en mesurant la variation de la concentration en CO_2 de la phase gaz • comparer les efficacités d'absorption obtenues avec celles de l'absorption sans réaction. • Calculer le facteur d'accélération expérimentale et théorique.

2. MÉTHODOLOGIE :

Travaux pratique (h)	35h-

3. EVALUATION :

Type	Portant sur quel chapitre	Pondération
Travaux pratique	Tous les chapitres	30%

Examen final	Tous les chapitres	70%

4. BIBLIOGRAPHIE ET LOGISTIQUE RECOMMANDÉE :

- Extraction liquide-liquide : Modélisation des colonnes Jean Leybros,
- Techniques de l'ingénieur J2 765 pages 1-20 Extraction liquide-liquide : Description des appareils Jean Leybros,
- Techniques de l'ingénieur J2 764 pages 1-16 Procédés de séparation : techniques, sélection, dimensionnement. Jimmy L. Humphrey et George E Keller. Dunod, Paris 2001 (ISBN 2 10 0052187) [traduction de Separation Process Technology McGrawHill 1997].
- Transfert de matière Efficacité des opérations de séparation du génie chimique, D. Defives et A. Rojey, (1976) Éditions Technip ISBN 2-7108-0299-6)

Méthodologie de recherche

Code: GP 03 103

Enseignant: Manel Dammak

Grade: Enseignant à temps plein

Établissement : IIT

Email:

Manel.dammak@iit.ens.tn

Volume horaire total du cours

42 h

Heures de contact	Activités hors classe
21	21

L'équivalent nombre de crédits

2 ECTS

Semestre 4

1. DESCRIPTION DU COURS ET COMPÉTENCES VISÉES :

1.1 : Description du cours

La profession d'ingénieur exige à la fois le développement des compétences en recherche scientifique et la capacité de rédiger et de présenter des rapports. De plus, au cours du parcours d'ingénieur, les étudiants doivent valider deux stages obligatoires et un projet d'obtention du diplôme dans lequel ils seront évalués en partie sur sa méthodologie de rédaction et de recherche scientifique.

Objectifs

Dans ce cours, l'étudiant est tuteur à :

- utilise l'environnement de bureau pour rédiger correctement un rapport, en utilisant des références pertinentes
- adopter des modèles d'écriture prédéfinis
- effectuer des recherches documentaires
- élaborer une spécification et un plan pour atteindre tous les objectifs
- évaluer de façon critique les données et tirer des conclusions

1.2 : Les prérequis

Connaissances de base sur l'environnement numérique

Connaissances de base sur l'environnement de bureau

1.3 : Les résultats d'apprentissage

Chapitre	**Intitulé**	**Volume Horaire**	Compétences visées
Chapitre 1	Méthodologie de la rédaction	9	Maîtriser l'environnement de bureau Maîtriser la façon de respecter une spécification d'écriture
Chapitre 2	Méthodologie de	12	Maîtrise des processus de recherche (collecte de données

	la recherche scientifique		– analyse – présentation des données et interprétation – discussion)

2. MÉTHODOLOGIE :

Les heures de contact se composent de :

Cours intégré (h)	9
Travaux Pratiques(h)	6
Projet (h)	6
Visites (h)	-

3. ÉVALUATION :

Type	Portant sur quel chapitre (s)	Pondération
Projet	Chapitre 2	25%
Travaux Pratiques	Chapitre1	20%
Devoir Surveillé		
Examen oral		
Examen final	Tous	55%

4. RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES ET LOGISTIQUES RECOMMANDÉES :

https://pix.fr

https://support.microsoft.com

https://www.ibm.com/services/learning/fr/

PROJET PROFESSIONNEL PERSONNEL 1

Code: GP 04 202

Enseignant: **Amel Elloumi Trabelsi**

Grade: Doctorat en économie

Établissement: IIT

Email: ***dep.PCP@iit.ens.tn***

Volume horaire total du cours

42h

Heures de contact	Activités hors classe
21	21

L'équivalent nombre de crédits

2 ECTS

Semestre 4

1. DESCRIPTION DU COURS ET COMPÉTENCES VISÉES :

1.1 : Description du cours

L'objectif de ce cours est de transmettre à l'étudiant en génie plusieurs principes et méthodes d'analyse économique. Plus précisément, ce cours vise à donner une bonne connaissance de l'activité économique et des principaux problèmes économiques. Les fonctions économiques, le comportement du producteur et les coûts de production sont également abordés.

1.2 : Les prérequis

Aucun Prérequis n'est nécessaire pour suivre ce cours.

1.3 : Les résultats d'apprentissage

Chapitre	Intitulé	Volume Horaire	Compétences visées
Chapitre 1	Présentation et mesure de l'activité économique	3	Donner une bonne connaissance de l'organisation de l'activité économique
Chapitre 2	Problèmes économiques	4.5	Comprendre les grands enjeux économiques contemporains
Chapitre 3	Consommation, épargne et investissement	4.5	Connaître les principales fonctions économiques
Chapitre 4	Le comportement du producteur	4.5	Comprendre le comportement du producteur
Chapitre 5	Coûts de production	4.5	Connaître la structure de production

2. MÉTHODOLOGIE :

Les heures de contact se composent de :

Cours Intégré (h)	10
Travaux Pratiques (h)	
Projet (h)	11
Visites (h)	

3. ÉVALUATION :

Type	Portant sur quel chapitre (s)	Pondération
Projet	Tous	70%
Travaux Pratiques		
Devoir Surveillé		
Examen oral	Tous	30%
Examen final		

4. RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES ET LOGISTIQUES RECOMMANDÉES :

- Alain Beitone, Emmanuel Buisson et Christine Dollo, Économie, Édition Syrey
- C.D Echaudemaison: Economics at the « Major Schools » competitions, éditions Nathan
- G. Mankiw: Principles of Economics, Maison d'édition De Boeck
- Joseph Stiglitz: Principles of Modern Economics, Éditions De Boeck
- René Derome: Engineering Economics, 2e édition International Presses Polytechnique

Recherche opérationel

Code: GP 03 206

Enseignant: Achraf Ammar

Grade: Eseignant permanant

Établissement: IIT

Email:

Achraf.ammar@iit.ens.tn

Volume horaire total du cours

35 h

Heures de contact	Activités hors classe
21h CI	14h

L'équivalent nombre de crédits

2 ECTS

Responsable du module : Achraf Ammar

Semestre 4

1. DESCRIPTION DU COURS ET COMPÉTENCES VISÉES :

1.1 : Description du cours

Ce cours consiste à appliquer des méthodes et des outils scientifiques aux problèmes liés à l'exploitation d'un système afin de trouver des solutions optimales à parité avec les objectifs et contraintes globaux. Les types de problèmes qui peuvent être abordés par les méthodes de recherche sur les opérations sont d'abord décrits. La structure d'un programme linéaire est ensuite présentée pour modéliser mathématiquement les problèmes de recherche sur le fonctionnement. Les méthodes graphiques et simples sont ensuite étudiées comme méthodes de résolution de base.

Objectifs

Le but de ce module est d'étudier la modélisation et la résolution des techniques d'optimisation des problèmes. À partir de plusieurs exemples, et suivant une approche analogue entre les méthodes considérées, on s'attend à ce que l'étudiant apprenne à identifier un problème linéaire de recherche opérationnelle, à développer un modèle correspondant (programme linéaire), à le résoudre avec l'une des méthodes étudiées et à analyser les solutions obtenues.

1.2 : Les prérequis

Les connaissances mathématiques de base sont recommandées

1.3 : Les résultats d'apprentissage

Chapitre	Intitulé	Volume Horaire	Compétences visées
Chapitre 1	Modélisation linéaire	4H	- Connaître le type de problèmes de recherche sur les opérations et le domaine d'application des méthodes de recherche sur les opérations - Distinguer les différentes composantes du problème de recherche opérationnelle : variables de décision, paramètres, objectifs et contraintes - Développer les formulations canoniques et standards des programmes linéaires
Chapitre 2	Méthode de résolution graphique	4H	- Résoudre les problèmes en utilisant la méthode graphique
Chapitre 3	Algorithme Simplex	9H	- Connaître les différentes étapes de la méthode Simplex et l'analogie avec la méthode graphique
Chapitre 4	Analyse de la dualité et de la post-optimalité	4H	-Résoudre le double problème et Faire une analyse post-optimalité

2. MÉTHODOLOGIE :

Les heures de contact consistent à présenter différents aspects liés à la recherche sur les opérations : modélisation des problèmes, méthodes et analyse. Les aspects théoriques sont accompagnés d'études de cas. Une partie de ces cas est demandée pour être faite comme activités de travail personnel.

Cours intégré (h)	21h
Travaux Pratiques(h)	
Projet (h)	
Visites (h)	

3. ÉVALUATION :

Type	Covering which Chapter (s)	The weighting factors
Project		
Practical work		
Mid-Term	Chapitre 1+2	30%
Oral test		
Final exam	Tous les chapitres	70%

4. RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES ET LOGISTIQUES RECOMMANDÉES :

- Introduction à la recherche sur les opérations et à la gestion de la production (2005) Kacem Saï. University Publication Center, Tunisie

- Introduction à Dérivable Optimisation (2006) Michel Bierlaire (Bierlaire). Presses Polytechniques et universitaires romandes

DECRIPTION DES MODULES

SPECIALITE : GENIE DES PROCEDES

VERSION 01

FEVRIER 2021

TROISIEME ANNEE

SOMMAIRE

PROJET PROFESSSIONNEL PERSONNEL 4

Agitation mécanique & Mélange 9

MANAGEMENT DE L'ENERGIE ISO 50001 14

Caractéristiques et conduite des fours et chaudières 18

Dynamique des Fluides Numérique : Méthode aux volumes finis 22

Energie électrochimique et technologie des piles à combustibles 26

Etude technico-économique des systèmes énergétiques 31

Filtration & Techniques de séparation membranaire 34

MANAGEMENT DE LA SANTE ET SECURITE AU TRAVAIL ISO 45001 VERSION 2018 39

Mise en œuvre des polymères 43

Pyrolyse - Combustion - Gazéification 48

Energie électrique solaire photovoltaïque 53

Technologie des Appareils de Génie Chimique TAGC 57

Transfert de chaleur avec changement de phase 61

Atelier Énergétique 65

PREPARATION A LA CERTIFICATION QHSE 68

Workshop en genie pétrolier 76

Ingénierie des gazs naturels 80

Ingénierie des réservoirs 84

Puit forrage 92

Simulation avancée en génie pétrolier 96

Analyse et qualité de l'eau 100

Atelier en genie environmental 104

Microbiologie environnementale 108

Système de management environnemental - Préparation à la certfication ISO14001 111

Procédés de dépollution 114

Procédés d'oxydation et traitements avancés 118

Conservation et emballage en agroalimentaire 121

Gestion de la sécurité sanitaire des aliments (Méthode HACCP) 125

Microbiologie alimentaire 129

MANAGEMENT DE LA SECURITE DES DENREES ALIMENTAIRES ISO 22000 VERSION 2018 133

Valorisation des co-produits de l'industrie agroalimentaire 136

Projet fin d'étude 140

PROJET PROFESSSIONNEL PERSONNEL

Code: GCV 05 101

Enseignant: Mrs. Amel Trabelsi Elloumi

Grade: Docteur en sciences économiques

Enseignante permanente à l'IIT

Responsable du département PCP

Préparation à la Carrière Professionnelle

Établissement: Institut International deTechnologie

Email: Dep.PCP@iit.ens.tn

Volume horaire total du cours

42 h

Heures de contact	Activités hors classe
21h	21h

Responsable du module

2 ECTS

Semestre 5

1. DESCRIPTION DU COURS ET COMPÉTENCES VISÉES :

1.1 : Description du cours

- **P** comme **P**rojet : avant la recherche d'emploi ou la poursuite d'étude
- **P** comme **P**rofessionnel : pour s'orienter vers un métier ou un secteur d'activité
- **P** comme **P**ersonnel : après réflexion sur ses propres capacités et ses besoins

Objectifs

Ce cours a pour objectifs :

- Apprendre à l'étudient à mieux se connaitre pour évaluer son potentiel professionnel.

- Le préparer à l'insertion professionnelle.

- Le faire confronter à la réalité professionnelle.

- Et l'aider à être acteur de son avenir professionnel.

1.2 : Les prérequis

- Culture d'entreprise
- Les compétences entrepreneuriales et professionnelles

1.3 : Les résultats d'apprentissage

Chapitre	**Intitulé**	**Volume Horaire**	**Compétences visées**
Chapitre 1	Connaissance de soi	5	Maitriser: Ce que je suis (savoir être)! Ce que je connais (savoirs)! Ce que je sais faire (savoir-faire)!
Chapitre 2	Choix du métier	5	Connaitre : Ce que je peux faire !
Chapitre 3	Elaboration d'un plan d'action	5	Connaitre comment faire (techniques de recherche d'emploi, CV, LM…)?

Chapitre 4	Plan d'affaire	6	Apprendre à préparer : étude de marché, étude commerciale, étude environnementale, étude technique, étude financière et étude juridique

2. MÉTHODOLOGIE :

Les heures de contact se composent de :

Cours Intégré	10
Travaux Pratiques	
Projet	11
Visites	

3. ÉVALUATION :

Type	Portant sur quel chapitre (s)	Pondération
Projet	*	70%
Travaux Pratiques		
Devoir Surveillé		
Examen oral	*	30%
Examen final		

4. RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES ET LOGISTIQUES RECOMMANDÉES :

- *Henderson, Linda S.; Stackman, Richard W. An Exploratory Study of Gender in Project Management: Interrelationships with Role, Location, Technology, and Project Cost, Part of Project management journal vol. 41 (2010). December s. 37-55.*

- *Launching and Leading Change Initiatives in Health Care Organizations:* ***Managing Successful Projects.*** San Francisco: Jossey-Bass, 2014, pages 83 138.

Agitation mécanique & Mélange

Code: GP 05 107

Enseignant : Bargui Mansour

Grade: …Professeur technologue

Etablissement: ISET

Email: barguimohamed@yahoo.com

Durée totale du module

42 h

Heures de contacts	Activités hors classe
21	21

Crédits équivalents

2ECTS

Responsable du module: Issam Ksentini

Semestre 5

1. DESCRIPTION DU COURS ET COMPÉTENCES VISÉES :

1.1: Description du cours

Cet enseignement donne les bases du mélange et des systèmes d'agitation à utiliser dans les systèmes liquide-liquide, gaz-liquide et solide-liquide pour atteindre un taux d'homogénéité demandé.

Objectifs

Après ce cours, les étudiants doivent être capable de :

- décrire avec précision les problèmes de mélange à résoudre en fonction du système à traiter

- choisir le type d'équipement à utiliser, autrement dit mobile d'agitation et la configuration technologique d'un tel mélangeur en fonction de la nature de la matière à mélanger

- calculer ses caractéristiques et faire une estimation économique

- pouvoir effectuer un calcul par extrapolation afin de convertir un mélangeur construit à l'échelle laboratoire vers l'échelle industrielle

– apprendre la classification des divers mélangeurs destinés à mettre en œuvre un produit visqueux voire même pâteux.

1.2 : Prérequis

Mécanique des fluides

1.3: Compétences visées

Chapitre	Titre	Durée	Compétences visées
Chapitre 1	*Hydrodynamique d'un système d'agitation : mécanismes d'agitation*	*7*	Comprendre et maitriser les écoulements au cours du processus d'agitation : par boucles d'agitation axiales (mobile à flux axial), par boucles d'agitation radiales (mobile à flux radial) ou par mouvement

			circulaire (mobile à flux tangentiel) Être capable d'interpréter une cartographie de simulation des mouvements et de l'énergie dissipation lors d'une agitation. Connaitre les différentes configurations de cuve d'agitation : cuves à fond plat-à fond rond-à fond sphérique-à fond profilé Remédier au problème de vortex via l'utilisation des dispositifs anti-vortex comme : le tube de guidage, les chicanes, par mobile désaxé, par mobile incliné, un mobile équipé d'un croisillon.
Chapitre 2	*Technologie pour mettre en œuvre l'agitation et le mélange*	*7*	Classer les mobiles d'agitation selon la rhéologie de la recette à mélanger : Mélangeur planétaire, Mélangeur, Tronconique à vis d'Archimède, Mélangeurs à cuve mobiles, Mélangeurs à socs ou pales, Mélangeurs à rubans en spirale, Mélangeurs à villebrequins à pales en sigma ou en Z, Pétrins et Batteurs Mélangeurs… Savoir adopter la technologie d'un mélangeur en fonction du produit à mélanger

			Savoir comment se fait le chauffage et le refroidissement d'une cuve d'agitation,
Chapitre 3	*Théorie d'agitation & et de mélange*	*7*	*La séparation membranaire repose sur la présence de membranes poreuses semi-perméables qui constituent une interface séparant deux milieux. Ce procédé est largement utilisé en industries agro-alimentaires dans le but de: fractionnement, concentration et/ou purification. Dans ce sens, le cours suivant permet d'acquérir les compétences nécessaires afin d'optimiser le choix d'une membrane moyennant ses caractéristiques et sa performance.* Connaitre les aspects quantitatifs de l'agitation : géométrie standard d'une cuve d'agitation Faire l'analyse adimensionnelle Identifier le régime d'écoulement en fonction du nombre de Reynolds d'agitation Calculer la puissance dissipée lors d'une agitation Savoir calculer : le nombre de puissance, le nombre pompage et de circulation, le temps de circulation et

			de mélange.

2. METHOGOLOGIE:

Les heures de contacts consiste à

Cours intégré (h)	21

3. EVALUATION :

Type	Couvrant quel(s) chapitres(s)	Pondération
DS	1-2	30%
Examen final	All	70%

4. RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES ET LOGISTIQUES RECOMMANDÉES :

Engineering data on Mixing, R. Mezaki, M. Mochizuki, K. Ogawa, Elsevier, 2000 Agitation et Mélange, Catherine Zuereb, Martine Poux, Joël Bertrand, Dunod, 2006 Techniques de l'ingénieur, Ed. Techniques de l'ingénieur, 1993 Mecanics of Fluids , I. H. Shames, McGraw-Hill, Inc., New York, 1992 Mécanique des fluides et hydrolique, R.V. Giles, J. B. Evett, C. Liu, Série Schaum, McGraw-Hill, Inc., New York, 1995

MANAGEMENT DE L'ENERGIE ISO 50001

Code : GP_op 05 115

Enseignant : FRIKHA FAYCAL

Grade : Ingénieur –Auditeur tierce partie ISO 9001-ISO 14001-ISO 45001-ISO 22000 Expert-consultant et formateur en système de management qualité-sécurité des denrées alimentaires-santé et sécurité au travail –énergie et environnement

Etablissement : SYNERGIC MANAGEMENT SERVICE

Email :

Faycal.frikha@yahoo.fr

Volume horaire total du cours

56h

Heures de contact	Activités hors classe
28h	28

L'équivalent nombre de crédits : 2 ECTS

Responsable du module: ISSAM KOSSENTINI

Semestre 5

1. DESCRIPTION DU COURS ET COMPÉTENCES VISÉES :

1.1: Description du cours

Ce cours donne le savoir-faire clés aux étudiants leur permettant d'identifier les consommations d'énergie excessives, d'identifier les potentiels d'économie d'énergie, et examiner des préconisations qui leurs seront dédiées

Objectifs

Ce module permet à l'étudiant de :

- Comprendre les principes et les enjeux d'un système de management de l'énergie.
- Comprendre les exigences des normes ISO 50001 version 2018
- S'approprier de la réglementation tunisienne en matière énergie (audit énergétique)
- Comprendre comment rédiger les documents management de l'énergie (politique-procédure- contexte de l'organisme – fiche de fonction -check list)
- Connaitre le processus de préparation, de réalisation et de suivi d'un audit interne énergie selon la norme ISO 19011 :2018
- Assimiler la démarche de certification ISO 50001

1.2 : Prérequis

Pas de prérequis spécifique

1.3: Compétences visées

Chapitre	Titre	Durée	Compétences visées
Chapitre 1	Audit énergétique	4h	Comprendre l'exigence réglementaire de l'audit énergétique et comment se conformer
Chapitre 2	Principes et enjeux du système de management de l'énergie	4h	Acquérir et comprendre les concepts de base et le vocabulaire de management de l'énergie

Chapitre 3	Exigences de la norme ISO 50001 Version 2018	10h	Maitriser la structure de la norme ISO 50001 Version 2018 Comprendre les chapitres d'exigence
Chapitre 4	Revue énergétique	5	Comprendre comment procéder pour faire une revue énergétique
Chapitre 5	L'audit interne : utilité-importance et impact sur l'efficacité du système de Management de l'énergie	5h	Différencier les types d'audit Maitriser les procédures d'audit interne Gestion des non-conformités et des actions correctives Utiliser leur créativité pour développer des solutions pratiques nouvelles et inventives

2. METHOGOLOGIE:

Les heures de contacts consiste à

Cours intégré (h)	28

3. EVALUATION :

Type	Couvrant quel(s) chapitres(s)	Pondération
Projet	Chapitre 4	25%
TP	All	20%
Examen final	Tous les chapitres	55%

4. RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES ET LOGISTIQUES RECOMMANDÉES :

La norme ISO 50001 Version 2018 - la norme ISO 19011 Version 2018

Caractéristiques et conduite des fours et chaudières

Code : GP 05 106

Enseignant : Issam KSENTINI

Grade : Enseignant permanent IIT – Docteur ingénieur

Établissement : IIT

Email :

Issam.ksentini@iit.ens.tn

Durée totale du module

42 h

Heures de contacts	Activités hors classe
21	21

Crédits équivalents

2ECTS

Responsable du module: Issam Ksentini

Semestre 5

1. DESCRIPTION DU COURS ET COMPÉTENCES VISÉES :

1.1: Description du cours

Les fours et chaudières possèdent une grande importance dans diverses opérations unitaires liées au génie des procédés. Le recours aux fours et chaudières doit être guidé à travers une maitrise des paramètres de fonctionnement en guise d'optimiser leurs rendements. Ce cours à aspect pratique donne les outils de suivi nécessaire pour une meilleure manipulation de ces équipements.

Objectifs

A la fin de ce cours, l'étudiant sera capable de

- faire la différence entre les différents types de Fours et chaudières

- maitrise les paramètres et la démarche de dimensionnement

- maitrise les techniques rendant optimales le fonctionnement de ces équipements.

1.2 : Prérequis

- Chimie des solutions
- Bilan de matière et bilan thermique

1.3: Compétences visées

Chapitre	Titre	Durée	Compétences visées
Chapitre 1	Fours et chaudières : Introduction générale	3	- Maitriser les notions de bases de combustions - Maitriser l'importance des fours et chaudières dans les industries - Maitriser les différents types de fours

			- Maitriser les différents types de chaudière
Chapitre 2	Dimensionnement et paramètres de fonctionnement des fours	6	- Maitriser les étapes de dimensionnement des fours - Optimiser le fonctionnement des fours - Maitrise les actions correctives au cas d'un mauvais fonctionnement
Chapitre3	Dimensionnement et paramètres de fonctionnement des chaudières	6	- Maitriser les étapes de dimensionnement des chaudières - Optimiser le fonctionnement des chaudières - Maitrise les actions correctives au cas d'un mauvais fonctionnement
Chapitre 4	Présentation des projets	6	- Savoir appliquer les notions liées aux traitements des eaux dans le contexte de fonctionnement des chaudières - Savoir dimensionner les utilitaires liés aux fonctionnements des fours et chaudières

2. METHOGOLOGIE:

Les heures de contacts consiste à

Cours intégré (h)	15
Projet (h)	6
Visites	1

Les « activités hors classe » se composent de :

Activité 1	Recherche bibliographique sur les utilitaires liés aux fonctionnements des fours et chaudières
Activité 2	Préparer un exposé en binôme et mener un débat autour.

3. EVALUATION :

Type	Couvrant quel(s) chapitres(s)	Pondération
Projet	4	30%
Examen final	1-2-3	70%

4. RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES ET LOGISTIQUES RECOMMANDÉES :

Techniques de l'ingénieur B1460

Techniques de l'ingénieur B1480

Techniques de l'ingénieur BE 8842

Techniques de l'ingénieur BE 8844

Dynamique des Fluides Numérique : Méthode aux volumes finis

Code : GP 05 104

Enseignant : Fédia MABROUK

Grade : Technologue

Etablissement: ISET

Email : fedia_mabrouk@hotmail.fr

Durée totale du module

56 h

Heures de contacts	Activités hors classe
28	28

Crédits équivalents : 2ECTS

Responsable du module: Issam Ksentini

Semestre 5

1. DESCRIPTION DU COURS ET COMPÉTENCES VISÉES :

1.1: Description du cours

La dynamique des fluides numérique, plus souvent désignée par le terme anglais Computational Fluid Dynamics (**CFD**), consiste à étudier les mouvements d'un fluide, ou leurs effets, par la résolution numérique des équations régissant le fluide. En fonction des approximations choisies, qui sont en général le résultat d'un compromis en termes de besoins de représentation physique par rapport aux ressources de calcul ou de modélisation disponibles, les équations résolues peuvent être les équations d'Euler, les équations de Navier-Stokes, etc.

Dans ce module, on a recours au logiciel ANSYS Fluent qui est un outil de calcul dans la CFD qui modélise par la méthode des volumes finis des écoulements très variés dans des configurations plus ou moins complexes.

Objectifs

A la fin de ce cours l'étudiant sera capable de modéliser des problèmes simples et complexes portant sur les écoulements des fluides, des turbulences, des transferts de chaleur en utilisant le logiciel Ansys Fluent et interpréter les résultats ;

1.2 : Prérequis

Les bases de la mécanique des fluides, du transfert thermique, de la turbulence et de la thermodynamique.

1.3: Compétences visées

Chapitre	Titre	Durée	Compétences visées
Chapitre 1	Introduction à FLUENT	6h	Être capable de créer, résoudre et interpréter les résultats d'un modèle simple sur Fluent.
Chapitre 2	Écoulement des fluides et transfert de chaleur dans un coude mélangeur.	5h	Pouvoir résoudre un problème tridimensionnel d'écoulement turbulent des fluides et de transfert de chaleur.

Chapitre 3	Modélisation d'un flux périodique et du transfert de chaleur	5h	Etre capable de créer des zones périodiques, modéliser le transfert de chaleur périodique avec des conditions limites de température spécifiées, résoudre le problème puis tracer les profils de température sur des iso-surfaces spécifiées.
Chapitre 4	Modélisation du rayonnement et de la convection naturelle.	6h	Pouvoir utiliser le modèle de rayonnement surface-surface (S2S) dans ANSYS Fluent. Etre capable de définir les conditions aux limites pour un problème de transfert de chaleur impliquant la convection naturelle et le rayonnement et de calculer une solution à l'aide du solveur basé sur la pression. Savoir afficher les vecteurs de vitesse et les contours de la température de la paroi et du flux thermique de rayonnement.
Chapitre 5	Résolution d'un problème de transfert de chaleur conjugué	6h	Mettre en place des conditions aux limites appropriées pour une simulation de transfert de chaleur conjuguée. Activer les termes source pour les zones spécifiées. Effectuer des calculs de débit et d'énergie à l'aide de divers matériaux (solides et fluides). Manipuler la technique d'adaptation de maillage et effectuez des opérations booléennes sur eux.

			Effectuer l'adaptation du maillage et vérifiez que la solution est indépendante du maillage.

2. METHOGOLOGIE:

Les heures de contacts consiste à

Cours intégré (h)	28

3. EVALUATION :

Type	Couvrant quel(s) chapitres(s)	Pondération
TP	1-5	50%
Examen final	All	50%

4. RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES ET LOGISTIQUES RECOMMANDÉES :

Logiciel Ansys Fluent et sa documentation.

Energie électrochimique et technologie des piles à combustibles

Code : GP_op 05 111

Enseignant : Amal Elleuch Kallel

Grade : Maître de Conférences

Etablissement : Institut Préparatoire des Etudes d'Ingénieurs de Sfax

Email : amal-elleuch@hotmail.com

Durée totale du module

49 h

Heures de contacts	Activités hors classe
28	21

Crédits équivalents

2ECTS

Responsable du module: Issam Ksentini

Semestre 5

1. DESCRIPTION DU COURS ET COMPÉTENCES VISÉES :

1.1: Description du cours

La pile à combustible est un moyen de production d'électricité en voie d'atteindre une maturité technologique et commerciale. Il est donc primordial d'avoir des connaissances théoriques approfondies sur cette thématique pour les étudiants du génie des procédés (option énergétique), de se familiariser avec le fonctionnement et la modélisation de ce générateur d'électricité.

Objectifs

A l'issus de ce cours les étudiants doivent :

- Acquérir des connaissances théoriques et techniques approfondies sur les propriétés électrochimiques et les phénomènes de transfert de matière leur permettant de connaitre comment se traduisent dans les caractéristiques des générateurs électrochimiques et de mener à bien des travaux scientifiquement étayés.
- Acquérir une compréhension du contexte multidisciplinaire de l'Energie électrochimique.
- Effectuer des recherches bibliographiques en conformité avec le niveau de leurs connaissances et de leur compréhension et utiliser cette base de données et d'autres sources d'information pour présenter les piles à combustibles, préciser le fonctionnement de ces appareils, présenter leurs avantages/ inconvénients.
- Avoir une conscience critique des nouvelles découvertes dans cette discipline, présenter les principaux systèmes commerciaux et indiquer les pistes de recherche actuelles afin de développer et perfectionner la technologie des piles à combustibles.

1.2 : Prérequis

- Thermodynamique (Réacteur chimique)

- Notions de base d'électrochimie

- Phénomènes de transfert de masse (Loi de Fick, Diffusivités)

- Conduction électrique (loi d'Ohm, résistance électrique,)

- Electrocinétique (étude des empilements de piles à combustible)

1.3: Compétences visées

Chapitre	Titre	Durée	Compétences visées
Chapitre 1	Systèmes électrochimiques-théorie de base	9	Acquérir une compréhension du contexte multidisciplinaire de l'Energie électrochimique. Acquérir des connaissances théoriques et techniques approfondies sur les sur les piles et les batteries comme exemple de systèmes de production d'électricité électrochimiques. Calculer le potentiel et l'efficacité et évaluer de manière critique les données et tirer des conclusions
Chapitre 2	Piles à combustible : Types et principes de fonctionnement	9	Effectuer des recherches bibliographiques en conformité avec le niveau de connaissance des étudiants et utiliser cette base de données pour présenter les piles à combustibles et savoir leurs différents types (Piles à combustibles à basses températures (PEMFC, AFC). Piles à combustibles à moyennes températures (PAFC, DMFC, DEFC). Piles à combustibles à hautes

			températures (MCFC, SOFC)), Préciser le fonctionnement des PAC Présenter leurs avantages/ inconvénients.
Chapitre 3	Étude électrochimique de la performance d'une pile à combustible	10	Choisir des méthodes appropriées d'analyse, de modélisation et de simulation des PAC et les appliquer avec un haut degré de compétence Analyser et résoudre scientifiquement des problèmes dont la définition est incomplète et qui présentent des spécifications concurrentes : • Analyser une courbe de fonctionnement d'une pile à combustible • Evaluer les pertes par activation, les pertes ohmiques et les pertes par concentration. **Etude de cas:** Dimensionnement d'une unité pilote de production d'électricité à base de la technologie des piles à combustibles

2. METHOGOLOGIE:

Les heures de contacts consiste à

Cours intégré (h)	28

3. EVALUATION :

Type	Couvrant quel(s) chapitres(s)	Pondération
DS	1-2	30%
Examen final	All	70%

4. RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES ET LOGISTIQUES RECOMMANDÉES :

- W. Vielstich, A. Lamm, H. A. Gasteiger, in Handbook of Fuel Cells, W. Vielstich, A. Lamm and H. A. Gasteiger (Ed.), Wiley, Chichester, 2003, Vol. 1-4.

- H. A. Gasteiger, W. Vielstich, H. Yokokawa, in Handbook of Fuel Cells, H. A. Gasteiger, W. Vielstich and H. Yokokawa (Ed.), John Wiley & Sons Ltd, Chichester, 2009, Vol. 5-6.

- http://thiers.stephane.free.fr/repcours/CoursPacoEPF2009.P1.pdf

Etude technico-économique des systèmes énergétiques

Code : GP 05 102

Enseignant : Redouane MATLAYA

Grade : Ingénieur Expert

Etablissement : Green tech ingéniring

Email :

red1@green-tech.tn

Durée totale du module

56 h

Heures de contacts	Activités hors classe
28	28

Crédits équivalents

2ECTS

Responsable du module: Issam Ksentini

Semestre 5

1. DESCRIPTION DU COURS ET COMPÉTENCES VISÉES :

1.1: Description du cours

Ce cours consiste à former l'étudiant afin qu'il puisse tenir compte de rentabilité économiques lors de la conception et le dimensionnement des installations en génie des procédés en général et des équipements énergétiques en particulier tout en tenant compte des objectifs de l'investisseur.

Objectifs

A la fin de ce cours l'étudiant sera capable de :

- Calculer les critères de rentabilité d'un projet
- Résoudre les problèmes des calculs itératifs relatifs à la rentabilité économique en utilisant les outils informatiques comme le solveur d'Excel.
- Présenter différents scénarios qui satisfassent les objectifs de l'investisseur.

1.2 : Prérequis

- Dimensionnement des différents équipements énergétiques.
- Informatique.

1.3: Compétences visées

Chapitre	Titre	Durée	Compétences visées
Chapitre 1	Éléments d'investissement et de financement.	5h	Savoir élaborer un schéma d'investissement
Chapitre 2	Tableau d'exploitation prévisionnelle	8h	à partir des données techniques et de schéma d'investissement, l'étudiant doit élaborer et calculer les différentes composantes du tableau d'exploitation prévisionnelle
Chapitre 3	Critères de rentabilité.	3h	Savoir calculer les différents critères de rentabilité d'un investissement

Chapitre 4	Etude de cas	12h	Etude de cas concrets de projets d'investissements énergétiques sur ordinateur.

2. METHOGOLOGIE :

Les heures de contacts consiste à

Cours intégré (h)	16
TP (h)	12

3. EVALUATION :

Type	Couvrant quel(s) chapitres(s)	Pondération
DS	1-2	30%
Examen final	3-4	70%

4. RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES ET LOGISTIQUES RECOMMANDÉES :

1. von Spakovsky M.R. 1997. The thermodynamic, thermoeconomic and environomic modeling and optimization of energy systems - discussion and applications. Entropie 205, 12-26.

2. Olsommer B., Favrat D. et von Spakovsky M.R. 1999. An Approach for the Time-Dependent Thermoeconomic Modeling and Optimization of Energy System Synthesis, Design and Operation - Part II: Reliability and Availability. International Journal of Applied Thermodynamics 2(4), 177-186.

Filtration & Techniques de séparation membranaire

Code : GP 05 108

Enseignant : Mansour BARGUI

Grade : ***Professeur Technologue***

Etablissement : ISET Sfax

Email : ***barguimohamed@yahoo.fr***

Durée totale du module

42 h

Heures de contacts	Activités hors classe
21	21

Crédits équivalents

2ECTS

Responsable du module: Mansour Bargui

Semestre 5

1. DESCRIPTION DU COURS ET COMPÉTENCES VISÉES :

1.1: Description du cours

La technique de séparation membranaire a suivi un développement industriel récent et très rapide. Ces techniques avancés sont principalement utilisés dans l'industrie laitière, des boissons, des ovo-produits, des jus et concentrés de fruits et légumes, du traitement de l'eau et l'affinage des eaux des procédés, de l'acériculture, ainsi que dans les secteurs pharmaceutique, chimique, biotechnologique et de l'environnement.

Ce cours s'inscrit dans le cadre de l'acquisition des informations nécessaires au choix et à la mise en œuvre des procédés de séparations membranaires.

Objectifs

Savoir effectuer la séparation d'un liquide et d'un solide.

Réaliser et mettre en œuvre une filtration simple, une filtration sous pression réduite.

Choisir et justifier la méthode de filtration adaptée au système étudié.

Savoir laver un solide.

Réaliser et justifier les différentes étapes du lavage d'un solide : ajout du solvant de lavage froid ou saturé, trituration, essorage.

Savoir sécher un solide.

Mettre en œuvre « une pesée à masse constante » d'un solide humide.

Acquérir des connaissances théoriques approfondies sur les différents aspects des membranes, à savoir leurs classifications, leurs principes de mise en œuvre, les différentes configurations des modules membranaires et les procédés baromembranaires d'une manière générale.

Savoir établir les modèles théoriques de transfert de matière et les facteurs limitant (polarisation de concentration, colmatage) les flux de perméat en Nanofiltration.

Connaitre et maitriser les interactions solutés-membranes qui gouvernent les propriétés de séparation des composés organiques

Pouvoir établir un bilan des modèles décrivant le transfert de matière au sein des membranes de Nanofiltration.

1.2 : Prérequis

- Connaissances mathématique (intégration)
- Connaissances de mécanique des fluides
- Connaissances approfondies en transfert de matière
-

1.3: Compétences visées

Chapitre	Titre	Durée	Compétences visées
Chapitre 1	*Généralités sur la filtration*	*3*	*Apprendre la technologie des filtres et les facteurs influants le processus de filtration*
Chapitre 2	*Théorie de filtration*	*6*	*Apprendre les divers modes de filtration (filtration à vitesse constante et à pression constante, sous pression réduite)* *Connaitre la loi fondamentale de filtration* *Développer l'équation de Ruth (résistance d'un filtre et résistance de gâteau….)* *Savoir estimer un cycle de filtration*
Chapitre 3	*Débactérisation, concentration et purification par procédés baromembranaires*	*6*	*La séparation membranaire repose sur la présence de membranes poreuses semi-perméables qui constituent une interface séparant deux milieux. Ce procédé est largement utilisé en*

			industries agro-alimentaires dans le but de: fractionnement, concentration et/ou purification. Dans ce sens, le cours suivant permet d'acquérir les compétences nécessaires afin d'optimiser le choix d'une membrane moyennant ses caractéristiques et sa performance.
Chapitre 4	*Déminéralisation, enrichissement et stabilisation par procédés électromembranaires*	6	*Distinguer la différence entre un procédé baromembranaire et électromembranaire* *Savoir le domaine d'application pour chaque procédé*

2. METHOGOLOGIE:

Les heures de contacts consiste à

Cours intégré (h)	21

3. EVALUATION :

Type	Couvrant quel(s) chapitres(s)	Pondération
DS	1-2	20%
Oral test	1-2	25%
Examen final	3-4	55%

4. RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES ET LOGISTIQUES RECOMMANDÉES :

Water and Wastewater Engineering Design Principles and Practice Professional Edition, Mackenzie L.Davis 2010* Water Treatment: Principles and Design, John Wiley & Sons, Hoboken, New Jersey,2005, Article Décantation – Filtration techniques de l'ingénieur-Principes fondamentaux du

génie des procédés et de la technologie chimique aspects théorique et pratiques 2e édition Lavoisier2012, Henri Fauduet - Concepts de génie alimentaire : Procédés associés et applications à la conservation des aliments Lavoisier 2011, Laurent Bazinet et François Castaigne - Le génie chimique à l'usage des chimistes1998, Joseph Lieto

MANAGEMENT DE LA SANTE ET SECURITE AU TRAVAIL ISO 45001 VERSION 2018

Code : GP 05 103

Enseignant : FRIKHA FAYCAL

Grade : Ingénieur –Auditeur tierce partie ISO 9001-ISO 14001-ISO 45001-ISO 22000 Expert-consultant et formateur en système de management qualité-sécurité des denrées alimentaires-santé et sécurité au travail –énergie et environnement

Etablissement : SYNERGIC MANAGEMENT SERVICE

Email :

Faycal.frikha@yahoo.fr

Durée totale du module

42 h

Heures de contacts	Activités hors classe
21	21

Crédits équivalents :1 ECTS

Responsable du module: Issam Ksentini

Semestre 5

1. DESCRIPTION DU COURS ET COMPÉTENCES VISÉES :

1.1: Description du cours

ISO 45001 est une norme qui spécifie les exigences pour un système de mangement de la santé et e la sécurité au travail.

Objectifs :

Ce module permet à l'étudiant de :

- Comprendre les principes et les enjeux d'un système de management santé et sécurité au travail .
- Comprendre les exigences des normes ISO 45001 version 2018
- S'approprier de la réglementation tunisienne en matière santé et sécurité au travail
- Connaitre les différentes méthodes d'appréciation des risques : identification des risques – Analyse des risques – Evaluation des risques
- Comprendre comment rédiger les documents santé et sécurité au travail (politique- procédure- check list)
- Connaitre le processus de préparation, de réalisation et de suivi d'un audit interne santé et sécurité au travail selon la norme ISO 19011 :2018
- Assimiler la démarche de certification ISO 45001

1.2 : Prérequis

Pas de prérequis spécifique

1.3: Compétences visées

Chapitre	Titre	Durée	Compétences visées
Chapitre 1	Principes et enjeux du système de management santé et sécurité au travail	1.5h	Concepts de base et vocabulaires santé et sécurité au travail
Chapitre 2	Exigences de la norme ISO 45001 Version 2018	9h	Structure de la norme ISO 45001 Version 2018 Comprendre les chapitres d'exigence
Chapitre 3	Veille réglementaire	3h	S'approprier de la réglementation

			tunisienne en matière santé et sécurité au travail
Chapitre 4	Appréciation des risques	3h	Connaitre des méthodes d'identification des dangers SST et évaluation des risques
Chapitre 5	Mise en place des mesures de prévention	3h	Connaitre comment préparer et mettre en œuvre les dispositions de maitrise des risques
Chapitre 6	L'audit interne : utilité-importance et impact sur l'efficacité du système de Management santé et sécurité au travail	1.5h	Connaitre les types d'audit , la procédure d'audit interne, la gestion des non-conformités et des actions correctives et d'amélioration

2. METHOGOLOGIE:

Les heures de contacts consiste à

Cours intégré (h)	21

3. EVALUATION :

Type	Couvrant quel(s) chapitres(s)	Pondération
DS	1-2-3	30%
Examen final	All	70%

4. RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES ET LOGISTIQUES RECOMMANDÉES :

La norme ISO 45001 Version 2018 - la norme ISO 19011 Version 2018-la norme ISO 31000 version 2018

Mise en œuvre des polymères

Code: GP 05 109

Enseignant : Mohamed Jaziri

Grade : Professeur

Établissement : ENIS

Email : mohamedjaziri2003@yahoo.fr

Durée totale du module :

42 h

Heures de contacts	Activités hors classe
21	21

Crédits équivalents :2ECTS

Responsable du module: Amira Bou Aziz

Semestre 5

1. DESCRIPTION DU COURS ET COMPÉTENCES VISÉES :

1.1: Description du cours

Issus majoritairement du pétrole et par la suite formulés pour répondre aux exigences des transformateurs et des utilisateurs en termes de qualité, de fiabilité et de sécurité, les matières plastiques ou polymères s'inscrivent dans une progression de consommation attrayante, comparativement aux autres matériaux. Le troisième millénaire n'est pas concevable sans intégrer totalement les polymères dans la vie de tous les jours, dans le respect des contraintes environnementales, avec des solutions de recyclage des produits en fin de vie. Ce cours aborde les différents connaissances et applications industriels dans le domaine de plasturgie qui recouvre l'ensemble des opérations de mise en forme des matières plastiques, qui permettent de transformer la matière première en produit fini. La maîtrise des procédés de transformation des polymères concerne divers secteurs, tels que la production des polymères et additifs.

Objectifs

-S'initier aux notions de base et aux définitions usuellement utilisés dans le domaine des polymères.

1.2 : Prérequis

- Chimie organique

1.3: Compétences visées

Chapitre	Titre	Durée	Compétences visées
Chapitre 1	**GENERALITES SUR LES POLYMERES**	3h00	- S'initier aux notions de base et aux définitions usuellement utilisés dans le domaine des polymères. - Connaitre l'historique d'évolution des plastiques et comparaison avec les autres matériaux. - Instruire les aspects technico-économiques de l'utilisation des

			plastiques. - Classer les polymères par familles chimiques dont la structure, donc les propriétés, sont voisines.
Chapitre 2	**-. La chaine polymère**	3h00	Retenir, assimiler et comprendre : - La polymolécularité intervient dans les différences de propriétés physiques et mécaniques de la même substance polymère, mais préparés différemment. - La caractérisation d'un échantillon polymère nécessite outre la connaissance des valeurs moyennes (DP, Mn, Mw…), l'évaluation de l'hétéromogénéité du polymère (distribution des masses molaires). - Pour un réseau tridimensionnel (réticulation), le concept de degré de polymérisation et de masse molaire devient indéfini. -STRUCTURE ET MORPHOLOGIE DES POLYMERES
Chapitre 3	**- FORMULATION DES MATIERES PLASTIQUES**	5h	- Comprendre l'intérêt et la procédure permettant le passage du polymère à la matière première plastique au travers l'incorporation d'ingrédients spécifiques.

			- Différencier les rôles et les impacts des différents additifs et adjuvants sur les propriétés de la matière plastique à transformer. - Savoir les critères de compatibilité des charges, plastifiant, stabilisants, colorants…, avec le type polymère avec lequel ils vont être mélangés.
Chapitre 4	**- Procédés de mise en œuvre et de mise en forme des matières plastiques**	3h00	-connaitre le mode opératoire des différents procédés de mise en œuvre et de mise en forme des matières plastiques.
Chapitre 5	**Recyclage des matières plastiques**	7h	- connaitre impact environnementale des déchets plastiques -Connaitre les différentes procédures de recyclage

2. METHOGOLOGIE:

Les heures de contacts consiste à

Cours intégré (h)	21

3. EVALUATION :

Type	Couvrant quel(s) chapitres(s)	Pondération
DS	1-2-3	30%
Examen final	All	70%

4. RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES ET LOGISTIQUES RECOMMANDÉES :

- BERBAIN (F.), CHEVALIER (A.) et CHOUDIN (C.). – Mise en œuvre des composites. Méthodes et matériels. Traité Plastiques et Composites. A 3 720 (1997).

- VERDU (J.). Stabilisation des plastiques. AFNOR Eyrolles 1984.

- DEFOSSE (R.). – Colorants et pigments. Traité Plastiques et Composites. A 3 233.

- TROTIGNON (J.-P.), VERDU (J.) DOBRACGINSKY (A.) et PIPERAUD (M.). – Précis Matières Plastiques. AFNOR, Natan 1996.

- C. CARROT et J. GUILLET – From dynamic moduli to molecular weight distribution: a study of various polydisperse linear polymers. J. of Rheology 41 (1997) p. 1203-1221.

- REYNE (M.). – Aspect technico-économiques de l'utilisation des plastiques. Techniques de l'ingénieur. AM 3 020 (1998).

- MULLER (H.) et GACHTER (R.). – Plastics Additives. 3rd edition. Carl Hanser 2001.

- ZWEIFEL (H.). – Plastics Additives Handbook. 5th edition. Carl Hanser 1990.

- NAUDIN (C.-A.). – Nomenclature, classification et formules chimiques des polymères. Traité Plastiques et Composites. A 3 035 (1995).

Pyrolyse - Combustion - Gazéification

Code : GP_op 05 113

Enseignant : Amal Elleuch Kallel

Grade : Maître de Conférences

Etablissement: Institut Préparatoire des Etudes d'Ingénieurs de Sfax

Email : amal-elleuch@hotmail.com

Durée totale du module

49 h

Heures de contacts	Activités hors classe
28	21

Crédits équivalents

2ECTS

Responsable du module: Issam Ksentini

Semestre 5

1. DESCRIPTION DU COURS ET COMPÉTENCES VISÉES :

1.1: Description du cours

Ce cours comporte 4 grands axes :

- Le premier consiste à définir **Les biocombustibles** sont des combustibles non fossiles. Il s'agit de porteurs d'énergie qui stockent l'énergie dérivée de matériaux organiques (biomasse), y compris de matières végétales et d'excréments d'animaux. Le terme biocarburants est souvent utilisé pour désigner les biocombustibles liquides pour le transport.
- Dans la plupart des cycles moteurs, les quantités de chaleur nécessaires au fonctionnement du cycle sont obtenues par combustion des combustibles, c.-à-d. par des réactions chimiques d'oxydation exothermiques. En effet, le deuxième axe est consacré à l'analyse des systèmes subissant de telles réactions chimiques de combustion, sur base des premier et second principe. Les bilans de matière servent à déterminer les caractéristiques importantes de la combustion tels que le pouvoir fumigène, comburivore et le teneur des gaz issues au niveau des fumées. On se bornera à considérer des situations d'équilibre, et par conséquent, on n'abordera pas les phénomènes cinétiques.
- Dans le troisième volet traite la **pyrolyse** un procédé capable de convertir la biomasse relativement sèche en divers combustibles à haut PCI stockables, sous forme gazeuse, liquide et solide (le charbon de bois).
- Enfin, la gazéification de la biomasse est étudiée. Ce dernier procédé comporte schématiquement deux grandes étapes : une pyrolyse produisant des phases gazeuse, liquide et solide, suivie de la gazéification proprement dite de ces deux dernières phases par introduction d'un agent de gazéification (air, vapeur d'eau ou CO_2).

Objectifs

Le but principal de ce cours est d'être capable d'apporter des solutions novatrices sur des problèmes de réduction de consommation d'énergie et environnementaux lorsqu'un problème de conversion thermochimique de la biomasse est en jeu.

1.2 : Prérequis

- Thermodynamique (1er principe)

- Bilan de masse d'un système ouvert

- Bilan d'énergie d'un système ouvert

- Thermiques

1.3: Compétences visées

Chapitre	Titre	Durée	Compétences visées
Chapitre 1	Généralités sur la biomasse et les biocombustibles	7	Acquérir des connaissances théoriques et techniques approfondies sur le domaine de la biomasse, en mettant l'accent sur les Biocombustibles et les biocarburants de la première, deuxième et troisième génération.
Chapitre 2	Combustion des combustibles complexes (biomasse)	7	Acquérir des connaissances théoriques et techniques approfondies sur la combustion (neutre, réductrice, oxydante) Identifier, formuler et résoudre des problèmes particuliers en recourant aux diagrammes de combustion et d'Ostwald. Analyser et résoudre scientifiquement des problèmes dont la définition est incomplète et qui présentent des spécifications concurrentes : Savoir établir un bilan énergétique (pertes par fumées de combustion).
Chapitre 3	Pyrolyse	7	Acquérir des connaissances théoriques et techniques approfondies sur le Pyrolyse, ses conditions opératoires et

			ses types. Maitriser la technique d'Analyse thermogravimétrique. Etudier la cinétique de la pyrolyse. Analyser et évaluer les produits, les procédés et les méthodes utilisés dans leur discipline sur la base de faits scientifiques ;
Chapitre 4	Gazéification de la biomasse	7	Acquérir des connaissances théoriques et techniques approfondies sur : • la gazéification et son mécanisme • le gazogène Etudier de la Cinétique de la réaction de gazéification de charbon de bois à la vapeur d'eau.

2. METHOGOLOGIE:

Les heures de contacts consiste à

Cours intégré (h)	28

3. EVALUATION :

Type	Couvrant quel(s) chapitres(s)	Pondération

DS	1-2	30%
Examen final	All	70%

4. RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES ET LOGISTIQUES RECOMMANDÉES :

- LA COMBUSTION DU BOIS ET SES IMPACTS SUR LA QUALITÉ DE L'AIR. Jean-Pierre SAWERYSYN. Air Pur - N°81 (2012)

- Jameel, H., Keshwani, D., Carter, S., and Treasure, T., 'Thermochemical Conversion of Biomass to Power and Fuels', in *Biomass to Renewable Energy Processes*, Cheng, J. (ed), CRC Press, Florida 2010, ss. 447-487.

Energie électrique solaire photovoltaïque

Enseignant:... Amina MSEDDI

Grade:... Enseignant

Université : Institut international de technologie (IIT)

Messagerie électronique : amina.mseddi@iit.ens.tn

Volume horaire total du cours

49 h

Heures de contact	Activités hors classe
28	21

Les crédits équivalents

2 ECTS (2 ECTS)

Responsable du module : Amina Mseddi

Semestre 5

1. DESCRIPTION DU COURS ET DES COMPÉTENCES COUVERTES :

1.1 : Description du cours

Ce cours vise à introduire les notions nécessaires à l'étude et à la conception d'installations photovoltaïques en fournissant des informations théoriques, des exercices et des exemples pratiques.

Il contribue au développement systématique des compétences requises dans le secteur de l'énergie solaire/photovoltaïque. Il vise à soutenir le développement de structures de qualification au niveau national. Ces structures devront être pratiques et orientées vers les besoins des entreprises du secteur photovoltaïque.

Objectifs

Les activités du cours ont comme point de référence principal les bases d'un cadre de référence de formation continue pour l'installation-entretien de systèmes solaires photovoltaïques, élaboré et validé par la partie tunisienne, qui doit être complété par les éléments didactiques manquants. Dans le même temps, l'objectif est de développer les compétences humaines pour les mettre en pratique et ensuite les ancrer dans le secteur de la formation professionnelle au niveau national puis international. Les objectifs de ce cours peuvent être résumés comme suit :

1. Caractériser les différents types de panneaux photovoltaïques
2. Déterminer l'influence des masques, de la température, de l'orientation et de l'inclinaison sur les performances des modules/champs photovoltaïques
3. Définir le rôle et les caractéristiques des onduleurs, puis choisir méthodes appropriées de dimensionnement approprié des onduleurs
4. Identifier et analyser les types de défauts sur une installation PV
5. Évaluer les techniques applicables en fonction de leurs connaissances imminentes afin d'identifier les normes et les exigences relatives au choix des dispositifs de protection

A l'issue de ce cours, l'ingénieur étudiant va acquérir des connaissances techniques approfondies sur les exigences des normes électriques et photovoltaïques leur permettant d'agir de manière responsable dans leurs activités professionnelles liées au photovoltaïque déposé et doit être en mesure de réaliser une installation photovoltaïque raccordée au réseau comprenant son étude, dimensionner, réalisation et maintenance et plus précisément.

1.2: Prérequis

Ce cours est basé sur les connaissances générales dans : ingénierie électrotechnique, ingénierie électronique de puissance et automatique, quelques rappels sont donnés au début du cours.

1.3 : Résultats d'apprentissage

Chapitre	Titre	Durée	Résultats d'apprentissage
Chapitre 1	**Modules photovoltaïques**	3h	Caractériser les différents types de panneaux photovoltaïques : (fabrication, caractéristiques, couplage, fixation, normalisation). Déterminer l'influence des masques, de la température, de l'orientation et de l'inclinaison sur les performances des modules/champs PHOTOVOLTAÏQUES
Chapitre 2	**Onduleurs PV « On-Grid »**	5h	Définir le rôle et les caractéristiques des onduleurs Appliquer les critères de dimensionnement des onduleurs
Chapitre 3	**Dispositifs de protection**	5h	Identifier les types de défauts sur une installation PV et les dispositifs de protection Caractériser les différents dispositifs de protection
Chapitre 4	**Câblage électrique et connexion**	5	Choisir les câbles appropriés pour l'installation selon les normes internationales Interprétation des différents schémas de câblage
Chapitre 5	**Conception et dimensionnement des installations photovoltaïques**	10h	Mise en œuvre des logiciels Autocad et PVSYST

2. MÉTHODOLOGIE :

Les heures de contact consistent en :

Cours intégré (h)	18
Travail pratique (h)	10
Visites (nombre)	1

3. ÉVALUATION :

Type	Couvrant quel chapitre (s)	Les facteurs de pondération
Projet	Tous	35%
Examen final	1-4	65%

4 BIBLIOGRAPHIE ET LOGISTIQUE RECOMMANDÉES :

•http://re.jrc.ec.europa.eu/pvgis

•Référentiel Quali PV2011 à PV2016

•http://re.jrc.ec.europa.eu/pvgis : PVGIS, UE, Afrique

•NORME INTERNATIONALE CEI-61730, CEI-61646 et CEI-61215, CEI - 60364, NF C 15 100

•Tréférence echnical de la Compagnie tunisienne d'électricité et de gaz

•Guide UTE 15-712

Technologie des Appareils de Génie Chimique TAGC

Code : GP 05 105

Enseignant : Lassaad Ben Mansour

Grade : Professeur

Établissement : FSS

Email :

lassaadbenmansour@yahoo.fr

Durée totale du module

56 h

Heures de contacts	Activités hors classe
28	28

Crédits équivalents :2ECTS

Responsable du module: Issam Ksentini

Semestre 5

1. DESCRIPTION DU COURS ET COMPÉTENCES VISÉES :

1.1: Description du cours

Ce cours lie les notions étudiées dans les opérations unitaires au tour des équipements utilisés dans le domaine du génie des procédés

Objectifs

A l'issus de ce cours les étudiants doivent être capable de

- combiner les connaissances dans différents domaines pour dimensionner les pompes, les compresseurs et les évaporateurs
- planifier, de contrôler et de surveiller les processus et de développer et d'exploiter des systèmes et des équipements ;

1.2 : Prérequis

- Bilan

- turbomachines

- opérations unitaires

1.3: Compétences visées

Chapitre	Titre	Durée	Compétences visées
Chapitre 1	**ECOULEMENT DES FLUIDES**	7	Maitriser les notions théoriques liées à : • la viscosité, vitesse et débit du liquide • Rayon hydraulique et diamètre équivalent • Ecoulements laminaires, turbulents et répartition des vitesses • Résistance hydrodynamique et pertes de charge dans les conduites Identifier, formuler et résoudre les problèmes en utilisant l'équation de

			Bernoulli dans le cas d'un fluide parfait et d'un fluide réel
Chapitre 2	**LES POMPES**	7	se familiariser de manière ciblée des différents types de pompes et leurs fonctionnements une compréhension pratique des méthodes de caractérisation des pompes (leurs paramètres principales et leurs courbes caractéristiques) et la capacité de les dimensionner de manière compétente.
Chapitre 3	**LES COMPRESSEURS**	7	se familiariser de manière ciblée des différents types de compresseurs et leurs fonctionnements une compréhension pratique des méthodes de caractérisation des compresseurs (leurs rendements et taux de compression) et la capacité de calculer leur puissance de manière compétente
Chapitre 4	**LES EVAPORATEURS**	7	se familiariser de manière ciblée des différents types des évaporateurs et leurs fonctionnements être capable d'établir un bilan matière et un bilan thermique des évaporateurs

2. METHOGOLOGIE:

Les heures de contacts consiste à

Cours intégré (h)	28

3. EVALUATION :

Type	Couvrant quel(s) chapitres(s)	Pondération
DS	1-2	30%
Examen final	All	70%

4. RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES ET LOGISTIQUES RECOMMANDÉES :

1. Technologie de génie chimique , P Anglaret., S .Kazmierezak., " C.R.D.P

Amiers.1989

2. Procédées et appareils de la technologie chimique A.G. Kassatkin. Editions Khimya, Moscou, 1978
3. Applications des Procédés et appareils de la technologie chimique ,P.Romankov et K.F. Pavlov Editions Mir. Moscou, 1986
4. Le pétrole raffinage et génie chimique, P .Wuithier . Editions technip. Paris, 1972
5. Dimensionnement des appareils de technologie chimique ,Y.I. Ditnersky , Editions Khimya, Moscou, 1983
6. Technique de l'ingénieur ; Génie des Procédés J2, J.C. Charpentier "" 1997.Paris

Transfert de chaleur avec changement de phase

Code: GP_op 05 112

Enseignant : Mourad Ben Zina

Grade: …Professeur

Etablissement: ENIS

Email:

mourad_benzina@yahoo.fr

Durée totale du module

49 h

Heures de contacts	Activités hors classe
28	21

Crédits équivalents

2ECTS

Responsable du module: Issam Ksentini

Semestre 5

1. DESCRIPTION DU COURS ET COMPÉTENCES VISÉES :

1.1: Description du cours

De multiples procédés utilisés dans l'industrie sont très souvent le siège d'échanges de chaleur avec changement de phase, soit parce que c'est le but recherché, soit parce que ceux-ci interviennent d'une manière inévitable.

Les objectifs principaux de ce cours qui complète le cours de transfert thermique, qui donne les fondements des modes de propagation de la chaleur : conduction, convection et rayonnement, enseigné en première année d'ingénieurs est de :

Répondre à la question : Qu'est-ce qu'un transfert de chaleur avec changement de phase ?

Montrer pourquoi est-ce important de l'étudier.

Les réponses apportées à ces questions permettront de comprendre les mécanismes physiques mis en jeu dans les transferts de chaleur avec changement de phase et d'apprécier l'importance de ces transferts de chaleur dans les problèmes industriels, environnementaux et économiques.

Objectifs

Après ce cours, les élèves doivent pouvoir :

- Comprendre les différences entre convection forcée et naturelle, ébullition en cuve et ébullition convective, et connaître les mécanismes physiques qui gouvernent ces phénomènes.

- Être capable de déterminer des coefficients d'échange dans des cas et des géométries simples.

- Appliquer la théorie pour calculer le flux de chaleur dans des procédés industriels.

- Modéliser des écoulements diphasiques avec ébullition/condensation.

- Savoir rédiger un cahier des charges pour un évaporateur, un condenseur voire un dispositif de stockage.

- Savoir choisir, concevoir ou dimensionner voire diagnostiquer une défaillances d'un évaporateur ou condenseur et d'un dispositif de stockage de chaleur.

1.2 : Prérequis

Bilans de matière et de chaleur

Transferts de chaleur par Conduction Transferts de chaleur par Conduction

Transferts de chaleur par Convection

Mécanique des fluides

Thermodynamique générale

1.3: Compétences visées

Chapitre	Titre	Durée	Compétences visées
Chapitre 1	*Introduction générale*	*9*	*Introduire la problématique des systèmes à changement de phase liquide et vapeur.* *Comprendre et maitriser la Thermodynamique des milieux diphasiques : nucléation et états métastables/rappels sur les mélanges de fluides.*
Chapitre 2	*Ebullition*	*9*	• *Comprendre et maitriser le transfert de chaleur lors de l'ébullition en cuve,* *Comprendre et maitriser le transfert de chaleur lors de l'ébullition convective,*
Chapitre 3	Condensation	*10*	*Effectuer une étude détaillée des transferts de chaleur et de masse lors*

			de la condensation d'une plaque verticale isotherme et d'une vapeur pure au repos (Théorie de Nusselt)

2. METHOGOLOGIE:

Les heures de contacts consiste à

Cours intégré (h)	28

3. EVALUATION :

Type	Couvrant quel(s) chapitres(s)	Pondération
DS	1-2	30%
Examen final	All	70%

4. RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES ET LOGISTIQUES RECOMMANDÉES :

1. J.F. Sacadura, Transferts thermiques – Initiation et approfondissement, Ed. Lavoisier, 2015.

2. R.B Bird, W.E. Stewart, E.N. Lightfoot, Transport phenomena, 2ème Ed., Wiley & Sons, 2007. A. Giovannini et B. Bédat, Transfert de chaleur, Ed. Cépaduès, 2012.

3. James R. Welty, Charkes E. Qicks, Robert E. Wilson; Gregory Rorrer, Fundamentals of Momentum, Heat, and Mass Transfer. 4th editionWiley& Sons, 2001.

4. Leontiev, Théorie des échanges de chaleur et de masse – Édition Mir-Moscou 5. H.W. Mac Addams La transmission de la chaleur - Dunod - Paris

6. F. P. Incropera, D. P. Dewitt - Fundamentals of Heat and Mass Transfer - Wiley, N.Y. - 2002

7. Bontemps, A. Garrigue, C. Goubier, J. Huetz, C. Marvillet, P. Mercier Et R. Vidil – Échangeur de chaleur – Technique de l'Ingénieur, Traité Génie Énergétique

8. Fundamentals of Heat and Mass transfer, F. P. INCROPERA, D. P. DEWITT, John Wiley&Sons, Inc, 2006 Transferts thermiques, J. TAINE, J.-P. PETIT, Dunod, 1995 Principles of Heat Transfer, M. KAVIANY, John Wiley&Sons, Inc, 2002 ;

Atelier Énergétique

Code : GP_op 05 110

Enseignant : GHARBI Mohamed Amine

Grade : Maitre Technologue

Etablissement: ISET Sfax

Email :

Mohamedamine.elgharbi@gmail.com

Durée totale du module

77 h

Heures de contacts	Activités hors classe
42	35

Crédits équivalents

3ECTS

Responsable du module: Issam Ksentini

Semestre 5

1. DESCRIPTION DU COURS ET COMPÉTENCES VISÉES :

1.1: Description du cours

L'isolation thermique est le moyen le plus efficace de maintenir une température idéale. D'un point de vue technique, l'isolation consiste à minimiser la transmission de l'énergie calorifique entre différents espaces adjacents. L'avancée technologique de nos jours autorise un contrôle plus précis de la température et de l'humidité. Dans le contexte des pays africains en voie de développement, ces initiatives de conservation des aliments doivent couvrir un vaste champ de techniques. Ce cours tourne autour de cette thématique.

Objectifs

L'étudiant sera capable de faire le dimensionnement et le bilan des différents types de systèmes frigorifiques (chambres froides positives, négatives et tunnels de congélation), faire le choix des équipements à installer de la machine frigorifique.

L'étudiant sera capable de faire le dimensionnement des réseaux de gaines de climatisation (circulaires et réctangulaires) et calculer les pertes de charges du circuit pour faire le choix des compresseurs de CTA

1.2 : Prérequis :

Thermodynamique ; mécanique des fluides ; transfert thermique ; échangeurs de chaleur ; chaudières

1.3: Compétences visées

Chapitre	Titre	Durée	Compétences visées
Chapitre 1	Bilan des chambres froides	15	Avoir les compétences théoriques et techniques permettant de dimensionner : • Chambres positives • Chambres négatives • Tunnels de congélation

			• Choix des équipements • Raccordement
Chapitre 2	Centrales de traitement d'air	12	Avoir une connaissance critique sur les Technologies et les organes
Chapitre 3	Dimensionnement des réseaux aérauliques	15	Avoir les compétences théoriques et techniques permettant de dimensionner : • Gaines circulaires • Gaines rectangulaires • Pertes de charges et choix des compresseurs

2. METHOGOLOGIE:

Les heures de contacts consiste à

Cours intégré (h)	42

3. EVALUATION :

Type	Couvrant quel(s) chapitres(s)	Pondération
DS	1-2	30%
Examen final	All	70%

4. RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES ET LOGISTIQUES RECOMMANDÉES :

Microsoft Excel

Memothèque Energétique

Frigobase

Technique de l'ingénieur

PREPARATION A LA CERTIFICATION QHSE

Code : GP_op 05 127

Enseignant : … FRIKHA FAYCAL

Grade: …Ingénieur –Auditeur tierce partie ISO 9001-ISO 14001-ISO 45001-ISO 22000 Expert-consultant et formateur en système de management qualité-sécurité des denrées alimentaires-santé et sécurité au travail –énergie et environnement

Etablissement: SYNERGIC MANAGEMENT SERVICE

Email: Faycal.frikha@yahoo.fr

Durée totale du module

56 h

Heures de contacts	Activités hors classe
28	28

Crédits équivalents : 3ECTS

Responsable du module: Issam Ksentini

Semestre 5

1. DESCRIPTION DU COURS ET COMPÉTENCES VISÉES :

1.1: Description du cours

Afin d'engager une démarche qualité ou d'améliorer une existante, une préparation à la certification ISO 9001 est nécessaire. En structurant cette démarche (la mener comme projet avec un objectif bien déterminée), la mise en place de l'ISO 9001, 45001, 14001 et 19011 prend tout son sens, pour l'entreprise et pour l'ensemble du personnel.

Objectifs

Ce module permet à l'étudiant de :

- Comprendre les exigences de la norme ISO 9001 version 2015
- Comprendre les exigences des normes ISO 45001 version 2018
- Comprendre les exigences de la norme ISO 14001 version 2015
- Comprendre les exigences de la norme ISO 19011 version 2018
- Comment préparer un plan d'audit – un check list d'audit
- Comment conduire une réunion d'ouverture
- S'approprier des techniques de formulation des écarts suite à un audit avec une calibration des participants
- Comprendre comment animer une réunion de clôture et rédiger un rapport d'audit
- Comprendre comment devenir un auditeur tierce partie

1.2: Prérequis

Pas de prérequis spécifique

1.3: Compétences visées

Chapitre	Titre	Durée	Compétences visées
Chapitre 1	Exigences ISO 9001 version 2015	4h	Comprendre les enjeux d'un système de management qualité , les 7 principes de management qualité et les exigences de la norme
Chapitre 2	Exigences de la norme ISO 45001 Version 2018	4h	Maitriser la Structure de la norme ISO 45001 Version 2018

			Comprendre les chapitres d'exigence
Chapitre 3	Exigences de la norme ISO 14001 Version 2015	4h	Maitriser la structure de la norme ISO 14001 Version 2015 Comprendre les chapitres d'exigence
Chapitre 4	Exigences de la norme ISO 19011 Version 2018	2h	Comprendre les types d'audit-principes d'audit-phases d'audit de certification –accréditation
Chapitre 5	Planification d'un audit	6h	Comprendre comment préparer un programme d'audit – plan d'audit-check list d'audit
Chapitre 6	Réalisation d'audit	6h	Comprendre comment conduire une réunion d'ouverture – entretien lors des audits – préparation des constats d'audit-réunion de clôture
Chapitre 7	Suivi de l'audit	2h	Maitriser la clôture les actions correctives –compétence de l'auditeur

2. METHOGOLOGIE :

Les heures de contacts consiste à

Cours intégré (h)	28
TP (h)	
Projet (h)	
Visites (h)	

3. EVALUATION :

Type	Couvrant quel(s) chapitres(s)	Pondération
DS	1-2-3	30%
Examen final	4-5-6-7	70%

4. RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES ET LOGISTIQUES RECOMMANDÉES :

La norme ISO 45001 Version 2018 - la norme ISO 19011 Version 2018-la norme ISO 31000 version 2018-la norme ISO 9001 Version 2015-la norme ISO 14001 Version 2015

Ingénierie des gazs naturels

Code : GP_op 05 124

Enseignant : …Amine Gharbi

Grade: …Enseignant

Etablissement: ISET

Email:

mohamedamine.elgharbi@gmail.com

Durée totale du module

49 h

Heures de contacts	Activités hors classe
28	21

Crédits équivalents

3ECTS

Responsable du module: Issam Ksentini

Semestre 5

1. DESCRIPTION DU COURS ET COMPÉTENCES VISÉES :

1.1: Description du cours

Le domaine de l'ingénierie du gaz naturel (GN) concerne les thématiques de la découverte, la production et le transfert du GN .

Ce cours fournit aux étudiants des connaissances de base et techniques en gaz naturel pour former des ingénieurs innovants et entreprenants qui résolvent leurs problèmes dans une perspective d'ingénierie respectueuse de l'environnement.

Le cours portera sur trois principaux volets à savoir la production de gaz naturel, la performance des puits de forage et le transport du gaz. Ce cours mettra également en évidence l'état actuel de la production de gaz naturel dans le monde.

Objectifs

A la fin de ce cours l'étudiant sera capable de :

- Savoir caractériser les gaz naturels
- Connaitre les paramètres de performance des puits de forage
- Savoir appliquer les actions correctives en cas d'écoulements non conformes
-

1.2: Prérequis

- Bilan de matière

- Mécanique des fluides

- Thermodynamiques

1.3: Compétences visées

Chapitre	Titre	Durée	Compétences visées
Chapitre 1	Introduction à la production de gaz	5	- Connaitre les différentes phases de production du gaz dans un forage - Présenter les principaux facteurs techniques de la production de gaz naturel

			-Maitriser les principes et les unités de traitement du gaz
Chapitre 2	Propriétés du gaz naturel	5	- Savoir déterminer les principales propriétés des gaz - Mettre en œuvre une démarche d'investigation permettant la résolution d'un problème traitant des gaz naturels et ses transformations chimiques -Analyser un phénomène lié aux comportements des gaz -Prédire, qualitativement et quantitativement, le comportement des substances gazeuses et la spontanéité d'une réaction chimique
Chapitre 3	Performance des puits de forage	9	- Connaitre le contexte et les aspects fondamentaux du forage et de l'exploitation des puits d'hydrocarbures - Maitriser les paramètres opératoires des puits de forages rendant performant la production des gaz - Maitriser les opérations de bases dans l'industrie des gaz naturels
Chapitre 4	Transport des Gaz	9	- Connaitre la conception standardisée des pipelines - Savoir appliquer des actions correctives des écoulements non conformes

2. METHOGOLOGIE :

Les heures de contacts consiste à

Cours intégré (h)	28
TP (h)	

Projet (h)	
Visites (h)	

3. EVALUATION :

Type	Couvrant quel(s) chapitres(s)	Pondération
DS	1	30%
Examen final	2-3-4	70%

4. RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES ET LOGISTIQUES RECOMMANDÉES :

- B. Guo and A. Ghalambor, Natural Gas Engineering Handbook, Gulf Publishing Company, 2005.
- D.L. Katz and R.L. Lee, Natural Gas Engineering, McGraw_Hill, 1990.

Workshop en genie pétrolier

Code: GP_op 05 122

Enseignant: Ayman AYADI

Grade: Expert

Etablissement: SEREPT

Email: ayman.ayadi.chem.eng@gmail.com

Durée totale du module

77 h

Heure de contact	Activités hors cours
42	35

Crédits équivalents: 3 ECTS

Semestre 5

1. DESCRIPTION DU COURS ET COMPÉTENCES VISÉES :

1.1: Description du cours

Dans le contexte institutionnel tunisien, il est impératif de maîtriser les dispositions législatives, relatives aux activités de prospection, d'exploration et d'exploitation des hydrocarbures. Ce cours permettra aux étudiants d'apprendre les procédures légales à respecter dans les domaines des Hydrocarbures.

Objectifs

A l'issue de ce cours, l'étudiant sera capable de

- Connaître les règles juridiques relatives aux activités de prospection, d'exploration et d'exploitation des hydrocarbures.

1.2: Prerequis

Traitement des déchets solides

Traitement des eaux

1.3: Compétences visées

Chapitre	Titre	Durée	Compétences visées
Chapitre 1	Présentation de l'entreprise "Tunisian National Oil Company" ETAP	3h	- connaître l'entreprise locale habilitée à réaliser des études dans le secteur pétrolier et ses missions - Connaître les réglementations légales gérées par la “ETAP”
Chapitre 2	Définitions et clauses générales	9h	- Définir le régime juridique applicable à la prospection préliminaire, à l'exploration et à l'exploitation des hydrocarbures, ainsi qu'aux constructions et installations permettant l'accomplissement de ces activités.

Chapitre 3	L'action de prospection	9h	- Connaître l'autorisation de prospection - connaître les prérogatives accordées par l'autorisation de prospection
Chapitre 4	L'exploration et l'exploitation des hydrocarbures	9h	- Apprendre les normes en matière de transport d'hydrocarbures par pipelines - apprendre la réglementation légale dans l'exploration et l'exploitation des hydrocarbures
Chapitre 5	Catégories de projets : cas réels	12h	- Appliquer les connaissances acquises dans des cas réels

2. METHODOLOGIES:

Les heures de contacts consiste à

Cours intégré (h)	30h
Projet (h)	12h

3. EVALUATION:

Type	Couvrant quel(s) chapitres(s)	Pondération
Projet	Tous les chapitres	20%
DS	Chapitre 1-2-3	25%
Examen final	Tous les chapitres	55%

4. RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES ET LOGISTIQUES RECOMMANDÉES :

- Documents offficiels dans http://www.etap.com.tn/
- Hydrocarbons Code under Law No. 99-93, 17 August 1999

Ingénierie des gazs naturels

Code: GP_op 05 124

Enseignant: Amine Gharbi

Grade: Enseignant

Etablissement: ISET-Sfax

Email: mohamedamine.elgharbi@gmail.com

Durée totale du module

49 h

Heure de contact	Activités hors cours
28	21

Crédits équivalents: 2 ECTS

Semestre 5

1. DESCRIPTION DU COURS ET COMPÉTENCES VISÉES :

1.1: Description du cours

Le domaine de l'ingénierie du gaz naturel (GN) concerne la découverte, la production et le transfert du GN.

Ce cours fournit aux étudiants des connaissances de base et techniques sur le gaz naturel afin de former des ingénieurs innovants et entreprenants qui résolvent leurs problèmes dans une perspective d'ingénierie respectueuse de l'environnement.

Le cours se concentrera sur trois composantes principales, à savoir la production de gaz naturel, la performance des puits de forage et le transport du gaz. Le cours mettra également en évidence l'état actuel de la production de gaz naturel dans le monde.

Objectifs

A l'issue de ce cours, l'étudiant sera capable de

- Savoir caractériser les gaz naturels

- Connaître les paramètres de performance des forages

- Savoir appliquer des actions correctives en cas de flux non conformes

1.2: Prerequis

- Bilan de matière

- Mécanique des fluides

- Thermodynamique

1.3: Compétences visées

Chapitre	Titre	Durée	Compétences visées
Chapitre 1	Introduction à la production de gaz	3h	- Connaître les différentes phases de la production de gaz dans un forage. - Présenter les principaux facteurs techniques de la production de gaz naturel -Maîtriser les principes et les unités de traitement du gaz
Chapitre 2	Propriétés du gaz naturel	9h	- Savoir déterminer les principales propriétés des gaz - Mettre en œuvre une démarche d'investigation permettant la résolution d'un problème portant sur le gaz naturel et ses transformations chimiques. - Analyser un phénomène lié au comportement des gaz - Prédire, qualitativement et quantitativement, le comportement des substances gazeuses et la spontanéité d'une réaction chimique.
Chapitre 3	Performance des forages	9h	- Comprendre le contexte et les aspects fondamentaux du forage et de l'exploitation des puits d'hydrocarbures. - Maîtriser les paramètres d'exploitation des forages pour assurer une production efficace de gaz.

			- Maîtriser les opérations de base dans l'industrie du gaz naturel
Chapter 4	Transport du gaz	9	- Connaître la conception normalisée des pipelines - Savoir appliquer des actions correctives aux flux non conformes

2. METHODOLOGIES:

Les heures de contacts consiste à

Cours intégré (h)	30h
Projet (h)	12h

3. EVALUATION:

Type	Couvrant quel(s) chapitres(s)	Pondération
Projet	Tous les chapitres	20%
DS	Chapitre 1-2-3	25%
Examen final	Tous les chapitres	55%

4. RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES ET LOGISTIQUES RECOMMANDÉES :

- B. Guo and A. Ghalambor, Natural Gas Engineering Handbook, Gulf Publishing Company, 2005.
- D.L. Katz and R.L. Lee, Natural Gas Engineering, McGraw_Hill, 1990.

Ingénierie des réservoirs

Code : GP_op 05 123

Enseignant : …Amine Gharbi

Grade: …Enseignant

Etablissement: ISET

Email: mohamedamine.elgharbi@gmail.com

Durée totale du module

49 h

Heures de contacts	Activités hors classe
28	21

Crédits équivalents

2ECTS

Responsable du module: Issam Ksentini

Semestre 5

1. DESCRIPTION DU COURS ET COMPÉTENCES VISÉES :

1.1: Description du cours

L'étude du comportement statique et dynamique des réservoirs pétroliers, des mécanismes de piégeage des fluides, des régimes de pression, ainsi que des mécanismes de drainage naturel est d'une importance capitale pour un ingénieur en génie des procédés spécialisé en pétrochimie. C'est dans ce cadre que s'inscrit ce cours qui va permettre aux étudiants de maitriser ce volet très important du domaine de pétrole.

Objectifs

Les objectifs principaux de ce cours sont :

- Acquérir les connaissances théoriques relatives au cadre global d'une étude de réservoir,
- Savoir caractériser et de modéliser des réservoirs pétroliers,
- Savoir manipuler les paramètres opératoires de contrôle de pression au sein des réservoirs
- Savoir appliquer les actions correctives suites aux problèmes pouvant avoir lieu dans les réservoirs

1.2: Prérequis

- Bilan de matière

- Mécanique des fluides

1.3: Compétences visées

Chapitre	Titre	Durée	Compétences visées
Chapitre 1	Introduction générale	4	- Introduire la caractérisation des réservoirs et à leur modélisation statique -Connaitre des architectures réservoirs pétroliers (Interprétation de données sismiques et pitfalls et Interprétation de diagraphies - Hands-on)
Chapitre 2	Contrôle de la pression au sein	10	- Savoir définir des modèles et la géométrie des réservoirs - Savoir définir les propriétés de l'aquifère

	du réservoir		- Connaitre les stratégies d'intervention et les principales actions correctives
Chapitre 3	Forçage du piégeage capillaire au sein du réservoir	8	- Connaitre les mécanismes et les modèles du piégeage capillaire - Savoir traiter les problèmes de surpression induits par l'injection de saumure - Mener une brève évaluation des risques hydrauliques et mécaniques
Chapitre 4	Contrôle des pressions des aquifères sus-jacentes	6	- Savoir évaluer l'efficacité des barrières hydrauliques - Savoir manipuler les principales contraintes liées à la répartition non uniformes des gradients de pression

2. METHOGOLOGIE :

Les heures de contacts consiste à

Cours intégré (h)	28

3. EVALUATION :

Type	Couvrant quel(s) chapitres(s)	Pondération
DS	1-2	30%
Examen final	Tous les chapitres	70%

4. RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES ET LOGISTIQUES RECOMMANDÉES :

- Ahmed, T.: Reservoir Engineering Handbook, Golf Professional Publishing, 2001
- Whitson, C.H, Brule, M. H. Phase behavoir, SPE Monograph, vol. 20, 2000
- Modélisation de techniques d'ingénierie de réservoir pour la gestion du risque de remontée de CO_2 depuis un stockage géologique profond, J. Rohmer, T. Le Guénan, J.-C. Manceau, A. Réveillère, Décembre 2010.

Atelier d'ingénierie pétrolière

Code : GP_op 05 122

Enseignant : Ayman AYADI

Grade: Expert

Etablissement: SEREPT

Email:

ayman.ayadi.chem.eng@gmail.com

Durée totale du module

77 h

Heures de contacts	Activités hors classe
42	**35**

Crédits équivalents

3 ECTS

Semestre 5

1. DESCRIPTION DU COURS ET COMPÉTENCES VISÉES :

1.1: Description du cours

Dans le contexte institutionnel tunisien, il est impératif de maîtriser les dispositions législatives, relatives aux activités de prospection, d'exploration et d'exploitation des hydrocarbures. Ce cours permettra aux étudiants d'apprendre les procédures légales à respecter dans les domaines des Hydrocarbures.

Objectifs

- A l'issue de ce cours, l'étudiant sera capable de
- - Connaître les règles juridiques relatives aux activités de prospection, d'exploration et d'exploitation des hydrocarbures.

1.2: Prérequis

Traitement des déchets solides

Traitement des eaux

1.3: Compétences visées

Chapitre	Titre	Durée	Compétences visées
Chapitre 1	Présentation de l'entreprise "Tunisian National Oil Company" ETAP	3h	- connaître l'entreprise locale habilitée à réaliser des études dans le domaine pétrolier et ses missions - Connaître les réglementations juridiques gérées par l'"ETAP".
Chapitre 2	Définitions et dispositions générales	9h	- Définir le régime juridique applicable à la prospection préliminaire, à l'exploration et à l'exploitation des hydrocarbures, ainsi qu'aux constructions et installations permettant l'accomplissement de ces activités..
Chapitre 3	L'activité de prospection	9h	- Connaître l'autorisation de prospection

			- connaître les prérogatives accordées par l'autorisation de prospection
Chapitre 4	L'exploration et l'exploitation des hydrocarbures	9h	- Apprendre les normes en matière de transport d'hydrocarbures par pipelines - apprendre la réglementation légale dans l'exploration et l'exploitation des hydrocarbures
Chapitre 5	Projet Categories: real cases	12h	Projet Catégories : cas réels

2. METHOGOLOGIE:

Les heures de contacts consiste à

Cours intégré (h)	30h
TP (h)	
Projet (h)	12h
Visites (h)	

3. EVALUATION:

Type	Couvrant quel(s) chapitres(s)	Pondération
Projet	Tous les Chapitres	20%
TP		
DS	Chapitre 1-2-3	25%
Oral test		

Examen final	Tous les Chapitres	55%

4. RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES ET LOGISTIQUES RECOMMANDÉES :

- Official documents in http://www.etap.com.tn/
- Hydrocarbons Code under Law No. 99-93, 17 August 1999

Puit forrage

Code : GP_op 05 126

Enseignant : …Amine Gharbi

Grade: …Enseignant

Etablissement: ISET

Email: mohamedamine.elgharbi@gmail.com

Durée totale du module

49 h

Heures de contacts	Activités hors classe
28	21

Crédits équivalents

3ECTS

Responsable du module: Issam Ksentini

Semestre 5

1. DESCRIPTION DU COURS ET COMPÉTENCES VISÉES :

1.1: Description du cours

Partant de la définition basique que le forage pétrolier permet d'atteindre les roches poreuses et perméables du sous-sol, susceptibles de contenir des hydrocarbures liquides ou gazeux et dont la valeur ne cesse d'augmenter, et compte tenu de l'innovation inévitable dans les technologies d'extraction, la maitrise des équipements et les techniques de forage devient indispensable pour les étudiants qui choisit un parcours de pétrochimie.

Ce cours s'inscrit donc dans le parcours optionnel de pétrochimie et permettra aux étudiants de découvrir le monde des forages dans le secteur pétrolier.

Objectifs

A la fin de ce cours l'étudiant sera capable de :

- Connaitre les équipements utilisés dans les forages
- Maitriser les opérations techniques de forage
- Savoir détecter les problèmes de forage et les résoudre.
-

1.2: Prérequis

- Mécanique des fluides

- Energie fossile et Méthode géophysique d'investigation

1.3: Compétences visées

Chapitre	Titre	Durée	Compétences visées
Chapitre 1	Les équipements de sécurité dans un	10	- identifier les dangers spécifiques/risques associés aux opérations de forage et de maintenance et définir les mesures de prévention,

	forage		-maîtriser les pratiques typiques du management de la sécurité sur site (prévention, protection, analyse des incidents). -Connaitre les différents paliers et mesure de sécurité (la boue de forage – l'obturateur d'éruption)
Chapitre 2	Les opérations techniques du forage	9	-Présenter la technique de forage et ses modalités d'exécution (fonctionnement, technique et conditions d'utilisation). - Maitriser le mode de fonctionnement du forage rotary - Connaitre le mode de démarrage de forage et la fin de phase - Savoir contrôler un forage
Chapitre 3	Problèmes des forages	9	- Savoir détecter les problèmes de forage - Savoir mettre un plan d'action correctif

2. METHOGOLOGIE :

Les heures de contacts consiste à

Cours intégré (h)	28
TP (h)	
Projet (h)	
Visites (h)	

3. EVALUATION :

Type	Couvrant quel(s) chapitres(s)	Pondération
DS	Tous les chapitres	30%
Examen final	Tous les chapitres	70%

4. RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES ET LOGISTIQUES RECOMMANDÉES :

Ahmadi, Riadh. (2017). Cours : Techniques de forage (LATF-3).

Simulation avancée en génie pétrolier

Code : GP_op 05 125

Enseignant : …Amine Gharbi

Grade: …Enseignant

Etablissement: ISET

Email: mohamedamine.elgharbi@gmail.com

Durée totale du module

49 h

Heures de contacts	Activités hors classe
28	21

Crédits équivalents

2ECTS

Responsable du module: Issam Ksentini

Semestre 5

1. DESCRIPTION DU COURS ET COMPÉTENCES VISÉES :

1.1: Description du cours

Les logiciels de simulation sont largement utilisés en génie pétrolier et aident les ingénieurs à mieux prédire le comportement des différentes phases dans une installation bien définie. Ce cours permettra aux étudiants d'encore mieux manipuler le logiciel Aspen HYSYS dans le cadre du domaine de pétrochimie.

Objectifs

A la fin de ce cours l'étudiant sera capable de :

- Faire la simulation du raffinage de pétrole
- Faire l'optimisation des procédés
- Faire l'étude dynamique des procédés
- Faire l'étude énergétique des procédés
- Faire l'étude économique des procédés

1.2: Prérequis

- simulation des procédés

- Mécanique des fluides

- Thermodynamique

- Régulation et asservissement

1.3: Compétences visées

Chapitre	Titre	Durée	Compétences visées
Chapitre 1	Introduction générale	4	Se familiariser avec la manipulation avancée du logiciel Aspen HYSYS
Chapitre 2	Procédé de raffinage du pétrole	4.5	Simuler la distillation atmosphérique et la distillation sous vide pour le raffinage du pétrole brut et extraire les différents produits
Chapitre 3	Optimisation des procédés	4.5	Effectuer l'optimisation et l'étude paramétrée des procédés chimiques, traçage des courbes et régulation
Chapitre 4	Etude dynamique des procédés	5	Faire la simulation des procédés en fonction du temps et optimisation du temps de fonctionnement
Chapitre 5	Etude et analyse énergétique des procédés	5	Savoir faire une analyse et une optimisation de la consommation énergétique des procédés
Chapitre 6	Etude économique des procédés	5	Savoir faire et interpréter l'étude et l'optimisation économique des procédés

2. METHOGOLOGIE :

Les heures de contacts consiste à

Cours intégré (h)	
TP (h)	28
Projet (h)	
Visites (h)	

3. EVALUATION :

Type	Couvrant quel(s) chapitres(s)	Pondération
TP	Tous les chapitres	60%
Examen final	Tous les chapitres	40%

-

4. RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES ET LOGISTIQUES RECOMMANDÉES :

- Logiciel Aspen HYSYS
-

Analyse et qualité de l'eau

Code : GP_op 05 118

Enseignant : Lassaad Ben Mansour

Grade: Professor

Etablissement: Science Faculty of Sfax

Email: lassaadbenmansour@yahoo.fr

Durée totale du module

49 h

Heures de contacts	Activités hors classe
28	21

Crédits équivalents

3 ECTS

Semestre 5

1. DESCRIPTION DU COURS ET COMPÉTENCES VISÉES :

1.1: Description du cours

Le métier d'ingénieur en génie des procédés inclut un savoir-faire dans les analyses chimiques tout en suivant des protocoles bien définies et spécifiques à un secteur précis. Parmi ces analyses viennent les analyses chimiques et bactériologiques destinées à détermination de la qualité d'eau.

Ce cours s'inscrit donc dans le contexte du parcours « eau-environnement » et donne un manuel pratique aux étudiants leurs permettant d'analyser « l'eau ».

Objectifs

A la fin de ce cours l'étudiant sera capable de :

- Maitriser les protocoles d'examen bactériologique des eaux
- Maitriser les analyses physicochimiques des eaux
- Maitriser la préparation des réactifs dans les analyses.

1.2: Prérequis

Traitement des eaux

Cinétiques chimiques

Réacteurs

1.3: Compétences visées

Chapitre	Titre	Durée	Compétences visées

Chapitre 1	Examen bactériologique de l'eau	10	- Connaitre le matériel utilisé en bactériologie - Connaitre les procédures d'examen des coliformes, d'échantillonnage et de stérilisation
Chapitre 2	Analyses physico-chimiques de l'eau	10	- Maitriser les analyses Titrimétriques - Maitriser les analyses colorimétriques
Chapitre 3	Préparation des Réactifs Utilisés dans les Analyses	8	- Maitriser les réactifs pour l'alcalinité, le CO_2, les chlorures, la dureté, l'aluminium, les fluorures. - Connaitre la biosécurité en laboratoire

2. METHOGOLOGIE:

Les heures de contacts consiste à

Cours intégré (h)	20h
TP (h)	8h
Projet (h)	
Visites (h)	

3. EVALUATION:

Type	Couvrant quel(s) chapitres(s)	Pondération
Projet		
TP	2-3	25%

DS	1-2	20%
Oral test		
Examen final	1-2-3	55%

3. RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES ET LOGISTIQUES RECOMMANDÉES :

MANUEL PRATIQUE D'ANALYSE DE L'EAU, 4ème édition, Fondation Nationale de la Santé, Brasilia, 2013

Atelier en genie environmental

Code : GP_op 05 116

Enseignant : Lassaad Ben Mansour

Grade: Professeur

Etablissement: Faculté des sciences de Sfax

Email: lassaadbenmansour@yahoo.fr

Durée totale du module

77 h

Heures de contacts	Activités hors classe
42	35

Crédits équivalents

3 ECTS

Semestre 5

1. DESCRIPTION DU COURS ET COMPÉTENCES VISÉES :

1.1: Description du cours

Dans le contexte institutionnel tunisien, il est impératif de maîtriser le contexte juridique et les conditions de lancement des Projets industriels d'un point de vue environnemental. Ce cours permettra aux étudiants de maîtriser les techniques d'élaboration des études d'impact environnemental (EIE) en général et en Tunisie en particulier.

Objectifs

A la fin de ce cours, l'étudiant sera capable de

- Connaître les réglementations légales gérées par les autorités environnementales

- Maîtriser l'élaboration d'un EIE

- Appliquer les connaissances acquises sur des cas réels

1.2: Prérequis

- Traitement des déchets solides

- Traitement des eaux

1.3: Compétences visées

Chapitre	Titre	Durée	Compétences visées
Chapitre 1	Présentation de l'Agence nationale pour la protection de l'environnement (ANPE)	3h	- connaître les champs d'application et les prérogatives de l'ANPE - Connaître les réglementations légales gérées par l'ANPE (Agence National de Protection de l'Environnement)
Chapitre 2	Chronologie des principales étapes de la mise en place du système	9h	- Connaître l'historique de la mise en œuvre des études d'impact

	d'évaluation de l'impact environnemental en Tunisie		- Maîtriser la chronologie et les étapes de cette procédure
Chapitre 3	Présentation et objectif de la EIE	9h	- Maîtriser l'objectif principal de la EIE
Chapitre 4	La terminologie juridique de l'étude d'impact sur l'environnement	9h	- Maîtriser les risques juridiques lors de l'élaboration de la EIE
Chapitre 5	Projet Catégories : cas réels	12h	-Appliquer les connaissances acquises dans des cas réels

2. METHOGOLOGIE:

Les heures de contacts consiste à

Cours intégré (h)	30h
TP (h)	
Projet (h)	12h
Visites (h)	

3. EVALUATION:

Type	Couvrant quel(s) chapitres(s)	Pondération
Projet	Tous les Chapitres	20%
DS	Chapitre 1-2-3	25%
Examen final	Tous les Chapitres	55%

4. RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES ET LOGISTIQUES RECOMMANDÉES :

- Documents officiels dans http://www.anpe.nat.tn/
- La loi portant sur la création de l'Agence nationale pour la protection de l'environnement
- Le décret d'application relatif à l'étude d'impact environnemental

Microbiologie environnementale

Code : GP_op 05 120

Enseignant : Lassaad Ben Mansour

Grade: Professor

Etablissement: Science Faculty of Sfax

Email: lassaadbenmansour@yahoo.fr

Durée totale du module

49 h

Heures de contacts	Activités hors classe
28	21

Crédits équivalents

3 ECTS

Semestre 5

1. DESCRIPTION DU COURS ET COMPÉTENCES VISÉES :

1.1: Description du cours

La microbiologie et son application dans le domaine environnemental est un domaine relativement récent et est le sujet des différentes recherches de pointe.

La maitrise de la communauté microbienne, très diversifiée, et la connaissance de son importance dans le secteur environnemental est fortement recommandée si l'on veut forger un profil d'ingénieur compétent dans cette spécialité.

Objectifs

A la fin de ce cours l'étudiant sera capable de :

- Maitriser d'une manière généraliste la communauté microbienne et savoir détecter sa diversité
- Savoir appliquer les connaissances acquises de la microbiologie dans le secteur environnemental
- Appliquer ces connaissances dans le cas de contamination des locaux en vue de dégager un état des lieus des dangers et savoir procéder à leurs enlèvements.

1.2: Prérequis

Traitement des eaux

1.3: Compétences visées

Chapitre	Titre	Durée	Compétences visées
Chapitre 1	Les microorganismes acteurs de l'environnement	8	Connaitre la diversité microbienne Maitriser l'aspect microbiologique dans le volet de traitement des eaux
Chapitre 2	Rôle des microorganismes dans les cycles de C, N et S	10	Maitriser le cycle carbone, azote et soufre du volet microbiologique

Chapitre 3	Contamination et hygiène des locaux	10	Renforcer les connaissances théoriques sur l'aérobiologie Connaitre les techniques de transport d'organismes pathogènes et les modes de leurs enlèvement

2. METHOGOLOGIE:

Les heures de contacts consiste à

Cours intégré (h)	28h
TP (h)	
Projet (h)	
Visites (h)	

3. EVALUATION:

Type	Couvrant quel(s) chapitres(s)	Pondération
Projet		
TP		
DS	1	30%
Oral test		
Examen final	1-2	70%

Système de management environnemental - Préparation à la certfication ISO14001

Code : GP_op 05 121

Enseignant : … FRIKHA FAYCAL

Grade: …Ingénieur –Auditeur tierce partie ISO 9001-ISO 14001-ISO 45001-ISO 22000 Expert-consultant et formateur en système de management qualité-sécurité des denrées alimentaires-santé et sécurité au travail –énergie et environnement

Etablissement: SYNERGIC MANAGEMENT SERVICE

Email: Faycal.frikha@yahoo.fr

Durée totale du module

56 h

Heures de contacts	Activités hors classe
28	28

Crédits équivalents

3ECTS

Responsable du module: Issam Ksentini

Semestre 5

1. DESCRIPTION DU COURS ET COMPÉTENCES VISÉES :

1.1: Description du cours

Un Système de Management Environnemental peut être définit comme étant est un mode d'organisation qui permettant à une entreprise de structurer sa gestion et d'améliorer sa performance environnementale. Il permet l'identification des priorités, de planifier un programme d'actions, de mettre en œuvre des moyens techniques, financiers et humains, de vérifier et suivre l'évolution des objectifs fixés. La norme internationale ISO 14001 est la référence mettant en place un Système de Management Environnemental.

Objectifs

Ce module permet à l'étudiant de :

- Comprendre les notions de pollution de l'environnement
- Comprendre les exigences de la norme ISO 14001 version 2015
- Assimiler les facteurs clés qui favorisent la réussite de la mise en place d'un système environnement
- Assimiler la méthodologie de la conduite d'une analyse des aspects environnementaux et identification des AES
- Assimiler comment mettre en place des dispositions pour maitriser les aspects environnementaux
- Connaitre le processus de préparation, de réalisation et de suivi d'un audit interne environnement selon la norme ISO 19011 :2018
- Assimiler la démarche de certification ISO 14001

1.2: Prérequis

Pas de prérequis spécifique

1.3: Compétences visées

Chapitre	Titre	Durée	Compétences visées
Chapitre 1	Enjeux d'un système de management de l'environnement	3h	Comprendre la notion de pollution de l'environnement
Chapitre 2	Planification du système de management de l'environnement	6h	Comprendre le contexte de l'organisme-la politique environnementale-définition des

			responsabilités-évaluation des aspects environnementaux -objectifs-compétence
Chapitre 3	Mise en place du système SME	9h	Comprendre la mise en place des dispositions pour maitriser les aspects environnementaux
Chapitre 4	Evaluation de la performance du système de management de l'environnement	7h	Comprendre l' Audit interne –revue de direction
Chapitre 5	Amélioration du Système de management de l'environnement	3h	Comprendre les Actions correctives – amélioration continue

2. METHOGOLOGIE:

Les heures de contacts consiste à

Cours intégré (h)	28h

3. EVALUATION:

Type	Couvrant quel(s) chapitres(s)	Pondération
Projet	Tous les Chapitres	20%
DS	Chapitre 1-2-3	25%
Examen final	Tous les Chapitres	55%

4. RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES ET LOGISTIQUES RECOMMANDÉES :

La norme ISO 14001 Version 2015 - la norme ISO 19011 Version 2018

Procédés de dépollution

Code : GP_op 05 117

Enseignant : Lassaad Ben Mansour

Grade: Professor

Etablissement: Science Faculty of Sfax

Email: lassaadbenmansour@yahoo.fr

Durée totale du module

49 h

Heures de contacts	Activités hors classe
28	21

Crédits équivalents

2 ECTS

Semestre 5

1. DESCRIPTION DU COURS ET COMPÉTENCES VISÉES :

1.1: Description du cours

Lutter contre la pollution de l'air, des eaux résiduaires et du sol c'est empêcher l'émission dans l'atmosphère de substances qui peuvent s'avérer nocives pour notre environnement, c'est également rationaliser les ressources hydriques, de plus en plus rares, et c'est aussi conserver la faune et la flore.

Ce cours s'inscrit donc dans le parcours optionnel « eau – environnement » et permettra aux étudiants de maitriser les techniques de dépollution des sols, des effluents gazeux et des eaux résiduaires.

Objectifs

A la fin de ce cours l'étudiant sera capable de :

- Maitriser les concepts de traitement et des procédés de dépollution des sols
- Maitriser les techniques de réhabilitation des sites pollués
- Maitriser les procédés de dépollution de l'air
- Maitriser les procédés de traitement des eaux résiduaires
-

1.2: Prérequis

Traitement des eaux

Grands procédés en génie chimique

1.3: Compétences visées

Chapitre	Titre	Durée	Compétences visées
Chapitre 1	DEPOLLUTION DES SOLS	10	- Maitriser les procédés de traitements biologiques (Bioventing – Biosparging – Bioslurping – Biotertre – Phytoremédiation -

			Extraction des métaux) - Maitriser les techniques de réhabilitation des sites pollués (Traitement hors site – in site – sur site – confinement)
Chapitre 2	DEPOLLUTION DES EFFLUENTS GAZEUX	10	- Maitriser les techniques de dépollution de l'air et les actions préventives à la source - Connaitre les principaux procédés appliqués industriellement
Chapitre 3	DEPOLLUTION DES EAUX RESIDUAIRES	8	Maitriser les méthodes de l'épuration des eaux résiduaires Connaitre les différentes filières / chaînes de traitement Avoir de connaissances théoriques avancées sur les opérations unitaires

2. METHOGOLOGIE:

Les heures de contacts consiste à

Cours intégré (h)	28h
TP (h)	
Projet (h)	
Visites	1

3. EVALUATION:

Type	Couvrant quel(s) chapitres(s)	Pondération
DS	1-2	30%

Examen final	1-2-3	70%

4. RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES ET LOGISTIQUES RECOMMANDÉES :

Technique de l'ingénieur **J 3 982**

Technique de l'ingénieur **J 3 980**

Technique de l'ingénieur **J 3 920**

Technique de l'ingénieur **J 3 940**

Procédés d'oxydation et traitements avancés

Code : GP_op 05 119

Enseignant : Lassaad Ben Mansour

Grade: Professor

Etablissement: Science Faculty of Sfax

Email: lassaadbenmansour@yahoo.fr

Durée totale du module

49 h

Heures de contacts	Activités hors classe
28	21

Crédits équivalents

2 ECTS

Semestre 5

1. DESCRIPTION DU COURS ET COMPÉTENCES VISÉES :

1.1: Description du cours

La filière de traitement des eaux est un secteur très important compte tenu de la rareté des ressources hydriques. La maitrise de toutes les techniques de traitement des eaux et de potabilisation est désormais une exigence pour les ingénieurs en génie des procédés spécialisés dans le secteur environnemental

Objectifs

A la fin de ce cours l'étudiant sera capable de :

- Maitriser les techniques d'oxydation utilisées dans la potabilisation des eaux et d'une manière plus générale dans la filière du traitement des eaux.
- Acquérir des compétences opérationnelles dans certaines techniques récentes avancées de traitement des eaux.

1.2: Prérequis

Traitement des eaux

1.3: Compétences visées

Chapitre	Titre	Durée	Compétences visées
Chapitre 1	Procédés d'oxydation	14	Connaitre le mode de fonctionnement des oxydants utilisés en potabilisation Maitriser les techniques d'oxydation dans les filières de traitement
Chapitre 2	Traitements avancés des eaux	14	Maitriser les procédés du rayonnement UV, ozonation, biofiltration et les procédés photocatalytiques

2. METHOGOLOGIE:

Les heures de contacts consiste à

Cours intégré (h)	28h

3. EVALUATION:

Type	Couvrant quel(s) chapitres(s)	Pondération
Projet		
TP		
DS	1	30%
Oral test		
Examen final	1-2	70%

Conservation et emballage en agroalimentaire

Code : GP_op 05 131

Enseignant : Hela Yaich

Grade: Experte

Etablissement: ISBS

Email:hela_yaich@yahoo.fr

Durée totale du module

49 h

Heures de contacts	Activités hors classe
28	21

Crédits équivalents

2 ECTS

Responsable du module

Hela Yaich

Semestre 5

1. DESCRIPTION DU COURS ET COMPÉTENCES VISÉES :

1.1: Description du cours

L'emballage existait depuis des décennies, son rôle principal étant de contenir et de transporter des produits sans risque.

L'évolution de l'industrie de l'emballage est de plus en plus concrète et a permis au domaine agroalimentaire de pouvoir suivre les nouvelles exigences de plus en plus strictes en termes d'exigence et d'hygiène.

L'emballage "moderne" permet de plus en plus de répondre à d'autres besoins de préservation à plus longue durée, respectant les nouvelles politiques de développement durable ; nous assistons dès lors à l'émergence des emballages dits « durables », « écologiques » ou « verts ». C'est dans ce cadre que s'inscrit ce cours qui permettra aux étudiants de découvrir cette nouvelle "science d'emballage".

Objectifs

A la fin de ce cours l'étudiant sera capable de :

- Maitriser les différents types de conservation (physique – chimique – biologique – par ionisation…)
- Connaitre le cadre de réglementation alimentaire, bioprocédés et technologie alimentaire.
- Maitriser les différentes technologies existantes du domaine d'emballage

1.2: Prérequis

- Traitement des déchets solides

- Opérations Solide – Fluide

- Mécanique et physique des matériaux

- Technologie des polymères

1.3: Compétences visées

Chapitre	Titre	Durée	Compétences visées
Chapitre 1	Conservation en industrie agroalimentaire	14	- acquérir des connaissances en toxicologie réglementaire, connaitre le mécanisme de la toxicité, connaissances des risques et dangers, leur évaluation, leur communication, et les mesures préconisées pour limiter leur impact . -Rappels sur l'utilité des techniques de conservation -Maitriser des techniques de conservation en agroalimentaire - concevoir et mener des procédés de conservation des aliments ;
Chapitre 2	Emballage en industrie agroalimentaire	14	- Connaitre l'historique de l'emballage - Connaitre les cadres législatifs et impératifs de normalisation de l'emballage alimentaire - Connaitre les fonctions de l'emballage : conservation et protection de la qualité du produit, information et protection économique du consommateur, fonction marketing de l'emballage. -Connaitre les différents matériaux d'emballage et les méthodes de conditionnement des denrées alimentaires (chimie, technologie et propriétés des

			polymères, utilisés comme emballages, les métaux, verre, bois, carton) - Savoir différencier les technologies d'emballage.

2. METHOGOLOGIE :

Les heures de contacts consiste à

Cours intégré (h)	28

3. EVALUATION :

Type	Couvrant quel(s) chapitres(s)	Pondération
DS	1	30 %
Examen final	1+2	70 %

4. RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES ET LOGISTIQUES RECOMMANDÉES :

Emballage et conservation des produits alimentaires, Mohamed Mathlouthi, Polytechnica, 1996.

Gestion de la sécurité sanitaire des aliments

(Méthode HACCP)

Code : GP_op 05 133

Enseignant : Hela Yaich

Grade: Experte

Etablissement: ISBS

Email:

hela_yaich@yahoo.fr

Durée totale du module

56 h

Heures de contacts	Activités hors classe
28	28

Crédits équivalents

3 ECTS

Responsable du module

Hela Yaich

Semestre 5

1. DESCRIPTION DU COURS ET COMPÉTENCES VISÉES :

1.1: Description du cours

Le contrôle de la sécurité alimentaire dans un but de prévenir, éliminer et réduire à un niveau acceptable les dangers biologiques, physique ou chimique est une exigence dans le secteur agroalimentaire. L'une des méthodologies standardisées qui permettent ce contrôle est la méthode HACCP. D'ailleurs, cette méthode HACCP a été institutionnalisée dans l'Union européenne par la directive 93/43/CE relative à l'hygiène des denrées alimentaires. C'est dans ce cadre que s'inscrit ce cours qui va faire doter les étudiants des compétences qui leurs permettront de maitriser et de bien appliquer cette méthode.

Objectifs

A la fin de ce cours l'étudiant sera capable de :

- Connaitre la terminologie liée à la gestion de la sécurité sanitaire des aliments
- Maitriser les 7 principes de la méthode HACCP
- Maitriser les 12 étapes de la méthode HACCP
- Savoir appliquer la méthode HACCP sur des cas réels

1.2: Prérequis

- Procédés Agroalimentaires
- Traitement des déchets solides

1.3: Compétences visées

Chapitre	Titre	Durée	Compétences visées
Chapitre 1	Introduction générale	7	- connaitre la terminologie liée à la gestion de la sécurité sanitaire des aliments
Chapitre 2	Les principes du système HACCP	7	- Procéder à une analyse des dangers. -Déterminer les points critiques pour la maîtrise (CCP). - Fixer le ou les seuil(s) critiques(s).

			- Mettre en place un système de surveillance permettant de maîtriser les CCP. - Déterminer les mesures correctives à prendre lorsque la surveillance révèle qu'un CCP donné n'est pas maîtrisé. - Appliquer des procédures de vérification afin de confirmer que le système HACCP fonctionne efficacement. - Constituer un dossier dans lequel figureront toutes les procédures et tous les relevés concernant ces principes et leur mise en application.
Chapitre 3	Les étapes d'application HACCP	7	- Maitriser les 12 étapes de la méthode HACCP
Chapitre 4	Exemples d'application	7	- Savoir appliquer cette méthode sur des cas concrets

2. METHOGOLOGIE :

Les heures de contacts consiste à

Cours intégré (h)	22
TP (h)	6
Projet (h)	
Visites	1

3. EVALUATION :

Type	Couvrant quel(s) chapitres(s)	Pondération
Projet	1-2-3	25 %
TP		
DS	1-2	20 %
Oral test		
Examen final	1-2-3-4	55 %

4. RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES ET LOGISTIQUES RECOMMANDÉES :

Documentation du centre National de formation en sécurité et environnement : https://formation-haccp.info/

Microbiologie alimentaire

Code : GP_op 05 129

Enseignant : Hela Yaich

Grade: Experte

Etablissement: ISBS

Email:hela_yaich@yahoo.fr

Durée totale du module

49 h

Heures de contacts	Activités hors classe
28	21

Crédits équivalents

2 ECTS

Responsable du module Hela Yaich

Semestre 5

1. DESCRIPTION DU COURS ET COMPÉTENCES VISÉES :

1.1: Description du cours

La microbiologie alimentaire est l'étude des micro-organismes qui habitent et/ou contaminent les aliments. Ce domaine est une composante essentielle de la science agroalimentaire et est d'une grande importance en génie des procédés du fait que sa maitrise aide les ingénieurs à mieux comprendre et à optimiser la production d'aliments tels que le fromage, le yaourt, le pain, la bière, le vin et d'autres aliments fermentés.

Objectifs

A la fin de ce cours l'étudiant sera capable de :

- Connaitre et classer les différents microorganismes
- Déterminer la flore microbienne utile et pathogène
- Maitriser les procédés de fermentation
- Maitriser les pratiques expérimentales liées à la microbiologie

1.2: Prérequis

- Chimie analytique

- Procédés Agroalimentaires

1.3: Compétences visées

Chapitre	Titre	Durée	Compétences visées
Chapitre 1	Introduction à la microbiologie alimentaire	11	- Connaitre les microorganismes (histoire, origine, classification, conditions de multiplication) - Savoir déterminer la flore microbienne 'utile' dans l'industrie agroalimentaire - Savoir déterminer la flore microbienne indésirable 'pathogène' dans l'industrie agroalimentaire

			- Maitriser les facteurs de développement des microorganismes dans l'aliment - Maitriser les normes, prévention et gestion des risques en industrie alimentaire
Chapitre 2	Les procédés de fermentation et bioréacteur	11	- Maitriser le procédé batch ou fermentation discontinue ; - Maitriser le procédé fed-batch ou fermentation discontinue alimentée ; - Maitriser le procédé de culture continue. - Savoir interpréter la courbe de croissance
TPs	TPs microbiologie alimentaire	6	- Maitriser la technique de dilutions successives - Maitriser la technique de dénombrement en milieu solide - Maitriser le dénombrement en milieu liquide : méthode du NPP

2. METHOGOLOGIE :

Les heures de contacts consiste à

Cours intégré (h)	22
TP (h)	6

3. EVALUATION :

Type	Couvrant quel(s) chapitres(s)	Pondération
Projet		

TP	1-2	25 %
DS	1	20 %
Oral test		
Examen final	1+2	55 %

4. RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES ET LOGISTIQUES RECOMMANDÉES :

Risques microbiologiques alimentaires, Murielle Naïtali, Laurent Guillier, Florence Dubois-Brissonnet, Tec & Doc (Editions), 2017

MANAGEMENT DE LA SECURITE DES DENREES ALIMENTAIRES ISO 22000 VERSION 2018

Code : GP_op 05 133

Enseignant : … FRIKHA FAYCAL

Grade: …Ingénieur –Auditeur tierce partie ISO 9001-ISO 14001-ISO 45001-ISO 22000 Expert-consultant et formateur en système de management qualité-sécurité des denrées alimentaires-santé et sécurité au travail –énergie et environnement

Etablissement: SYNERGIC MANAGEMENT SERVICE

Email: Faycal.frikha@yahoo.fr

Durée totale du module

56 h

Heures de contacts	Activités hors classe
28	28

Crédits équivalents : 3ECTS

Responsable du module: Issam Ksentini

Semestre 5

1. DESCRIPTION DU COURS ET COMPÉTENCES VISÉES :

1.1: Description du cours

Il est indispensable aux entreprises impliquées dans le domaine alimentaire de prévenir les défaillances en matière de sécurité des aliments et d'évaluer la conformité réglementaire pour pouvoir protéger leurs marques. La mise en place d'un système de management de la sécurité des denrées alimentaires selon la norme ISO 22000.

Objectifs

Ce module permet à l'étudiant de :

- Comprendre les notions de toxi-infection alimentaire
- Comprendre les exigences de la norme ISO 22000 Version 2018
- Comprendre les exigences de la norme ISO 22002-1 version 2009
- Comprendre comment mettre en place des programmes prérequis
- Assimiler les facteurs clés qui favorisent la réussite de la mise en place d'un système SMSDA
- Comprendre les exigences du protocole FSSC 22000 et différence avec ISO 22000
- Assimiler la méthodologie de la conduite d'une analyse des dangers et identification des CCP et PRPo
- Connaitre le processus de préparation, de réalisation et de suivi d'un audit interne sécurité des denrées alimentaires selon la norme ISO 19011 :2018
- Assimiler la démarche de certification ISO 22000

1.2: Prérequis

Pas de prérequis spécifique

1.3: Compétences visées

Chapitre	Titre	Durée	Compétences visées
Chapitre 1	Enjeux d'un système de management de la sécurité des denrées alimentaires	3h	Comprendre la notion du toxi-infection alimentaire et HACCP
Chapitre 2	Planification du système de management de la sécurité des denrées alimentaire	8h	Comprendre le contexte de l'organisme-la politique SDA-définition des responsabilités-actions face aux risques-objectifs-

			compétence
Chapitre 3	Mise en place du système SMSDA	11h	Comprendre la mise en place des PRP'S -traçabilité-étapes initial permettant l'analyse des dangers-maitrise des dangers-classement des mesures de maitrise en CCP et PRPO-validation – surveillance-vérification
Chapitre 4	Evaluation de la performance du système de management de la sécurité des denrées alimentaires	3h	Maitriser l'Audit interne –revue de direction
Chapitre 5	Amélioration du SMSDA	3h	Maitriser les Actions correctives – actualisation du SMSDA

2. METHOGOLOGIE :

Les heures de contacts consiste à

Cours intégré (h)	28

3. EVALUATION :

Type	Couvrant quel(s) chapitres(s)	Pondération
DS	1-2-3	30%
Examen final	4-5-6-7	70%

4. RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES ET LOGISTIQUES RECOMMANDÉES :

La norme ISO 22000 Version 2018 - la norme ISO 19011 Version 2018-ISO 22002-1-Protocole FSSC 22000

Valorisation des co-produits de l'industrie agroalimentaire

Code : GP_op 05 130

Enseignant : Hela Yaich

Grade: Experte

Etablissement: ISBS

Email:

hela_yaich@yahoo.fr

Durée totale du module

49 h

Heures de contacts	Activités hors classe
28	21

Crédits équivalents : 3 ECTS

Responsable du module :Hela Yaich

Semestre 5

1. DESCRIPTION DU COURS ET COMPÉTENCES VISÉES :

1.1: Description du cours

Le classement des sous-produits générés des procédés dans le domaine agroalimentaire s'avère de plus en plus une nécessité afin d'améliorer la rentabilité de ces industries. Savoir détecter un co-produit à valeur ajoutée possible et l'isoler des déchets ultimes est l'une des compétences que doit acquérir un ingénieur en génie des procédés. C'est dans ce cadre que s'inscrit cours qui va permettre aux étudiants d'améliorer la rentabilité de certaines industries agroalimentaires en cherchant sur les pistes de valorisation des co-produits. Le choix des industries d'étude a été fait en se référant au contexte local et de l'Afrique subsaharienne d'une façon générale.

Objectifs

A la fin de ce cours l'étudiant sera capable de :

- Savoir classer les sous-produits des industries agroalimentaires
- Maitriser les technologies de valorisation des co-produits des industries laitières, de dattes, d'extraction et de raffinage des huiles et des industries sucrières.

1.2: Prérequis

- Extraction et raffinage des huiles

- Procédés Agroalimentaires

- Traitement des déchets solides

1.3: Compétences visées

Chapitre	Titre	Durée	Compétences visées
Chapitre 1	Introduction générale	4	- Connaitre les cadres règlementaires et législatifs de la valorisation des co-produits de l'industrie agroalimentaire - Maitriser les critères de classement d'un sous-produit (déchet / déchet ultime / co-produit)
Chapitre 2	Valorisation du lactosérum	6	- Connaitre l'historique de la génération du lactosérum

			- Savoir dégager l'importance de la valorisation du lactosérum - Savoir opérer les principales technologies de valorisation du lactosérum
Chapitre 3	Valorisation des déchets de dattes	6	- Être conscient de l'importance de la valorisation des déchets des dattes - Savoir opérer les différentes technologies de valorisation des déchets de dattes
Chapitre 4	Valorisation des déchets des grenions d'olives	6	- Connaitre les différentes étapes des procédés d'extraction et de raffinage des huiles - Savoir dégager les sous-produits valorisables - Savoir opérer les principales technologies de valorisation des sous-produits d'extraction et de raffinage des huiles
Chapitre 5	Valorisation des coproduits de l'industrie sucrière	6	- Connaitre les différentes étapes des productions de l'industrie sucrière - Savoir dégager l'importance de la valorisation des sous-produits de l'industrie sucrière - Savoir opérer les principales technologies de valorisation de l'industrie sucrière

2. METHOGOLOGIE :

Les heures de contacts consiste à

Cours intégré (h)	28
Visite	1

3. EVALUATION :

Type	Couvrant quel(s) chapitres(s)	Pondération
DS	1-2-3	30%
Examen final	All	70%

4. RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES ET LOGISTIQUES RECOMMANDÉES :

Valorisation des sous-produits des industries agro-alimentaires - Les sous-produits des industries alimentaires, Iness Jabri Karoui, Manef Abderrabba, Brahim Marzouk, Ed. Universitaires Européennes, 2018.

Projet fin d'étude

Code: GP 03 301 – GP 04 301- GP 05 201

	Durée	Ects
Stage d'initiation	1 mois (obligatoire) + 1 mois (fortement recommandé)	3
Stage perfection	1 mois (obligatoire) + 1 mois (fortement recommandé))	3
Projet d'obtention du diplôme	4 à 6 mois	24

1. DESCRIPTION DU COURS ET DES COMPÉTENCES COUVERTES :

1.1: Description du module

Outre la formation académique, les étudiants de l'IIT font des stages dans des entreprises industrielles ou de services pour pratiquer leurs connaissances théoriques. Il existe trois types de stages : stage d'initiation (stage de travailleur), stage perfection (stage de technicien) et stage de fin d'études (ou projet de graduation) entrepris au deuxième semestre de la troisième année.

Objectifs

À la fin du projet d'obtention du diplôme et des stages, l'étudiant pourra :

- développer un projet concret dans le cadre d'une spécification et le mener à terme
- développer un état de l'art basé sur des références bibliographiques pertinentes
- Développer la pensée critique et l'analyse

- présenter des travaux scientifiques oralement
- évaluer de façon critique les données et tirer des conclusions et je gagne comment rédiger un rapport scientifique correctement
- tenir des réunions techniques pour identifier les situations à risque et décider des interventions nécessaires
- travailler dans un contexte international
- utiliser diverses méthodes pour communiquer efficacement avec la communauté de l'ingénierie et avec la société en général
- fonctionner efficacement en tant que chef d'équipe

1.2 : Prérequis

- méthodologie de recherche scientifique et d'écriture
- Projet bibliographique (PFA)

1.3 : conduction

Les stages et le projet de fin d'études suivent une méthodologie qui consiste à :

1. étudier l'état de l'art des recherches actuelles liées au secteur d'activité choisi
2. définir les objectifs du stage et les résultats attendus
3. Établir un plan de travail et la conception de la solution proposée
4. Effectuer les travaux et valider expérimentalement les résultats
5. rédiger un rapport et présenter l'œuvre oralement

2. ÉVALUATION :

Voir

- Formulaire d'évaluation des stages
- Formulaire d'évaluation du projet d'obtention du diplôme