



الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية
République Algérienne Démocratique et Populaire
وزارة التعليم العالي والبحث العلمي
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique
اللجنة البيداغوجية الوطنية لميدان العلوم و التكنولوجيا
Comité Pédagogique National du domaine Sciences et Technologies



MASTER ACADEMIQUE **HARMONISE**

Programme National

Mise à jour 2022

Domaine	Filière	Spécialité
<i>Sciences et Technologies</i>	<i>Sciences et génie de l'environnement</i>	<i>Génie des Procédés de l'environnement</i>



الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية
République Algérienne Démocratique et Populaire
وزارة التعليم العالي والبحث العلمي
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique
اللجنة البيداغوجية الوطنية لميدان العلوم و التكنولوجيا
Comité Pédagogique National du domaine Sciences et Technologies



مواكمة
ماستر أكاديمي

Mise à jour 2022

الميدان	الفرع	التخصص
علوم و تكنولوجيا	علوم وهندسة البيئة	هندسة الطرائق للبيئة

I – Fiche d'identité du Master

Conditions d'accès

Filière	Master harmonisé	Licences ouvrant accès au master	Classement selon la compatibilité de la licence	Coefficient affecté à la licence
Génie des procédés	Génie des procédés des matériaux	Génie des procédés	1	1.00
		Génie des matériaux	2	0.80
		Chimie des matériaux (Domaine SM)	3	0.70
		Physique des matériaux (Domaine SM)	3	0.70
		Chimie inorganique (Domaine SM)	4	0.65
		Autres licences du domaine ST	5	0.60

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

Semestre 1 : Génie des procédés de l'environnement

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 1.1.1 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%
	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 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	1	1h30			22h30	2h30		100%
	Matière au choix 2	1	1	1h30			22h30	2h30		100%
UE Transversale Code : UET 1.1	Anglais technique et terminologie	1	1	1h30			22h30	2h30		100%

Crédits : 1, Coef. 1										
Total semestre1		30	17	13h30	6h00	5h30	375h00	375h00		

Semestre 2 : Génie des procédés de l'environnement

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%
	Traitement physico-chimique des eaux usées	4	2	1h30	1h30		45h00	55h00	40%	60%
UE Méthodologique Code : UEM 1.2 Crédits : 9 Coefficients : 5	Milieus 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	Matière au choix 3	1	1	1h30			22h30	2h30		100%

Crédits : 2coef. 2	Matière au choix 4	1	1	1h30			22h30	2h30		100%
UE Transversale Code : UET 1.2 Crédits : 1 coefficient : 1	Respect des normes et règles d'éthique et d'intégrité	1	1	1h30			22h30	2h30		100%
Total semestre 2		30	17	15h00	8h30	1h30	375h00	375h00		

Semestre 3 : Génie des procédés de l'environnement

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	Fondement théorique et traitement biologique des eaux usées	4	2	1h30	1h30		45h00	55h00	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%
	Réacteurs polyphasiques et bioréacteurs	6	3	3h00	1h30		67h30	82h30	40%	60%
UE Méthodologique Code : UEM 2.1 Crédits : 9	TP Traitement Biologique des eaux usées/bioréacteurs	2	1			1h30	22h30	27h30	100%	
	Intensification des procédés	2	1	1h30			22h30	27h30		100%

Coefficients : 5	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 5	1	1	1h30			22h30	2h30		100%
	Matière au choix 6	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
- régulation et commande des procédés
- modélisation et optimisation des procédés
- microbiologie et biochimie environnementale

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- Généralités sur la pollution atmosphérique :

Les 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 (Algériennes et OMS).

3- Sources et effets de la pollution atmosphérique :

Sources anthropique (transport, industrie, énergie) et naturelle (volcanisme, foudre, pollens...). Les effets (sur la santé, les végétaux et les matériaux.)

4- 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, techniques d'échantillonnage et d'analyse des aérosols atmosphériques.

5- Pollution par l'Ozone et ses précurseurs

L'ozone troposphérique, précurseurs d'ozone, mécanismes de formation de l'ozone troposphérique, effets de l'ozone troposphérique et ses précurseurs, techniques d'échantillonnage et d'analyse de l'O₃.

6- Chimie atmosphérique et troposphérique

Éléments de cinétique et photochimie, mécanismes radicalaires, temps de vie et demi vie, photolyse, chimie troposphérique.

Ozone stratosphérique : sources d'ozone, cycles catalytiques (NO_x, ClO_x), mécanismes de la destruction de O₃ aux hautes latitudes (trou d'ozone).

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, VentusPublishing, 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: 6****Coefficient: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...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 (5Semaines)**

- Généralité sur l'absorption et le strippage (absorption, désorption, classification des principaux types d'absorbeurs)
- Absorption physique : analyse d'une colonne d'absorption (équilibre liquide-gaz , solubilité des gaz en fonction de pression et de température, bilans de matière, débit liquide minimum et débit opératoire, concepts d'étage théorique et réel, méthode de Mac Cabe et Thiële, théories du transfert entre phases, concept d'unités de transfert)
- Absorption avec réaction chimique (transfert de matière en présence d'une réaction chimique irréversible d'ordre 1,1).
- Strippage : analyse d'une colonne de désorption (bilans de matière, débit liquide minimum et débit opératoire, concepts d'étage théorique et réel, méthode de Mac Cabe et Thiële).

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. Désextraction et recyclage du solvant, choix de la phase de désextraction Et notion d'efficacité.

Chapitre 3. Distillation (6 Semaines)

- Distillation continue (méthode de Ponchon et Savarit, distillation des mélanges complexes). Distillation discontinue.
- Dimensionnement d'une colonne de distillation.

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, Collection : Technosup, 2009.
7. Pierre Wuithier, Le pétrole, Raffinage et Génie chimique, 2^{ème} édition, 1972.
8. Marylee Z. Southard Don W. Green «PERRY'S CHEMICAL ENGINEERS HANDBOOK», 9th Edition, 2019.
9. J. F. RICHARDSON, J. H. HARKER «CHEMICAL ENGINEERING: Particle Technology and Separation Processes», FIFTH EDITION, VOLUME 2, 2002.
10. Fouad M. Khoury, «Multistage Separation Processes», Third Edition, 2005.

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

Objectifs de l'enseignement:

Compléter les connaissances préalables des étudiants en matière de transfert thermique et 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 : écoulement autour d'un obstacle (04 semaines)

- Ecoulement sur plaque plane, écoulement autour d'un tube, cylindre, sphère, corrélations et estimation du coefficient de transfert de chaleur
- Ecoulement autour d'un paquet de tubes, corrélation

Chapitre 3 : Ecoulement dans les tubes (03 semaines)

- Corrélations et estimation du coefficient de transfert de chaleur

Chapitre.4 : Description des appareils d'échange de chaleur sans changement de Phase

(1 Semaine)

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. Les appareils d'Echange de Chaleur avec Changement de Phase (3 Semaines)

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

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, de la conductivité et de la turbidité

TP 2 : Détermination des matières en suspension et matières volatiles en suspension (MVS) [NF EN 872 (juin 2005)].

TP 3 : Détermination du titre alcalimétrique et du titre alcalimétrique complet [NF EN ISO 9963-1 (février 1996)]

TP 4 : Détermination de la dureté totale, la dureté calcique et la dureté magnésienne [NF T90-003 (août 1984), NF T90-016 (août 1984)].

TP 5 : Détermination des ortho phosphates [NF EN ISO 6878 (avril 2005)]

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 ammoniacal et l'azote Kjeldahl (NTK)

TP11 : Méthodologie d'isolement des microorganismes du sol, l'air et de l'eau, analyses microbiologique de l'eau

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 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 cette matière, l'étudiant apprend à concevoir, dimensionner et simuler certains procédés industriels en relation avec le génie des procédés en utilisant un code de calcul sous forme de simulateur. Le programme sera adapté selon le simulateur utilisé.

Connaissances préalables recommandées:

Thermodynamiques, cinétique de la réaction, Phénomènes de transfert, Opérations unitaires et Réacteurs.

Contenu de la matière:

Chap. I : Rappel (2 semaines)

Simulateurs en Génie des procédés, création d'une simulation, sélection de la liste des composés, choix du modèle thermodynamique, installation et spécification des courants de matière, simulation des pompes, compresseurs et séparateur flash.

Chap. II : Simulation des réactions et réacteurs chimiques/bioréacteurs (3 semaines)

Réactions de conversion simple, Réactions de conversion multiple, Réactions équilibrées, Réacteurs parfaitement agités (RPAC), Réacteurs pistons (RP), bioréacteurs, Réacteurs catalytiques et Association des réacteurs.

Chap. III : Simulation des contacteurs gaz-liquide, liquide-liquide et liquide-solide (3 semaines)

Simulation des phénomènes d'absorption/stripage sans et avec réactions chimiques dans des colonnes de différentes configurations (plateaux et garnissages), extraction liquide-liquide et liquide-solide.

Chap. IV : Simulation des colonnes de distillation (3 semaines)

Distillation des mélanges binaires et complexes dans des colonnes de différentes configurations (Colonne à plateaux et à garnissages avec reflux total et partiel et condenseur total et partiel).

Chap. V : Simulation de procédés réels (4 semaines)

Applications aux procédés réels.

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

Références bibliographiques:

1. Mariano Martín Martín, Introduction to Software for Chemical Engineers, 2014.
2. Xavier Julia, Simulateurs de procédés, techniques de l'ingénieur, J1022 V2.
3. User guide du simulateur utilisé.

Semestre: 1
Unité d'enseignement: UED 1.1
Matière au choix 1: Microbiologie de l'environnement
VHS: 22h30 (Cours: 1h30)
Crédits: 1
Coefficient:1

Objectifs de l'enseignement :

Acquérir les connaissances fondamentales de microbiologie de l'environnement.

Connaissances préalables recommandées :

Notions de base de sciences naturelles

Contenu de la matière :

- I-Introduction à la microbiologie de l'environnement
- II-Morphologie et anatomie fonctionnelle des bactéries
- III-Physiologie bactérienne
 - a)-nutrition
 - b)-croissance
- IV-Rôle des micro-organismes dans le cycle des bioéléments
 - a)-Caractéristiques des écosystèmes microbiens.
 - b) Interactions interspécifiques
 - c)-Microbiologie du sol
 - d)-Microbiologie des milieux aquatiques.
 - e)-Microbiologie de l'air.
- V-Microbiologie des eaux domestiques et des eaux usées.
- VI- Etude de la biodiversité microbienne
 - 1. Echantillonnage
 - 2. Microscopie
 - 3. Cytométrie de flux
 - 4. Sélection et isolements
 - 5. Méthodes Moléculaires
 - 6. Autres Méthodes

Mode d'évaluation :

Examen : 100%.

Références bibliographiques: (Si possible)

1. SEAGREN, E. A. and AYDILEK, A.H. 2010. Biomediated Geomechanical Processes, CHAPTER 14 In *Environmental Microbiology*, edited by Ralph Mitchell and Ji-Dong Gu, Wiley and Sons Publications, pp:319-348.
2. Pauline M. Doran, *Bioprocess Engineering Principles*, Academic Press, 2^eédition, 2013
3. K.G. Clarke, *Bioprocess Engineering*, Elsevier, 2013.

Semestre: 1
Unité d'enseignement: UED 1.1
Matière au choix 2: Biochimie de l'environnement
VHS: 22h30 (Cours: 1h30)
Crédits: 1
Coefficient:1

Objectifs de l'enseignement :

Acquérir les connaissances fondamentales de biochimie de l'environnement.

Connaissances préalables recommandées :

Notions de base de sciences naturelles

Contenu de la matière :

I- Introduction

- a)-Constituants moléculaires de la cellule.
- b)-Notions de bioénergétique.

II- Les protéines

- a)-Structure et propriétés des acides aminés.
- b)-Structure et propriétés des protéines.

III- Enzymologie

- a)-Structure et mécanisme d'action des enzymes
- b)-Compléments de cinétique enzymatique
- c)-Introduction au genre enzymatique.

IV- Dégradation microbienne des protéines

Cycle de l'azote et du soufre

V- Les glucides

- a)-Structure et propriétés des oses.
- b)-Structure et propriétés des glucides
- c)-Dégradation microbienne des déchets cellulotiques et cycle du carbone.
- d)-Le transport d'électrons et cycle du phosphore, de l'oxygène.

VI- Les lipides

- a)-Structure et propriétés des acides gras.
- b)-Structure et propriétés des lipides.
- c)-Dégradation microbienne des résidus pétroliers, les n-alcanes par exemple

Mode d'évaluation :

Examen (100%)

Références bibliographiques: (Si possible)

1. Pilet, P. E. (1968) "La Cellule: structure et fonctions", Masson & Cie, Paris.

2. Françoise Quentin, Paul-françois Gallet, Michel Guilloton, Bernadette Quintard (2011- 2015) Biochimie en 84 fiches. 2e édition. Dunod, Paris.

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: 67h30 (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:

Chapitre 1 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

Chapitre2. PROCEDES DE PRODUCTION DES EAUX POTABLES

(5 semaines)

- **Micro-tamissage** (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...)

Chapitre 3 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.

Chapitre 1 :Déchets ménagers

- **Collecte des déchets** : Type de collecte, équipements de collecte, trajet de collecte, stations de transfert.
- **Mise en décharge** : Problématique des décharges sauvages, centre d'enfouissement technique, déchets admissibles en CET de classe I, II et III, caractéristiques techniques du CET (sécurité passive, sécurité active et couverture), traitements des lixiviats et valorisation du biogaz, dimensionnement du CET.
- **Bioconversion des déchets organiques**
- **Compostage** : Avantages du compostage, déchets compostables, paramètres de compostage, phases de compostage, méthodes de compostage, détermination de la maturité du compost, lombricompostage.
- **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.
- **Incinération** : But, produits issus de l'incinération des déchets ménagers, paramètres d'incinération, post traitements (des gaz, cendres volantes et mâchefers), types de fours.
- **Recyclage** : Importance du recyclage, les logos du recyclage, les déchets recyclables et non recyclables, importance du tri sélectif dans le recyclage.

Chapitre 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.

Chapitre3 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. Shammam 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

(7 Semaines)

Chapitre1 : Principaux adsorbants industriels, critères de sélection, méthodes de régénération, principales applications industrielles.

Chapitre2 : Dynamique de l'adsorption (précédé d'un rappel sur les lois générales de l'adsorption physique).

Chapitre 3 : Les procédés discontinus / procédés continu (courbe de percés)

Chapitre 4 : Les procédés de séparation par adsorption

- Modulée en pression.
- Modulée en température.

Chapitre 5 : La cinétique d'adsorption et calcul de la vitesse d'adsorption (modèle de pseudo premier et second ordre en plus modèle de diffusion intra particulaire et extra particulaire.

Deuxième partie : Procédés de séparation par membrane (8 Semaines)

Chapitre 1. Généralités et définitions

Chapitre 2. Les membranes

Structure, caractérisation et modules membranaires des installations industrielles.

Chapitre 3. Technique de séparation membranaire

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 », McGraw-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: Traitement physico-chimique des eaux usées
VHS: 45h00 (Cours: 1h30, TD: 1h30)
Crédits: 4
Coefficient:2

Objectifs de l'enseignement :

Comprendre l'utilité du traitement physico-chimique des eaux usées dans la chaîne de traitement comme un prétraitement et un traitement complémentaire pour pouvoir dimensionner et gérer les stations d'épuration

Connaissances préalables recommandées :

Les notions fondamentales de chimie et du génie des procédés

Contenu de la matière :

1- Introduction au traitement des eaux usées

2- Caractérisation et Quantification des eaux usées

- Caractérisation de la qualité des eaux usées (DBO, DCO, MES, Azote, Phosphore, huiles et graisse, hydrocarbure, éléments toxiques, métaux lourds, Température, pH...)
- Quantification des eaux usées (dotation, débit moyen, coefficient de pointe, débit max par temps sec, débit max par temps de pluie), technique de quantification des débits
- Evaluation des techniques de réduction des eaux usées à la source
- Régulation et atténuation des variations des débits (dimensionnement des bassins d'égalisation)

3- Collecte et pompage des eaux usées

- La conception des systèmes d'égouts pour l'évacuation des différentes sources d'eaux usées (en fonction de la population, débit, charge) (types des réseaux d'assainissement)
- La conception des stations de pompes pour la transmission des eaux usées aux stations d'épuration et l'évacuation des effluents traités vers le milieu récepteur

4- Proposition des chaînes de traitement des eaux usées

Sélectionner et concevoir les différentes étapes de traitement selon la composition des eaux usées et la destination des effluents traités : 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....

5- Les traitements physico-chimiques

- Canal d'entrée des eaux usées (dimensionnement et technique de réglage)
- Le dégrillage (objectif, différents types de grilles, calcul des pertes de charge et des surfaces mouillées pour une grille propre et colmatée, détermination de la vitesse d'approche et de la vitesse de passage, quantité de rebuts retenus)
- Le dessablage (dessableur à canal, aéré et tangentiel, objectif, fonctionnement, calcul des dimensions, calcul des besoins d'air, calcul de la quantité de sable retenue)
- Le déshuilage /dégrossage (Dégrossage statique, Dégrossage aéré, objectif, fonctionnement, calcul des dimensions)
- Traitement chimique (Bassin tampon et de phosphatation, objectif, fonctionnement, dimensionnement et optimisation des doses)
- 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....)

- Aération et agitation (technique d'aération et d'agitation, mise en œuvre et paramètres de contrôle)
- Les dysfonctionnements et les techniques de remédiation au niveau des traitements physico-chimiques (technique de diagnostic et mise en œuvre des procédures de remédiation)

Mode d'évaluation :

Contrôle continu : 40% ; Examen : 60%.

Références bibliographiques :

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 : Introduction au Milieux Poreux et Dispersés

- Milieux Poreux naturels
- Milieux poreux artificiels
- Opérations sur les solides : Broyage ; Criblage, Tamisage.
- Milieux dispersés

Chapitre 2 : Caractérisation des milieux poreux

- Morphologie des grains
- Morphologie d'une population de grain
- Distribution des tailles des particules solides
- Classification des particules solides
- Caractérisation d'un lit de grain

Chapitre 3 : Mouvements des particules dans les fluides

- Mouvement verticaux de particules
- Calcul de la vitesse de chute d'une particule (vitesse terminale).
- Sédimentation d'une Suspension de particules
- Mouvement des colloïdes
- Mouvement de gouttes et de bulles

Chapitre 4 : Ecoulement des fluides à travers un milieu poreux

- Rappel : Equation de continuité de Bernoulli
- Loi de Darcy
- Relation entre l'équation de continuité de Bernoulli et loi de Darcy
- Perméabilité d'un milieu poreux
- Modèle de Kozney-Carmen
- Cohérence entre Loi de Darcy et l'équation de Kozney-Carmen
- Modèle de Burke-Plummer

Chapitre 5 : Filtration

- Théorie de la filtration.
- Théorie de la filtration sur support
- Filtration à débit constant
- Filtration à pression constante.

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 et des procédés d'adsorption et de séparation membranaire 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
- Stérilisation par chloration (break point) ou ozonation
- Aération (détermination du coefficient de transfert)
- Agitation (optimisation des gradients de vitesse dans les systèmes de traitement)
- 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

Matière3: 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 : Eau destinée au différents process : Qualité et caractéristiques

- I.1. Eaux pour l'industrie agro-alimentaire
- I.2. Eau pour l'industrie pharmaceutique
- I.3. Eau pour l'industrie des produits chimiques
- I.4. Eau pour l'industrie du papier
- I.5. Problèmes causés par l'eau d'alimentation
- I.6. Traitements adéquats des eaux

Chapitre II : Traitement des eaux de chaudières

- II.2. Spécifications des eaux de chaudières (caractéristiques, propriétés)
 - II.2.1. Problèmes des eaux d'appoint
- II.3. Traitement des eaux de chaudières
 - II.3.1. Adoucissement par échange d'ions
 - II.3.2. Déminéralisation
 - II.3.3. Dégazage
 - II.3.4. Inhibiteurs de corrosion
 - II.3.4. Conditionnement anti-primage
- II.4. Filières de traitement

Chapitre III : Traitement des eaux de refroidissement

- III.1. Les circuits de refroidissement (Circuits ouverts, Circuits totalement fermés et Circuits semi-fermés)
- III.2. Le refroidissement à l'eau
- III.3. Les problèmes causés par l'utilisation de l'eau dans les circuits de refroidissements
 - Entartrage, Salissures, Corrosion et croissance microbienne.
- III.4. Traitement des eaux de refroidissement
 - III.4.1. Traitement de l'appoint
 - III.4.1.1. Adoucissement par précipitation
 - III.4.1.2. Agent dispersant et récalcitrant
 - III.4.2. Traitement de la purge

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

Références bibliographiques:

1. Boiler water, problems and solutions, PDH course M165
2. Systèmes de refroidissement industriels, Décembre 2001, COMMISSION EUROPÉENNE
3. A. Bhatia, Cooling Water Problems and Solutions: Quick Book, 2015
4. Cooling Water Treatment, Essential Expertise for Water, Energy and Air, 2010, ANNUAL REPORT

Boiler Water Treatment, Principles and Practice, Vol. 1 and 2

Semestre: 2
Unité d'enseignement: UED 1.2
Matière au choix 01: Régulation et commande des procédés
VHS: 22h30 (Cours: 1h30)
Crédits: 1
Coefficient: 1

Objectifs de l'enseignement :

Connaissances préalables recommandées :

Contenu de la matière :

Chapitre I Introduction

- Généralités sur la régulation automatique
- Notion de fonctionnement en boucle ouverte (BO) et en boucle fermée (BF)

Chapitre 2 Généralités sur les systèmes

- La transformation de Laplace (TL)
- Transformée de Laplace de quelques signaux usuels
- Fonction de transfert (FT) d'un système
- Fonction de transfert en boucle ouverte (FTBO) et fonction de transfert en boucle fermée (FTBF)
- Schéma blocs

Chapitre 3 Analyse des systèmes du premier et du second ordre

- Analyse temporelle
 - Etude d'un système du premier ordre
 - Etude d'un système du second ordre
 - Etude d'un système avec retard

Chapitre 4 Performances (stabilité et précision) des systèmes asservis

- Stabilité des systèmes asservis
- Précision des systèmes asservis

Chapitre 5 Organes de commandes analogiques (régulateurs analogiques)

- Les actions de base des régulateurs
- Le régulateur à action proportionnelle (P)
- Le régulateur à actions proportionnelle et intégrale (PI)
- Le régulateur à actions proportionnelle intégrale dérivé PID
- Exemples de régulation de procédés chimiques
 - Modélisation et régulation de niveau dans un réservoir : Description et modélisation du réservoir / Commande par régulateur PI du niveau dans le réservoir
 - Modélisation et régulation de la concentration dans un réacteur chimique complètement agité (RAC) : Description et modélisation du réacteur chimique RAC avec jacket / Régulation de la concentration dans le réacteur chimique RAC avec jacket

Chapitre 6 Méthode de réglage des paramètres des régulateurs

- Réglage du PID par modèle de référence

Conclusion

Mode d'évaluation :

Examen : 100 %

Références bibliographiques :

1. Jean Pierre Corriou : Commande des procédés, 3ème édition ; Lavoisier, 2012.
2. George Stephanopoulos, Chemical Process Control : An introduction to theory and practice ; Prentice Hall International, Inc, 1984.

Compléments du cours

Annexe A : La méthode de Runge-Kutta d'ordre 4 (RK4)

Annexe B : Les vannes d régulation

Annexe C : Schématisation des boucles de régulation

Semestre: 2

Unité d'enseignement: UED 1.2

Matière au choix 02 : Audits environnementales et études d'impact, Normes et conventions environnementales

VHS: 22h30 (Cours: 1h30)

Crédits: 1

Coefficient:1

Objectifs de l'enseignement :

- Procurer aux étudiants les types et les objectifs d'évaluations environnementales : Etude d'impact sur l'environnement, Audit environnemental, Certification selon la « norme Iso 14001 »
- Amener les étudiants à prendre connaissance des principaux concepts théoriques associés à l'évaluation environnementale « Notion du développement durable ».
- Connaître les cadres organisationnels, administratifs juridiques et réglementaires dans lesquels s'exercent les évaluations d'impacts environnementaux.
- Conduire les étudiants à expérimenter les méthodes de l'évaluation des impacts environnementaux.
- Avoir les outils appropriés en vue de la réalisation des EIE.
- Procurer aux étudiants toutes conventions Internationales vis-à-vis de la protection de l'environnement

Connaissances préalables recommandées :

L'étudiant doit être capable de :

- Définir et distinguer les principaux types d'évaluation environnementale
- Définir quelques concepts usuels utiles en EIE
- Comprendre le bien fondé des méthodes d'EIE
- Déterminer l'ampleur et l'importance d'un impact potentiel sur l'environnement
- Décrire et schématiser les étapes principales du processus type d'EIE
- Citer les outils d'évaluation des impacts
- Schématiser le cheminement administratif de traitement d'une EIE en Algérie
- Comprendre l'outil de gestion du management environnemental : le SME selon la Norme ISO 14001
- Connaître les principales conventions Internationales

Contenu de la matière :

Chapitre I : La protection de l'environnement comme outil du développement durable

I. Introduction

I.1 Notion du développement durable

I.2 L'écologie industrielle est une véritable composante opérationnelle du développement durable

I.3 Principes de base du développement durable

I.4 Évaluation environnementale

Chapitre II : Étude d'impact sur l'environnement et outils d'évaluations des impacts

II. 1 Cadre juridique de protection de l'environnement en Algérie

II.2 Étude d'impact sur l'environnement

II.3 Démarche et conduite d'une étude d'impact sur l'environnement

II.4 Outils et méthodes d'évaluation environnementale

II.5 Analyse et prédiction d'impacts

II.6 Principes de l'atténuation des impacts

II.7 Moyens d'éviter, de minimiser et de compenser les impacts

Chapitre III : Audit Environnemental

III.1. Définition

III.2 Champs d'application de l'Audit environnemental

III.3 Contenu et structure d'un document d'audit

III.4 Démarche générale d'un audit

III.4.1 Phase 1 : Prise de conscience et définition des besoins

III.4.2 Phase 2 : Analyse des données

III.4.3 Phase 3 : Élaboration de propositions et mise en œuvre des solutions retenues

III.4.4 Phase 4 : Suivi et évaluation des résultats obtenues

III.4.5 Phase 5 : Se faire connaître

III.5 Exemple d'un audit orienté vers l'élaboration d'un plan de gestion environnementale

Chapitre IV : Norme ISO 14001

IV .1 Système de management environnemental et norme ISO 14001

IV .1.1 Qu'est-ce que le management environnemental ?

IV .1.2 L'outil de gestion du management environnemental : le SME

IV .1.3 Intérêts d'un système de management environnemental

IV .2 Les normes de référence /La certification

IV .2.1 La normalisation

IV .2.2 La certification

IV .2.3 L'ISO et l'environnement

IV .2.4 Étapes d'un SME selon le référentiel ISO 14001

IV .3 Evolution de la norme l'ISO 14001 version 2015

Chapitre V. Convention Internationales

V.1 Conférence de nations unies à Rio sur le droit international de l'environnement

V.2 Convention sur les changements climatiques selon le protocole de Kyoto

V.3 Convention de Ramsar protection des zones humides

V.3 Charte maghrébine

Mode d'évaluation :

Examen : 100 %

Références bibliographiques :

- 1- ANESS SAADAN, L'évolution du cadre juridique de protection de l'environnement en Algérie thèse de doctorat 2006.

- 2- ANNE-CLAIRE CHAMPENOIS, Inventaire des normes et standards environnementaux Force juridique dans les pays membres du SEEAC 2011Utrecht, Pays-Bas.
- 3- ARAB LYASMINE, Impact de la certification environnementale ISO 14001 sur la performance environnementale d'une entreprise algérienne, Mémoire de magistère 2012.
- 4- ARNAUD DIEMER ET SYLVÈRELABRUNE, L'écologie industrielle : quand l'écosystème industriel devient un vecteur du développement durable (2007).
- 5- BARRY SADLER ET MARY MCCABE, Programme des Nations Unies pour l'environnement PNUE,Manuel de Formation Sur l'Etude d'Impact Environnemental. 2^{ème}édition 2002.
- 6- DEMRI D, Protection de l'environnement et réglementation en Algérie, laboratoire des sciences et techniques de l'environnement, Département du Génie de l'Environnement, Algérie, 2010.
- 7- DION M., DOMINIQUE W., Le développement durable, théories et applications au management, Edition Dunod, Paris, 2008.
- 8- Directive pour la réalisation d'une étude d'impact sur l'environnement d'un projet minier, site Web : www.mddelcc.gouv.qc.ca.
- 9- EGLANTINE SIMONET, Les Systèmes de Management Environnemental – Synthèse, 2003.
- 10- ÉRIC BRUNELLE, SME L'élaboration D'un Système De Management Intégré : Qualité Et Environnement Université de Sherbrooke, Québec, Canada, février 2005.
- 11- GENDRON C., La gestion environnementale et la norme ISO 14001, Les Presses Universitaires de Montréal, Québec, 2004.
- 12- GODARD O., Développement et environnement, Edition la Documentation française, Cahier français n° 337, 2007.
- 13- Guide de réalisation d'une étude d'impact sur l'environnement, site web : www.gouv.qc.ca.
- 14- JACQUES ANDRÉ HERTIG, Etudes D'impact sur L'environnement. Volume 23, 2^{ème} Edition.
- 15- MESMIN TCHINDJANG, cours Les Etudes d'impacts environnementaux à l'université de Yaoundé 1 - Cameroun.
- 16- ODILE FAURE ROCHET, AnalyseEnvironnementale les Clés à la Réussite volume 24 edition3.
- 17- OFFICE NATIONAL POUR L'ENVIRONNEMENT, Guide General, Audit Environnemental.
- 18- RACHID HAKKOU Cours, Etude d'impact sur l'environnement (EIE), Master Eau et Environnement » 2011-2012 (Maroc).
- 19- ROBERT A. FROSCH ET NICHOLAS E. GALLOPOULOS, des stratégies industrielles viables. (1995).
- 20- Systèmes-de-Management-et-certification,site web :<https://www.marensse.com>
- 21- RosaGalvez-Cloutierévaluation des impacts environnementaux (EIE)Faculté des sciences et de genie Université Lava (2011)
- 22- ULRICH OSBERGAUS aeken germany et DOMINIQUE SELLIER Institut Fresenius, Paris Système de management environnementale selon L'ISO 14001, Manuel de Formation Mai 2001 (Algérie).

Textes législatifs

- 1- ISO 14001, « SYSTEME DE MANAGEMENT ENVIRONNEMENTAL » exigences et lignes directrices pour son utilisation », AFNOR, Paris, 2004.
- 2- ISO 14001 « LES CLÉS DE L'AUDIT », AFNOR Certification 2015
- 3- ISO 14001 VERSION I 2015
- 4- JOURNAL OFFICIEL DE LA RÉPUBLIQUE ALGÉRIENNE N°43, Loi N° 03-10 du 19 juillet 2003 relative à la protection de l'environnement dans le cadre du développement durable.
- 5- JOURNAL OFFICIEL DE LA RÉPUBLIQUE ALGÉRIENNE N°77, Loi N° 01-20 du 12 Décembre 2001, du 15Décembre 2201, relative à l'aménagement et au développement durable du territoire.

- 6- JOURNAL OFFICIEL DE LA RÉPUBLIQUE ALGÉRIENNE N° 34 Décretexécutif N° 07-145 du 19 mai 2007 déterminant le champ d'application, le contenu et les modalités d'approbation des études et des notices d'impact sur l'environnement.
- 7- JOURNAL OFFICIEL DE LA RÉPUBLIQUE ALGÉRIENNE N° 34 Décretexécutif N° 07-144 du 19 mai 2007 fixant la nomenclature des installations classées pour la protection de l'environnement.
- 8- JOURNAL OFFICIEL DE LA RÉPUBLIQUE ALGÉRIENNE N° 26 ; Décret exécutif n° 06-141 du 19 avril 2006 « définissant les valeurs limites des rejets d'effluents liquide industriels ».
- 9- JOURNAL OFFICIEL DE LA RÉPUBLIQUE ALGÉRIENNE N° 26 ; Décret exécutif n° 06-141 du 19 avril 2006 « définissant les valeurs limites des rejets Atmosphérique industriels ».

Semestre : 2

Unité d'enseignement : UET 1.2

Matière : Respect des normes et des règles d'éthique et d'intégrité.

VHS : 22h30 (Cours : 1h30)

Crédit : 1

Coefficient : 1

Objectifs de l'enseignement:

Développer la sensibilisation des étudiants au respect des principes éthiques et des règles qui régissent la vie à l'université 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, les alerter sur les enjeux éthiques que soulèvent les nouvelles technologies et le développement durable.

Connaissances préalables recommandées :

Ethique et déontologie (les fondements)

Contenu de la matière :

A. Respect des règles d'éthique et d'intégrité,

1. Rappel sur la 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. Equité. Droits et obligations de l'étudiant, de l'enseignant, du personnel administratif et technique,

2. Recherche intègre et responsable

- Respect des principes de l'éthique dans l'enseignement et la recherche
- Responsabilités dans le travail d'équipe : Egalité professionnelle de traitement. Conduite contre les discriminations. La recherche de l'intérêt général. Conduites inappropriées dans le cadre du travail collectif
- 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.

3. Ethique 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)

B- Propriété intellectuelle

I- Fondamentaux de la propriété intellectuelle

- 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

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.

III- Protection et valorisation de la propriété intellectuelle

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

C. Ethique, développement durable et nouvelles technologies

Lien entre éthique et développement durable, économie d'énergie, bioéthique et nouvelles technologies (intelligence artificielle, progrès scientifique, Humanoïdes, Robots, drones,

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. EmanuelaChiriac, 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: Fondement théorique et traitement biologique des eaux usées

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

Crédits: 4

Coefficient:2

Objectifs de l'enseignement :

Comprendre les fondamentaux du traitement biologique des eaux usées et modélisation et dimensionnement des différents réacteurs biologiques à conception variée

Connaissances préalables recommandées:

Les notions fondamentales de biochimie, de microbiologie et du génie des procédés

Contenu de la matière :

- 1. Introduction :** Objectifs et nécessité du traitement biologique
- 2. Composition et classification des microorganismes**
 - Introduction au métabolisme microbien et réaction biologique (sources de carbone et sources d'énergie, besoins nutritionnels des microorganismes)
- 3- Métabolisme des décomposeurs**
 - Conversion et Conditions de croissance
 - Croissance microbienne 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 (technique en batch, technique en réacteur en continue)
 - Les différentes voies de la dégradation biologique de la pollution dans une eau usée (voie aérobie, voie anoxie et anaérobie)
 - La modélisation de l'épuration biologique (modèle de compétition, modèle d'inhibition, ASM1...)
- 4- Les techniques de l'épuration biologiques**
 - Les procédés à biomasse libre
 - Les procédés à biomasse fixée
- 5- Exemple des techniques de l'épuration biologique :** les boues activées, Les filtres biologiques, Les réacteurs membranaires, Les systèmes de lagunage
- 6- 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.
 - Différentes configurations des réacteurs à boues activées (bassin biologique, chenal, séquentiel, piston...)
- 7- Traitement de boues :** quantification des boues générées dans un système de traitement biologique, déshydratation et traitement des boues (Épaississement, Digesteurs aérobie, Digesteurs anaérobie, Lit de séchage, Filtre presse)

- 8- **Les dysfonctionnements et les techniques de remédiation** au niveau du traitement biologique : défloculation des boues, foisonnement et moussage biologique (technique de diagnostic et mise en œuvre des procédures de remédiation)

Mode d'évaluation:

Contrôle continu: 40% ; Examen : 60%.

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 produites par les unités fixes et mobiles.

Connaissances préalables recommandées :

Toutes connaissances de base liées aux procédés de traitement (absorption, adsorption, filtration....)

Contenu de la matière :

Chapitre 1 : Généralités sur la pollution d'air et les effluents gazeux

- Sources de la pollution
- Les principaux polluants de l'air
- Principales méthodes de traitements de ces polluants

Chapitre 2 : Procédés de traitements des effluents gazeux issus des sources fixes

- Absorption, Contacteurs gaz- liquide, Dimensionnement de colonne à garnissage avec et sans réaction chimique, Dimensionnement de colonne à plateaux
- Adsorption
- Oxydation thermique, Oxydation catalytique
- Condensation, Biofiltration, Torchage.

Chapitre 3 : Procédés de traitements des poussières issus des sources fixes

- Filtres à manche, Cyclone, Venturi, Electrofiltre.

Chapitre 4. 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.

Chapitre 5 : Mesure des gaz et des particules

(Echantillonnages et analyse)

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. Shamas, Advanced Physicochemical Treatment Processes, Handbook of Environmental Engineering, Vol. 4, Ed. Humana Press, 2006.
- 4- Technique de l'ingénieur : T452 génie des procédés et protection de l'environnement, ref internet 42327, 5^{ème} édition
- 5- J. L. Coulson, J. F. Richardson, and R. K. Sinnott, chemical engineering, 3rd ed., vol. 6. Butterworth Heinemann, 1999.
- 6- M. Roustan, Transferts gaz-liquide dans les procédés de traitement des eaux et des effluents gazeux, TEC & DOC. paris: Tec & Doc, 2003.

- 6- M. Roustan, "Absorption en traitement d ' air," Tech. l'Ingénieur, vol. 33, no. base documentaire Traitement de l'air, p. 18, 2004.
- 7- P. Trambouze, H. Van Landeghem, and J.-P. Wauquier, Les réacteurs chimiques: conception, calcul, mise en oeuvre, Technip. paris: Technip Paris, 1984.
- 8- C. Roizard and G. Wild, "Absorption avec réaction chimique," Tech. l'Ingénieur, vol. 1, no. x, pp. 79–6, 1997, [Online]. Available: <https://www.techniques-ingenieur.fr/res/pdf/encyclopedia/42326210-j1079.pdf>.
- 9- P. V. Danckwerts, "Gas-liquid reactions," 1970.

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.

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 Framabook, 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: Réacteurs polyphasiques et bioréacteurs**VHS: 67h30 (Cours: 3h00, TD: 1h30)****Crédits: 6****Coefficient : 3****Objectifs de l'enseignement :**

- L'étudiant aura acquis des connaissances concernant le fonctionnement des réacteurs polyphasiques hétérogènes tels que les absorbeurs, les réacteurs catalytiques
- L'étudiant aura acquis 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:

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

Contenu de la matière :**Partie 01 : Réacteurs polyphasiques****Chapitre 1. Réacteurs à deux phases fluide- fluide**

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

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

Partie 02 :Bioréacteurs**I- Introduction**

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

Cinétique microbienne : modèle de Monod, Cinétique des enzymes, Inhibition des réactions enzymatiques

III- Design et analyse des bioréacteurs

Types de bioréacteurs, Concepts de base, Bioréacteurs batch, Cuves agitées continues, Bioréacteurs piston, Comparaison bioréacteurs batch et bioréacteurs continus

IV- Transfert de matière dans les bioréacteurs

Aération : transfert de matière gaz-liquide, Agitation : transfert de matière par convection forcée

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 : chemicalreaction engineering,3^{ème}édition, John Wiley and Sons, New York (1998) ISBN : 0471225424X
5. Villermaux 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. AtkinsonB and MayitunaF : 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: 3

Unité d'enseignement: UEM 2.1

Matière 1: TP Traitements Biologique des eaux usées/bioréacteurs

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 biochimie, microbiologie et de génie des procédés

Contenu de la matière :

1. Caractérisation des eaux usées : DCO, DBO₅, COT, les éléments biogènes, les éléments toxiques
2. Dégradation dans un Bioréacteur à cascade
3. Suivie d'un réacteur à boues activées (détermination des conditions de fonctionnement)
4. Suivie de l'efficacité du traitement biologique :
 - Caractérisation de la décantabilité des boues : courbe de décantation et indice de boue
 - Visualisation microscopique et macroscopique des boues activées et diagnostic du dysfonctionnement

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
 Appliquer les techniques d'intensification pour des procédés divers

2-

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., and Moulijn. 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 :

Introduction

Chapitre I : Le sol : formation, propriétés et réhabilitation

- Formation des sols, types de sols, propriétés (physiques- chimiques- biologiques), analyse chimiques, physiques et bactériologique des sols pollués
- Contaminants et polluants du sol : organiques et inorganiques (caractéristiques et propriétés)
- Techniques de mises en œuvre et réglementation

Chapitre II : Méthodes physico-chimiques

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

Chapitre III : Méthodes thermiques

Désorption thermique (Pyrolyse)- Incinération - Vitrification,

Chapitre IV : Méthodes biologiques

Phytoremédiation - Biodégradation dynamisée - Atténuation naturelle contrôlée – Biotertre - Compostage.

Mode d'évaluation :

100% Examen

Références

- 1- Jeff Kuo, *Practical Design Calculations for Groundwater and Soil Remediation*, 2014.
- 2- Khan Towhid Osman, *Soil Degradation, Conservation and Remediation*, 2014.
- 3- Marc Pansu, Jacques Gautheyrou, *Handbook of Soil Analysis Mineralogical, Organic and Inorganic Methods*; Springer- 2006.
- 4- John Pichtel, *Fundamentals of Site Remediation: For Metal and Hydrocarbon-Contaminated Soils*, 2007.
- 5- Helmut Meuser, *Soil Remediation and Rehabilitation, Treatment of Contaminated and Disturbed Land*, 2013.
- 6- 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 factoriels

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 au choix 1 et 2 : Modélisation et optimisation des Procédés

VHS: 45h00 (Cours : 1h30 TP: 1h30)

Crédits: 2

Coefficient : 2

Objectifs de l'enseignement:

L'objectif de ce cours est de permettre aux étudiants de maîtriser les connaissances essentielles à l'optimisation, la modélisation et la simulation des procédés continus et de se familiariser avec l'utilisation de logiciels de simulation.

Connaissances préalables recommandées:

Equations régissant les Phénomènes de Transfert en Génie des Procédés en mode stationnaire, les bases de thermodynamique et cinétique.

Contenu de la matière:

Chapitre I : Modélisation et simulation

I.1. Introduction à la modélisation des phénomènes physiques

I.2. Méthodes de résolution des systèmes d'équations algébriques.

- Résolution des équations d'état RK et RKS en utilisant Excel et un autre logiciel pour un gaz pur et un mélange de gaz

- Calcul d'équilibre L-V et séparation flash isotherme en utilisant Excel ou autres logiciels.

- Calcul des compositions à l'équilibre d'une réaction en utilisant Excel ou autres logiciels.

I.3. Méthodes de résolution des systèmes d'équations différentielles.

- Calcul des réacteurs continus parfaitement agités en utilisant Excel ou autres logiciels.

- Calcul d'un réacteur tubulaire isotherme avec logiciel.

Chapitre II : Optimisation

II.1. Problèmes d'optimisation en génie des procédés

II.2. Recherche directe monodimensionnelle et multidimensionnelle

II.3. Approche mathématique de l'optimisation sans contrainte

I.4. Problèmes avec contraintes égalités et avec contraintes inégalités

I.6. Résolution des problèmes d'optimisation avec contraintes en utilisant Excel®

I.7. Programmation linéaire

- Méthode graphique

- Méthodes simplexe (avec et sans solution de base)

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

Références bibliographiques:

1. Yadolah Dodge « Optimisation appliquée » Springer –Verlag France 2005, ISBN : 2-287-21335-X
2. Lorenz T. Biegler. « Nonlinear programming : concepts, algorithms, and applications to chemical processes », 2010 by the Society for Industrial and Applied Mathematics and the Mathematical Optimization Society
3. Bruce a. Finlayson, "Introduction to chemical engineering computing", 2006 by John Wiley & Sons, Inc

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.