

Génie des procédés de l'environnement

II – Fiches d'organisation semestrielles des enseignements de la spécialité

Semestre 1

Unité d'enseignement	Matières	Crédits	Coefficient t	Volume horaire hebdomadaire			Volume Horaire Semestriel (15 sem.)	Travail Complémentaire en Consultation (15 sem.)	Mode d'évaluation	
	Intitulé			Cours	TD	TP			Contrôle Continu	Examen
UE Fondamentale Code : UEF 1.1.1 Crédits : 8 Coefficients : 4	Chimie des Eaux	4	2	1h30	1h30		45h00	55h00	40%	60%
	Pollution Atmosphérique	4	2	1h30	1h30		45h00	55h00	40%	60%
UE Fondamentale Code : UEF 1.1.2 Crédits : 10 Coefficients : 5	Opérations Unitaires Fluide-Fluide (extraction, distillation, absorption et stripping)	6	3	3h00	1h30		67h30	82h30	40%	60%
	Transfert thermique et Echangeurs de chaleur	4	2	1h30	1h30		45h00	55h00	40%	60%
UE Méthodologique Code : UEM 1.1 Crédits : 9 Coefficients : 5	TP Chimie des Eaux	2	1			1h30	22h30	27h30	100%	
	TP Opérations Unitaires (Fluide-Fluide)	2	1			1h30	22h30	27h30	100%	
	TP Transfert thermique et Echangeurs de Chaleur	2	1			1h30	22h30	27h30	100%	
	Simulateurs en génie des procédés	3	2	1h30		1h00	37h30	37h30	40%	60%
UE Découverte Code : UED 1.1 Crédits : 2coef : 2	Matière au choix	1	1	1h30			22h30	2h30		100%
	Matière au choix	1	1	1h30			22h30	2h30		100%
UE Transversale Code : UET 1.1 Crédits : 1, Coef. 1	Anglais technique et terminologie	1	1	1h30			22h30	2h30		100%
Total semestre1		30	17	13h30	6h00	5h30	375h00	375h00		

Semestre 2

Unité d'enseignement	Matières	Crédits	Coefficient	Volume horaire hebdomadaire			Volume Horaire Semestriel (15 sem.)	Travail Complémentaire en Consultation (15 sem.)	Mode d'évaluation	
	Intitulé			Cours	TD	TP			Contrôle Continu	Examen
UE Fondamentale Code : UEF 1.2.1 Crédits : 10 Coefficients : 5	Production d'eau potable	6	3	3h00	1h30		67h30	82h30	40%	60%
	Gestion et Traitement des déchets solides	4	2	1h30	1h30		45h00	55h00	40%	60%
UE Fondamentale Code : UEF 1.2.2 Crédits : 8 Coefficients : 4	Procédés d'Adsorption et séparation Membranaire	4	2	1h30	1h30		45h00	55h00	40%	60%
	Réacteurs Polyphasiques	4	2	1h30	1h30		45h00	55h00	40%	60%
UE Méthodologique Code : UEM 1.2 Crédits : 9 Coefficients : 5	Milieux Poreux et Dispersés	3	2	1h30	1h00		37h30	37h30	40%	60%
	TP traitement des Eaux et Procédés d'adsorption et Séparation Membranaire	2	1			1h30	22h30	27h30	100%	
	Traitement et Conditionnement des Eaux de process	4	2	1h30	1h30		45h00	55h00	40%	60%
UE Découverte Code : UED 1.2 Crédits : 2coef. 2	Matière au choix	1	1	1h30			22h30	2h30		100%
	Matière au choix	1	1	1h30			22h30	2h30		100%
UE Transversale Code : UET 1.2 Crédits : 1 coefficient : 1	Ethique, déontologie et propriété intellectuelle	1	1	1h30			22h30	2h30		100%
Total semestre 2		30	17	15h00	8h30	1h30	375h00	375h00		

Semestre 3

Unité d'enseignement	Matières	Crédits	Coefficient	Volume horaire hebdomadaire			Volume Horaire Semestriel (15 sem.)	Travail Complémentaire en Consultation (15 sem.)	Mode d'évaluation	
	Intitulé			Cours	TD	TP			Contrôle Continu	Examen
UE Fondamentale Code : UEF 2.1.1 Crédits : 10 Coefficients : 5	Traitements Physico-Chimique et Biologique des eaux usées	6	3	3h00	1h30		67h30	82h30	40%	60%
	Traitement des Effluents Gazeux	4	2	1h30	1h30		45h00	55h00	40%	60%
UE Fondamentale Code : UEF 2.1.2 Crédits : 8 Coefficients : 4	Thermodynamique Technique	4	2	1h30	1h30		45h00	55h00	40%	60%
	Bioréacteurs	4	2	1h30	1h30		45h00	55h00	40%	60%
UE Méthodologique Code : UEM 2.1 Crédits : 9 Coefficients : 5	TP Traitements Physico-Chimique et Biologique des eaux usées	2	1			1h30	22h30	27h30	100%	
	Intensification des procédés	2	1	1h30			22h30	27h30		100%
	Traitement des Sols pollués	2	1	1h30			22h30	27h30		100%
	Plan d'expériences	3	2	1h30		1h00	37h30	37h30	40%	60%
UE Découverte Code : UED2.1 Crédits : 2 Coefficients : 2	Matière au choix	1	1	1h30			22h30	2h30		100%
	Matière au choix	1	1	1h30			22h30	2h30		100%
UE Transversale Code : UET 2.1 Crédits : 1, coef. 1	Recherche documentaire et conception de mémoire	1	1	1h30			22h30	2h30		100%
Total semestre 3		30	17	16h30	6h00	2h30	375h00	375h00		

Orientations générales sur le choix des matières de découverte :

- Evaluation technico-économique des procédés
- Management de l'environnement
- Audit environnemental et étude d'impact
- Ecologie et biodiversité
- Energies renouvelables
- Risques industriels et Catastrophes naturelles
- capteurs chimiques et Biochimiques
- Changement climatique
- Changements environnementaux et invasion biologique
- Biopiles
- Génie Sonochimique
- Processus d'activation
- Stockage d'énergie
- Energies renouvelables
- Biomasse et biocarburants
- Normes et conventions environnementales

Semestre 4

Stage en entreprise sanctionné par un mémoire et une soutenance.

	VHS	Coeff	Crédits
Travail Personnel	550	09	18
Stage en entreprise	100	04	06
Séminaires	50	02	03
Autre (Encadrement)	50	02	03
Total Semestre 4	750	17	30

Ce tableau est donné à titre indicatif

Evaluation du Projet de Fin de Cycle de Master

- Valeur scientifique (Appréciation du jury) /6
- Rédaction du Mémoire (Appréciation du jury) /4
- Présentation et réponse aux questions (Appréciation du jury) /4
- Appréciation de l'encadreur /3
- Présentation du rapport de stage (Appréciation du jury) /3

III - Programme détaillé par matière du semestre S1

Semestre: 1
Unité d'enseignement: UEF 1.1.1
Matière 1: Chimie des Eaux
VHS: 45h00 (Cours: 1h30, TD: 1h30)
Crédits: 4
Coefficient: 2

Objectifs de l'enseignement :

Fournir les bases de chimie nécessaires à l'analyse et à la résolution d'un problème environnemental ; caractérisation physico-chimique des eaux en vue de l'évaluation de leur qualité et de leur traitement.

Connaissances préalables recommandées :

Chimie minérale et analytique et chimie des solutions

Contenu de la matière :

Première Partie – Chimie des eaux naturelles

10 semaines

- 1- Généralités
- 2- Propriétés des matières en suspension

Théorie de la double couche ; Stabilité des suspensions colloïdales ; Turbidité et unités de turbidité ; Détermination des matières en suspension
- 3- Matières en solution
 - Eléments majeurs, fondamentaux et caractéristiques
 - Unités usitées en analyse des eaux
 - Vérification de l'analyse de l'eau
 - Salinité ou minéralisation
 - Duretés et titres hydrotimétriques
 - Titres alcalimétriques et composition alcaline de l'eau
 - Equilibre calcocarbonique et équilibres carboniques
 - Agressivité de l'eau (Indice de Langelier et graphiques, Indice de Ryznar, Détermination du pHs par le calcul, Indice d'entartrage de Puckorius, Indice de Stiff et Davis, Indice de Larson, Indice de Leroy, Indice d'agressivité)

Deuxième Partie – Chimie des eaux usées

5 semaines

- 1- Généralités et définitions
- 2- Caractérisation des eaux résiduaires et usées
 - Teneur en matière oxydable
 - * Demande biochimique en oxygène (DBO₅)
 - * Demande chimique en oxygène (DCO)
 - * Carbone organique total (COT)
 - Azote Kjeldahl (NTK)
 - Teneur en matières pondérales
 - * Matières en suspension (MES)
 - * Matières volatiles en suspension (MVS)
 - Rapport DCO/DBO₅

Mode d'évaluation: Contrôle continu: 40 % ; Examen: 60 %.

Références bibliographiques:

1. Monique Tardat-Henry, Jean-Paul Beaudry, *Chimie des eaux*, Editions Le Griffon d'argile, 1992.
2. Patrick Brezonik, William Arnold, *Water Chemistry: An Introduction to the Chemistry of Natural and Engineered Aquatic Systems*, Oxford University Press, USA, 2011.

Semestre: 1
Unité d'enseignement: UEF 1.1.1
Matière 2: Pollution Atmosphérique
VHS: 45h00 (Cours: 1h30, TD: 1h30)
Crédits: 4 Coefficient: 2

Objectifs de l'enseignement:

Acquisition des connaissances de base concernant le fonctionnement du système atmosphérique et de fournir les bases essentielles pour la compréhension des grandes questions associées à la pollution de l'air.

Connaissances préalables recommandées:

Notions de base en chimie générale, cinétique chimique, thermodynamique.

Contenu de la matière:

1- Introduction

Composition chimique de l'atmosphère terrestre, évolution des teneurs, temps de résidence des espèces chimiques, division verticale de l'atmosphère (couches, gradient de température et pression).

2- Sources de la pollution atmosphérique : anthropique (transport, industrie, énergie) et naturelle (volcanisme, foudre, pollens...).

3- Polluants de l'air : réglementés et non réglementés, unités pour l'expression de la concentration des polluants, conversion entre unités gravimétriques et volumétriques, normes d'émissions.

4- Effet de la pollution atmosphérique :
(Sur la santé, les végétaux et les matériaux.)

5- Chimie atmosphérique et troposphérique

Éléments de cinétique et photochimie, mécanismes radicalaires, temps de vie, photolyse.
Ozone stratosphérique : sources d'ozone, cycles catalytiques (NO_x, ClO_x), mécanismes de la destruction de O₃ aux hautes latitudes (trou d'ozone).

6- Les aérosols atmosphériques : généralités, composition, processus de formation, aérosols primaires et secondaires, normes liées aux aérosols, chimie atmosphérique en phase aqueuse, application aux pluies acides

7- Météorologie et dispersion de la pollution

Mode d'évaluation:

Contrôle continu: 40% ; Examen: 60%.

Références bibliographiques:

- 1- J.C. Jones, *Atmospheric pollution, Book Boon, Ventus Publishing, 2008.*
- 2- Louise Schriver-Mazzuoli, *La pollution de l'air intérieur, Ed. Dunod, 2009.*
- 3- Zhongchao Tan. *Air Pollution and Greenhouse Gases, Springer-Verlag, 2014.*

Semestre: 1

Unité d'enseignement: UEF 1.1.2

Matière1:Opérations Unitaires Fluide-Fluide(extraction, distillation, absorption et strippage)

VHS: 67h30 (Cours: 3h00, TD: 1h30)

Crédits: 6Coefficient:3

Objectifs de l'enseignement:

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

- Maîtriser les techniques séparatives du Génie des Procédés (absorption, extraction et distillation).
- Aborder les notions de dimensionnement et de la conception des équipements.
- Connaître les principaux problèmes de fonctionnement (primage, engorgement...etc).

Connaissances préalables recommandées:

Thermodynamique, Equations différentielles, Phénomènes de transfert (transfert de matière, mécanique des fluides,..).

Contenu de la matière:

Chapitre 1. Absorption et Strippage

(5Semaine)

Equilibre liquide-gaz , Solubilité des gaz en fonction de pression et de température . Bilans de matière et enthalpique. Equipements utilisés en continue. Concepts d'étage théorique et réel, Méthode de Mac Cabe et Thiële, concept d'unités de transfert, dimensionnement des colonnes garnies, perte de charge, vitesse d'engorgement. Dimensionnement complet d'une colonne à plateaux (Diamètre de la colonne, déversoir, surface active, diamètre des trous,espace entre plateau, entrainement du solvant (dévisculaire).Absorption avec réaction chimique. Strippage (régénération du solvant).

Chapitre 2. Extraction Liquide – Liquide (4Semaines)

Coefficient de partage, selectivité, différents types de diagrammes. Equipements utilisés en continue et en discontinue. Solvant partiellement soluble : extraction multi-étages à co-courant et à contre-courant (Diagramme ternaire). Solvant insoluble : extraction multi-étages à co-courant et à contre-courant (construction Mac Cabe et Thiële), extraction avec double alimentation, extraction avec reflux. Dés extraction et recyclage du solvant, choix de la phase de dés extraction Et notion d'efficacité.

Chapitre 3.Distillation

(6 Semaines)

Mode d'évaluation: Contrôle continu: 40% ; Examen: 60%.

Références bibliographiques:

1. Daniel Defives et Alexandre Rojey, *Transfert de matière , Efficacité des opérations de séparation du génie chimique*, Edition TECHNIP ,1976.
2. Robert E. Treybal,«*Mass Transfer Operations*»,Third Edition, McGraw –Hill ,1980.
3. Warren L. Mc Cabe,Julian C. Smith, Peter Harriott«*Unit Operations of Chemical Engineering* », Mc Graw- Hill, Inc, Fifth Edition, 1993.
4. Jean LEYBROS, *Extraction liquide-liquide - Description des appareils, Techniques de l'ingénieur* Référence J2764 v1, 2004.
5. *Unit Operations Handbook, Volume 1, Mass transfer*, Edited by John J. Mcketta,1993.
6. Daniel Morvan, *Génie Chimique : les opérations Unitaires procédés Industriels Cours et Exercices Corrigés*,Editeur : ELLIPSES, Colletion : Technosup, 2009.
7. Pierre Wuithier, *Le pétrole ,Raffinage et Génie chimique*, 2^{ème}édition, 1972.

Semestre: 1
Unité d'enseignement: UEF 1.1.2
Matière 2: Transfert thermique et Echangeurs de chaleur
VHS: 45h00 (Cours: 1h30, TD: 1h30)
Crédits: 4
Coefficient:2

Objectifs de l'enseignement:

Le Transfert thermique, faisant partie des phénomènes de transfert, traite du transfert de l'énergie entre deux milieux. Ce phénomène est présent dans diverses applications industrielles dans le domaine du Génie des Procédés ainsi que dans d'autres branches. Il a pour objectif de compléter les connaissances des étudiants et de leur apprendre de nouvelles notions telles que le transfert thermique en régime transitoire, la conduction au travers des ailettes et en présence d'une source de chaleur ainsi que les échangeurs de chaleur, et les méthodes de calcul des équipements de transfert de chaleur.

Connaissances préalables recommandées:

Transfert de chaleur, Mécanique des fluides, notions de mathématique (équations différentielles du premier et second ordre, calcul des intégrales, etc.).

Contenu de la matière:

Chapitre 1. Rappels des Lois de Transfert de Chaleur (1 Semaine)

Chapitre 2. Conduction Thermique (1 Semaine)

Chapitre 3. Convection Thermique(2 Semaines)

Chapitre 4. (2 Semaines)

Description des Appareils d'Echange de Chaleur sans Changement de Phase

Echangeurs double tube, Echangeurs à faisceau et calandre (calandre, faisceau et assemblage faisceau-calandre) et Echangeurs de chaleur à plaques.

Chapitre 5.Calcul des Echangeurs (3 Semaines)

Etude du transfert de chaleur(équations fondamentales, différence moyenne de température, coefficient de transfert global U), Etude des pertes de charge(Perte de charge à l'intérieur des tubes,Perte de charge à l'extérieur des tubes) ,Méthodes de calcul (Calcul d'un échangeur double-tube,Calcul d'un échangeur à faisceau et calandre (Méthode de Kern)),Considérations générales sur le calcul d'un appareil à faisceau et calandre et programmation du calcul.

Chapitre 6.(3 Semaines)

Les appareils d'Echange de Chaleur avec Changement de Phase

Description des appareils, condensation d'une vapeur pure (Coefficients de film à la condensation à l'extérieur des tubes, Calcul du condenseur, Condensation précédée d'une désurchauffe de la vapeur et suivie du refroidissement du condensat),Condensation d'une vapeur complexe (Calcul du coefficient de transfert propre (Méthode de Ward et Méthode de Kern), Perte de charge dans la calandre, Exemple de calcul), rebouilleurs noyés à circulation forcée (Rebouillage d'un corps pur dans la calandre, Rebouillage d'un mélange dans la calandre), Rebouilleurs à Niveau à Circulation Naturelle, Rebouilleurs noyés à Circulation Naturelle, exemple de Calcul d'un Rebouilleur.

Chapitre 7. Tubes à ailettes (2 Semaines)

1/Ailettes basses intégrales : Description, Efficacité, Coefficient de transfert global des échangeurs, Coefficient de film à la condensation sur des tubes à ailettes horizontaux et Perte de charge.

2/Ailettes hautes : Description et Etude des réfrigérants de l'air.

Mode d'évaluation:

Contrôle continu: 40% ; Examen: 60%.

Références bibliographiques:

1. *J.F. Sacadura, Transferts thermiques – Initiation et approfondissement, Ed. Lavoisier, 2015.*
2. *R.B Bird, W.E. Stewart, E.N. Lightfoot, Transport phenomena, 2^{ème} Ed., Wiley & Sons, 2007.*
A. Giovannini et B. Bédard, Transfert de chaleur, Ed. Cépaduès, 2012.
3. *James R. Welty, Charles E. Wicks, Robert E. Wilson; Gregory Rorrer, Fundamentals of Momentum, Heat, and Mass Transfer. 4th edition Wiley & 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. *P. Wuithier, Le Pétrole, Raffinage et Génie Chimique tome2, Edition technip Paris*

Semestre: 1
Unité d'enseignement: UEM1.1
Matière 1: TP Chimie des Eaux
VHS: 22h30 (TP: 1h30)
Crédits: 2
Coefficient:1

Objectifs de l'enseignement :

Cette matière a pour objet de fournir les bases de chimie nécessaires à l'analyse et à la résolution d'un problème environnemental. Elle concerne la caractérisation physico-chimique des eaux en vue de l'évaluation de leur qualité et de leur traitement.

Connaissances préalables recommandées :

Chimie des solutions, minérale et analytique

Contenu de la matière :

TP 1 : Détermination de la salinité, du pH et de la turbidité
TP 2 : Détermination des matières en suspension
TP 3 : Détermination du titre alcalimétrique et du titre alcalimétrique complet
TP 4 : Détermination de la dureté totale, la dureté calcique et la dureté magnésienne
TP 5 : Détermination des chlorures
TP 6 : Détermination de l'oxygène dissous
TP 7 : Détermination de la demande biochimique en oxygène (DBO₅)
TP 8 : Détermination de la demande chimique en oxygène (DCO)
TP 9 : Détermination du carbone organique total (COT)
TP 10 : Détermination de l'azote Kjeldahl (NTK)
TP 11 : Détermination des matières volatiles en suspension (MVS)

Mode d'évaluation :

Contrôle continu : 100 % ; Examen : 0%.

Références bibliographiques : (Si possible)

1. Jean Rodier, Bernard Legube, Nicole Merlet, *L'analyse de l'eau. Eaux naturelles, eaux résiduaires, eau de mer, édition Dunod, Septembre 2016 - 10ème édition.*

Semestre: 1
Unité d'enseignement: UEM1.1
Matière 2: TP Opérations unitaires (Fluide-Fluide)
VHS: 22h30 (TP: 1h30)
Crédits: 2
Coefficient:1

Objectifs de l'enseignement:

- Permettre à l'étudiant d'appliquer les connaissances théoriques acquises sur le plan pratique et de visualiser certains phénomènes.
- Savoir travailler en équipe, respecter les règles de sécurité et maîtriser les risques liés aux matériels, aux installations et aux procédés.

Connaissances préalables recommandées:

Thermodynamique, Phénomènes de transfert (transfert de matière, mécanique des fluides,...).

Contenu de la matière:

- TP N° 1. Détermination de la solubilité mutuelle de deux liquides partiellement miscibles, eau- phénol.
- TP N° 2. Extraction de molécules volatiles par hydrodistillation.
- TP N° 3. Séparation de l'acide benzoïque et du 2-naphtol
- TP N° 4. Etude d'un procédé d'extraction liquide-liquide en batch.
- TP N° 5. Etude de quelques diagrammes de phases.
- TP N° 6. Absorption du CO₂ contenu dans un flux d'air par de l'eau (absorption "physique").
- TP N° 7. Absorption avec réaction chimique et régénération du solvant : absorption du CO₂ dans des acides aminés.
- TP N° 8. Absorption désorption liquide-gaz.
- TP N° 9. Réalisation d'un diagramme ternaire eau/huile/tensioactif.
- TP N° 10. Etude du fonctionnement de la colonne en reflux total
- TP N° 11. Rectification continue.
- TP N° 12. Distillation en discontinu.
- TP N° 13. Etude d'un procédé de distillation continue dans une colonne à garnissage ou dans une colonne à plateaux perforés.
- TP N° 14. Séparation et purification par distillation fractionnée : Cas d'une estérification.

Mode d'évaluation:

Contrôle continu: 100%.

Semestre: 1
Unité d'enseignement: UEM1.1
Matière 3: TP Transfert thermique et Echangeurs de chaleur
VHS: 22h30 (TP: 1h30)
Crédits: 2
Coefficient : 1

Objectifs de l'enseignement:

- Quantifier expérimentalement les divers modes de transfert de la chaleur.
- Mesurer les performances thermiques de différents types d'échangeurs.
- Etudier expérimentalement les équipements pour la production, le transport et l'utilisation de la vapeur.

Connaissances préalables recommandées:

Phénomènes de transfert, mécanique des fluides.

Contenu de la matière:

TP N° 1. Transmission de chaleur par conduction (unité de base).

TP N° 2. Conduction de chaleur linéaire.

TP N° 3. Conduction de chaleur radiale.

TP N° 4. Convection et de rayonnement

TP N° 5. Transmission de chaleur par convection libre et forcée.

TP N° 6. Echangeur de chaleur coaxial.

TP N° 7. Echangeur de chaleur à plaques: bilans enthalpiques, courbes d'efficacité, évaluation des coefficients de transfert.

TP N° 8. Echangeur de chaleur à faisceau tubulaire.

Mode d'évaluation:

Contrôle continu: 100%.

Semestre: 1
Unité d'enseignement: UEM1.1
Matière 4: Simulateurs en génie des procédés
VHS: 37h30 (Cours : 1h30, TP: 1h00)
Crédits: 3
Coefficient : 2

Objectifs de l'enseignement:

A travers ce module l'étudiant apprend à concevoir, dimensionner et simuler certains procédés industriels en relation avec le génie chimique en utilisant un code de calcul sous forme de simulateur.

Connaissances préalables recommandées:

Une connaissance des notions de base en phénomènes de transfert, de thermodynamique et de programmation

Contenu de la matière:

Chapitre 1 Introduction générale (5 semaines)

La conception des procédés ; De l'analyse à la conduite des procédés ; Les simulateurs de procédés (Simulateurs orientés modules et orientés équations, L'environnement progiciel des simulateurs : Serveur des propriétés, Méthodes numériques pour la résolution des systèmes d'équations, Bibliothèque d'opérations unitaires) ;

Chapitre II Simulation des procédés sans contraintes (5 semaines)

Vue générale ; Définition d'un courant ; Choix des variables caractérisant un courant matière : Équations des modèles d'unités, Équations de connexion, Équations de spécification) ; Stratégies de résolution du problème de simulation (Approche globale, Approche modulaire séquentielle, Ensemble de données standard) ; Diagramme de simulation ; Résolution séquentielle : Avantages et inconvénients de l'approche modulaire séquentielle

Chapitre III Simulation des procédés avec contraintes : la CPAO(5 semaines)

Problématique de la simulation des procédés sous contrainte ; Définition de la CPAO – Un exemple détaillé : Les différentes approches (Approche modulaire simultanée, Formulation) ; Implantation dans le logiciel de simulation (Choix de l'opérateur, Convergence) ; Facteur de relaxation.

Applications adaptées aux cas de traitement de la pollution

Mode d'évaluation:

Contrôle continu:40% et examen 60%

Semestre: 1
Unité d'enseignement: UED 1.1
Matière 1:
VHS: 22h30 (Cours: 1h30)
Crédits: 1
Coefficient:1

Objectifs de l'enseignement :

Connaissances préalables recommandées :

Contenu de la matière :

Mode d'évaluation :

Références bibliographiques: (Si possible)

Semestre: 1
Unité d'enseignement: UED 1.1
Matière 2:
VHS: 22h30 (Cours: 1h30)
Crédits: 1
Coefficient:1

Objectifs de l'enseignement :

Connaissances préalables recommandées :

Contenu de la matière :

Mode d'évaluation :

Références bibliographiques: (Si possible)

Semestre: 1
Unité d'enseignement: UET1.1
Matière 1:Anglais technique et terminologie
VHS: 22h30 (Cours: 1h30)
Crédits: 1
Coefficient: 1

Objectifs de l'enseignement:

Initier l'étudiant au vocabulaire technique. Renforcer ses connaissances de la langue. L'aider à comprendre et à synthétiser un document technique. Lui permettre de comprendre une conversation en anglais tenue dans un cadre scientifique.

Connaissances préalables recommandées:

Vocabulaire et grammaire de base en anglais

Contenu de la matière:

- Compréhension écrite : Lecture et analyse de textes relatifs à la spécialité.
- Compréhension orale : A partir de documents vidéo authentiques de vulgarisation scientifiques, prise de notes, résumé et présentation du document.
- Expression orale : Exposé d'un sujet scientifique ou technique, élaboration et échange de messages oraux (idées et données), Communication téléphonique, Expression gestuelle.
- Expression écrite : Extraction des idées d'un document scientifique, Ecriture d'un message scientifique, Echange d'information par écrit, rédaction de CV, lettres de demandes de stages ou d'emplois.

Recommandation : Il est vivement recommandé au responsable de la matière de présenter et expliquer à la fin de chaque séance (au plus) une dizaine de mots techniques de la spécialité dans les trois langues (si possible) anglais, français et arabe.

Mode d'évaluation:

Examen: 100%.

Références bibliographiques :

1. P.T. Danison, *Guide pratique pour rédiger en anglais: usages et règles, conseils pratiques*, Editions d'Organisation 2007
2. A. Chamberlain, R. Steele, *Guide pratique de la communication: anglais*, Didier 1992
3. R. Ernst, *Dictionnaire des techniques et sciences appliquées: français-anglais*, Dunod 2002.
4. J. Comfort, S. Hick, and A. Savage, *Basic Technical English*, Oxford University Press, 1980

III - Programme détaillé par matière du semestre S2

Semestre: 2
Unité d'enseignement: UEF 1.2.1
Matière1: Production d'eau potable
VHS: 6h30 (Cours: 3h00, TD : 1h30)
Crédits: 6 Coefficient:3

Objectifs de l'enseignement:

Le but de ce cours est de donner aux étudiants les outils qui leur seront nécessaires à la gestion des procédés de production des eaux potables.

Connaissances préalables recommandées:

Chimie de l'eau, la chimie des solutions, l'électrochimie, le transfert de matière.

Contenu de la matière:

A- GENERALITES ET NORMES (2 semaines)

Qualités générales des eaux issues de diverses sources d'approvisionnement; Normes de qualité; lignes directrices pour le traitement des eaux ; filières de traitement

B- PROCEDES DE PRODUCTION DES EAUX POTABLES (5 semaines)

- **Micro-tamisage** (*Aspects théoriques ; Durée d'utilisation et Critères de choix d'un microtamis*)
- **Coagulation et floculation** (*Particules en suspension ; Coagulation ; Théorie de la floculation*)
- **Décantation** (*Types de décantation, Décantation de particules discrètes et floculantes ; Décantation à tube et lamelles*)
- **Flottation**(*flottateurs, quelques performances*)
- **Filtration** (*Généralités, Caractéristiques des matériaux filtrants, Ecoulement de l'eau dans un filtre à sable, filtre bicouche*)
- **Désinfection** (*Principes généraux ; Désinfection par : chlore, dioxyde de chlore, ozone, UV, UV/eau oxygénée, etc...*)

C- PROCEDES SPECIFIQUES DE PRODUCTION DES EAUX POTABLES (8 semaines)

- **Adoucissement par précipitation**
- **Adsorption et échange d'ions**
- **Elimination du fer et du manganèse**
(*Equilibre du fer et du manganèse ; Procédés de déferrisation et de démanganisation*)
- **Stabilisation de l'eau**
- **Fluoruration et défluoruration des eaux**
- **Dessalement des eaux de mer et saumâtres**
(*Méthodes de dessalement par : distillation, congélation, électrodialyse, osmose inverse, etc...*)
- **Procédés d'oxydation avancés**
(*Fenton, Electrofenton, Photofenton, UV/Ozone, UV/ozone/eau oxygénée, sonochimie, photocatalyse, procédés plasmas, canon à électrons, etc...*)
- **Traitement des eaux de piscines**
(*Finalité et Techniques du traitement*)

Mode d'évaluation: Contrôle continu: 40% ; Examen: 60%.

Références bibliographiques:

B. Legube « Production d'eau potable », Edition Dunod, Paris
 J.B. BEAUDRY « Traitement des eaux » Edition le Griffon d'argile, Sainte-Foy, (Canada)
 DEGREMONT « Mémento technique de l'eau » T1 et T2, Edition Technique et Documentation, Paris
 Processus unitaires de traitement de l'eau ; W. J. Masschelein
 Microbiologie des eaux d'alimentation ; C. Hasley, H. Leclerc
 Les traitements de l'eau pour l'ingénieur - Procédés physico-chimiques et biologiques - Cours et problèmes résolus ; C. Cardot
 Le traitement des eaux ; R. Desjardins
 Traitement et épuration des eaux industrielles polluées : procédés membranaires, bioadsorption et oxydation chimique ; G. Crini, P. M. Badot

Semestre: 2
Unité d'enseignement: UEF 1.2.1
Matière2: Gestion et traitement des déchets solides
VHS: 45h00 (Cours: 1h30, TD: 1h30)
Crédits: 4
Coefficient:2

Objectifs de l'enseignement:

Le but est d'initier les étudiants à la problématique des déchets solides dont l'impact sur l'environnement et sur la santé publique n'est plus à démontrer. Il est question d'étudier les différentes possibilités de traitement des déchets en fonction de leur nature.

Contenu de la matière:

Introduction

Définition d'un déchet, classification des déchets, caractérisation, déchet ultime, législation.

1- Déchets ménagers

1-1- Collecte des déchets

Type de collecte, équipements de collecte, trajet de collecte, stations de transfert.

1-2- Mise en décharge

Problématique des décharges sauvages, centre d'enfouissement technique, déchets admissibles en CET de classe I, II et III, caractéristiques techniques des CET (sécurité passive, sécurité active et couverture), traitements des lixiviats et valorisation du biogaz, dimensionnement des CET.

1-3- Bioconversion des déchets organiques

1-3-A- Compostage

Avantages du compostage, déchets compostables, paramètres de compostage, phases de compostage, méthodes de compostage, détermination de la maturité du compost, lombricompostage.

1-3-B- Méthanisation

Déchets méthanisables, importance du méthane dans les procédés industriels, phases de méthanisation, paramètres de méthanisation, fermentation sèche et humide, traitement du biogaz, types de digesteurs.

1-4- Incinération

But, produits issus de l'incinération des déchets ménagers, paramètres d'incinération, post traitements (des gaz, cendres volantes et mâchefers), types de fours.

1-5- Recyclage

Importance du recyclage, les logos du recyclage, les déchets recyclables et non recyclables, importance du tri sélectif dans le recyclage.

2- Déchets industriels spéciaux (DIS)

Définition, types, sources de production, critère de dangerosité, nomenclature, stockage.

Traitements :

- Physico-chimiques : neutralisation, précipitation chimique, oxydation/réduction, sorption, stabilisation/solidification, injection en puits.
- Traitements thermiques : incinération, pyrolyse, oxydation hydrothermale, vitrification.

3- Déchets de soins à risque infectieux (DASRI)

Types de déchets médicaux, législation, tri, emballage et marquage, stockage, transport.

Traitements : par incinération, stérilisation en autoclave, désinfection chimique, irradiation aux micro-ondes.

Mode d'évaluation: Contrôle continu: 40% ; Examen: 60%.

Références

- 1- George Tchobanoglous, Frank Kreith, Handbook of Solid Waste Management, McGraw-Hill, 2002.
- 2- Daniel A. Vallero, J. Jeffrey Peirce, Engineering the Risks of Hazardous Wastes, Ed. B.H. 2003.
- 3- Lawrence K. Wang, Nazih K. Shamma Yung-Tse Hung, Advances in Hazardous Industrial Waste Treatment, CRC Press, 2009.

Semestre: 2

Unité d'enseignement: UEF 1.2.2

Matière1: Procédés d'adsorption et séparation Membranaire

VHS: 45h00 (Cours: 1h30, TD: 1h30)

Crédits: 4 Coefficient:2

Objectifs de l'enseignement:

L'objectif est de donner :

- Les bases théoriques nécessaires pour mettre en œuvre un adsorbant et le dimensionnement d'adsorbants de divers types : discontinu, semi-continu et continu.
- Des connaissances théoriques et pratiques approfondies dans le domaine des techniques membranaires et les familiariser avec les dernières avancées technologiques des membranes.

Connaissances préalables recommandées:

Phénomènes de transfert (transfert de matière, mécanique des fluides,..), Chimie des surfaces et catalyse hétérogène.

Contenu de la matière:

Première partie : Procédés d'adsorption

(6 Semaines)

Chapitre 1. Principaux adsorbants industriels, critères de sélection, méthodes de régénération, principales applications industrielles.

Chapitre 2. Dynamique de l'adsorption (précédé d'un rappel sur les lois générales de l'adsorption physique).

Chapitre 3. Les procédés discontinus.

Chapitre 4. Les procédés de séparation par adsorption

- Modulée en pression.
- Modulée en température.

Deuxième partie: Procédés de séparation par membrane

Chapitre 1. Généralités et définitions

(1 Semaine)

Chapitre 2. Les membranes

(3 Semaines)

Structure, caractérisation et modules membranaires des installations industrielles.

Chapitre 3. Technique de séparation membranaire

(5 Semaines)

Microfiltration, Ultrafiltration, Nanofiltration, Osmose inverse et électrodialyse.

Mode d'évaluation:

Contrôle continu: 40% ; Examen: 60%.

Références bibliographiques:

1. *Unit Operations Handbook, Volume 1, Mass transfer, Edited by John J. Mcketta, 1993.*
2. *Warren L. McCabe, Julian C. Smith, Peter Harriott «Unit Operations of Chemical Engineering », Mc Graw- Hill, Inc, Fifth Edition, 1993.*
3. *J. P. Brun, Procédés de séparation par membranes, Transport Techniques membranaires Applications, Masson, Paris, 1988.*
4. *Robert E. Treybal, «Mass Transfer Operations», Third Edition, McGraw –Hill, 1980.*

Semestre: 2
Unité d'enseignement: UEF 1.2.2
Matière 2: réacteurs poly-phasiques
VHS: 45h00 (Cours: 1h30, TD: 1h30)
Crédits: 4
Coefficient:2

Objectifs de l'enseignement:

L'étudiant aura acquis des connaissances concernant le fonctionnement des réacteurs poly-phasiques hétérogènes tels que les absorbeurs, les réacteurs catalytiques, les réacteurs à combustion et autres réacteurs à deux phases hétérogènes.

Connaissances préalables recommandées:

Des connaissances de notions de base en réacteurs homogènes, en cinétique chimique et en phénomènes de transfert sont recommandées.

Contenu de la matière:

Chapitre 1. Réacteurs à deux phases fluide- fluide **(6 Semaines)**

- 1- Introduction ; -Effet de la réaction chimique sur le transfert de matière
 (Théorie des deux films ; Réaction de pseudo premier ordre-Nombre de Hatta (Ha) ; Régime de réaction rapide-Facteur d'accélération E ; Régime de réaction instantanée-Diagramme E en fonction de Ha.) ; - Calculs des réacteurs biphasiques (réacteurs batch, réacteurs piston, réacteurs continus parfaitement agités.

Chapitre 2. Réacteurs fluide-solide catalytique **(6 Semaines)**

- 1- Diffusion intra particulaire
 (Nombre de Thiele ; Efficacité).
- 2- Efficacité et transfert de matière externe
 (Effet du diamètre du grain de catalyseur ; Transfert de matière externe).
- 3- Influence de la diffusion interne sur la réaction (Critère de Weisz- Prater) ; Influence du transfert de matière externe sur la réaction (Critère de Mears).
- 4- Réacteurs à lit fixe. ; Réacteurs à lit fluidisé.

Chapitre 3. Réacteurs fluide- solide non catalytique **(3 Semaines)**

Modèle de la sphère à cœur rétrécissant (shrinkingcore model).

Mode d'évaluation: Contrôle continu: 40% ; Examen: 60%.

Références bibliographiques:

1. Roustan M : *Transfert gaz/liquide dans les procédés de traitement des eaux et des effluents gazeux*, Tec & Doc Lavoisier, Paris (2003) ISBN : 2-7430-0605-6
2. Schweich D : *génie de la réaction chimique*, Tec ! Doc Lavoisier (2001) ISBN : 2-7430-0459-2
3. R.Missen, C.Mims and B.Saville : *Chemical reactions engineering and kinetics*, John Wiley and Sons, New York (1999)
4. Levinspiel O : *chemical reaction engineering*, 3^{ème} édition, John Wiley and Sons, New York (1998) ISBN : 0471225424X
5. Villiermaux J : *Génie de la réaction chimique , conception et fonctionnement des réacteurs*, 2^{ème} édition, Tec & Doc Lavoisier , Paris (1993) ISBN : 2-85206-132-5
6. Atkinson B and Maytuna F : *Biochemical engineering and biotechnology hand book*, Ed Mac Millan (1991) ISBN : 978-033342-4032
7. Froment G and Bischoff KB : *Chemical reactor, analysis and design* : John Wiley and Sons, New York (1979)

Semestre: 2
Unité d'enseignement: UEM 1.2
Matière 1: Milieux Poreux et Dispersés
VHS: 37h30 (Cours : 1h30, TD: 1h00)
Crédits: 3
Coefficient : 2

Objectifs de l'enseignement:

L'ensemble de ces enseignements doit permettre une bonne connaissance des opérations du Génie des Procédés pour le traitement des liquides et des gaz.

Connaissances préalables recommandées:

Opérations unitaires

Contenu de la matière:

Chapitre 1. Opérations sur les solides

Définitions. Morphologie des grains et empilement. Propriétés des solides. Broyage. Criblage. Tamisage.

Chapitre 2. Mouvements des particules dans un fluide

Ecoulement des fluides autour des grains. Mouvement vertical de particules ou globules dans le champ de la pesanteur. Equation de mouvement (vitesse terminale). Chute collective des particules dans un fluide.

Chapitre 3. Ecoulement des fluides à travers un milieu poreux

Ecoulement d'un seul fluide à travers un lit. Dispersion. Transfert de chaleur dans un lit fixe. Colonnes garnies. Ecoulement d'une suspension. Filtration à débit constant. Filtration à pression constante. Loi de Ruth. Cas des gâteaux compressibles.

Chapitre 4. Fluidisation

Caractéristiques des systèmes fluidisés. Systèmes liquide-solide. Systèmes gaz-solide. Lits fluidisés (gaz-solide). Transfert de chaleur et de matière entre le fluide et les particules.

Chapitre 5. Sédimentation

Sédimentation des particules fines. Sédimentation des grosses particules. Théorie de Kynch. Dimensionnement d'un décanteur.

Chapitre 6. Filtration

Théorie de la filtration. Filtration à débit constant, à pression constante. Loi de Ruth. Cas des gâteaux compressibles.

Mode d'évaluation: Contrôle continu: 40% ; Examen: 60%.

Références bibliographiques:

1. Coulson J.M., J.F Richardson, J.R Backhurst And J.H. Harker, "Chemical Engineering", volume two, Fifth edition, Pergamon Press, 2002.
2. Rhodes, M., Introduction to Particle Technology, 2nd Ed., Wiley (2008).
3. Gibilaro, L. G., Fluidization - Dynamics, Butterworth - Heinemann (2001).
4. Perry R. H., D. W. Green And J. O. Maloney, "Perry's Chemical Engineers' Handbook " seventh edition, , McGraw Hill, 1999
5. Kunii D. And O. Levenspiel, "Fluidization Engineering", second ed. Butterworth—Heinemann, 1991.
6. Darton R.C., "Fluidization", ed. by J.F. Davidson, R. Clift and D. Harrison, Academic Press, 1985.
7. McCabe W.L., J.C. Smith and P. Harriott, "Unit Operations of Chemical Engineering", seventh edition, ed. McGraw-Hill, 2004

Semestre 2**Unité d'enseignement: UEM 1.2****Matière 2: TP Traitement des eaux et Procédés d'adsorption et Séparation****Membranaire****VHS: 22h30 (TP: 1h30)****Crédits: 2 Coefficient: 1****Objectifs de l'enseignement:**

L'objectif est de présenter les procédés de traitement auxquels recourent le plus souvent les ingénieurs pour produire de l'eau potable.

Connaissances préalables recommandées:

Chimie des eaux, méthodes physico-chimiques d'analyse

Contenu de la matière:***Traitement des eaux***

- Coagulation-floculation
- Décarbonatation à la chaux
- Echange d'ions
- Décantation
- Clarification
- Filtration
- Procédés membranaires

Procédés d'adsorption et Séparation Membranaire

- Séparation d'un colorant en phase aqueuse par adsorption.
- Séparation d'un pesticide en phase aqueuse par adsorption.
- Equilibre dans le système hétérogène : détermination expérimentale de l'isotherme d'adsorption du CH_3COOH , dissous dans l'eau, par une substance solide (charbon actif).
- Extraction par membrane liquide émulsionnée.
- Préparation et stabilisation d'une émulsion

Mode d'évaluation: Contrôle continu: 100%

Références bibliographiques:

- J.B. BEAUDRY « Traitement des eaux » Edition le Griffon d'argile, Sainte-Foy, (Canada)
- DEGREMONT « Mémento technique de l'eau » Edition Technique et Documentation, Paris
- W.W. ECKENFELDER « Gestion des eaux usées urbaines et industrielles » Edition Technique et Documentation ; Paris
- M.J. HAMMER « Water and waste-water technology » Edition John Wiley & sons, New York
- Warren L. McCabe, Julian C. Smith, Peter Harriott « Unit Operations of Chemical Engineering », McGraw- Hill, Inc, Fifth Edition, 1993.
- J. P. Brun, Procédés de séparation par membranes, Transport Techniques membranaires Applications, Masson, Paris, 1988

Semestre: 2
Unité d'enseignement: UEM 1.2
Matière: Traitement et Conditionnement des Eaux de process
VHS: 45h00 (Cours : 1h30 ; TD: 1h30)
Crédits: 4
Coefficient: 2

Objectifs de l'enseignement:

Le but est d'acquérir des connaissances théoriques et pratiques sur les traitements nécessaires pour utiliser l'eau comme fluide énergétique et thermique afin d'éliminer les problèmes d'encrassement, entartrage, corrosion, développements biologiques, qualité de l'eau, qui découlent directement de l'emploi de ce fluide.

Connaissances préalables recommandées:

Chimie des eaux

Contenu de la matière:

Chapitre I : Les eaux de refroidissement

- I.1. Introduction
- I.2. Conservation de la matière première
- I.3. Conservation de l'énergie
- I.4. Conservation de l'eau et du traitement
- I.5. Chimie de l'eau utilisée comme fluide thermique

Chapitre II : Traitement des eaux de chaudières

- II.1. Position du problème
- II.2. Spécifications des eaux de chaudières
- II.3. Compléments sur le traitement des eaux de chaudières
 - II.3.1. Dégazage
 - II.3.2. Traitement aux phosphates
 - II.3.3. Inhibiteurs de corrosion
 - II.3.4. Conditionnement anti-primage
- II.4. Filières de traitement
 - II.4.1. Chaudières basses pressions
 - II.4.2. Chaudières moyennes pressions
 - II.4.3. Chaudières hautes pressions
 - II.4.4. Traitement des condensats avant recyclage

Chapitre III : Traitement des eaux de refroidissement

- III.1. Position du problème
- III.2. Les circuits de refroidissement
Circuits ouverts, Circuits totalement fermés et Circuits semi-fermés
- III.3. Problèmes posés par les circuits de refroidissement
Entartrage, Salissures et Corrosion.
- III.4. Traitement des eaux de refroidissement
 - III.4.1. Circuits ouverts
 - III.4.2. Circuits semi-fermés :
Traitement de l'appoint, Caractérisation du circuit de refroidissement, Traitement des purges et Traitement en dérivation.

Mode d'évaluation: Contrôle continu: 40% ; Examen: 60%.

Références bibliographiques:

Semestre : 2
Unité d'enseignement : UET 1.2
Matière : Éthique, déontologie et propriété intellectuelle
VHS : 22h30 (Cours : 1h30)
Crédit : 1
Coefficient : 1

Objectifs de l'enseignement:

Développer la sensibilisation des étudiants aux principes éthiques. Les initier aux règles qui régissent la vie à l'université (leurs droits et obligations vis-à-vis de la communauté universitaire) et dans le monde du travail. Les sensibiliser au respect et à la valorisation de la propriété intellectuelle. Leur expliquer les risques des maux moraux telle que la corruption et à la manière de les combattre.

Connaissances préalables recommandées :

Aucune

Contenu de la matière :

A- Ethique et déontologie

I. Notions d'Éthique et de Déontologie

(3 semaines)

1. Introduction
 1. Définitions : Morale, éthique, déontologie
 2. Distinction entre éthique et déontologie
2. Charte de l'éthique et de la déontologie du MESRS: Intégrité et honnêteté. Liberté académique. Respect mutuel. Exigence de vérité scientifique, Objectivité et esprit critique. Équité. Droits et obligations de l'étudiant, de l'enseignant, du personnel administratif et technique.
3. Éthique et déontologie dans le monde du travail
Confidentialité juridique en entreprise. Fidélité à l'entreprise. Responsabilité au sein de l'entreprise, Conflits d'intérêt. Intégrité (corruption dans le travail, ses formes, ses conséquences, modes de lutte et sanctions contre la corruption)

II. Recherche intègre et responsable

(3 semaines)

1. Respect des principes de l'éthique dans l'enseignement et la recherche
2. Responsabilités dans le travail d'équipe: Égalité professionnelle de traitement. Conduite contre les discriminations. La recherche de l'intérêt général. Conduites inappropriées dans le cadre du travail collectif
3. Adopter une conduite responsable et combattre les dérives: Adopter une conduite responsable dans la recherche. Fraude scientifique. Conduite contre la fraude. Le plagiat (définition du plagiat, différentes formes de plagiat, procédures pour éviter le plagiat involontaire, détection du plagiat, sanctions contre les plagiaires, ...). Falsification et fabrication de données.

B- Propriété intellectuelle

I- Fondamentaux de la propriété intellectuelle

(1 semaine)

1. Propriété industrielle. Propriété littéraire et artistique.
2. Règles de citation des références (ouvrages, articles scientifiques, communications dans un congrès, thèses, mémoires, ...)

II- Droit d'auteur

(5 semaines)

1. Droit d'auteur dans l'environnement numérique

Introduction. Droit d'auteur des bases de données, droit d'auteur des logiciels. Cas spécifique des logiciels libres.

2. Droit d'auteur dans l'internet et le commerce électronique

Droit des noms de domaine. Propriété intellectuelle sur internet. Droit du site de commerce électronique. Propriété intellectuelle et réseaux sociaux.

3. Brevet

Définition. Droits dans un brevet. Utilité d'un brevet. La brevetabilité. Demande de brevet en Algérie et dans le monde.

4. Marques, dessins et modèles

Définition. Droit des Marques. Droit des dessins et modèles. Appellation d'origine. Le secret. La contrefaçon.

5. Droit des Indications géographiques

Définitions. Protection des Indications Géographiques en Algérie. Traités internationaux sur les indications géographiques.

III- Protection et valorisation de la propriété intellectuelle

(3 semaines)

Comment protéger la propriété intellectuelle. Violation des droits et outil juridique. Valorisation de la propriété intellectuelle. Protection de la propriété intellectuelle en Algérie.

Mode d'évaluation :

Examen : 100 %

Références bibliographiques:

1. Charte d'éthique et de déontologie universitaires, https://www.mesrs.dz/documents/12221/26200/Charte+fran_ais+d_f.pdf/50d6de61-aabd-4829-84b3-8302b790bdce
2. Arrêtés N°933 du 28 Juillet 2016 fixant les règles relatives à la prévention et la lutte contre le plagiat
3. L'abc du droit d'auteur, organisation des nations unies pour l'éducation, la science et la culture(UNESCO)
4. E. Prairat, De la déontologie enseignante. Paris, PUF, 2009.
5. Racine L., Legault G. A., Bégin, L., Éthique et ingénierie, Montréal, McGraw Hill, 1991.
6. Siroux, D., Déontologie : Dictionnaire d'éthique et de philosophie morale, Paris, Quadrige, 2004, p. 474-477.
7. Medina Y., La déontologie, ce qui va changer dans l'entreprise, éditions d'Organisation, 2003.
8. Didier Ch., Penser l'éthique des ingénieurs, Presses Universitaires de France, 2008.

9. Gavarini L. et Ottavi D., Éditorial. de l'éthique professionnelle en formation et en recherche, Recherche et formation, 52 | 2006, 5-11.
10. Caré C., Morale, éthique, déontologie. Administration et éducation, 2e trimestre 2002, n°94.
11. Jacquet-Francillon, François. Notion : déontologie professionnelle. Le télémaque, mai 2000, n° 17
12. Carr, D. Professionalism and Ethics in Teaching. New York, NY Routledge. 2000.
13. Galloux, J.C., Droit de la propriété industrielle. Dalloz 2003.
14. Wagret F. et J-M., Brevet d'invention, marques et propriété industrielle. PUF 2001
15. Dekermadec, Y., Innover grâce au brevet: une révolution avec internet. Insep 1999
16. AEUTBM. L'ingénieur au cœur de l'innovation. Université de technologie Belfort-Montbéliard
17. Fanny Rinck et Léda Mansour, littératie à l'ère du numérique : le copier-coller chez les étudiants, Université grenoble 3 et Université paris-Ouest Nanterre la défense Nanterre, France
18. Didier DUGUEST IEMN, Citer ses sources, IAE Nantes 2008
19. Les logiciels de détection de similitudes : une solution au plagiat électronique? Rapport du Groupe de travail sur le plagiat électronique présenté au Sous-comité sur la pédagogie et les TIC de la CREPUQ
20. Emanuela Chiriac, Monique Filiatrault et André Régimbald, Guide de l'étudiant: l'intégrité intellectuelle plagiat, tricherie et fraude... les éviter et, surtout, comment bien citer ses sources, 2014.
21. Publication de l'université de Montréal, Stratégies de prévention du plagiat, Intégrité, fraude et plagiat, 2010.
22. Pierrick Malissard, La propriété intellectuelle : origine et évolution, 2010.
23. Le site de l'Organisation Mondiale de la Propriété Intellectuelle www.wipo.int
24. <http://www.app.asso.fr/>

V- Programme détaillé par matière du semestre S3

Semestre: 3
Unité d'enseignement: UEF 2.1.1
Matière 1: Traitement Physico-chimique et Biologique des eaux usées
VHS: 67h30 (Cours: 3h00, TD: 1h30)
Crédits: 6
Coefficient: 3

Objectifs de l'enseignement:

Le contenu de ce module doit être suffisamment fourni pour permettre aux étudiants de comprendre les fondamentaux du traitement des eaux usées par voie biologique et pouvoir dimensionner les stations d'épuration

Connaissances préalables recommandées:

Les notions fondamentales de chimie et du génie des procédés

Contenu de la matière:

Introduction aux traitements des eaux usées

Caractérisations des eaux usées :

Du point de vue quantité (dotation, débit moyen, coefficient de pointe, débit max par temps sec, débit max par temps de pluie), compagne de mesure des débits et appareillage
 Du point de vue qualité (Paramètres de caractérisation de la pollution (DBO, DCO, MES, Azote, Phosphore, huiles et graisse, hydrocarbure, éléments toxiques (métaux lourds, Température, pH,) détermination et calcul), actérisation des EU compagne d'échantillonnage et de caractérisation
 Données de base pour les projets de station de traitement des eaux usées

Objectifs et schémas de traitement des eaux usées

Objectifs du traitement des EU : Protection des milieux récepteurs (oued, barrage, nappes souterraines, mer), protection de la santé publique, réutilisation des eaux usées traitées (l'agriculture, l'industrie, etc..), recharge des nappes,

Schémas de traitement en considérant (les prétraitements, les traitements primaires, les traitements secondaire, les traitements tertiaires et avancés, le stockage), etc..le traitement des boues)

Les traitements physiques

Le dégrillage (objectif, différents types de grilles, calcul des pertes de charge pour une grille propre et colmatée, détermination de la vitesse d'approche et de la vitesse de passage, quantité de rebus retenus))

Le dessablage aéré (objectif, fonctionnement, calcul des dimensions, calcul des besoins d'air, calcul de la quantité de sable retenue,)

Bassin tampon (objectif, fonctionnement, calcul,)

Sédimentation et décantation (objectifs, sédimentation discrète, sédimentation floculante, sédimentation lamellaire, sédimentation de zone et sédimentation compressive),

dimensionnement des bassins de décantation primaire et secondaire (forme, entrée, déversoir de sortie, fond, système d'extraction des boues etc..)

Transfert d'oxygène dans les milieux aquatiques

Les traitements biologiques

- Objectifs et introduction au traitement biologique
- Composition et classification des microorganismes
- Introduction au métabolisme bactérien et réaction biologique (sources de carbone et sources d'énergie, besoins nutritionnels des microorganismes)
- Conversion
- Croissance bactérienne et cinétique de Monod (modèle de Monod et constantes bio-cinétiques ; taux de croissance spécifique, taux d'utilisation du substrat, taux de consommation d'oxygène)
- Détermination des constantes bio-cinétiques de Monod

Les boues activées

- Type de boues activées (forte charge, moyenne charge et aération prolongée) notion d'âge des boues et charge massique ;
- Développement du bilan du système de boues activées avec retour (âge des boues, charge massique, détermination des concentrations du substrat et de la biomasse à la sortie, volume du bassin d'aération, quantité de boues en excès, besoin d'oxygène et d'air,)
- Dimensionnement d'un système de boue activée
- Utilisation des boues activées pour l'élimination de la charge carbonée et de l'azote ;
- Utilisation des boues activées pour l'élimination de la charge carbonée, de l'azote et du phosphore,

Les filtres biologiques

Les réacteurs membranaires

Les systèmes de lagunage

Traitement de boues

- **Détermination des quantités de boues générées dans un système de traitement biologique ;**
- **Schéma de traitement des boues**
- **Epaississement**
- **Digesteurs aérobie**
- **Digesteurs anaérobie**
- **Lit de séchage**
- **Filtre presse**

Mode d'évaluation:

Contrôle continu: 40% ; Examen: 60%.

Références bibliographiques:

Semestre: 3
Unité d'enseignement: UEF 2.1.1
Matière 2: Traitement des Effluents Gazeux
VHS: 45h00 (Cours: 1h30, TD: 1h30)
Crédits: 4
Coefficient: 2

Objectifs de l'enseignement:

Porter à la connaissance des étudiants les différents procédés de traitements des gaz et des poussières produits par les unités fixes et mobiles.

Connaissances préalables recommandées:

Contenu de la matière:

Chapitre 0. Rappels

Lois des gaz parfaits, unités et dimensions, conversions, calculs des concentrations.

Chapitre 1 Mesure des gaz et des particules

(Echantillonnage et analyse).

Chapitre 2. Procédés de traitements de la pollution issue des sources fixes

A- Traitements des effluents gazeux

Absorption, Adsorption, Oxydation thermique, Oxydation catalytique, Condensation, Biofiltration, Torchage.

B- Traitements des poussières

Filtres à manche, Cyclone, Venturi, Electrofiltre.

Chapitre 3. Traitement de la pollution issue des sources mobiles

Véhicules à essence et diesel: polluants émis, normes d'émissions, pots catalytiques, catalyseurs deux voies, trois voies, etc.

Mode d'évaluation:

Contrôle continu: 40% ; Examen: 60%.

Références bibliographiques:

- 1- Kenneth C. Schiffner, Air Pollution Control Equipment Selection Guide, Lewis publishers, 2002.
- 2- Nicholas P. Cheremisinoff, Handbook of Air Pollution Prevention and Control, B.H. Ed. 2002.
- 3- Lawrence K. Wang, Yung-Tse Hung, Nazih K. Shamma, Advanced Physicochemical Treatment Processes, Handbook of Environmental Engineering, Vol. 4, Ed. Humana Press, 2006.

Semestre: 3
Unité d'enseignement: UEF 2.1.2
Matière 1: Thermodynamique Technique
VHS: 45h00 (Cours: 1h30, TD: 1h30)
Crédits: 4
Coefficient: 2

Objectifs de l'enseignement:

Etudier les cycles thermodynamiques et maîtriser les principes de fonctionnement de certaines technologies énergétiques à savoir : machines thermiques, compresseurs, pompes...etc.

Connaissances préalables recommandées:

Thermodynamique chimique, mécaniques des fluides.

Contenu de la matière:

Chapitre 1. (8Semaines)

Cycle de Carnot des machines thermiques, rendement thermique. Moteur à combustion interne. Turbine à gaz. Machine à vapeur (cycle de Rankine, cycle de HIRN, cycle à resurchauffe, cycle à soutirage, avec représentation dans les divers diagrammes ((T,S), (P,V) et (H,S)).

Chapitre 2. (4Semaines)

Compresseurs et pompes (cycle du compresseur, travail, rendement et calcul du nombre d'étage. Installation des pompes (courbe caractéristiques, hauteur manométrique, NPSH disponible, NPSH requis, rendement).

Chapitre 3. (3 Semaines)

Le froid : Etude thermodynamique (cycle de Carnot inversé). Cycles frigorifiques réels. Pompes à chaleur. La liquéfaction des gaz (procédés LINDE et CLAUDE).

Mode d'évaluation:

Contrôle continu: 40% ; Examen: 60%.

Références bibliographiques:

1. Gordon Van Wylen, Richard Sonntag, *Thermodynamique appliquée*, Editeur Erpi, Collection : Diffusion Pearson Education, 2002.
2. https://hal.inria.fr/file/index/docid/556977/filename/CycleThermoMachines_1011.pdf
3. http://www.emse.fr/~bonnefoy/Public/Machines_Thermiques-EMSE.pdf
4. Olivier Cleynen, *Thermodynamique de l'ingénieur*, Collection Frama book, 2015.
5. Paul Chambadal, *la turbine à gaz*, Collection de la direction des études et recherches d'électricité de France, EYROLLES, 1976.
6. Jean Lemale, *Les pompes à chaleur*, 2^{ème} Edition DUNOD, Paris, 2012, 2014.

Semestre: 3
Unité d'enseignement: UEF 2.1.2
Matière 2: Bioréacteurs
VHS: 45h00 (Cours: 1h30, TD: 1h30)
Crédits: 4
Coefficient : 2

Objectifs de l'enseignement:

Introduction des concepts de base nécessaires à la mise en œuvre du design et de l'analyse des bioréacteurs à l'échelle industrielle

Connaissances préalables recommandées:

Contenu de la matière:

- I- Introduction (2 semaines)
 - Rappels des connaissances de base de la microbiologie, la biochimie et la biologie moléculaire nécessaires au calcul des bioréacteurs

- II- Modélisation des vitesses de réaction dans les systèmes biologiques (3 semaines)
 - Cinétique microbienne : modèle de Monod
 - Cinétique des enzymes
 - Inhibition des réactions enzymatiques
- III- Design et analyse des bioréacteurs (5 semaines)
 - Types de bioréacteurs
 - Concepts de base
 - Bioréacteurs batch
 - Cuves agitées continues
 - Bioréacteurs piston
 - Comparaison bioréacteurs batch et bioréacteurs continus
- IV- Stérilisation (2 semaines)
 - Stérilisation physique
 - Stérilisation chimique
- V- Transfert de matière dans les bioréacteurs (3 semaines)
 - Aération : transfert de matière gaz-liquide
 - Agitation : transfert de matière par convection forcée

Mode d'évaluation:

Contrôle continu: 40% ; Examen: 60%.

Semestre: 3
Unité d'enseignement: UEM 2.1
Matière 1: TP Traitements Physico-Chimique et Biologique des eaux usées
VHS: 22h30 (TP: 1h30)
Crédits: 2
Coefficient : 1

Objectifs de l'enseignement:

Mettre en pratique les notions théoriques acquises en cours

Connaissances préalables recommandées:

Notions de base de chimie et de génie des procédés

Contenu de la matière:

1^{er} groupe de TP : Caractérisation des eaux usées

- DCO, DBO₅, COT, Azote kjeldahl et azote total, MVS, paramètres microbiologiques

2^{ème} groupe de TP : Prétraitements et Traitement Physico-chimique

- Prétraitements : Dégrillage, Dessablage, Déshuilage et dégraissage, Tamisage
- Décantation et sédimentation

3^{ème} groupe de TP : Traitement biologique et désinfection

- Traitements biologiques
- Désinfection des eaux épurées

4^{ème} groupe de TP : Traitements tertiaires

NB : Il est recommandé de faire au moins six TP, choisis dans les différents groupes, en fonction des moyens disponibles.

Mode d'évaluation:

Contrôle continu: 100 %.

Références bibliographiques:

Semestre: 3
Unité d'enseignement: UEM 2.1
Matière 2 :Intensification des procédés
VHS: 22h30 (Cours : 1h30)
Crédits: 2
Coefficient : 1

Objectifs de l'enseignement:

- 1-Comprendre le principe de l'intensification des procédés
- 2- Appliquer les techniques d'intensification pour des procédés divers

Connaissances préalables recommandées:

Transfert de matière et de chaleur, catalyse, Réacteurs, opérations unitaires.

Contenu de la matière:

Chapitre 1.Bases de l'intensification des procédés

Définitions .Principes et applications de l'IP.Mise en œuvre de l'intensification des procédés : approche basée sur les équipements ou les méthodes.

Chapitre 2. Les équipements pour l'Intensification des procédés

Microréacteurs :Réacteurs à baffles oscillantes, Réacteurs à disque tournant

- Absorbeur centrifuge
- Colonnes garnies rotatives
- Exemples d'application de ces équipements dans différents procédés

Chapitre 3.Les méthodes de l'Intensification des procédés

Réacteurs multifonctionnels (Distillation réactive, Réacteurs à membrane). Séparations hybrides (Membrane- absorption , Membrane- distillation). Exemples d'applications de ces différentes méthodes.

Chapitre 4.Sources d'énergies alternatives

Energie solaire. Ultrasons. Micro ondes.

Chapitre 5.Autres méthodes d'intensification des procédés :

Nouveaux solvants(Fluides supercritiques,Liquides ioniques). Exemples d'application de ces solvants.

Mode d'évaluation:Contrôle continu: 40% ; Examen: 60%.

Références bibliographiques:

1. Stanckiewicz, A.,andMoulijn. Marcel Dekker, Re- engineering the Chemical Processing Plant- Process Intensification. Inc. N.Y 2003.

Semestre: 3
Unité d'enseignement: UEM 2.1
Matière 3: Traitement des Sols pollués
VHS: 22h30 (Cours : 1h30)
Crédits: 2
Coefficient : 1

Objectifs de l'enseignement:

Les sites pollués par les infiltrations de substances polluantes liées à l'exploitation des installations industrielles constituent un risque pour les eaux de surface et souterraines et pour l'usage des sols comme habitat, cultures ou implantation d'activités. Le but de ce cours est de porter à la connaissance des étudiants les différentes techniques existantes de décontamination des sites pollués par différents composés organiques et minéraux.

Connaissances préalables recommandées:

Contenu de la matière:

1- Introduction

Formation des sols, types de sols, analyse des sols pollués, propriétés des contaminants organiques et inorganiques, réglementations, pollution en zone non saturée et saturée, traitements in situ, on site et hors site.

2- Méthodes physico-chimiques

Venting, Lavage des sols (lessivage), Stripping, Stabilisation/solidification, Oxydation chimique, Réduction chimique, Extraction double phase, Confinement par couverture et étanchéification, Confinement vertical, Piège (confinement) hydraulique.

3- Méthodes thermiques

Désorption thermique, Incinération, Vitriification, Pyrolyse.

4- Méthodes biologiques

Phytoremédiation, Biodégradation dynamisée, Atténuation naturelle contrôlée, Bioventing, Biotertre, Compostage.

Mode d'évaluation :

Contrôle continu: 40% ; Examen: 60%.

Références

- 1- John Pichtel, Fundamentals of Site Remediation: For Metal and Hydrocarbon-Contaminated Soils, 2007.
- 2- Helmut Meuser, Soil Remediation and Rehabilitation, Treatment of Contaminated and Disturbed Land, 2013.
- 3- Rainer Stegmann, Gerd Brunner, Wolfgang Calmano, Gerhard Matz, Soil Treatment of Contaminated Soil, Springer, 2001.

Semestre: 3
Unité d'enseignement: UEM 2.1
Matière 4: Plans d'expériences
VHS: 37h30 (Cours: 1h30, TP: 1h00)
Crédits: 3
Coefficient : 2

Objectifs de l'enseignement:

Permettre une bonne maîtrise des manipulations expérimentales et rendre les résultats plus significatifs.

Connaissances préalables recommandées:

Les notions de base en mathématiques

Contenu de la matière:

Chapitre1 : Introduction générale et plans factotiels

1. Introduction
2. Qu'est ce qu'un plan d'expérience
3. Domaine d'étude et surface de réponse
4. Les facteurs
5. Notion d'interaction
6. Notion de modèle et de régression linéaire multiple
7. Plan factoriel 2^k complet
 - 7.1. Exemple de calcul des effets
 - 7.2. La représentation graphique des effets
 - 7.3. Forme matricielle- Régression multilinéaire
8. Exemple d'application

Chapitre2 : Tests de signification et validation du modèle

1. Introduction
2. Erreurs expérimentales
3. Tests de Signification des effets
4. Intervalle de confiance des effets du modèle
5. Analyse de la variance. Validation du modèle linéaire
 - 5.1. Le tableau « ANOVA »
 - 5.2. Coefficient de détermination- Coefficient de corrélation
6. Exemple d'application

Chapitre3 : Les plans fractionnaires

1. Introduction
2. Conception d'un plan fractionnaire
3. Analyse du plan fractionnaire
4. Exemple d'application
5. Autres plans : Plans Plackett-Burman et Plan Taguchi

Chapitre4 : Les plans de surface de réponses

1. Introduction
2. Notion de surface de réponse et courbes isoréponses
3. Plans pour l'étude des modèles du second degré
 - 3.1. Plan Box- Behnken
 - 3.2. Plan composite centrés
4. Critères de qualité et d'optimalité d'un plan expérimental
 - 4.1. Calcul des plans optimaux
5. Exemple d'application des plans de surface de réponses

Chapitre5 : Les plans de mélange

1. Introduction
2. Représentation géométrique des mélanges
3. Domaine d'étude dans les plans de mélange
4. Modèles mathématiques des mélanges
5. Analyse d'un plan de mélange
6. Exemple d'application
7. Plans de mélange et plan d'expériences : plans mixtes

Applications

- Initiation au logiciel Minitab + Obtention des coefficients d'un plan complet ainsi que les graphiques des effets principaux et des interactions+ANOVA.
- Les plans fractionnaires sous Minitab
- Optimisation par des plans de surface de réponses (Box Benkhen+Central composite)
- Utilisation des plans de mélange

Mode d'évaluation: Contrôle continu: 40% ; Examen: 60%.

Références bibliographiques:

Semestre: 3
Unité d'enseignement: UED 2.1
Matière 1 : Matière au choix
VHS: 22h30 (Cours : 1h30)
Crédits: 1
Coefficient : 1

Objectifs de l'enseignement :

Connaissances préalables recommandées :

Contenu de la matière :

Mode d'évaluation :

Références bibliographiques: (Si possible)

Semestre: 3
Unité d'enseignement: UED 2.1
Matière 2: Matière au choix
VHS: 22h30 (Cours : 1h30)
Crédits: 1
Coefficient : 1

Objectifs de l'enseignement :

Connaissances préalables recommandées :

Contenu de la matière :

Mode d'évaluation :

Références bibliographiques: (Si possible)

Semestre : 3

Unité d'enseignement: UET 2.1

Matière 1 :Recherche documentaire et conception du mémoire

VHS : 22h30 (Cours: 1h30)

Crédits : 1

Coefficient : 1

Objectifs de l'enseignement :

Donner à l'étudiant les outils nécessaires afin de rechercher l'information utile pour mieux l'exploiter dans son projet de fin d'études. L'aider à franchir les différentes étapes menant à la rédaction d'un document scientifique. Lui signifier l'importance de la communication et lui apprendre à présenter de manière rigoureuse et pédagogique le travail effectué.

Connaissances préalables recommandées :

Méthodologie de la rédaction, Méthodologie de la présentation.

Contenu de la matière:

Partie I- : Recherche documentaire :

Chapitre I-1 : Définition du sujet

(02 Semaines)

- Intitulé du sujet
- Liste des mots clés concernant le sujet
- Rassembler l'information de base (acquisition du vocabulaire spécialisé, signification des termes, définition linguistique)
- Les informations recherchées
- Faire le point sur ses connaissances dans le domaine

Chapitre I-2 : Sélectionner les sources d'information

(02 Semaines)

- Type de documents (Livres, Thèses, Mémoires, Articles de périodiques, Actes de colloques, Documents audiovisuels...)
- Type de ressources (Bibliothèques, Internet...)
- Evaluer la qualité et la pertinence des sources d'information

Chapitre I-3 : Localiser les documents

(01 Semaine)

- Les techniques de recherche
- Les opérateurs de recherche

Chapitre I-4 : Traiter l'information

(02 Semaines)

- Organisation du travail
- Les questions de départ
- Synthèse des documents retenus
- Liens entre différentes parties
- Plan final de la recherche documentaire

Chapitre I-5 : Présentation de la bibliographie

(01 Semaine)

- Les systèmes de présentation d'une bibliographie (Le système Harvard, Le système Vancouver, Le système mixte...)
- Présentation des documents.
- Citation des sources

Partie II : Conception du mémoire

Chapitre II-1 : Plan et étapes du mémoire (02 Semaines)

- Cerner et délimiter le sujet (Résumé)
- Problématique et objectifs du mémoire
- Les autres sections utiles (Les remerciements, La table des abréviations...)
- L'introduction (*La rédaction de l'introduction en dernier lieu*)
- État de la littérature spécialisée
- Formulation des hypothèses
- Méthodologie
- Résultats
- Discussion
- Recommandations
- Conclusion et perspectives
- La table des matières
- La bibliographie
- Les annexes

Chapitre II- 2 : Techniques et normes de rédaction (02 Semaines)

- La mise en forme. Numérotation des chapitres, des figures et des tableaux.
- La page de garde
- La typographie et la ponctuation
- La rédaction. La langue scientifique : style, grammaire, syntaxe.
- L'orthographe. Amélioration de la compétence linguistique générale sur le plan de la compréhension et de l'expression.
- Sauvegarder, sécuriser, archiver ses données.

Chapitre II-3 : Atelier : Etude critique d'un manuscrit (01 Semaine)

Chapitre II-4 : Exposés oraux et soutenances (01 Semaine)

- Comment présenter un Poster
- Comment présenter une communication orale.
- Soutenance d'un mémoire

Chapitre II-5 : Comment éviter le plagiat ? (01 Semaine)

(Formules, phrases, illustrations, graphiques, données, statistiques,...)

- La citation
- La paraphrase
- Indiquer la référence bibliographique complète

Mode d'évaluation :

Examen : 100%

Références bibliographiques :

1. M. Griselin et al., *Guide de la communication écrite, 2e édition, Dunod, 1999.*
2. J.L. Lebrun, *Guide pratique de rédaction scientifique : comment écrire pour le lecteur scientifique international, Les Ulis, EDP Sciences, 2007.*
3. A.Mallender Tanner, *ABC de la rédaction technique : modes d'emploi, notices d'utilisation, aides en ligne, Dunod, 2002.*
4. M. Greuter, *Bien rédiger son mémoire ou son rapport de stage, L'Etudiant, 2007.*
5. M. Boeglin, *lire et rédiger à la fac. Du chaos des idées au texte structuré. L'Etudiant, 2005.*
6. M. Beaud, *l'art de la thèse, Editions Casbah, 1999.*
7. M. Beaud, *l'art de la thèse, La découverte, 2003.*
8. M. Kalika, *Le mémoire de Master, Dunod, 2005.*