

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

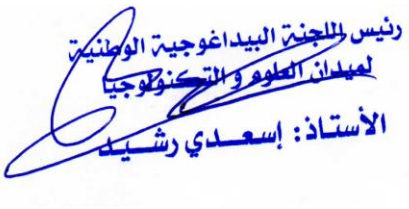
Programme National

Mise à jour 2025

AVIS FAVORABLE

Alger le, 03 septembre 2025





Domaine	Filière	Spécialité
Sciences et Technologie (ST)	**Génie des Procédés**	**Ingénierie du Développement Durable**



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



ماستر أكاديمي

Mise à jour 2025

الميدان	الفرع	التخصص
علوم و تكنولوجيا	هندسة الطرائق	هندسة التنمية المستدامة

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	Ingénierie du développement durable	Génie des procédés	**1**	**1.00**
		Hygiène et securité industrielle	**2**	**1.00**
		Ecologie et environnement (SNV)	**3**	**0.8**
		Autres licences du domaine ST	**5**	**0.60**

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

Semestre 1

Unité d'enseignement	Matières	Crédits	Coefficient	Volume horaire hebdomadaire			Volume Horaire Semestriel (15 semaines)	Travail Complémentaire en Consultation (15 semaines)	Mode d'évaluation	
	Intitulé			**Cours**	**TD**	**TP**			**Contrôle Continu**	**Examen**
UE Fondamentale Code : UEF 1.1.1 Crédits : 10 Coefficients : 5	Gestion de l'eau	4	2	1h30	1h30		45h00	55h00	40%	60%
	Optimisation et Simulation des Procédés	4	2	1h30	1h30		45h00	55h00	40%	60%
	Energies renouvelables	2	1	1h30			22h30	27h30		100%
UE Fondamentale Code : UEF 1.1.2 Crédits : 8 Coefficients : 4	Biochimie/ Microbiologie	4	2	1h30	1h30		45h00	55h00	40%	60%
	Thermodynamique Appliquée	4	2	1h30	1h30		45h00	55h00	40%	60%
UE Méthodologique Code : UEM 1.1 Crédits : 11 Coefficients : 7	Méthodes analytiques environnementale	4	2	1h30		1h30	45h00	55h00	40%	60%
	Traitement de données et analyse statistique	3	2	1h30		1h00	37h30	37h50	40%	60%
	TP Ingénierie du développement durable 1	2	1			2h00	22h30	27h30	100%	
	Programmation avancée en Python	2	2	1h30		1h30	45h00	55h00	40%	60%
UE Découverte Code : UED 1.1 Crédits : 1 Coefficients : 1	Gestion des risques Industriels	1	1	1h30			22h30	02h30		100%
Total semestre 1		**30**	**17**	**13h50**	**6h00**	**6h00**	**375h00**			

Semestre 2

Unité d'enseignement	Matières	Crédits	Coefficient	Volume horaire hebdomadaire			Volume Horaire Semestriel (15 semaines)	Travail Complémentaire en Consultation (15 semaines)	Mode d'évaluation	
	Intitulé			**Cours**	**TD**	**TP**			**Contrôle Continu**	**Examen**
UE Fondamentale Code : UEF 1.2.1 Crédits : 10 Coefficients : 5	Biocatalyse et Bioprocédés	4	2	1h30	1h30		45h00	55h00	40%	60%
	Maîtrise énergétique	4	2	1h30	1h30		45h00	55h00	40%	60%
	Indicateurs du développement durable	2	1	1h30			22h30	27h30		100%
UE Fondamentale Code : UEF 1.2.2 Crédits : 8 Coefficients : 4	Opérations unitaires	4	2	1h30	1h30		45h00	55h00	40%	60%
	Dépollution et réhabilitation des sols	4	2	1h30	1h30		45h00	55h00	40%	60%
UE Méthodologique Code : UEM 1.2 Crédits : 9 Coefficients :5	Plan d'expériences	3	2	1h30		1h00	37h30	37h50	40%	60%
	TP Ingénierie du développement durable 2	2	1			2h00	22h30	27h30	100%	
	Chimie verte et nanosciences	4	2	1h30		1h30	45h00	55h00	40%	60%
UE Transversale Code : UET 1.2 Crédits : 3 Coefficients : 3	Eléments d'IA appliquée	2	2	1h30	1h30		45h00	5h00	40%	60%
	Respect des normes et des règles d'éthique et d'intégrité	1	1	1h30			22h30	02h30		100%
Total semestre 2		**30**	**17**	**13h30**	**6h00**	**6h00**	**375h00**			

Semestre 3

Unité d'enseignement	Matières	Crédits	Coefficient	Volume horaire hebdomadaire			Volume Horaire Semestriel (15 semaines)	Travail Complémentaire en Consultation (15 semaines)	Mode d'évaluation	
	Intitulé			**Cours**	**TD**	**TP**			**Contrôle Continu**	**Examen**
UE Fondamentale Code : UEF 2.1.1 Crédits : 10 Coefficients : 5	Procédés durables	4	2	1h30	1h30		45h00	55h00	40%	60%
	Gestion des déchets	4	2	1h30	1h30	-	45h00	55h00	40%	60%
	Eco- conception	2	1	1h30	-	-	22h30	27h30		100%
UE Fondamentale Code : UEF 2.1.2 Crédits : 8 Coefficients : 4	Traitement des Effluents Gazeux	4	2	1h30	1h30	-	45h00	55h00	40%	60%
	Génie des Réacteurs Hétérogènes	4	2	1h30	1h30	-	45h00	55h00	40%	60%
UE Méthodologique Code : UEM 2.1 Crédits : 9 Coefficients : 5	Réalisation des études d'hygiène, sécurité et environnement	2	1	1h30	-	-	22h30	27h30		100%
	TP Ingénierie du développement durable3	2	1			2h00	22h30	27h30	100%	
	Dynamique des systèmes et régulation	2	1	1h30	-		22h30	27h30		100%
	Evaluation technico-économique des procédés	3	2	1h30		1h00	37h30	37h50	40%	60%
UE Transversale Code : UET 2.1 Crédits : 3 Coefficients :3	Reverse engineering	2	2	1h30	1h30 Atelier		45h00	5h00	40%	60%
	Recherche documentaire et conception de mémoire	1	1	1h30			22h30	02h30		100%
Total semestre 3		**30**	**17**	**15h00**	**6h00**	**4h30**	**375h00**			

Semestre 4 : Master en Ingénierie du développement durable

Stage en Laboratoire ou Entreprise sanctionné par un mémoire de fin d'étude (PFE) et une soutenance.

Activités	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

IV- Programme détaillé par matière des modules

IV–2- Programme détaillé par matière des modules du semestre S1

Semestre: 1
Unité d'Enseignement: UEF 1.1.1
Matière 1: Gestion de l'eau
VHS: 45 H00 (Cours: 1h30, TD: 1h30)
Crédits: 4
Coefficient: 2

Objectifs de l'enseignement :

Ce cours vise à fournir une formation professionnelle interdisciplinaire dans le domaine de la gestion de l'eau. Elle regroupe à la fois la protection de la ressource, la préservation de la santé des écosystèmes aquatiques et de leur biodiversité, de même que l'utilisation efficace et la conservation des ressources hydriques.

Connaissances préalables recommandées:

Mathématiques, chimie, notions sur l'environnement

Contenu de la matière:

I. **Adduction en eau potable**
1. Études préalables aux projets d'alimentation en eau potable (Études hydrauliques et hydrogéologiques)
2. Gestion des ressources en eau
3. Réseaux d'alimentation et de distribution en eau potable
4. Réhabilitation des réseaux et des ouvrages

II. Assainissement des eaux pluviales et des eaux usées
1. Études préalables aux projets d'assainissement
2. Réseaux d'assainissement
3. Assainissement des infrastructures linéaires
4. Epuration des eaux (traitement physico chimique, traitement biologique, traitement tertiaire, traitement des boues)
5. Critères de calcul et de conception des ouvrages de gestion des eaux pluviales.

III. **Urbanisme et environnement**
1. Aménagement des cours d'eau
2. Développement de zones d'activités et de lotissements
3. Assistance au Maître d'Ouvrages

Mode d'évaluation:

Contrôle continu: 40% ; Examen: 60%.

Références bibliographiques:

ETEC, Pronat AG, J. Bonvin, Gestion de l'eau, SAT, 1998

Semestre: 1
Unité d'Enseignement: UEF 1.1.1
Matière 2: Optimisation et Simulation des Procédés
VHS: 45h00(Cours: 1h30, TD: 1h30)
Crédits: 4
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:

Partie I : Optimisation

- Généralités : variables, fonctions de réponse, objectifs d'un procédé (rendement, pureté, qualité).
- Méthodes classiques de recherches d'optimums.
- Méthodes directes pour les fonctions univariables : recherches dichotomiques, nombre d'or, Fibonacci.
- Application à l'optimisation des rendements des procédés de séparation.
- Méthodes directes pour les fonctions multivariables : méthode Simplex, méthodes dérivées : Nelder et Mead - Hendrix - WCM - Méthode Uniplex.
- Optimisation d'une unité de production

- Calcul des propriétés physico-chimiques des fluides et des équilibres entre phases

- Equations d'état
- Modèles de coefficients d'activité
- Banques de données

Partie II : Simulation des procédés

Chapitre 1 Introduction générale

I.1 Conception des procédés
I.2 De l'analyse à la conduite des procédés
I.3 Simulateurs de procédés
I.3.1 Simulateurs orientés modules et orientés équations
I.3.2 Environnement progiciel des simulateurs
I.3.2 .a. Serveur des propriétés
1.3.2.b. Méthodes numériques pour la résolution des systèmes d'équations
1.3.2. c. Bibliothèque d'opérations unitaires
1.4 Conclusion

Chapitre II. Simulation des procédés sans contraintes

II.1. Vue générale
II.2 .Définition d'un courant
II.3. Choix des variables caractérisant un courant matière
II.3.1. Équations des modèles d'unités
II.3.2. Équations de connexion
II.3.3. Équations de spécification
II.4. Stratégies de résolution du problème de simulation
II.4. .1 Approche globale
II.4.2. Approche modulaire séquentielle
II.4.2.1.Ensemble de données standard
II.4.2.1.a. Approche modulaire
II.4.2.1.b. Définition des modules
II.5. Diagramme de simulation
II.6. Résolution séquentielle
II.6.1. Séquence de calcul
II.6.2. Convergence des boucles de recyclage
II.7. Avantages et inconvénients de l'approche modulaire séquentielle

Chapitre III. Simulation des procédés avec contraintes : la CPAO

III.1. Problématique de la simulation des procédés sous contrainte
III.2 .Définition de la CPAO – Un exemple détaillé
III.3.Différentes approches
III.3.1. Approche modulaire simultanée
III.3.2. Formulation
III.4. Implantation dans le simulateur ProSimPlus
III.4.1. Choix de l'opérateur
III.4.2. Convergence
III.4.3. Facteur de relaxation

Chapitre IV. Modélisation et simulation des opérations unitaires utilisées dans l'environnement.

- Modélisation et simulation statique des procédés de séparation diphasique, multi constituants et multi étagés.
- Simulation dynamique

Mode d'évaluation:

Contrôle continu: 40% ; Examen: 60 %.

Références bibliographiques:

2. FEIDT Michel, Thermodynamique et optimisation énergétique des systèmes et procédés, Lavoisier, 2016
3. Fabrice MUTELET, Thermodynamique en génie des procédés, Ed. Univ Européenne, 2011

Semestre : 1
Unité d'Enseignement : UEF 1.1.1
Matière 3 : Energies renouvelables
VHS : 22h30 (cours : 1h30)
Crédits : 2
Coefficient : 1

Objectifs de l'enseignement:

Acquérir des connaissances sur la production de différents types d'énergie renouvelables et/ou propres.

Connaissances préalables recommandées:

Phénomènes de transfert de matière et de chaleur, mathématique

Contenu de la matière:

I. Notions d'énergie

II. Solaire Thermique et Photovoltaïque
- Technologie
- Systèmes techniques
- Calculs de dimensionnement
- Exemples et études de cas (logement individuel, collectif et tertiaire)

III. Eolien
- Analyse économique des projets et programmes d'énergies renouvelables
- Critères économiques

IV. Energie géothermique

V. Energie marémotrice

VI. Energie nucléaire

VII. Biomasse et Bio-Energie

VIII. Biopile

Mode d'évaluation:

Examen: 100%.

Références bibliographiques:

1. Claude Acket, Jacques Vaillant. Les énergies renouvelables. Edition TECHNIP, 2011
2. Francis Meunier. Les énergies renouvelables. Edition Le cavalier bleu, 2008

Semestre:1
Unité d'Enseignement: UEF 1.1.2
Matière 1: Biochimie et Microbiologie
VHS: 45h00 (Cours: 1h30, TD:1h30)
Crédits: 4
Coefficient:2

Objectifs de l'enseignement:

- Ce cours permettra le transfert des connaissances de base à des situations réelles:

- Compréhension et utilisation de la terminologie spécifique à la biochimie et à la microbiologie de l'environnement
- Compréhension de l'utilisation des activités microbiennes dans des processus de bioremédiation et appréciation des différents critères conditionnant tous processus de décontamination par voie biologique

Connaissances préalables recommandées:

Chimie organique et minérale

Contenu de la matière:

I. Biochimie

1. Biochimie structurale (glucides, lipides et protéines)

- Définition des biomolécules
- Propriétés physico-chimique des biomolécules
- Méthodes de séparation des biomolécules

II. Microbiologie

Chapitre 1 : Le monde microbien

- Les espèces microbiennes (Protistes eucaryotes (algues, champignons et protozoaires) – Protistes procaryotes (cyanobactéries et bactéries))

- Microbiologie de l'eau et de l'air (aspect microbiologique, moyens d'étude)

Chapitre 2 : Nutrition et croissance microbienne :

- Conditions physico-chimiques influençant la croissance microbienne
- Moyens d'étude de la croissance
- paramètres cinétiques de la croissance microbienne
- Croissance en milieu liquide (batch, feedbatch, continu), croissance en milieu solide

Chapitre 3. Activités Géo-biochimiques des Microorganismes (Cycle de l'azote, cycle du carbone, cycle du soufre, cycle du fer et cycle du phosphore)

Chapitre 4 : Métabolisme microbien (anabolisme, catabolisme, les voies de production de l'ATP)

Chapitre 5 : Les Procédés Biologiques Appliqués à l'Environnement Bioconversion – Biotraitement – Biorémediation – Biotransformation

Mode d'évaluation:

Contrôle continu: 40% ; Examen: 60%.

Références bibliographiques:

- Christian Moussard, « Biochimie structurale et métabolique », édition De Boeck, 2006
- D. VOET & J.G. VOET , « Biochimie », 2ème édition De Boeck, 1998
- Dellaras C., Microbiologie de l'environnement avec législation, Ed. Gaetan Morin, 2000.
- Pelmont J., Bactéries et environnement: adaptation physiologique, Ed. OPU, 1995.

Semestre: 1
Unité d'Enseignement: UEF 1.1.2
Matière 2: Thermodynamique Appliquée
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.

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.

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.

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, 2éme Edition DUNOD, Paris, 2012, 2014.

Semestre:1
Unité d'Enseignement: UEM1.1
Matière 1: Méthodes analytiques environnementale
VHS:45h00 (Cours 1h30, TP 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 et physique générale

Contenu de la matière:

I. Chimie des eaux naturelles
II. Caractérisation des eaux
- Teneur en matière oxydable
  * Demande biochimique en oxygène (DBO_5)
  * 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/DBO_5
- teneur en matières inorganiques

III. Les techniques séparatives : la Chromatographie et l'Electrophorèse.
(Aspects généraux, Classification des techniques chromatographiques : chromatographie sur colonne, Chromatographie sur couches minces, chromatographie sur papier, chromatographie sur plaque, Les méthodes couplées : CG/MS. LC/MS), électrophorèse
IV. Spectrométrie d'absorption atomique :
(Généralités, instrumentation et applications ; Méthode des ajouts dosée)
V. Spectrophotométrie d'émission atomique
VI. Généralités, instrumentation et applications ; Méthode de l'étalon interne

VII. La spectrométrie de fluorescence X
(Généralités, applications et avantages)

VIII. Analyse thermique : instrumentation et techniques
IX. RMN

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

Références bibliographiques:

- L'exploration des molécules. Nathan Université, Jaussaud, P. (1996) Paris.
- Appareils et Méthodes en Biologie Moléculaire. Médecine-Sciences / Kamoun, P. 1997,Flammarion, Paris.

Semestre: 1
Unité d'Enseignement: UEM 1.1
Matière 2: Traitement de données et analyse statistique
VHS: 37h30 (Cours : 1h30 ; TP : 1h00)
Crédits: 3
Coefficient: 2

Objectifs de l'enseignement:

L'objectif principal de ce cours, orienté vers l'acquisition des connaissances scientifiques en sciences des données, est de permettre à l'étudiant de manipuler, synthétiser et analyser des données provenant de tout type d'application (nouvelles technologies, environnement, industrie,..). L'étudiant sera capable d'accomplir des reportings clairs et efficaces.

Connaissances préalables recommandées:

Notions de bases en mathématique et informatique

Contenu de la matière:

I. Collecte de données (méthode d'échantillonnage, méthodes de quotas)
II. Statistique descriptive
III. Statistique inférentielle
IV. Distribution d'un estimateur
V. Application de tests statistiques : Khi-deux, Student et fréquences.
VI. L'analyse statistique exploratoire

Mode d'évaluation:

Contrôle continu: 40%; Examen: 60%.

Références bibliographiques:

1. Les plans d'expériences ; Gilles et Marie-Christine SADO ; AFNOR Technique 2002
2. Pratiquer les plans d'expériences ; Jacques GOUPY ; Dunod ; 2005
3. Design and analysis of experiments; D. MONTGOMERY; J Wiley ; 2008

Semestre:1
Unité d'Enseignement: UEM 1.1
Matière 3: TP Ingénierie du développement durable 1
VHS:22h30 (TP: 1h30)
Crédits:2
Coefficient:1

Objectifs de l'enseignement:
Mettre en pratique les notions théoriques acquises en cours.

Connaissances préalables recommandées:
Connaissances de bases de biologie, d'électrochimie et de chimie-physique

Contenu de la matière:

TP 1 : Coloration Gram
TP 2 : Culture et décombrement de microorganismes
TP 3 : Dosage des protéines
TP 4 : Essai de coagulation floculation
TP 5 : Décantation (essai de sédimentation)
TP 6 :Filtration sur sable
TP 7 : Adsorption d'un colorant sur un à adsorbant (CAP)
TP 8 : Adoucissement par
précipitation TP 9: Elimination du
Fer, Manganèse TP 10 : Echanges
d'ions
TP 11 : Simulation des procédés

Visites didactiques

Mode d'évaluation:
Control continu:100%.

Références bibliographiques:

1. Joël TERRIEU, Marina PRÉAULT-GRÉGOIRE, Travaux pratiques d'écologie: Du terrain au laboratoire, expérimenter pour l'écologie scientifique, Ed Educagri, 2015...
2. Daniel Morvan, Les opérations unitaires : procédés industriels : cours et exercices corrigés, Paris, Ellipses, 2009.

Semestre: S1
Unité d'enseignement: UEM 1.1
Matière 4: Programmation avancée en Python
VHS: 45h00 (Cours 1h30, TP 1h30)
Crédits: 2
Coefficient: 2

Objectifs de la matière :

Compétences visées :

- Utilisation des outils informatiques pour l'acquisition, le traitement, la production et la diffusion de l'information
- Compétences en Python et gestion de projets,
- Compétences en automatisation et visualisation de données.

Objectifs :

- Approfondir la maîtrise du langage Python et initier les étudiants aux bases de l'analyse de données et de l'intelligence artificielle.
- Acquérir les bases de solides en informatique.
- Apprendre à programmer en Python, Excel
- Maitriser l'automatisation de tâches
- Maitriser un logiciel de gestion de projets

Matériels nécessaires :

- Un ordinateur avec Python installé,
- Bibliothèques Python : NumPy, Pandas, Scikit-learn, Matplotlib, os.listdir, os.path.exists, os.mkdir, os.rmdir, Matplotlib, Seaborn, Plitly , Request, Beautiful Soup, Tkinter, PyQT, …
- Tensorflow, PyTorch.

Prérequis : Programmation Python.

Contenu de la matière :

Chapitre 1 : Rappels sur la programmation en Python (02 Semaines)

1. Introduction : Concepts de base en informatique et outils numériques, installation de Python.
2. Présentation de la notion de système d'exploitation : Roles, types (Linux, Woindows , ..) Gestions des priorités,
3. Présentations des réseaux informatiques (Principe, Adresse IP, DNS, internet, …)
4. Programmation de base : Mode interactif et mode script, Variables, types de données, opérateurs. Structures conditionnelles et boucles (if, for, while).
5. Fonctions et éléments essentiels : Fonctions prédéfinies et création de fonctions. Modules standards (math, random). Chaînes de caractères, listes, manipulation de base des données.
6. Les Fichiers , Listes, Tuples, Dictionnaires,
7. Exercices :
    - Exercices d'apprentissage de Python
    - Exercices d'utilisation des bibliothèques vus au cours (Math, Random, NumPy, Pandas,…)
    - …

Chapitre 2 : Programmation et automatisation (04 semaines)

1. Principes d'Automatisation de tâches
    - Bibliothèques Python pour l'automatisation :
        - ✓ Pandas et NumPy.
        - ✓ Os, shutil : manipulation de fichiers et dossiers
        - ✓ Openpyxl ou pandas : travail avec des fichiers Excel ou CSV
    - Définitions et exemples d'automatisation (envoi de mails,…)
2. Manipulation de fichiers avec Python :
    - Utiliser les librairies pour :
        - ✓ Parcourir un dossier (os.listdir)
        - ✓ Vérifier l'existence d'un fichier ou dossier (os.path.exists)
        - ✓ Créer ou supprimer des dossiers (os.mkdir, os.rmdir)
        - ✓ Visualiser des données : Matplotlib, Seaborn, Plitly
        - ✓ Request pour réagir avec des Interface de Programmation d'Application (API)
        - ✓ Beautiful Soup pour le Scraping de données
        - ✓ Tkinter, PyQT pour visualiser des données graphiques

- Copier ou déplacer des fichiers avec shutil…
- Recherche, tri et génération de rapports simples.
- Sérialisation et Désérialisation (Utilisation du module pickle).
- Sérialisation d'objets et traitement de fichiers volumineux (streaming).
- ….

3. **Exercices** :
   - Utilisation de openpyxl et pandas pour lire, modifier et écrire des fichiers Excel ou CSV pour :
     - ✓ Créer des rapports automatiques
     - ✓ Extraire automatiquement des données
     - ✓ ….
   - Ecriture de scripts pour :
     - ✓ traiter des fichiers textes (recherche, tri)
     - ✓ automatiser des calculs techniques
     - ✓ gérer des rapports simples (PDF, Excel)
     - ✓ ….
   - Algorithmes de tri, de recherche et de tri par insertion
   - Implémenter une fonction de recherche dans une liste.
   - Opération sur les fichiers
   - Navigation sécurisée (configuration de réseaux simples, gestion des mots de passe)
   - ….

Chapitre 3 : Apprentissage avancé d'Excel (02 semaines)

1. Principes des macros et création d'une macro simple,
2. Tableaux croisés dynamiques,
3. Histogrammes,
4. Diagrammes en barres,
5. Araignée,
6. Etc.
7. **Exercices** Excel …

Chapitre 4 : Apprentissage de GanttProject (02 semaines)

1. Introduction à la gestion de projets :
   - Qu'est-ce qu'un projet ?
   - Quels sont les enjeux de gestion d'un projet ?
   - Interface de GanttProject
2. Les tâches (création, modification ,organisation)
3. Gestion du temps (dates de début ou de fin de projet)
4. Gestion des ressources
5. **Exercices** sur Gantt Project

Chapitre 5 : Programmation orientée objet avancée (03 semaines)

1. Organisation du code :
   - Fonctions personnalisées, paramètres, valeur de retour.
   - Modules, importations et packages.
2. Structures de données complexes :
   - Listes, tuples et dictionnaires : création, modification, suppression, parcours.
3. Concepts fondamentaux de la Programmation orientée objet (POO) :
   - Classes, objets, attributs et méthodes.
   - Attributs publics, privés et protégés.
4. Méthodes spéciales :
   - **init**, **str**, **repr**, **len**.
5. Concepts avancés :
   - Encapsulation, abstraction, héritage, polymorphisme.
   - Héritage avancé, décorateurs, design patterns, métaclasses.
6. **Exercices**

Chapitre 6 : Introduction aux données pour l'IA (02 semaines)

1. Introduction aux Datasets courants en IA :
   - Iris, MNIST, CIFAR-10, Boston Housing, ImageNet.
2. Prétraitement des données pour le Machine Learning:

- Nettoyage, normalisation, encodage, séparation des données.
- Validation croisée (cross-validation).

3. Techniques de Feature Engineering :
   - Sélection, création de caractéristiques, réduction de dimension.
4. Bibliothèques essentielles pour le développement des modèles IA:
   - scikit-learn, TensorFlow, Keras, PyTorch
5. **Exercices**

Travaux pratiques :

TP 01 : Maîtriser les bases de la programmation en Python
(Structures de contrôle, types, boucles, fonctions simples)

1. Initiation
2. Lire et traiter des fichiers textes
3. Gérer des rapports simples (PDF, Excel)

TP 02 :
Elaborer un cahier de charges d'un mini projet d'automatisation de tâches avec Python consistant à identifier et à envoyer automatiquement des rapports par email avec Python :

1. Charger les données depuis un fichier (ex : mesures expérimentales),
2. Effectuer des statistiques simples sur les données (moyenne, écart-type avec interprétation),
3. Générer un graphique,
4. Envoi du résultat avec Python.

TP 03 :

1. Programmation ex Excel du tableau de bord vu en cours
2. Création de tableaux Excel automatisés
3. Macros simples,
4. Formules conditionnelles,
5. Recherche V.

TP 04 :
Organiser une réunion en Ganttproject

1. Créer un nouveau projet :
   - Nom du projet : « Réunion …..
   - Date de début : Date et heure de la réunion
   - Durée estimée : durée totale de la réunion
2. Définition des tâches
   - Points à l'ordre du jour (chaque point de l'ordre du jour devient une tâche)
   - Sous-taches : Si un point est composé, créer alors les sous-tâches correspondantes
   - Tâches initiales et finales (par exemple : « Accueil de participants », « clôture de la réunion »)
3. Définition des ressources :
   - Participants (chaque participant est une ressource)
   - Matériel (ordinateur, datashow…)
4. Estimation des durées :
   - Durée de chaque point : temps nécessaire pour chaque point de l'ordre du jour
   - Temps de transition d'un point à l'autre
5. Création du diagramme de Gantt :
   - Visualiser l'ordre du jour
   - Identifier les points clés
6. Suivre l'avancement en temps réel (projection du Diagramme de Gantt)

TP 05 : Structures avancées et organisation du code
(Fonctions personnalisées, dictionnaires, modules et organisation modulaire

TP 06 : Programmation orientée objet avancée en Python
(Encapsulation, héritage, méthodes spéciales, design patterns simples)

TP 07 : Manipulation de fichiers et analyse de données
(Lecture/écriture de fichiers, traitement de texte, introduction à Pandas et NumPy)

TP 08 : Préparation et traitement de données pour l'intelligence artificielle
(Chargement de datasets IA, nettoyage, transformation, sélection de caractéristiques)

Projet final
Titre : Analyse et visualisation d'un jeu de données + modèle prédictif simple
Compétences mobilisées : Lecture de données, POO, structures avancées, Pandas, Scikit-learn. **(Présentation orale + rapport écrit).**

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

Bibliographie

[1] . E.Schultz et M.Bussonnier (2020) : Python pour les SHS. Introduction à la programmation de données. Presses Universitaires de Rennes.
[2] . C.Paroissin, (2021) : Pratique de la data science avec R : arranger, visualiser, analyser et présenter des données. Paris : Ellipses, DL 2021.
[3] . S.Balech et C.Benavent : NLP texte minig V4.0, (Paris Dauphine – 12/2019) : lien : https://www.researchgate.net/publication/337744581_NLP_text_mining_V40_-_une_introduction_-_cours_programme_doctoral
[4] . Allen B. Downey Think Python: How to Think Like a Computer Scientist, O'Reilly Media, 2015;
[5] . Ramalho, L.. Fluent Python. " O'Reilly Media, Inc.", 2022;
[6] . Swinnen, G.. Apprendre à programmer avec Python 3. Editions Eyrolles, 2012;
[7] . Matthes, E. Python crash course: A hands-on, project-based introduction to programming. no starch press, 2019
[8] . Cyrille, H. (2018). Apprendre à programmer avec Python 3. Eyrolles, 6ème édition. ISBN: 978-2212675214
[9] . Daniel, I. (2024). Apprendre à coder en Python, J'ai lu
[10] . Nicolas, B. (2024). Python, du grand débutant à la programmation objet Cours et exercices corrigés, 3eme édition, Ellipses
[11] . Ludivine, C. (2024). Selenium Maîtrisez vos tests fonctionnels avec Python, Eni

Ressources en ligne :
- Documentation officielle Python : docs.python.org
- Exercices Python sur Codecademy : codecademy.com/learn/learn-python-3
- W3Schools PythTutorial : w3schools.com/python/

Semestre : 1
Unité d'enseignement : UED 1.1
Matière : Gestion des risques Industriels
VHS : 22h30 (cours : 1h30)
Crédits : 1
Coefficient : 1

Objectifs de l'enseignement:
Permettre aux étudiants de comprendre les enjeux de la sécurité et des risques, indissociables, En milieu professionnel, de ceux liés à la protection de l'environnement.

Connaissances préalables recommandées:
Aucune

Contenu de la matière:

I. Disposition réglementaires et sensibilisation à la sécurité du travail en milieu industriel
II. Facteurs de risques
III. Identification et évaluation des risques
IV. Familles de risques

- ATEX
- Risques électriques
- Risques mécaniques
- Risques chimiques
- Incendie
- Circulation
- Travaux en hauteur
- Thermique
- Ambiance lumineuse
- Rayonnement ionisé
- biologique

V. Gestion du risque
VI. Elaboration de stratégie après sinistre
VII. Maîtrise des risques

Mode d'évaluation:
Examen: 100%.

Références bibliographiques:

1. Florian Hugon. La gestion du risque industriel en entreprise. Presses académiques francophones, 2014
2. Nathalie de Marcellis-Warin, M. Trepanier, I. Peignier. Stratégies logistiques et matières dangereuses. Edition Presses inter polytechniques, 2013

IV-2- Programme détaillé par matière des modules du semestre S2

Semestre: 2
Unité d'Enseignement: UEF 1.2.1
Matière 1: Biocatalyse et Bioprocédés
VHS:45h00 (Cours: 1h30 ; TD 1h30)
Crédits: 4
Coefficient: 2

Objectifs de l'enseignement:

Il vise à décrire les différents bioréacteurs utilises dans les industries, la classification des procédés liés à la biotechnologie, les phénomènes thermodynamiques, les cinétiques biologiques et l'analyse les bilans énergétiques des différents bioréacteurs.

Connaissances préalables recommandées:

Notions de Mathématiques, thermodynamiques, Cinétiques chimiques, Biochimie et Microbiologie.

Contenu de la matière:

1. Bio- catalyseurs et ingénierie de biocatalyseurs
2. Atouts de la biocatalyse pour les procédés durables
3. Ingénierie de bioprocédés
4. Bio- réacteurs enzymatiques et cellulaires

- Classification et caractéristiques des bioréacteurs (les bioréacteurs fermés, les bioréacteurs continus, les bioréacteurs pistons, assemblage des différents bioréacteurs, critères de choix des bioréacteurs)

- Transfert de matière dans les bioprocédés : couplage transfert- réaction,
- Cinétique et modèles de croissance microbienne
- mécanisme et cinétique des réactions enzymatiques homogènes et hétérogènes
- Mode de fonctionnement des bioréacteurs (réacteurs continus parfaitement agités, réacteurs à lit fixe, réacteurs à lit fluidisé, réacteurs membranaires)

Mode d'évaluation:

Contrôle continu: 40% ; Examen: 60%.

Références bibliographiques:

1. Biochemical Engineering Fundamentals. BAILEY (J.E.) et OLLIS (D.F.). 2e éd. McGraw-Hill
2. Book Co. 1986.
3. Bioprocess Engineering. SHULER (M.L.) et KARGI (F.). Prentice-Hall Inc. 1992.
4. Biochemical Engineering and Biotechnology Handbook. ATKINSON (B.) et MAVITUNA (F.).
5. Macmillan Publishers Ltd, 1983.
6. Basic Biotechnology, Ratledge C, Kristiansen B, Cambridge University Press - 2nd ed : 2001
7. Enzyme catalysis in Organic Synthesis, Drauz K, Waldmann H,2002, Wiley-VCH
8. Carrier-bound Immobilized Enzymes, Linqiu Cao, 2005 Wiley-VCH

Semestre : 2
Unité d'Enseignement: UEF 1.2.1
Matière 2: Maîtrise énergétique
VHS:45 H00 (Cours: 1h30, TD: 1h30)
Crédits:4
Coefficient:2

Objectifs de l'enseignement:

Ce cours aborde les aspects audits énergétiques, diagnostics et maîtrise de la consommation énergétique.

Connaissances préalables recommandées:

Cours de mathématique, d'électricité et de transfert de chaleur

Contenu de la matière:

1. Obligations légale de maîtrise énergétique
2. Mesure des performances énergétiques des installations et de ses gros équipements
3. Établissement des bilans énergétiques
4. Établissement des bilans énergétiques des gros équipements
5. Analyse de l'évolution des consommations d'énergie
6. Identification des possibilités d'économie d'énergie et/ou de substitution inter-énergétique favorable sur le plan de l'efficacité énergétique et de l'environnement. Notion d'exergie

Mode d'évaluation:

Contrôle continu:40% ; Examen: 60 %.

Références bibliographiques:

1. Jean-Luc Bochu. Energies et agriculture: de la maîtrise de l'énergie aux énergies renouvelables. Educagri Editions. 2003
2. Viviane Du Castel. Transition énergétique et changement climatique : enjeux et défis.....Editions Publibook. 2017

Semestre: 2
Unité d'enseignement: UEF 1.2.1
Matière 3: Indicateurs et droit du développement durable
VHS:22h30 (Cours: 1h30)
Crédits: 1
Coefficient: 1

Objectifs de l'enseignement:
Donner aux étudiants les éléments théoriques de la théorie du développement durable. Permettre de maîtriser des outils pratiques de développement durable comme la démarche Agenda 21, les grilles d'évaluation des Impacts environnementaux et la réalisation d'indicateurs environnementaux et développement durable.

Connaissances préalables recommandées:
Aucune

Contenu de la matière:

Partie 1 : Indicateur du développement durable

I. Impacts du développement durable dans les processus de décision
II. Outils pour la mise en œuvre des décisions stratégiques des entreprises dans les domaines du développement durable et de la prise en compte de l'environnement
III. Démarche Agenda 21 pour les collectivités territoriales et les entreprises, évaluation des impacts environnementaux
IV. Indicateurs environnementaux et développement durable.
V. Indicateurs sociaux- économiques et développement durable

Partie 2 : Droit du développement durable

I. Législation du développement durable
1. Aspects législatifs et réglementaires de la protection de l'environnement
2. La veille réglementaire et l'évolution de la réglementation
3. Normalisation et Certification
4. Les conventions internationales (Permis d'émissions négociable et taxe carbone)
5. Droit du travail
6. Les installations et sites classées
7. La classification et directive Seveso
8. La classification REACH de substances dangereuses
9. Les normes aux postes de travail

II. Métrologie légale
1. Contrôle légal des instruments de mesurage
2. Organisation internationale de métrologie légale (OIML)

3. Législation sur la Métrologie légale en Algérie
4. Présentation de l'ONML

Mode d'évaluation:

Examen: 100%.

Références bibliographiques:

1. Alain Ayong Le Kama, Christine Lagarenne, Philippe Le Lourd. Indicateurs nationaux du développement durable. Documentation française, 2004
2. Jacques Rigault. Les indicateurs territoriaux de développement durable. 2012

Semestre:2
Unité d'Enseignement: UEF 1.2.2
Matière 1: Opérations unitaires
VHS: 45h00 (Cours:1h30, TD: 1h30)
Crédits: 4
Coefficient: 2

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, adsorption et séchage).
- Etablir les équations de fonctionnement des dispositifs utilisés dans les OPU de transfert.
- Aborder les notions de dimensionnement et de la conception des équipements.
- Connaitre les principaux problèmes de fonctionnement (primage, engorgement…etc),
- Détermination des conditions optimales de fonctionnement.

Connaissances préalables recommandées:

Thermodynamique, Equations différentielles, Phénomènes de transfert (transfert de matière entre phases, mécanique des fluides,..). Bilans massiques.

Contenu de la matière:

Chapitre 1. Absorption et Strippage

Equilibre liquide-gaz , Solubilité des gaz en fonction de pression et de température. Bilans de matière. Equipements utilisés en continue (colonne à plateaux et colonne à garnissage). Concepts d'étage théorique et réel, Méthode de Mac Cabe et Thièle et efficacité de Murphree, concept d'unités de transfert, dimensionnement des colonnes garnies, perte de charge, vitesse d'engorgement. Dimensionnement complet d'une colonne à garnissage,

Chapitre 2. Extraction Liquide – Liquide

Règle de phases-règle de Gibbs, représentation des équilibres : différents types de diagramme, choix du solvant, pouvoir solvant, extraction à contact multiples, les différents types d'extracteurs, notion d'efficacité

Représentation des équilibres, Coefficient de partage, sélectivité, différents types de diagrammes. Equipements utilisés en continue et en discontinue. Solvant partiellement soluble : extraction multi-étages à contre-courant et à courants croisés (Diagramme ternaire). Solvant insoluble : extraction multi-étages à contre-courant (construction Mac Cabe et Thièle), notion d'efficacité. Choix du solvant

Chapitre 3. Adsorption

Théorie de l'adsorption, les isothermes d'adsorption, Calcul des adsorbeurs discontinus : Adsorption mono-étagée, Adsorption multi-étagée à courants croisés, Adsorption multi-étagée à contre-courant

Calcul des adsorbeurs continus à contre-courant. Procédés de régénération

Chapitre 4. Séchage

Généralités. Différents types de sécheurs. Choix de sécheurs. Séchage solaire, Mode de séchage (continu, discontinu, contre-courant, co-courant, par convection, conduction etc…). Mécanismes de séchage par entrainement. Diagramme de l'air humide. Bilan massique et enthalpique au niveau d'un sécheur discontinu. Calcul de la durée de séchage. Calcul d'un sécheur continu.

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: 2
Unité d'Enseignement: UEF 1.2.2
Matière 2: Dépollution et réhabilitation des sols
VHS: 45h00 (Cours: 1h30, TD h30)
Crédits: 4
Coefficient: 2

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:

Chimie- physique

Contenu de la matière:

I. Les sols

Formation des sols, types de sols, analyse des sols pollués, origines et propriétés des contaminants organiques et inorganiques

II. Méthodes physico-chimiques de dépollution

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.

III. Méthodes thermiques de traitement

Désorption thermique, Incinération, Vitrification, Pyrolyse.

IV. Méthodes biologiques de dépollution

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

Mode d'évaluation:

Contrôle continu:40 % ; Examen: 60 %.

Références bibliographiques:

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

Semestre: 2
Unité d'Enseignement: UEM 1.2
Matière 1: Plan d'expériences
VHS: 45h00 (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:

Chapitre 1 : 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

Chapitre 5 : 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:

1. Jacques Goupy. Introduction aux plans d'expériences - 5e éd. - Toutes les techniques nécessaires à la conduite d'une étude. 2017
2. Jacques Goupy. Plans d'expériences : les mélangesPlan. 2001
3. Walter Tinsson. Plans d'expérience: constructions et analyses statistiques: Mathématiques et Applications. 2010

Semestre: 2
Unité d'Enseignement: UEM 1.2
Matière 2 : TP Ingénierie du développement durable 2
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 bases en mathématique et informatique

Contenu de la matière:

TP 1 : Suivi de la croissance microbienne

TP 2 : Cinétique enzymatique

TP3 : Extraction liquide/liquide

TP4 : Extraction des huiles essentielles

TP 5 : Traitement de sol pollué

Visites didactiques

Mode d'évaluation:
Contrôle continu: 100%.

Références bibliographiques:

1. Francis Rouessac, Annick Rouessac, Daniel Cruché, Claire Duverger-Arfuso, Arnaud Martel, Analyse chimique: Méthodes et techniques instrumentales, Dunod, 2016
2. J. Mendham, Analyse chimique quantitative de Vogel, DeBoeck, 6ed, 2006
3. Gwenola Burgot,Jean-Louis Burgot, Méthodes instrumentales d'analyse chimique et applications: Méthodes, Lavoisier, 2011

Semestre: 2
Unité d'Enseignement: UEM 1.2
Matière 3: Chimie verte et nanosciences
VHS: 45h00 (Cours: 1h30 ; TP : 1h30)
Crédits: 4
Coefficient: 2

Objectifs de l'enseignement:

Orienter l'étudiant sur l'existence de ressources renouvelables, sur l'emploie à l'échelle industriel de substances éco-compatibles ainsi que sur l'intensification et le greening des procédés

Connaissances préalables recommandées:

Notions en chimie.

Contenu de la matière:

1. les défis et les opportunités de la chimie verte
2. les douze principes de la chimie verte
3. les indicateurs de la chimie verte
4. Substitution de composés dangereux
5. Solvants alternatifs
6. Métaux de transitions pour la chimie verte
7. Produits biosourcés
8. Agro-matériaux et matériaux renouvelables
9. Intensification des procédés
10. Éco-procédés d'extraction
11. Nanosciences

Mode d'évaluation:

Contrôle continu: 40% ; Examen: 60%.

Références bibliographiques:

1. Sandrine Rup-Jacques, Eric Jacques. De la chimie fossile à la chimie durable. Ellipses Marketing. 2017
2. Sylvain Antoniotti. Chimie verte, chimie durable. Ellipses, 2013
3. Laurence Plévert, Christian Joachim. Nanosciences. La révolution invisible. Le Seuil. 2009

Semestre: S2
Unité d'enseignement: UET 1.2
Matière 1 : Eléments d'intelligence artificielle appliquée
VHS: 45h00 (Cours 1h30, TP 1h30)
Crédits: 2
Coefficient: 2

Compétences visées :

- Identifier les opportunités de l'intelligence artificielle en sciences de l'ingénieur
- Comprendre les implications éthiques de l'IA et les bonnes pratiques de son utilisation.
- Capacité à utiliser les techniques de l'IA dans la résolution de problèmes

Objectifs :

- Maitrise des algorithmes IA
- Initiation aux concepts, outils et applications fondamentales de l'intelligence artificielle moderne, en mettant l'accent sur la pratique avec Python et ses bibliothèques.
- Approfondir le langage Python,
- Comprendre les approches de l'IA dans la résolution de problèmes,

Prérequis :

Programmation avancée Python

Matériels nécessaires :

- Un ordinateur avec Python installé,
- Bibliothèques Python : NumPy, Pandas, Scikit-learn, Matplotlib, os.listdir, os.path.exists, os.mkdir, os.rmdir, Matplotlib, Seaborn, Plitly , Request, Beautiful Soup, Tkinter, PyQT, …
- Tensorflow, PyTorch, …

Contenu de la matière :

Chapitre 1 : Introduction à l'intelligence artificielle l'IA (01 semaine)

1. Définitions et champs d'application de l'IA.
2. Évolution historique de l'IA.
3. Introduction aux grands domaines :
    - **Apprentissage automatqiue (Machine Learning)**
    - **Apprentissage profound (Deep Learning)**

Chapitre 2 : Mathématiques de base pour l'IA (01 semaine)

1. **Algèbre linéaire** : vecteurs, matrices, produits, normes.
2. **Probabilités & statistiques** :
    - **Variables**, espérance, variance.
    - Lois usuelles : normale, binomiale, uniforme.
3. **Régression linéaire simple** :
    - Formulation, coût, optimisation.
    - Mise en œuvre avec **Scikit-learn**.
4. **Exercices :**
    - Manipulation de matrices avec la bibliothèque NumPy (Python)
    - Exercice sur la régression linéaire (utiliser une bibliothèque Python comme Scikit-learn par exemple)
    - Expliquer la bibliothèque Matplotlib (Python)
    - …

Chapitre 3 : Apprentissage automatqiue (Machine Learning) (03 semaines)

1. Concepts clés : Données, Modèles, features, étiquettes, généralisation.
2. Phases d'un pipeline d'apprentissage : entraînement, validation, test.
3. Types d'apprentissage :
    - Supervisé
    - **Non** supervisé

- **Par** renforcement *(aperçu)*

4. **Exercices :**
   - Approfondir les notions vues au cours
   - ….

Chapitre 4 : Classification supervisée (3 semaines)

1. Principe d'entrainement de modèle de classification simple :
2. Les modèles et algorithmes :
   - SVM (Support Vector Machine)
   - Arbres de décisions
3. Évaluation de performance :
   - Matrice de confusion, précision, rappel, F1-score.
5. **Exercices :**
   - Expliquer comment utiliser Scikit-learn ?
   - Comparaison de plusieurs modèles sur un dataset
   - ….

Chapitre 5 : Apprentissage non supervisé

1. Notion de clustering.
2. Algorithmes :
   - **K-means**
   - DBSCAN (Density-Based Spatial Clustering of Applications with Noise)
3. Visualisation 2D et interprétation des résultats.
4. **Exercices :**
   - Expliquer comment utiliser un algorithme de clustering sur un Dataset
   - Expliquer comment visualiser les clusters.
   - ….

Chapitre 6 : Les réseaux de neurones

1. Architecture d'un réseau de neurones :
   - Perception,
   - Couches et couches caches, poids, biais.
   - Fonction d'activation : ReLU, Sigmoïde, Softmax, ….
   - Exercices d'applications
2. Introduction au **Deep Learning** :
   - Notion de couches profondes.
   - Introduction au réseaux convolutifs (CNN)
3. **Exercices :**
   - Expliquer Tensorflow et PyTorch
   - Analyser un Dataset de texte et prédire des sentiments
   - ….

Chapitre 7 : Mini projet (travail personnel encadré en dehors des cours) :

Création d'un modèle complet de classification ou clustering, avec prétraitement, entraînement et visualisation ; choisir et traiter un projet du début jusque la fin parmi (à distribuer au début du semestre) :

- Reconnaissance des caractères manuscrits
- Prédiction des catastrophes naturelles
- Développer un Chatbot capable de répondre aux questions fréquentes d'une entreprise, de manière naturelle.
- Développer un système capable de distinguer les sons normaux d'une machine de ceux indiquant une anomalie (roulement défectueux, vibration excessive, etc.)
- Développer un système (mini IA) capable d'analyser les sentiments exprimés dans les publications sur réseaux sociaux à propos d'un produit, une marque ou un évènement.
- …

Travaux pratiques :

TP 01 : Initialisation

TP 02 :

- Implanter une régression simple avec Scikit-learn **visualisation avec Matplotlib** (par exemple)
- Visualiser les résultats avec Matplotlib
- …

TP 03 :

- **Pipeline de machine learning et séparation des données**
- Approfondir es notions vues au cours

TP 04 :

- Utilisation Scikit-learn pour entrainer un modèle de classification simple
- …….

TP 05 :

- Implanter un algorithme de clustering sur un Dataset
- Visualiser les clusters **: Clustering non supervisé (K-means, DBSCAN).**
- ….

TP 06 :

- Construire un réseau de neurones simple avec TensorFlow ou PyTorch ou keras
- Construire un CNN simple pour classifier des images (exemple : Dataset MINIST)
- …

Mode d'évaluation :

Contrôle continu: 40% ; Examen: 60%.

Bibliographie :

- Ganascia, J.Gabriel (2024) : l'IA expliquée aux humains. Paris France- Edition le Seuil.
- Anglais, Lise, Dilhac, Antione, Dratwa, Jim et al. (2023) : L'éthique au coeur de l'IA. Quebec Obvia.
- J.Robert (2024) : Natural Language Processing (NLP) : définition et principes – Datasciences. Lien : https://datascientest.com/introduction-au-nlp-natural-language-processing
- Qu'est-ce que le traitement du langage naturel. Lien : https://aws.amazon.com/fr/what-is/nlp/
- M.Journe : Eléments de Mathématiques discrètes – Ellipses
- F.Challet : L'apprentisage profond avec Python – Eyrolles
- H.Bersini (2024) : L'intelligence artificielle en pratique avec Python – Eyrolles
- B.Prieur (2024) : Traitement automatique du langage naturel avec Python – Eyrolles
- V.Mathivet (2024) : Implémentation en Python avec Scikit-learn – Eyrolles
- G.Dubertret (2023) : Initiation à la cryptographie avec Python – Eyrolles
- S.Chazallet (2023) : Python 3 – Les fondamentaux du langage - Eyrolles
- H.Belhadef, I.Djemal : Méthode TALN – Cours de l'unievrsité de Msila - Algérie

Semestre : 2
Unité d'enseignement : UET 1.2
Matière 2 : 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 technologie

Lien entre éthique et développement durable, économie d'énergie, bioéthique et nouvelle 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. E. Prairat, De la déontologie enseignante. Paris, PUF, 2009.
4. Racine L., Legault G. A., Bégin, L., Éthique et ingénierie, Montréal, McGraw Hill, 1991.
5. Siroux, D., Déontologie : Dictionnaire d'éthique et de philosophie morale, Paris, Quadrige, 2004, p. 474-477.
6. Medina Y., La déontologie, ce qui va changer dans l'entreprise, éditions d'Organisation, 2003.
7. Didier Ch., Penser l'éthique des ingénieurs, Presses Universitaires de France, 2008.
8. Gavarini L. et Ottavi D., Éditorial. de l'éthique professionnelle en formation et en recherche, Recherche et formation, 52 | 2006, 5-11.
9. Caré C., Morale, éthique, déontologie. Administration et éducation, 2e trimestre 2002, n°94.
10. Jacquet-Francillon, François. Notion : déontologie professionnelle. Letélémaque, mai 2000, n° 17
11. Carr, D. Professionalism and Ethics in Teaching. New York, NY Routledge. 2000.
12. Galloux, J.C., Droit de la propriété industrielle. Dalloz 2003.
13. Wagret F. et J-M., Brevet d'invention, marques et propriété industrielle. PUF 2001
14. Dekermadec, Y., Innover grâce au brevet : une révolution avec internet. Insep 1999
15. AEUTBM. L'ingénieur au cœur de l'innovation. Université de technologie Belfort-Montbéliard
16. http://www.app.asso.fr/
17. http://ressources.univ-rennes2.fr/propriete-intellectuelle/cours-2-54.html
18. 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
19. L'abc du droit d'auteur, organisation des nations unies pour l'éducation, la science et la culture (UNESCO)
20. Alain bensoussan livre blanc – une science ouverte dans une république numérique direction de l'information scientifique et technique CNRS
21. Copyright in the cultural industries. - Cheltenham: E. Elgar, 2002. - XXII-263 p.
22. 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
23. 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
24. Publication de l'université de montréal. « Stratégies de prévention du plagiat », Intégrité, fraude et plagiat, 2010
25. Pierrick Malissard "La propriété intellectuelle "origine et évolution" 2010.
26. Le site de l'Organisation Mondiale de la Propriété Intellectuelle www.wipo.int.

IV-3- Programme détaillé par matière des modules du semestre S3

Semestre: 3
Unité d'Enseignement: UEF 2.1.1
Matière 1: Procédés durables
VHS:45h00 (Cours: 1h30 ; TD 1h30)
Crédits: 4
Coefficient: 2

Objectifs de l'enseignement:

Introduire les principes et paramètres opératoires des applications des nouvelles technologies au niveau industriel.

Connaissances préalables recommandées:

Chimie-physique, électrochimie

Contenu de la matière:

I. Procédé supercritique
1. Généralités sur les fluides supercritiques
2. Le CO_2
3. Domaines d'application
4. Architecture générale d'un procédé supercritique

II. Génie de procédés membranaires
1. Principes fondamentaux des procédés membranaires
2. Transport de matière
3. Les procédés membranaires

III. Génie des procédés électrochimiques
1. Principes fondamentaux des réacteurs électrochimiques
2. Transport de matière et cinétique électrochimiques
3. Les procédés électrochimiques

IV. Procédés d'oxydation avancée
1. Principes fondamentaux de l'oxydation avancée
2. Types procédés d'oxydation avancée

V. Génie photocatalytique
1. Principes fondamentaux
2. Nature des réactions photocatalytiques
3. Applications environnementales
4. Photocatalyse en chimie fine
5. Génie photocatalytique académique

Mode d'évaluation:

Contrôle continu: 40% ; Examen: 60%.

Références bibliographiques:

1. Gregorio Crini, Pierre- Marie Badot. Traitement et épuration des eaux industrielles polluées. Edition presses Univ. Franche Comté, 2007
2. Ridha Djellabi. Application de la photocatalyse pour la dépollution de l'eau. Edition Omniscriptum Gmbh&Company Kg, 2015
3. Elodie Guivarcg. Traitement des polluants organiques en milieux aqueux par procédé électrochimique d'oxydation avancée « Electro- fenton ». Edition la- Vallée, 2004

Semestre : 3
Unité d'Enseignement: UEF 2.1.1
Matière 2: Gestion des déchets
VHS:45 H 30 (Cours: 1h30, TD: 1h30)
Crédits: 4
Coefficient:2

Objectifs de l'enseignement:

Le cours montre la nécessité de la prise en charge des déchets pour la protection de l'environnement et pour répondre aux exigences réglementaire. Il présente l'ensemble des filières de traitement des différents types de déchets.

Connaissances préalables recommandées:

Aucune

Contenu de la matière:

I. Les différents types de déchets: caractéristiques et quantités produites
II. La législation
III. Les acteurs du secteur
IV. Caractérisation des déchets
V. Transport des déchets
VI. Les modes de collecte: contraintes, avantages et inconvénients
VII. traitement des déchets urbains et banals.
VIII. Valorisation, stockage (approche géotechnique, conception, fonction).
IX. Recyclage des déchets
X. Gestion des déchets spéciaux (déchets radioactifs, déchets de soin, …), étude de risques.

Mode d'évaluation:

Contrôle continu:40% ; Examen: 60 %.

Références bibliographiques:

1. O. Tchobanouglos Solid wastes.
2. Frank Woodard, Industrial Waste Treatment Handbook, ISBN 0-7506-7317-6
3. LawrencE K. Wang, Nazih K. Shammas, Yung-Tse Hung,Biosolids Treatment Processes,
4. A .Damien Guide du Traitement des déchets, , Dunod,
5. M. maes:Traitement des *déchets industriels solides*.
6. *M. MuraT.* Valorisation des déchets et des sous-produits *industriels.*

Semestre : 3
Unité d'Enseignement : UEF 2.1.1
Matière 3 : Eco-conception
VHS : 22h30 (cours : 1h30)
Crédits : 1
Coefficient : 1

Objectifs de l'enseignement:

Cette matière permettra à l'étudiant de connaître les principales étapes de mise en œuvre d'un projet d'éco-conception, d'identifier les axes d'amélioration des produits, de savoir communiquer sur les actions environnementales. Mais aussi de comprendre les enjeux environnementaux en termes de contraintes réglementaires, d'attente de la clientèle et d'avantage concurrentiel.

Connaissances préalables recommandées:

Notions sur l'environnement et sur la réglementation.

Contenu de la matière:

I. Eco-concevoir : les principes fondamentaux

Introduction et définitions

Les grands principes

Enjeux environnementaux

Enjeux stratégiques, réglementaires et concurrentiels

II. Mise en place d'une démarche d'éco-conception

Introduction

Organisation (les choix, les étapes, les acteurs)

Difficultés à franchir : identification des freins à l'éco-conception

Outils d'aide à l'éco-conception

Exemples de produits et services éco-conçus

III. Comment valoriser sa démarche ?

Etiquetage

Label

Déclaration environnementale

IV. Cas d'étude

Mode d'évaluation: Examen : 100%

Références bibliographiques:

1. Smaïl Aït-El-Hadj et Vincent Boly. Introduction générale. Pour une vision systémique et complexe de l'éco-conception. L'Harmattan. 2013
2. Université de Cergy-Pontoise, Jacques Vigneron, Jean-François Patingre, Eco-conception: concept, méthodes, outils, guides et perspectives. Economica, 2001

Semestre:3
Unité d'Enseignement: UEF 2.1.2
Matière 1: Traitement des Effluents Gazeux
VHS: 45 H00 (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 :

Aucune

Contenu de la matière :

I. Rappels

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

II. Mesure des gaz et des particules

(Echantillonnage et analyse).

III. Procédés de traitements de la pollution issue des sources fixes

IV.

1. Traitements des effluents gazeux

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

2. Traitements des poussières

Filtres à manche, Cyclone, Venturi, Electrofiltre.

V. 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. Schifftner, 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. Shammas, Advanced Physicochemical Treatment Processes, Handbook of Environmental Engineering, Vol. 4, Ed. HumanaPress, 2006.
4- JRC Reference Report ILCD Handbook - Towards more sustainable production and consumption for a resource-efficient Europe. Publications Office of the European Union.Ed. 2012

Semestre: 3
Unité d'Enseignement: UEF 2.1.2
Matière 2: Génie des Réacteurs Hétérogènes
VHS:45h00 (Cours: 1h30, TD : 1 h30)
Crédits: 4
Coefficient: 2

Objectifs de l'enseignement:

A travers cette approche, il s'agit de former l'ingénieur au rôle d'une approche physique des phénomènes mis en œuvre afin de lui permettre d'accéder aux limites techniques d'unités simples pour lesquelles les transferts de matière et de chaleur sont associés à des mécanismes réactionnels

Connaissances préalables recommandées:

Notions fondamentales en réacteurs, mécanique de fluides, transfert de matière et transfert de chaleur, réaction chimique

Contenu de la matière:

Chapitre 1 : Ecoulement dans les Réacteur Réels

- Introduction
- Détermination expérimentale de la DTS
- Réponse à une injection échelon
- Réponse à une injection impulsion
- Relations mathématiques
- Application dans les réacteurs idéaux
- Réacteur piston
- Réacteur continu parfaitement agité
- Interprétation de la DTS

Chapitre 2: Modélisation des Ecoulements dans les Réacteurs Réels

- Modèle piston dispersif
- Modèle de cascade de réacteurs parfaitement agités
- Prédiction de la conversion dans les réacteurs réels

Chapitre 3 : Réactions en milieu polyphasique

- Les réactions fluide-solide catalytique
- Les réactions fluide-solide consommable non-catalytique
- Les réactions fluide-fluide
- Les réactions fluide-fluide-solide

Chapitre 4 : Modèles de réacteurs polyphasiques

- Modèles de réacteurs catalytiques
- Désactivation des catalyseurs
- Modèles de réacteurs à solides consommables
- Réacteurs fluide-fluide

Mode d'évaluation:

Contrôle continu:60% ; Examen: 40%.

Références bibliographiques:

1. J. Liéto,Le génie chimique à l'usage des chimistes, ,ed. Lavoisier Tech.&.Doc, 1998.
2. J. Villermaux,Génie de la réaction chimique, conception et fonctionnement des réacteurs., Ed. Lavoisier Tech.&.Doc. 1995.
3. P. Trambouze et J.P. Euzen,Les réacteurs chimiques : de la conception à la mise en œuvre.. Ed. Technip 2002.
4. Schweich D,Génie de la réaction chimique. Traité de génie des procédés.., Ed. Lavoisier Tech.&.Doc. 2001 –
5. O. Levenspiel,Chemical reaction engineering /. Wiley
6. M. Roustan, Transfert Gaz liquide dans les procédés de traitement des eaux et effluents gazeux /. Lavoisier Tec et Doc

Semestre: 3
Unité d'Enseignement: UEM 2.1
Matière 1: Réalisation des études d'hygiène, sécurité et environnement
VHS: 22h30 (Cours : 1h30)
Crédits: 2
Coefficient: 1

Objectifs de l'enseignement:

S'organiser pour préparer à piloter une étude complète de type industriel. Gestion et conduite de projet. Communication environnementale. S'agissant de commandes d'entreprises, le cas d'étude conduit fréquemment à une expérience.

Connaissances préalables recommandées:

Environnement, sécurité industrielle

Contenu de la matière:

I. Aspects réglementaire et normatif d'hygiène, sécurité et environnement
II. Etude d'impact sur l'environnement (EIE)
III. Audit environnemental
IV. Analyse environnementale
V. Etude de danger
VI. PPI
VII. POI
VIII. PPRT
IX. Système de management d'hygiène, sécurité et environnement

Mode d'évaluation:

Examen : 100 %

Références bibliographiques:

1. Jacques-André Hertig. Études d'impact sur l'environnement. PPUR presses polytechniques.2006
International Organization for Standardization.
2. Lignes directrices pour l'audit environnemental - procédures d'audit - audit des systèmes de management environnemental. ISO, 1996
3. Caroline Gallez, Aurore Moroncini. Le manager et l'environnement: outils d'aide à la décision stratégique et opérationnelle. PPUR presses polytechniques. 2003

Semestre: 3
Unité d'enseignement: UEM 2.1
Matière 2: TP Ingénierie du développement durable 3
VHS: 22h30 (TP : 1h30)
Crédits: 2
Coefficient: 1

Objectifs de l'enseignement:
Mettre en pratique les notions théoriques acquises en cours.

Connaissances préalables recommandées:
Chimie, physique.

Contenu de la matière:

TP 1: Electrocoagulation/ Electroflotation

TP 2: Electrodéposition

TP 3: Electrooxydation

TP 4 : Procédés d'oxydation Fenton

TP 5: Electro-Fenton

Visites didactiques

Mode d'évaluation:
Contrôle continu: 100%.

Références bibliographiques:

1. Joël TERRIEU, Marina PRÉAULT-GRÉGOIRE, Travaux pratiques d'écologie: Du terrain au laboratoire, expérimenter pour l'écologie scientifique, Ed Educagri, 2015.

2. Daniel Morvan, Les opérations unitaires : procédés industriels : cours et exercices corrigés, Paris, Ellipses, 2009.

Semestre 3
Unité d'Enseignement: UEM 2.1
Matière 3: Dynamique des systèmes et régulation
VHS: 22h30 (Cours 1h30)
Crédits: 2
Coefficient: 1

Objectifs de l'enseignement:

Acquérir des notions nécessaires afin de trouver des solutions aux perturbations ou modifications pouvant intervenir dans un procédé à l'échelle de fabrication industrielle

Connaissances préalables recommandées:

Modélisation mathématique

Contenu de la matière:

Chapitre 1 : Dynamique des systèmes, les systèmes linéaires
Chapitre 2 : Bilans procédés en régime transitoires
Chapitre 3 : Boucles de régulation
Chapitre 4 : Régulateurs
Chapitre 5 : Exemple d'utilisation d'un régulateur PID

Mode d'évaluation:

Examen: 100%.

Références bibliographiques:

1. Flaus J.M. (2000), La régulation industrielle, 344p Hermès Paris
2. Sermondale C., Toussaint A (1994), Régulation Tome 1, 127p. Nathan, Paris
3. Sermondale C., Toussaint A (1994), Régulation Tome 2, 127p. Nathan, Paris
4. Sermondale C., Toussaint A (1996), Régulation Tome 3, 127p. Nathan, Paris
5. Sermondale C., Toussaint A (1998), Régulation Tome 4, 127p. Nathan, Paris
6. Corriou J.P (2003) Commande des procédés, 2e édition, 715p. Tec&Doc Lavoisier, Paris

Semestre: 3
Unité d'Enseignement: UEM 2.1
Matière 4 : Evaluation technico-économique des procédés
VHS: 37h30 (Cours: 1h30, TP:1h00)
Crédits: 3
Coefficient: 2

Objectifs de l'enseignement:

Acquérir des notions pour le calcul économique d'un procédé (charges, cout opératoire, dépenses, investissements, rentabilité) ainsi que celles liées à la gestion des temps et des ressources.

Connaissances préalables recommandées:

Calcul matriciel et opérations sur les matrices.

Contenu de la matière:

I - Définitions des éléments du calcul économique

1. Investissements
2. Charges variables
3. Main d'œuvre
4. Coût opératoire et dépenses d'exploitation

II - Calcul des investissements

1. Structure des investissements
2. Méthodes d'estimation des investissements

III - Critères de rentabilité d'un projet

1. Valeur actuelle nette (VAN)
2. Taux de rentabilité interne (TRI)
3. Temps de remboursement (POT)

IV- Principes généraux de gestion d'un projet

1. Définitions
2. Phases d'un projet

V- Gestion des temps - Problème d'ordonnancement

1. Définition
2. Problèmes d'ordonnancement
3. Notion de projet. Tâche et ordonnancements
   a. Notion de projet
   b. Notion de tâche
   c. Méthode d'ordonnancement
4. Construction d'un réseau PERT- Représentation graphique
   a. Convention pour la construction d'un réseau PERT
   b. Cas particulier de l'utilisation des tâches fictives
   c. Le graphe PERT- temps
      - Recherche du chemin critique
      - Date au plus tôt d'un évènement
      - Date au plus tard d'un évènement
      - Intervalles de flottement
      - Marges, signification et calcul
      - Recherche des niveaux d'un graphe.

5. Diagramme de Gantt
    a. Avantages et inconvénients
    b. Construction du diagramme de Gantt

VI- Gestion des ressources

1. Liste des ressources
2. Disponibilité maximale
3. Unités d'affectation

Mode d'évaluation:

Examen: 60%

Contrôle :40 %

Références bibliographiques:

1. Alain Chauvel,Gilles Fournier,Claude Raimbault. Manuel d'évaluation économique des procédés. Editions TECHNIP. 2001
2. Jean-Pierre Dal Pont**.** Le génie des procédés et l'entreprise. Lavoisier. 2011

Semestre : 3
Unité d'enseignement : UET 2.1
Matière 1 : Chemical reverse engineering
VHS : 45 h00 (Cours : 1h30, TP : 1h30)
Crédits : 2
Coefficient : 2

Objectifs de l'enseignement :

Former l'étudiant en :

- Intelligence concurrentielle
- Démarche qualité (contrôle qualité d'un produit auprès d'un fournisseur permettant une traçabilité, une analyse de conformité par exemple)
- Compréhension/anticipation de divers phénomènes (vieillissement prématuré, réactivité du produit, relation structure-propriété...).
- Substitution de matières premières (pénurie ou changement stratégique)
- Optimisation des produits
- Obtention de données pour la conformité réglementaire
- Protection de la propriété intellectuelle (vérification de la contrefaçon de brevets, de la concurrence déloyale, etc.)

Connaissances préalables recommandées :

Méthodes physicochimiques d'analyse (spectroscopie, microscopie, analyse thermique, etc….)

Contenu de la matière :

Chapitre1 Introduction à la rétro-ingénierie chimique

1.1 Historique, enjeux légaux et éthiques du RE,

- Définitions et champs d'application : Approches (matériels, logiciels, procédés…)
- Objectifs de conception du produit, contraintes qui ont pu influencer le produit, Pour quel marché le produit a-t-il été créé ? Comment le produit fonctionne-t-il ?
- Comment pensons-nous qu'il fonctionne ? Comment répond-il à l'objectif global de la conception ? Pourquoi a-t-il été conçu de cette manière ?

1.2 Méthodes et utilisation

- Chromatographie : séparer et identifier les différents composants d'un mélange
- Spectroscopie : identifier et quantifier les liaisons chimiques et les éléments présents dans un échantillon
- Microscopie : examiner la microstructure d'un échantillon
- Analyse thermique : étudier les propriétés thermiques d'un échantillon
- Rhéologie : étudier les propriétés mécaniques d'un échantillon en fonction du temps et de la température

1.3 Domaines d'utilisation

- Industries des polymères, peintures, encres, poudres, céramiques, composites, emballage
- Industries pharmaceutiques et médicaments
- Industries alimentaires
- Industries cosmétiques
- Industries pétrochimiques

1.4 Cas où la rétro-ingénierie n'est pas possible

- Formulations complexes
- Manque d'équipement
- Restrictions légales
- Problèmes de sécurité

- Dégradation

Chapitre2 Méthodologie générale

2.1 Pyramide inversée

2.1.1 Analyse globale du produit : Evaluation documentaire du mélange à déformuler,

2.1.2 Analyse superficielle du mélange : solubilité, réactivité chimique, présence de charge, nombre de composés formant le mélange, taille des molécules

2.1.3 Analyse spécifique de chacun des composés à déformuler : isoler les différentes espèces puis les identifier et les qualifier par des techniques de chromatographie, RMN, analyse élémentaire (MEB, EDX…)

2.1.4 Quantification des espèces isolées (chromatographies, RMN, Techniques gravimétriques)

2.1.5 Exemples d'applications : Ingénierie inverse de résines époxy, résines formo-phénoliques, peintures, shampooings, dispositifs médicaux, etc.

Chapitre 3 Processus de rétroingénierie

3.1 Hypothèse sur le procédé de fabrication

Reconstitution des étapes de fabrication à partir de la composition chimique :

- Température, pression, catalyseurs utilisés.
- Ordre d'ajout des réactifs.
- Conditions de réaction et purification.

3.2 Modélisation et simulation

- Utilisation de logiciels de simulation chimique (Aspen Plus, ChemCAD, etc.) pour valider les hypothèses.
- Évaluation des équilibres thermodynamiques et cinétiques.

3.3 Reproduction expérimentale

- Réalisation de tests en laboratoire pour vérifier les hypothèses de formulation ou de procédé.
- Ajustement des paramètres en fonction des résultats obtenus.

3.4 Optimisation

- Amélioration du procédé (rendement, coût, impact environnemental).
- Recherche de formulations équivalentes ou meilleures (génériques, alternatives brevetables, etc.).

Chapitre 4 Techniques de développement de formes pharmaceutiques génériques

4.1. Recherche et formulation :

4.2. Essais de bioéquivalence :

Bioéquivalence des médicaments génériques avec le médicament de référence,

4.3. Études toxicologiques, pharmacologiques et cliniques :

4.4. Demande d'autorisation de mise sur le marché (AMM) :

4.5. Contrôle de la qualité :

Chapitre 5 Techniques de développement de polymères

5.1 Acquisition et préparation de l'échantillon

- Acquisition : matière première ou prototype

Préparation: nettoyage, séchage, préparation de l'échantillon pour analyse selon la technique d'analyse utilisée

5.2. Analyses et Caractérisation (physiques et chimiques)

(microscopie, spectroscopie (e.g., FTIR, NMR), analyse thermique, et autres méthodes de détermination la structure la composition et propriétés des polymères.

5.3. Formulation et Reconstruction:

- Appréhender la composition :
- Reproduire le processus :

5.4. Validation et optimisation :

- Essais et validation :

- Optimisation :
- Production : (produit original, ou développer un nouveau)

5.5. Avantages de l'ingénierie inverse dans le développement des polymères :

- Reproduction de produits :
- Amélioration des produits existants :
- Développement de nouveaux produits :
- Réduction des coûts :
- Compréhension des produits concurrents :

Chapitre 6 Rétro ingénierie d'un détergent liquide commercial

Étape 1 : Produit existant (Échantillonnage**) : Prélèvement du produit détergent liquide à analyser**

Étape 2 : `Analyse physico-chimique` :

- Identification des tensioactifs
- Identification des polymères ou additifs.

Étape 3 : Composants identifiés :

- **Dosage des composants**

Étape 4 : Hypothèse sur la formulation

Étape 5 : Reconstitution du procédé

Reconstitution du processus probable :

1. Mélange à froid
2. Solubilisation
3. Ajustement du pH
4. Ajout de conservateurs et parfum

Étape 6 : Essais en labo

Reproduire le mélange avec les proportions estimées. Ajuster selon viscosité, mousse, pH, stabilité.

Étape 7 : Ajustements et tests

Évaluer les performances : pouvoir nettoyant, stabilité, coût.

Étape 8 : Formulation finale

Optimisation Ajouter des améliorations : agents biodégradables, meilleur parfum, réduction des coûts.

Remarques :

- Dans le cas d'un produit formulé (comme un détergent), la **séparation et l'identification des composants** est essentielle.
- Certaines substances comme les parfums ou les agents conservateurs peuvent être présents à **très faible concentration**, mais jouer un **rôle clé** dans la performance ou la perception du produit.

Chapitre 7 Analyse d'une huile moteur multigrade 5W-30

Objectif : Comprendre la composition chimique et les propriétés techniques d'une huile moteur 5W-30 d'un concurrent (ex. : Total, Mobil, Shell), afin de :

- ***Reproduire un lubrifiant équivalent,***
- ***Identifier les additifs utilisés,***
- ***Développer un produit de performance comparable ou améliorée***.

7.1 Caractéristiques d'une huile moteur à analyser

- **Grade SAE** : 5W-30 (bonne fluidité à froid + protection à chaud)
- **Spécifications** : API SP, ACEA C3
- **Utilisation** : moteurs essence et diesel récents, avec FAP ou catalyseur

7.2 Étapes de rétroingénierie

1. Préparation de l'échantillon

- Échantillon frais (neuf) prélevé dans un bidon scellé.
- Analyse également possible sur huile usagée pour étudier les performances en conditions réelles.

2. Analyses physico-chimiques

Analyse Viscosité cinématique

Indice de viscosité (VI)

Point d'éclair / Point de congélation
Analyses Spectrométriques (ICP-AES, FTIR / GC-MS …)

3. Composition typique identifiée

Composant
Base API Groupe III ou IV
ZDDP (zinc dialkyldithiophosphate)
Calcium / Magnésium
Phosphore
Polymères modificateurs de viscosité
Dispersants (borés, succinimides)
Inhibiteurs de corrosion

4. Reconstitution en formulation

5. Tests de validation

- Essais tribologiques (test 4 billes, ASTM D4172)
- Simulation moteur (sequence IVA, VG, etc.)
- Tests sur banc moteur (durabilité, consommation)
- Compatibilité avec catalyseurs, filtres à particules

Résultat final

- Formulation d'une huile moteur 5W-30 respectant les normes API/ACEA.
- Possibilité de formuler une **alternative low SAPS** pour moteurs récents.
- Réduction des cendres sulfatées et adaptation aux véhicules Euro 6/7.

Remarques

- La rétroingénierie d'une huile moteur nécessite une **connaissance poussée en tribologie, chimie organique et normes techniques**.
- L'utilisation de **packages d'additifs industriels** permet de simplifier la formulation, mais leur nature exacte est souvent **confidentielle**.
- Les **brevets** et **exigences réglementaires** (REACH, normes constructeurs) doivent être respectés.

Mode d'évaluation :

Contrôle continu: 40% ; Examen: 60%.

Références bibliographiques :

- **Jacques Villermaux**, *Génie de la réaction chimique : conception et fonctionnement des réacteurs*, Éditions Tec & Doc, 1993.
- **Daniel Schweich**, *Génie de la réaction chimique*, Éditions Tec & Doc, 2001.
- **Gilbert F. Froment & Kenneth B. Bischoff**, *Chemical Reactor Analysis and Design*, Wiley, 2010.
- **Searson, D. P., Willis, M. J., & Wright, A.**, *Reverse Engineering Chemical Reaction Networks from Time Series Data*, 2014.
- **Marote, P., Martin, M., Bonhomme, A., Lantéri, P., & Clément, Y.**, *Artificial Intelligence for Reverse Engineering: Application to Detergents Using Raman Spectroscopy*, 2023.
- T**echniques de l'Ingénieur**, *Procédés chimiques : Dossier complet*.

Semestre : 3
Unité d'enseignement: UET 2.1
Matière 2 : Recherche documentaire et conception de mémoire
VHS : 22h30 (Cours: 1h30)
Crédits : 1
Coefficient : 1

Objectifs de l'enseignement :
Au terme de cet enseignement, l'apprenant doit être en mesure de :

- Rechercher l'information utile pour mieux l'exploiter dans son projet de fin d'études (bibliothèque et bases documentaires en-ligne) ;
- Optimiser les résultats d'une recherche documentaire par l'utilisation d'opérateurs booléens ;
- Evaluer la qualité, la fiabilité et la pertinence des informations et documents retrouvés (notamment sur Internet) ;
- Concevoir un plan de travail préliminaire pour son mémoire ;
- Rédiger son mémoire de façon à éviter le plagiat ;
- Appliquer les règles de rédaction scientifique et les normes de citation de la bibliographie ;
- Utiliser un logiciel de gestion des références bibliographiques.

Connaissances préalables recommandées :
Méthodologie de la rédaction, Méthodologie de la présentation, langues étrangères (anglais, français), familiarité avec l'outil informatique (Internet, Word).

Contenu de la matière:

PARTIE I- : RECHERCHE DOCUMENTAIRE :

Atelier 1 : Définir le sujet et rassembler les informations de base (01 Semaine)

- Extraction des mots clés à partir de l'intitulé du sujet
- Rassembler l'information de base (acquisition du vocabulaire spécialisé, signification des termes, définition linguistique)
- Sources documentaires de départ : dictionnaires, dictionnaires techniques, encyclopédies, ouvrages de référence, *review articles*
- *Application : Recherche sur Google en utilisant les mots clés identifiés, Consultation d'encyclopédies/ dictionnaires, ouvrages de références en ligne ou en version imprimée (disponibles à la bibliothèque)*

Atelier 2 : Sélectionner les sources d'information (01 semaine)

- Introduction des principales sources de documentation : Bibliothèque, Internet ; Enjeux de la recherche documentaire sur Internet (fiabilité des informations, exemples de sites Internet qu'on peut utiliser pour son mémoire (ex. sites scientifiques, gouvernementaux, organismes officiels/ internationaux, sites de sociétés savantes, sites universitaires….), exemples de sites Internet qu'on ne peut pas utiliser dans son mémoire (ex. blogs et pages personnelles, réseaux sociaux, wikipédia,…)
- Introduction des différents types de documents et le type d'information qu'ils contiennent (Livres, Thèses, Mémoires, Articles de périodiques, Actes de colloques, Brevets, Documents audiovisuels…)
- *Application : Etude (forme, organisation générale, type d'informations) et comparaison de différents types de documents scientifiques (un livre, une these/ mémoire, un article de périodique, un acte de colloque, un brevet)*

Atelier 3 : Techniques de recherche sur Internet (04 Semaines)

- Techniques de recherche sur Internet : définitions et terminologie (qu'est-ce que Internet ?, Navigateur, Site Web, Page Web, Lien hypertexte, Adresse URL, …..), *Cours en ligne :*http://www.comprendre-internet.com/Qu-est-ce-qu-Internet.html
- Faire une recherche sur Google : recherche par mots clés, par image, changer les préférences (ex. langue de recherche, localisation géographique….), autres outils utiles
- Les opérateurs booléens de recherche et leur utilité pour optimiser une recherche
- Evaluer la qualité et la pertinence des sources d'information

- *Application : Introduction à quelques bases documentaires scientifiques et académiques en accès libre : Portail thèses en ligne (https://tel.archives-ouvertes.fr/), Archives Ouvertes (https://hal.archives-*

ouvertes.fr/), PubMed Central (https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/), SNDL (https://www.sndl.cerist.dz/), Google Scholar (https://scholar.google.fr/), ScienceDirect (https://www.sciencedirect.com/)

Atelier 4 : Techniques de lecture et de synthèse (02 Semaines)

- Définitions (résumé, synthèse et différence entre les deux, fiche de lecture, lecture critique), techniques de lecture d'un article scientifique quand le temps est limité, comment effectuer une lecture critique, comment rédiger un résumé, comment rédiger une synthèse de plusieurs documents, Outils de traduction en ligne (utilisation de Google Traduction pour traduire en ligne)

- *Application :* les apprenants vont lire les différentes méthodes de lecture d'articles scientifiques rapportées par les experts (https://sites.google.com/site/profbezoui/recherches/comment-serieusement-lire-un-article-scientifique), ils choisiront une de ces méthodes et l'appliqueront à un article puis ils rédigeront un résumé de l'article (1 paragraphe).

PARTIE II : CONCEPTION DE MEMOIRE

Atelier 5 : Conception et rédaction d'un mémoire (02 Semaines)

- Introduction de la méthode IMRAD, définition de chaque partie du mémoire et son but/ contenu (Résumé, Introduction(*La rédaction de l'introduction en dernier lieu),* Problématique et objectifs du mémoire, État de la littérature spécialisée/ Synthèse bibliographique/ Etat de l'art, Méthodologie, Résultats & Discussion, Conclusion et perspectives, Bibliographie, Autres sections (Page de garde, Remerciements, Liste des abréviations, Table des matières/ Sommaire (*différence entre les deux*), Liste des tableaux, Liste des figures, Annexes, ……)
- Règles générales de mise en forme : Numérotation des chapitres, des figures et des tableaux, typographie et ponctuation, options de mise en forme dans Word
- Règles générales de rédaction : La langue scientifique : style, grammaire, syntaxe, L'orthographe (correcteur automatique dans Word).
- Comment éviter le plagiat ? (Formules, phrases, illustrations, graphiques, données, statistiques,...) : La citation ; La paraphrase ; Indiquer la référence bibliographique complète
- Sauvegarder, sécuriser, archiver ses données (utiliser Internet/ le Cloud comme lieu de sauvegarde sécurisé pour éviter la perte ou l'endommagement de son manuscrit : ex Google Drive …).

- ***Application :*** *Etude critique d'un manuscrit(mémoire/ thèse), recherche d'un article cité à partir de sa citation dans la liste bibliographique (afin de démontrer l'importance d'une citation complète et correcte)*

Atelier 6 : Utilisation de logiciels de gestion des références (04 Semaines)

- Introduction aux systèmes de présentation d'une bibliographie (système Harvard, système Vancouver, système mixte…)
- Définition d'une citation, ses composantes et importance de la citation complète pour localiser le document cité
- Utilité des logiciels de gestion des références pour la qualité de la présentation de la bibliographie
- Application : Apprendre à utiliser *Mendeley* ou *Zotero* ou n'importe quel autre logiciel gratuit de gestion des références

Atelier 7 : Exposés oraux et soutenances (01 Semaine)

- Conseils et recommandations sur la préparation de diapositives pour la soutenance
- Conseils et recommandations pour préparer une bonne soutenance
- Ressources Internet pour préparer sa soutenance (ex. http://ressources.aunege.fr/nuxeo/site/esupversions/336a3c33-b4ae-42b2-a4bd-604abd851fa3/co/module_8.html
  Vidéo : La prise de parole en public – Posture, regard et gestuelle
  https://www.youtube.com/watch?v=ZQNBfE85n2s

- *Application : visualisation et analyse/discussion de vidéos de soutenance ou une présentation orale en utilisant la fiche d'évaluation suivante : https://www.pedagonet.com/other/oral1.htm*
  Le site WebTV de l'université de Béjaia offre plusieurs vidéos de soutenance que l'enseignant peut choisir selon la spécialité :
  http://webtv.univ-bejaia.dz/index.php/tag/soutenance-de-doctorat/

Travail personnel : Rédaction d'une mini-synthèse bibliographique complète avec bibliographie éditée dans un logiciel de gestion des références

Mode d'évaluation :

Contrôle continu: 40% ; Examen: 60%.

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.