الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية
République Algérienne Démocratique et Populaire
People's Democratic Republic of Algeria
وزارة التعليم العالي والبحث العلمي
Ministère de l'Enseignement Supérieur
et de la Recherche Scientifique
Ministry of Higher Education and Scientific Research
Setif 1 University - Ferhat ABBAS

عرض تكوين
ل. م . د

ماستر أكاديمية

برنامج وطني

(تحيين 2026-Bis)

المؤسسة	الكلية/ المعهد	القسم
جامعة سطيف1 فرحات عباس	التكنولوجيا	هندسة الطرائق

الميدان	الفرع	التخصص
علوم وتكنولوجيا	هندسة الطرائق	هندسة صيدلانية

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية
République Algérienne Démocratique et Populaire
People's Democratic Republic of Algeria
وزارة التعليم العالي والبحث العلمي
Ministère de l'Enseignement Supérieur
et de la Recherche Scientifique
Ministry of Higher Education and Scientific Research
Setif 1 University - Ferhat ABBAS

OFFRE DE FORMATION
L.M.D

MASTER ACADEMIQUE

PROGRAMME NATIONAL

(Mise à jour 2026-Bis)

Etablissement	Faculté / Institut	Département
Université Sétif 1 Ferhat ABBAS	Technologie	Génie des procédés

Domaine	Filière	Spécialité
Sciences et Technologies	*Génie des Procédés*	*Génie Pharmaceutique*

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية
République Algérienne Démocratique et Populaire
People's Democratic Republic of Algeria
وزارة التعليم العالي والبحث العلمي
Ministère de l'Enseignement Supérieur
et de la Recherche Scientifique
Ministry of Higher Education and Scientific Research

Training Offer
L.M.D

ACADEMIC MASTER'S DEGREE

NATIONAL PROGRAMME

(2026-Bis Update)

Institution	Faculty / Institute	Department
Setif 1 University Ferhat ABBAS	**Technology**	**Process Engineering**

Domain	Field	Specialisation
Science and Technology	***Process Engineering***	***Pharmaceutical Engineering***

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 pharmaceutique	Génie des procédés	**1**	**1.00**
		Chimie pharmaceutique (Domaine SM)	**2**	**0.80**
		Chimie organique (Domaine SM)	**4**	**0.65**
		Energétique	**4**	**0.65**
		Autres licences du domaine ST	**5**	**0.60**

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

Semestre 1 : Génie pharmaceutique

Unité d'enseignement	Matières	Crédits	Coefficients	Volume horaire hebdomadaire			Volume Horaire Semestriel (15 semaines)	Travail Complémentaire en Consultation (15 sem.)	Mode d'évaluation	
	Intitulé			Cours	TD	TP			Contrôle Continu	Examen
UE Fondamentale Code : UEF 1.1 Crédits : 8 Coefficients : 4	Chimie pharmaceutique I : Structure et Conception de principes actifs	4	2	1h30	1h30		45h00	55h00	40%	60%
	Pharmacologie générale	2	1	1h30			22h30	27h30		100%
	Pharmacognosie et production des principes actifs naturels	2	1	1h30			22h30	27h30		100%
UE Fondamentale Code : UEF 1.2 Crédits : 10 Coefficients : 5	Opérations Unitaires Fluide-Fluide (extraction, distillation, absorption et strippage)	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 : 11 Coefficients : 7	TP Chimie pharmaceutique, formes galéniques et pharmacognosie	3	2			3h00	45h00	30h00	100%	
	TP Opérations Unitaires Fluide-Fluide	2	1			1h30	22h30	27h30	100%	
	TP Echangeurs de Chaleur	2	1			1h30	22h30	27h30	100%	
	Formes galéniques	2	1	1h30			22h30	27h30		100%
	Programmation avancée en python	2	2	1h30		1h30	45h00	5h00	40%	60%
UE Transversale Code : UET 1.1 Crédits: 1 Coeff. :1	Respect des normes et des règles d'éthique et d'intégrité	1	1	1h00			15h00	10h00		100%
Total semestre **1**		**30**	**17**	**13h00**	**4h30**	**7h30**	**375h00**	**375h00**		

Semestre 2 : Genie pharmaceutique

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	Production industrielle de médicaments de forme sèche	4	2	3h00			45h00	55h00		100%
	Chimie pharmaceutique II : Classes Thérapeutiques	2	1	1h30			22h30	27h30		100%
	Analyse et contrôle des médicaments	4	2	1h30	1h30		45h00	55h00	40%	60%
UE Fondamentale Code : UEF 1.2.2 Crédits : 8 Coefficients : 4	Opérations Unitaires Fluide-Solide	4	2	1h30	1h30		45h00	55h00	40%	60%
	Réacteurs Polyphasiques	4	2	1h30	1h30		45h00	55h00	40%	60%
UE Méthodologique Code : UEM 1.2 Crédits : 8 Coefficients : 4	TP Opérations Unitaires fluide-solide et réacteurs polyphasiques	2	1			1h30	22h30	27h30	100%	
	TP production de médicaments de forme sèche	2	1			1h30	22h30	27h30	100%	
	TP Analyse et contrôle des médicaments	2	1			1h00	15h00	35h00	100%	
	Simulateurs en Génie des procédés	2	1			1h30	22h30	27h30	100%	
UE Transversale Code : UET 1.2 Crédits : 4 Coefficients : 4	Lean start-up	2	2	1h30	1h30		45h00	5h00	80% (20% Atl + 60% Prj)	20%
	Elements d'IA appliquée	2	2	1h30	1h30		45h00	5h00	40%	60%
Total semestre 2		**30**	**17**	**12h00**	**6h00**	**7h00**	**375h00**	**375h00**		

Semestre 3 : Genie pharmaceutique

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	Production de médicaments de formes liquide et pâteuse	4	2	1h30	1h30		45h00	55h00	40%	60%
	Biopharmacie et pharmacocinétique appliquée	4	2	3h00			45h00	55h00		100%
	Stérilisation et lyophilisation	2	1	1h30			22h30	27h30		100%
UE Fondamentale Code : UEF 2.1.2 Crédits : 8 Coefficients : 4	Bioréacteurs	4	2	1h30	1h30		45h00	55h00	40%	60%
	Production d'eau pour les industries pharmaceutiques	4	2	1h30	1h30		45h00	55h00	40%	60%
UE Méthodologique Code : UEM 2.1 Crédits : 9 Coefficients : 5	Notions de régulation et commande des procédés	2	1	1h30			22h30	27h30		100%
	Plans d'expériences	3	2	1h30		1h30	45h00	30h00	40%	60%
	Optimisation et Modélisation des procédés	4	2	1h30	1h30		45h00	55h00	40%	60%
UE Transversale Code : UET 2.1 Crédits : 3 Coefficients : 3	Chemical reverse engineering	2	2	1h30	1h30 atelier		45h00	5h00	40%	60%
	Recherche documentaire et conception de mémoire	1	1	1h00			15h00	10h00		100%
Total semestre 3		**30**	**17**	**16h00**	**6h00**	**3h00**	**375h00**	**375h00**		

UE Découverte *(S1, S2 et S3)* au choix selon les moyens de l'établissement

1- Intensification des procédés pharmaceutiques (ultrasons, micro-ondes …)
2- Traitement des rejets aqueux pharmaceutiques
3- Gestion et administration des entreprises
4- Règlement pharmaceutique
5- Milieu poreux et dispersés
6- Rhéologie des poudres
7- Optimisation des Procédés
8- Génie Microbiologique et Biochimique
9- Risques professionnels et Prévention
10- Biosécurité
11- Normalisation
12- Propriétés et comportement des biomatériaux implantaires, prothèses et orthèses.
13- Mise en forme et réalisations des biomatériaux par CAO-FAO.
14- Biopharmacie et pharmacocinétique
15- Biosécurité et bioéthique dans l'industrie pharmaceutique
16- L'industrie pharmaceutique : histoire, évolution et modèles économiques
17- Systèmes de délivrance des médicaments
18- Médicaments de l'avenir (nano-médicaments, médecine personnalisée...)

NB : Les équipes pédagogiques peuvent envisager d'autres matières si elles le jugent nécessaire

Semestre 4

Stage en entreprise ou dans un laboratoire de recherche sanctionné par un mémoire et une soutenance.

	VHS	Coeff	Crédits
Travail personnel	550	09	18
Stage en entreprise ou dans un laboratoire	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 : UEF1.1.1
Matière 1 : Chimie Pharmaceutique I : Structure et conception de principes actifs
VHS : 45h00 (cours : 1h30, TD 1h30)
Crédits : 4Coefficient :2

Objectifs de l'enseignement :

Acquérir les connaissances et compétences nécessaires à la compréhension des :

- Principales stratégies de découverte des molécules médicamenteuses,
- Méthodes de synthèse, d'analyse et de conception des molécules chimiques à propriétés thérapeutiques,
- Relations entre la structure des molécules chimiques et leurs propriétés thérapeutiques.

Connaissances préalables recommandées :

Notions de base de chimie générale et chimie organique, notions de physiologie.

Contenu de la matière :

Chapitre 1 : Introduction à la chimie thérapeutique (4 semaines)

i) Médicament : de la conception à la commercialisation (phase de découverte, phase de développement galénique, phase d'essais cliniques, phase de développement industriel et commercialisation), Nature chimique des molécules thérapeutiques (Extraits naturels (végétaux, animaux, marins…), produits de synthèse chimique et hémisynthèse, produits biotechnologiques…).

ii) Aperçu général des principales approches dans la recherche de nouveaux leads ou molécules candidates (*Drug discovery*) : (Découverte fortuites (hasard), Prospection de règnes naturels, Conception basée sur les ligands ou cibles moléculaires (relations structure-activité (RSA ou QSAR en anglais), Conception basée sur les structures (techniques de docking – scoring, fouille de chimiotheques, criblage virtuel (screening), chimie combinatoire…)

iii) Exemples de médicaments découverts selon chacune des approches citées ci-haut (les étudiants peuvent faire des travaux personnels sur ca):

a. Trinitrine (découverte par hasard)
b. Acide acétylsalicylique (source naturelle)
c. Captopril (modélisation moléculaire)
d. Furosémide Hydrochlorothiazide (découverte à partir d'une molécule déjà existante (sulfamides antibactériens) + screening par relation structure-activité)
e. Bosentan (criblage à haut-débit de chimiothèques virtuelles)

Chapitre 2 : Quelques structures chimiques d'intérêt thérapeutique et procédés de synthèse **(6 semaines)**

i) Règles de relation structure-activité, structure-propriétés physicochimique

ii) Interactions médicament-cible : Nature chimique des interactions avec la cible (liaisons Hydrogène, ionique, hydrophobe, covalente…), Concepts thermodynamiques et cinétiques de la liaison, Métabolisme des médicaments.

iii) **Les hétéroaromatiques :** Notion d'aromaticité, Règle de Huckel, Illustrations de quelques voies d'accès, Cas des hétérocycles aromatiques à 5 chainons (thiophène, pyrrole, furane) et à 6 chainons (pyridine, quinoléine, isoquinoléine): Voies d'accès et réactivités communes, SE, SNAr, Quelques cas des hétéroatomes polyhétéroatomiques.

iv) **Notions de stéréochimie dynamique :** Généralités (Eléments de stéréochimie dynamique, principe de Curtin-Hammet), Différents types d'inversion.

stéréochimique (Racémisation, Epimérisation), Notions de réactions stéréosélectives et stéréospécifiques, Synthèse asymétrique, induction asymétrique : (a) A partir de molécules chirales (hemisynthèse), (b) Utilisant un auxiliaire chiral, (c) Utilisant un réactif chiral, (d) Par catalyse énantiosélective.

Chapitre 3 : Approches modernes de conception rationnelle de médicaments (5 semaines)

i) Définitions : hits (touches), lead (chef de file, tête de série optimisable…), pharmacophore, ligand-récepteur, chimiothèque, in-silico drug design, notion de drug-likeness et lead-likeness …
ii) Propriétés drug-like : Règles de Lipinski, Paramètres physicochimiques : pKa, LogP, polar surface area (PSA), solubilité, perméabilité, stabilité métabolique, stabilité en solution et dans le plasma, inhibitions des CYP, transporteurs, liaisons aux protéines plasmatiques, non toxicité, Principes d'optimisation des molécules hits.
iii) Computer-aided Drug design: Sources d'informations relatives aux molécules bioactives (exemples de bases de données, chimiotheques disponibles sur Internet : (ex. DrugBank (https://www.drugbank.ca/), PubChem (https://pubchem.ncbi.nlm.nih.gov/), ChEMBL (https://www.ebi.ac.uk/chembldb/), ChemSpider (http://www.chemspider.com/)), Importance de la préparation des ligands, Docking et scoring, Stratégies de drug design : Approches basées sur le ligand, Approches basées sur la structure de la cible, Approches combinées
iv) TP : Recherche de structures dans une base de données et découvertes de quelques chimiothèques a accès libre. Initiation a quelques logiciels gratuits : Marvin, Standardizer et Instant JChem (ChemAxon).

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

Références

1- K. Peter C. Vollhardt, Neil E. Schore: Organic Chemistry, 4ème Edition, Freeman and Co 2003
2- Jonathan Clayden, Nick Greeves, Stuart Warren, Peter Wothers: Organic Chemistry, Oxford University Press 2001
3- Graham L. Patrick: An introduction to Medicinal Chemistry, 2ème Edition, Oxford University Press 2001
4- Wermuth C.: The Practice of Medicinal Chemistry, Academic Press, 2e Ed - 2003, 3e Ed 2008.
5- G. Thomas: Medicinal Chemistry - An introduction, 2e Ed - 2008.
6- Williams DA, Foye WO, Lemke TL: Foye's Principles of Medicinal Chemistry, Lippincott Williams & Wilkins, 2002.
7- Patrick GL: An Introduction to Medicinal Chemistry, Oxford University Press, 3e Ed - 2005.

Semestre : 1
Unité d'enseignement : UEF1.1.1
Matière 2 : Pharmacologie générale
VHS : 22h30 (cours : 1h30)
Crédits : 2
Coefficient : 1

Objectifs de l'enseignement :

Au terme de cette matière, l'apprenant devrait être capable de :

- Décrire les principaux mécanismes d'action d'un médicament, ses modalités d'absorption, distribution et élimination et ses effets secondaires.
- Identifier les principales cibles des médicaments ainsi que les bases des interactions médicaments - cibles.
- Interpréter une courbe dose-réponse et déduire l'effet de la dose sur le pouvoir thérapeutique du médicament.
- Concevoir la démarche générale d'un essai clinique et comprendre ses enjeux scientifiques, éthiques et financiers.

Connaissances préalables recommandées :

Notions de base de biochimie, biologie, mathématiques et statistiques

Contenu de la matière :

Chapitre 1 : Introduction générale et définitions : (1 semaine)

Qu'est-ce que la pharmacologie ?, Définitions (pharmacodynamie, pharmacocinétique, toxicologie, essais pré-cliniques, essais cliniques), Importance de la pharmacologie dans la recherche et l'évaluation de nouveaux médicaments, notion d'optimisation thérapeutique d'un médicament (pas d'échec ; de résistance ou de toxicité).

Chapitre 2 : Pharmacodynamie - Etude de la relation dose-effet thérapeutique (5 semaines)

- Définition d'un récepteur ou cible et Principales classes des récepteurs ou cibles ; Mécanismes d'action des médicaments ; Critères d'un site récepteur par rapport à un site de liaison (relation entre liaison au récepteur et réponse pharmacologique) ;
- Quantification de la liaison au récepteur (Constante de dissociation K_D, affinité) ; Approche expérimentale : caractérisation d'un récepteur par technique de liaison spécifique au récepteur (binding) ; méthode de saturation ; méthode de déplacement ou compétition (mesure de IC_{50}, constante d'inhibition K_i).
- Quantification de l'effet thérapeutique : Courbe dose-réponse (ou dose-effet), cas des agonistes, cas des antagonistes, notion d'efficacité, puissance (CE_{50}, DE_{50}) et sélectivité d'un médicament.
- Application : Utilisation des paramètres pharmacodynamiques pour comparer plusieurs médicaments.

Chapitre 3 : Pharmacocinétique (4 semaines)

Définition et buts de la pharmacocinétique, Absorption du médicament (notion de biodisponibilité), Distribution, métabolisme et élimination du médicament dans l'organisme (demi vie d'un médicament, clairance, volume apparent de distribution, …)), Etude de la relation dose-concentration au cours du temps (Aire sous la courbe, C_{max}, t_{max}, …) et interprétations des résultats.

Chapitre 4 : Toxicologie générale (2 semaines)

Principaux mécanismes de toxicité (notion d'effets secondaires, toxicité aigüe, subaiguë et chronique), Approche générale du contrôle toxicologique d'un médicament, Méthodes de calcul de principaux paramètres toxicologiques (Indice thérapeutique, DL_{50}, dose sans effet nocif observable (DSENO).

Chapitre 5 : Essais cliniques (3 semaines)

Essais cliniques : Approche générale des essais (Phase I, II et III) et place de la pharmacologie dans chacune de ces phases, principaux acteurs d'un essai clinique, aspects financiers, aspects éthiques, aspects statistiques (essais contrôlés randomisés, effet placebo …), notion de pharmacovigilance.

Mode d'évaluation : Examen : 100 %.

Références bibliographiques : (Si possible)

Semestre : 1
Unité d'enseignement : UEF1.1.1
Matière 3 : Pharmacognosie et production de principes actifs naturels
VHS : 22h30 (cours : 1h30)
Crédits : 2
Coefficient : 1

Objectifs de l'enseignement :

Au terme de ce cours les étudiants doivent :

- Être capables d'identifier les principales classes de principes actifs naturels et leurs techniques d'isolement et caractérisation.
- Connaitre les procédés modernes et les technologies propres d'extraction et de purification de principes actifs naturels.
- Savoir comment préparer les drogues et extraits végétaux à usage pharmaceutique et assurer leur qualité.
- Être familiers avec la réglementation et autres sources d'information pertinentes aux plantes médicinales et principes actifs naturels.

Connaissances préalables recommandées :

Notions de base de la chimie et biochimie générale.

Contenu de la matière :

Partie I : Introduction et définitions (5 semaines)

i) Terminologie et définitions (pharmacognosie, phytothérapie, principe actif naturel, origine naturelle plante médicinale, drogues végétales, extrait végétal brut, notions d'anatomie végétale….), Domaines de la pharmacognosie (botanique, ethnobotanique médicale, ethnopharmacologie, chimio taxonomie, phytothérapie, phytochimie, zoo pharmacognosie, pharmacognosie marine…), Généralités concernant la phytothérapie : ses avantages et ses limites ainsi que les risques et les dangers liés à l'utilisation non contrôlée des plantes.

ii) Principaux repères historiques : les grandes traditions pharmacologiques (Europe, Chine, Inde…), Historique de l'utilisation des plantes médicinales (période empirique, période scientifique, transition des plantes médicinales aux médicaments chimiques), autres sources naturelles de principes actifs (animaux, microorganismes, algues et organismes marins….)

iii) Utilisations actuelles des plantes médicinales : en nature, transformées (formes galéniques), comme sources de principes actifs, comme sources de matières premières pour l'hémi synthèse, ….Principales sources de documentation sur les plantes médicinales et les produits naturels (pharmacopées, monographies OMS (http://apps.who.int/medicinedocs/en/d/Js2200e/), catalogues nationaux, savoir indigène/ ethnopharmacologie, bases de données gratuites (NAPRALERT (https://www.napralert.org/), IMPRAT (https://cb.imsc.res.in/imppat/home), Dictionary of Natural Products (http://dnp.chemnetbase.com/faces/chemical/ChemicalSearch.xhtml) ….)

iv) Production industrielle des plantes médicinales (plantes de cueillette, plantes de culture, récolte, conservation, contrôles et normalisation des drogues végétales, exemple de pays producteurs de plantes médicinales)

v) Schéma général d'obtention de principes actifs à partir des plantes (extraction, concentration, purification, caractérisation et standardisation, formulation galénique).

Partie II : Procédés d'extraction et d'identification de principes actifs naturels (PAN) (7 semaines)

i) Principales classes chimiques de principes actifs d'origine végétale : PAs glucidiques, PAs lipidiques, PAspolyphénoliques, PAsterpènoïdiques, PAs de type tanins, PAsquinoniques, PAscoumariniques, PAssaponosidiques, PAs alcaloïdiques, Huiles essentielles… Pour chacune des classes ci-dessus : définir la classe chimique du PA et sa structure chimique, ses propriétés

physico-chimiques, ses usages thérapeutiques (ou autres alimentaires, cosmétiques…), sa localisation dans les plantes, et donner des exemples de plantes riches en cette classe de PA.

ii) Méthodes d'extraction des principes actifs d'origine végétale : principales stratégies selon la polarité du PA (PAs polaires, PAs apolaires, PAs à polarité mixte, PAs de polarité variable selon le pH), procédés à base de solvants, procédés sans solvants (technologies propres, par ex. extraction par fluide supercritique, micro-ondes, sonication, hydro-distillation,…), comparaison des procédés avec et sans solvants.

iii) Techniques de purification (cristallisation, extraction liquide-liquide, distillation fractionnée, techniques chromatographiques, filtration,…), d'identification et de caractérisation (spectroscopie IR, spectrométrie de masse, méthodes couplées, …..) ou de screening des principales classes de principes actifs citées ci-dessous .

Partie III : Formulation et contrôle de qualité (3 semaines)

- Définitions : les extraits (fluides, mous ou fermes, secs), les teintures, les poudres, les huiles essentielles, l'alcoolat, ….Procédés de formulation de tissus végétaux (broyage, séchage, lyophilisation, atomisation….), formulation des extraits végétaux et principes actifs purifiés, contextes d'utilisation des uns et des autres, exemples de médicaments commercialisés
- Critères de qualité des plantes et extraits végétaux selon la pharmacopée (tests d'identification, essais d'impureté, tests de stabilité, ….), normalisation des médicaments à base de plantes et extraits végétaux, importance du dosage (relation dose-toxicité), risques de falsification
- Aspects réglementaires : Etude de monographies relatives aux principes actifs d'origine naturelle de différentes formes galéniques.

Mode d'évaluation :

Pour alléger ce module, nous proposons d'intégrer un travail personnel évalué et dont l'évaluation sera prise en compte dans la note finale de l'examen (par exemple compte rendu de TP, travail de recherche sur les bases de données des plantes médicinales citées ci-dessus, contribution à l'élaboration d'un catalogue des plantes médicinales algériennes en élaborant des fiches techniques sur des plantes médicinales algériennes…)

Mode d'évaluation : Examen: 100%.

Références bibliographiques :

1. BRUNETON Jean, Pharmacognosie, phytochimie, plantes médicinales (4e ed.), Lavoisier (2009) - 1292 pages
2. Farid CHEMAT, Eco-extraction du végétal : Procédés innovants et solvants alternatifs, Editeur : DUNOD (2015), 336 pages
3. Lu-qi Huang (auth.), Lu-qi Huang (eds.) MolecularPharmacognosy,SpringerNetherlands (2013).
4. Biren Shah, Avinash Seth, Textbook of Pharmacognosy and Phytochemistry, Elsevier (2012).
5. Michael Heinrich, Joanne Barnes, Simon Gibbons, Elizabeth M. Williamson,Fundamentals of Pharmacognosy and Phytotherapy, Churchill Livingstone, 2d Edition (2012).

Semestre: 1
Unité d'enseignement: UEF 1.1.2
Matière 1: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,
- Connaitre les principaux problèmes de fonctionnement (primage, engorgement, etc.).

Connaissances préalables recommandées :

Thermodynamique, Phénomènes de transfert (Chaleur, matièreet quantité de mouvement fluides …) et Analyse numériques.

Contenu de la matière:

Chapitre 1. Absorption et Strippage (5 Semaines)

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

Chapitre 2. Extraction Liquide – Liquide (4 Semaines)

Rappels des équilibres liquide-liquide, coefficient de partage, sélectivité, 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 Thièle), 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 (applications pharmaceutiques) (3 Semaines)

Chapitre 4 : Extraction par fluide supercritique (3 semaines)

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

Références bibliographiques:

1. Daniel Defives et Alexandre Rojey, Transfert de matière, Efficacité des opérations de séparation du génie chimique, Edition TECHNIP ,1976.
2. Robert E. Treybal,«Mass Transfer Operations»,Third Edition, McGraw –Hill ,1980.
3. Warren L. Mc Cabe,Julian C. Smith, PeterHarriott«Unit Operations of Chemical Engineering», Mc Graw- Hill, Inc, Fifth Edition, 1993.

4. Jean leybros, Extraction liquide-liquide - Description des appareils, Techniques de l'ingénieur Référence J2764 v1, 2004.
5. Unit Operations Handbook, Volume 1, Mass transfer, Edited by John J. Mcketta,1993.
6. Daniel Morvan, Génie Chimique : les opérations Unitaires procédés Industriels Cours et Exercices Corrigés,Editeur : ELLIPSES, Colletion :Technosup, 2009.
7. Pierre Wuithier, Le pétrole ,Raffinage et Génie chimique, 2 ème édition, 1972.

Semestre: 1
Unité d'enseignement: UEF 1.1.2
Matière 2: 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

(2 Semaines)

Chapitre 4.Description des Appareils d'Echange de Chaleur sans Changement de Phase : mode opératoire, quelques exemples : Echangeurs double tube, Echangeurs à faisceau et calandre (calandre, faisceau et assemblage faisceau-calandre) et Echangeurs de chaleur à plaques. **(4 Semaines)**

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 4. Les appareils d'Echange de Chaleur avec Changement de Phase (4 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, 2ème Ed., Wiley & Sons, 2007. A. Giovannini et B. Bédat, Transfert de chaleur, Ed. Cépaduès, 2012.
3. James R. Welty, Charkes E. Qicks, Robert E. Wilson; Gregory Rorrer, Fundamentals of Momentum, Heat, and Mass Transfer. 4thedition 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 : 1TP Chimie pharmaceutique, formes galéniques et pharmacognosie
VHS 45h00 (TP: 3h00)
Crédits : 2
Coefficient : 1

Objectifs de l'enseignement :

Familiariser l'étudiant avec les méthodes de synthèse à l'echelle du laboratoire et aussi connaitre les principes de purifications et de séparations après isolement des composés préparés.

Connaissances préalables recommandées :

Principes de la Chimie organique et chimie pharmaceutique, et des méthodes de séparation en général

Contenu de la matière:

TP 1 : Apprentissage des méthodes de séparation
(Extraction liquide-liquide, distillation fractionnée),
TP 2 : Apprentissage des méthodes de purification
(Recristallisation, distillation),
TP 3 : Apprentissage des méthodes de caractérisation
(Points de fusion et d'ébullition, indice de réfraction, chromatographie),
TP4 : Apprentissage des méthodes d'identification structurale (spectroscopie RMN et IR, tests chimiques).
TP 5 : Initiation à l'analyse fonctionnelle et à la synthèse.
TP 6 : Initiation aux chimiothèques libre accès et logiciels gratuits d'exploration de structures chimiques (ex. Marvin, Standardizer et Instant JChem (ChemAxon))
TP 7 : Initiation aux bases de données sur les plantes médicinales et principes actifs naturels
TP 8 : Fabrication d'une forme galénique (ex. compression directe) ou extraction d'un principe actif à partir d'une plante (poudre, extrait végétal, comprimé, ….) (selon les moyens et techniques disponibles).

NB :-**Ces techniques sont mises en œuvre en utilisant des composés aromatiques**

- **Les TP de formes galéniques et pharmacognosie sont laissés à l'appréciation des équipes pédagogiques selon les moyens disponibles.**

Mode d'évaluation: Contrôle continu: 100%.

Bibliographie

1. Daniel R. Palleros: Experimental Organic Chemistry John Wiley and Sons 2000
2. Donald L. Pavia et al: Introduction to Organic Laboratory Techniques, 4è Edition, Brooks/Cole 2007
3. Shriner, Hermann, Morrill, Curtin, Fuson: The Systematic Identification of Organic Compounds, 7è Edition, Wiley and Sons 1998
4. Graham L. Patrick: An introduction to Medicinal Chemistry, 2ème Edition, Oxford University Press 2001

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 travailleren équipe,respecterles 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 CO_2 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 CO_2 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. Étude du fonctionnement de la colonne en reflux total

TP N° 11. Rectification continue.

TP N° 12. Distillation en discontinu.

TP N° 13.Étude 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.

NB : 6 TP à réaliser au moins selon les moyens disponibles

Mode d'évaluation: Contrôle continu: 100%.

Semestre: 1
Unité d'enseignement: UEM1.1
Matière 3:TPEchangeurs de chaleur
VHS: 22h30
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 : Formes Galéniques
VHS : 22h30 (cours : 1h30)
Crédits : 2
Coefficient : 1

Objectifs de l'enseignement :

L'objectif de cette matière est de connaitre les diverses formes pharmaceutiques.

Connaissances préalables recommandées :

Contenu de la matière :

Chapitre 1 : Généralités (1semaine)

- Définition, but, formule galénique, composition, excipient à effet notoire

Chapitre 2 : Poudres, Granulés et comprimés (2semaines)

- Substances pulvérulentes à usage pharmaceutique -Evaluation de la fonctionnalité
- Granulés et granulation.
- Comprimés : étude des paramètres physicochimiques des comprimés, granulation, séchage et traitement des granulés, machines de compression, Tests et conservation des comprimés,comprimés non enrobés, comprimés enrobés par une membrane et pellicule - Comprimés à libération modifiée : comprimés à libération accélérée, Comprimés à libération différée, comprimés à libération prolongée.

Chapitre 3 : Gélules – Capsules molles et contrôle biopharmaceutique des formes orales solides (1semaine)

- Capsules à enveloppes dures ou gélules
- Capsules molles
- Contrôles des gélules et des capsules molles
- Contrôle biopharmaceutique des formes orales solides

Chapitre 4 : Solutions, suspensions et émulsions destinées aux voies orale, parentérale et ophtalmique (2semaines)

- Solutions
- Suspensions
- Emulsions
- Emulsions sèches
- Préparations liquides pour usage oral
- Préparations parentérales
- Formes ophtalmiques

Chapitre 5 : Préparations pour inhalation (2semaines)

- Tractus respiratoire – Anatomie et physiologie
- Préparations liquides pour inhalation
- Poudres pour inhalation
- Essais de pharmacotechnie des préparations pour inhalation.

Chapitre 6 : Formes galéniques appliquées sur la peau –suppositoires(2semaines)

- Formes galéniques appliquées sur la peau

- Suppositoires

Chapitre 7 : Sphéroïdes et formes vectorisées (1 semaine)

- Microparticules
- Nanoparticules
- Liposomes

Chapitre 8 : Formes galéniques en développement (2semaines)

- Bioencapsulation
- Implants
- Matériaux mésoporeux d'intérêt pharmaceutique
- Formes bioadhésives
- Iontophorèse
- Systèmes colloïdaux des cyclodextrines

Chapitre 9 : Conditionnement des médicaments(2semaines)

Mode d'évaluation :

; Examen : 100%.

Références bibliographiques : (Si possible)

1- Marie-Ange Dalmasso, Olivier Allo,Pascale Blanc, Pharmacie galénique BP, Les Editions Porphyre (2013).
2- Pascal Wehrlé, Pharmacie galénique : formulation et technologie pharmaceutique, Edition Maloine (2012).

Semestre: S1
Unité d'enseignement: UET 1.1.1
Matière : 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 :
examen 60% , CC=40%

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 : UET 1.2
Matière : Respect des normes et des règles d'éthique et d'intégrité.
VHS : 15h00 (Cours : 1h00)
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- Programme détaillé par matière du semestre S2

Semestre: 2
Unité d'enseignement: UEF 1.2.1
Matière1 : Production industrielle de médicaments de forme sèche
VHS: 45h00 (Cours: 3h00)
Crédits: 4
Coefficient:2

Objectifs de l'enseignement:

L'étudiant assimilera les notions fondamentales de la formulation et production des formes pharmaceutiques solides. Ainsi, on abordera les différentes étapes industrielles qui conduisent à la fabrication des formes sèches des médicaments. L'étudiant devra être capable de comprendre les mécanismes intervenants dans la production des formes sèches et le fonctionnement des appareillages.

Connaissances préalables recommandées:

Procédés pharmaceutiques

Contenu de la matière:

Chapitre 1 : Art des formes sèches (1 semaine)

Rappel des formes galéniques sèches ; Procédés de fabrication des sachets, gélules et comprimés.

Chapitre 2 : Broyage (1 semaine)

Généralités, la granulométrie ; modes de broyage ; Appareils du broyage ; Contrôle granulométrique des poudres

Chapitre 3 : Mélange des poudres pharmaceutiques (2 semaines)

Le mélange des poudres ; Intérêt en industrie pharmaceutique ; Principe du mélange et du démélange des poudres ; Facteurs du mélange des poudres ; Mélange randomisé (au hasard) et Mélange structuré (ordonné) ; Appareillages (mélangeur cubique, en V, etc.) ; Contrôles (dosage, calcul de la moyenne, de la variance, coefficient de variation, etc.).

Chapitre 4 : Le procédé de granulation des poudres pharmaceutiques(3 semaines)

Phénomène de mouillage ; Forces impliquées ; Croissance et consolidation des granulés (état pendulaire, funiculaire, capillaire, goutte) ; Contrainte et rupture des granulés ; Appareillages (High Shear, lit fluidisé, etc.) ; Contrôles (dosage, écoulement, voluménomètre, etc.).

Chapitre 5 : Séchage en lit d'air fluidisé des granulés pharmaceutiques(4 semaines)

Théorie de la fluidisation (hydrodynamique, vitesse minimalede fluidisation, vitesse terminale de chute, loi de darcy, loi d'Ergun, Diagramme de Geldart, etc.) ; Principe de séchage en lit fluidisé ; Modes de transfert de chaleur ; Etapes de séchage (vitesse de séchage, vitesse constante, vitesse décroissante.) ; Les paramètres de l'air (isotherme d'adsorption, Diagramme de Mollier, etc.) ; Contrôle (dosage, humidité, etc.).

Chapitre 6 : La compression des poudres pharmaceutiques (3 semaines)

Description des presses (rotative, alternative) ; Cycle de la compression ; Modèles de densification (Heckel, etc.) ; Contrôle des comprimés (dureté, friabilité, désagrégation, dissolution, etc…) ; Etablissements des cartes de contrôles.

Chapitre 7 : Enrobage des comprimés médicamenteux (1 semaine)

Intérêt du pelliculage et de l'enrobage ; Principe de fonctionnement ; Pulvérisation de la solution d'enrobage (calcul de la taille des gouttes, surface de projection, etc…) : Contrôle des comprimés (dureté, friabilité, désagrégation, dissolution, etc.)

Mode d'évaluation: Examen: 100%.

Références bibliographiques:

P. Wehle,Pharmacie galénique : Formulation et technologie pharmaceutique.

Semestre: 2
Unité d'enseignement: UEF 1.2.1
Matière2: Chimie pharmaceutique II : classes thérapeutiques
VHS: 22h30 (Cours: 1h30)
Crédits: 2
Coefficient:1

Objectifs de l'enseignement:

Le but est de fournir à l'étudiant les connaissances appropriées pour comprendre les caractéristiques physico-chimiques des molécules bioactives, leurs procédés d'obtention ainsi que les principales utilisations thérapeutiques.

Connaissances préalables recommandées:

Chimie générale, chimie organique et chimie pharmaceutique I.

Contenu de la matière:

1. **Introduction sur le médicament.**
2. **Origines des substances médicamenteuses**.
   - Médicaments d'origine végétale : aromathérapie, phytothérapie… exemples/ études de cas d'un médicament commercialisé.
   - Médicaments d'origine animale : médicaments à base d'organe, médicaments dérivés de sang. exemples/ études de cas d'un médicament commercialisé.
   - Médicaments issus de la biotechnologie : les vaccins, l'antibiothérapie… Exemples/ études de cas d'un médicament commercialisé.
   - Médicaments issus des synthèses chimiques ou médicaments inorganiques. Exemples/ études de cas d'un médicament commercialisé.

3. **Quelques exemples de classes thérapeutiques d'intérêt majeur et leurs procédés de synthèse**:
   - Médicaments du SNC (système nerveux central) : acide carbonique, urée et dérivés, barbituriques, hydantoine et antiépileptique, phénothiazines et neuroleptiques, exemple d'un procédé de synthèse.
   - Amino-alcools : Amino-alcools simples, atropine et dérivés, anesthésiques locaux catétholamines, éphédrine et amphétamines, exemple d'un procédé de synthèse.
   - Antibiotiques : beta-lactamines, chloramphénicol, aminosides, tétracyclines, macrolides, exemple d'un procédé de synthèse.
   - Sulfamides : sulfamides bactériostatiques, sulfamides hypoglycémiants, sulfamides diurétiques, exemple d'un procédé de synthèse.
   - Anti inflammatoires, exemple d'un procédé de synthèse.
   - Vitamines, exemple d'un procédé de synthèse.
   - Médicaments du système cardiovasculaire, exemple d'un procédé de synthèse.

4. **Dénominations d'un médicament** (nom chimique (nomenclature de l'I.U.P.A.C), Dénomination Commune Internationale (DCI), Nom de spécialité ou Nom commercial), Système de classification ATC (Anatomique Thérapeutique Chimique), Princeps, génériques et biosimilaires : définitions, similarités et différences autorisées par rapport au princeps, principaux critères pour établir la qualité/ bioéquivalence.

Mode d'évaluation: Examen: 100%.

Références bibliographiques:

Semestre: 2
Unité d'enseignement: UEF 1.2.1
Matière3: Analyse et contrôle des médicaments
VHS: 45h00 (Cours: 1h30, TD: 1h30)
Crédits: 4
Coefficient:2

Objectifs de l'enseignement:

Doter l'étudiant des connaissances et compétences nécessaires pour :

- Localiser les exigences réglementaires en matière d'analyse et de contrôle des médicaments (matières premières et produits finis, fabrication GMP),
- Naviguer la pharmacopée européenne dans le contexte d'un problème analytique
- Choisir une technique d'analyse appropriée au problème d'analyse posé,
- Concevoir un protocole de validation d'une méthode analytique.

Connaissances préalables recommandées:

Chimie analytique, statistiques

Contenu de la matière:

Chapitre 1: **(2 semaines)**

Cadre général de l'analyse et le contrôle des médicaments :

Définitions des notions de base (médicament, analyse, contrôle, contrefaçon des médicaments, qualité, stabilités des médicaments) ; Principales sources de contamination ou altération des médicaments ; Principaux référentiels (pharmacopées, directives ICH, les BPF) ; Organisation générale des systèmes de contrôle des médicaments (acteurs nationaux et internationaux, défis posés par le commerce international et la contrefaçon des médicaments…) ; Exemples de monographies de principes actifs.

Chapitre 2 : **(2 semaines)**

Principaux éléments d'une stratégie analytique :

Caractérisation d'un problème d'analyse (questions à se poser afin de concevoir une stratégie d'analyse, aspects liés au type de médicament (mélanges complexes, PA synthétique, etc.), aspects liés a l'échantillonnage…..) ; Analyse de la performance d'une technique d'analyse ; Buts analytiques dans le domaine pharmaceutique (identification, dosage, recherche d'impuretés) ; Démarche analytique pour l'identification d'une substance pharmaceutique (analyse organoleptique, constantes physico-chimique (températures de changement d'état physique (point de fusion/ ébullition…), solubilité, pouvoir rotatoire, indices chimiques, indice de réfraction…..) ; Démarche analytique pour le dosage d'une substance pharmaceutique (substances pures, mélanges complexes…) ; Démarche analytique pour la recherche d'impuretés (principaux types d'impuretés, matières premières, produit fini).

Chapitre 3 : **(4 semaines)**

Introduction aux principales catégories de techniques d'analyse :

Rappels sur les techniques chromatographiques ; Rappels sur les techniques spectrales (IR, UV-Vis, spectrométrie de masse, d'absorption atomique) ; Techniques spectrales (RMN, spectrométrie de masse tandem (MS-MS), spectrométrie de masse à plasma à couplage inductif (ICP-MS), spectroscopie Raman ….) ; Techniques titrimétriques classiques (titrage par précipitation (argentimétrie ou argentométrie), titrage acide-base (protométrie en

milieux aqueux et non aqueux), titrage par formation de complexes (complexométrie), titrage par réactions d'oxydo-réduction (méthodes électrochimiques)).

Chapitre 4: (**4 semaines**)
Essais de contrôle de la qualité des médicaments: essais d'identification, essais de stabilité, tests de contrôle de la qualité des formes galéniques, tests de contrôle de la qualité microbiologique, tests spécifiques aux médicaments biotechnologiques, les médicaments stériles et les médicaments chiraux, Contrôles des matériaux de conditionnement : Essais des matériaux de conditionnement (identification, essais mécaniques, essais de résistance chimique, essais de transparence, essais de perméabilité, essais de conservation, essais d'innocuité).

Chapitre 5 : **(3 semaines)**
Notions de base sur le système qualité pharmaceutique, la gestion des risques, la qualité par design (exigences réglementaires ICH), Validation des méthodes d'analyse et qualification des équipements, constitution du dossier de demande d'AMM.

Evaluation :
Contrôle continu : 40%, Examen : 60%

Références bibliographiques

1. Tranchant, Manuel pratique de chromatographie en phase gazeuse, Masson, Paris 1995.
2. Méthodes et techniques instrumentales modernes, F. Rouessac et A. Rouessac, Dunod, Paris 2004
3. Principes d'analyse instrumentale, Douglas ArvidSkoog, F. James Holler, Timothy A. Nieman
4. Analyse pratique du médicament, Dominique Pradeau

Semestre: 2
Unité d'enseignement: UEF 1.2
Matière 1 : Opérations Unitaires Fluide-Solide
VHS: 45h00 (Cours : 1h30, TD: 1h30)
Crédits: 4
Coefficient : 2

Objectifs de l'enseignement:

A la fin de ce module, l'étudiant aura acquis des connaissances nécessaires à la compréhension des phénomènes de transfert simultanés de matière et de chaleur et de dimensionner certains équipements.

Connaissances préalables recommandées:

Connaissances des phénomènes de transfert (matière, quantité de mouvement et de chaleur), thermodynamique, mathématiques et des notions d'opérations unitaires.

Contenu de la matière:

Chapitre 1. Cristallisation (3Semaines)

Quelques aspects fondamentaux. Les différentes étapes de la cristallisation. Effet des impuretés sur la formation des cristaux. Les réacteurs de cristallisation (Batch et continu). Adsorption d'un soluté en phase liquide dans une tour à lit fixe (percolation).

Chapitre 2. Centrifugation (3 Semaines)

Forme de la surface libre du liquide ; Pression centrifuge ; Séparation de liquides immiscibles de masses volumiques différentes ; Sédimentation dans un champ centrifuge ; Filtration dans une centrifugeuse, Dimensionnement, Equipements de centrifugation

Chapitre 3. Sédimentation (3 Semaines)

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

Chapitre 4. Filtration (3 Semaines)

Théorie de la filtration.

I- Classification des filtres selon

Le gradient de filtration

Le mode de filtration

La technique de filtration.

II- Filtration en masse, principe, applications, équation de Kozeny-Carmanet de Rose pour le calcul de la perte de charge : grains de forme sphériques de même diamètre et grains de diamètres variés dans le cas du filtre propre, filtre stratifié, calcul de la perte de charge et de l'épaisseur d'expansion du lit propre et stratifiélors du lavage.

III- Filtration sur support avec formation du gâteau, principe, applications, bilan matière, Filtration à débit constant, à pression constante. Loi de Ruth. Cas des gâteaux incompressibles et Cas des gâteaux compressibles.

Chapitre 5. Séchage (3 Semaines)

Généralités ; Différents types de sécheurs ; Choix de sécheurs (atomiseur, lyophilisateur…); Mode de séchage (continu, discontinu, contre-courant, co-courant, par convection, conduction etc…) ; Mécanismes de séchage ; Bilan matière et enthalpique au niveau d'un sécheur ; Calcul de la vitesse et la durée de séchage.

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 ParticleTechnology, 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: UEF 1.2.2
Matière 2 : Réacteurs polyphasiques
VHS: 45h00 (Cours: 1h30, TD: 1h30)
Crédits: 4
Coefficient:2

Objectifs de l'enseignement:

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

Connaissances préalables recommandées :

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

Contenu de la matière:

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

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

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

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

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

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

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

Références bibliographiques:

1. Roustan M : Transfert gaz/liquide dans les procédés de traitement des eaux et des effluents gazeux, Tec § Doc Lavoisier, Paris (2003) ISBN : 2-7430-0605-6
2. Schweich D : génie de la réaction chimique, Tec ! Doc Lavoisier(2001) ISBN : 2-7430-0459-2
3. R.Missen, C.Mims and B .Saville : Chemical reactions engineering and kinetics, John Wiley and Sons, new York (1999)
4. Levinspiel O : chemicalreaction engineering,3ème édition, John Wiley and Sons, New York (1998) ISBN : 0471225424X
5. Villermaux J : Génie de la réaction chimique, conception et fonctionnement des réacteurs, 2ème 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: 2
Unité d'enseignement: UEM 1.2
Matière 1: TP Opérations unitaires fluide-solide et Réacteurspolyphasiques
VHS: 22h30 (TP: 1h30)
Crédits: 2
Coefficient:1

Objectifs de l'enseignement:

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

Connaissances préalables recommandées:

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

Contenu de la matière

Opérations Unitaires

TP- Cristallisation.
TP- centrifugation.
TP- sédimentation.
TP- Filtration.
TP-Séchage.

Réacteurs polyphasiques

TP-Réacteurs fluide-fluide.
TP- Réacteur catalytique.

Mode d'évaluation : Contrôle continu: 100%

NB : **Au moins cinq (5) TP en opérations unitaires et deux (2) TP en réacteurs sont assurés selon les moyens disponibles, les équipes pédagogiques peuvent adopter d'autres TP si nécessaire avec l'accord des instances scientifique et pédagogique.**

Semestre: 2
Unité d'enseignement: UEM 1.2
Matière 2 : TP Production de médicaments de forme sèche
VHS: 22h30 (TP: 1h30)
Crédits: 2
Coefficient:1

Objectifs de l'enseignement:

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

Connaissances préalables recommandées:

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

Contenu de la matière

- Mélange des poudres.
- Granulation des poudres.
- Formulation de gélules.
- Formulation de comprimés.
- Séchage par atomisation.

Mode d'évaluation : Contrôle continu: 100%

NB : Au moins cinq (5) TP sont assurés selon les moyens disponibles, les équipes pédagogiques peuvent adopter d'autres TP si nécessaire avec l'accord des instances scientifique et pédagogique.

Semestre: 2
Unité d'enseignement: UEM 1.2
Matière 3: TP Analyse et contrôle des médicaments
VHS: 15h00 (TP: 1h00)
Crédits: 2
Coefficient:1

Objectifs de l'enseignement:

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

Connaissances préalables recommandées:

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

Contenu de la matière

- Dosage d'un médicament par la méthode volumétrique.
- Dosage d'un médicament par spectrophotométrie.
- Contrôle pharmaco technique des comprimés.
- Dissolution.
- Analyse du paracétamol (ou d'un principe actif) par chromatographie sur couche mince.
- Dosage pHmétrique de l'aspirine.
- Dosage par HPLC d'un médicament.
- Mise en évidence d'un excipient.
- Dosage d'un principe actif (ibuprofène) dans un médicament.
- Validation d'une méthode analytique (calcul de quelques paramètres : linéarité, répétabilité, fidélité intermédiaire …).

Mode d'évaluation : Contrôle continu : 100%

NB : Au moins cinq (5) TP sont assurés selon les moyens disponibles, les équipes pédagogiques peuvent adopter d'autres TP si nécessaire avec l'accord des instances scientifique et pédagogique

Semestre: 2
Unité d'enseignement: UEM 1.2
Matière 4: Simulateurs en Génie des procédés
VHS: 37h30 (Cours : -, TP: 1h30)
Crédits: 2
Coefficient : 1

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, compresseurset 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 ChemicalEngineers, 2014.
2. Xavier Julia, Simulateurs de procédés, techniques de l'ingénieur, J1022 V2.
3. User guide du simulateur utilisé.

Semestre: S2
Unité d'enseignement: 1.2.1
Matière : 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 :

examen 60% , CC=40%

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 1.1
Matière : Lean Start-Up 2
VHS : 45h00 (Cours : 1h30, Atelier : 1h30)
Crédits : 2
Coefficient : 2

Objectifs de l'enseignement:

Ce cours prolonge le module Entrepreneuriat et Lean Start-Up 1. L'étudiant y apprend à transformer les hypothèses validées en produit minimum viable (MVP) et à mobiliser l'intelligence artificielle et la méthode TRIZ pour résoudre les contradictions techniques propres à l'innovation. Il se familiarise avec les indicateurs de performance d'une startup, en particulier le modèle AARRR, et apprend à décider, sur la base de ces indicateurs, s'il faut changer de cap (Pivot) ou poursuivre dans la même direction (Persevere). Le cours aborde enfin les sources de financement d'une startup et les stratégies de croissance, avant de se conclure par un projet intégrateur, le Startup Lab, mené en équipe tout au long du semestre et soutenu devant un jury sous la forme d'un pitch final.

Connaissances préalables recommandées:

Avoir suivi le module Entrepreneuriat et Lean Start-Up 1, notamment les notions de démarche Lean Startup, de Customer Discovery et de Business Model Canvas.

Contenu de la matière:

VI. Le produit minimum viable (MVP) (3 semaines)

- Définition et rôle du MVP dans la démarche Lean Startup
- Types de MVP : numérique, expérimental, service simulé
- Test des hypothèses critiques
- Prototypage rapide et outils de création de prototypes (Figma, Glide, Bubble, Canvas)
- Mesurer l'échec dans le délai le plus court possible

VII. Intelligence artificielle et méthode TRIZ au service de l'innovation (3 semaines)

- L'intelligence artificielle dans l'entrepreneuriat : génération d'idées, analyse de marché, développement du MVP, marketing
- Présentation de la méthodologie TRIZ
- Les contradictions techniques et la solution idéale finale
- Combinaison de l'intelligence artificielle et de TRIZ
- Les startups Deep Tech

VIII. Mesure de la performance et gestion de l'échec (3 semaines)

- Les indicateurs clés de performance (KPIs) et le management d'une startup
- Le modèle AARRR : Acquisition, Activation, Rétention, Revenu, Recommandation
- L'adéquation produit-marché (Product-Market Fit) et l'adéquation problème-solution (Problem-Solution Fit)
- Taux de rétention, taux d'attrition (Churn) et rythme de consommation de trésorerie (Burn Rate)
- Les indicateurs d'apprentissage (Learning Metrics)
- La gestion précoce de l'échec et les critères d'arrêt d'un projet (Kill Criteria)

IX. Pivoter ou persévérer : Pivot vs Persevere (2 semaines)

- Le changement de cap partiel ou total (Pivot) et la persévérance (Persevere)
- Les signaux qui motivent un changement de direction
- Les différents types de pivot
- Les indicateurs qui appuient la décision

X. Financement, croissance et expansion (2 semaines)

- Les sources de financement : autofinancement, investisseurs providentiels (business angels), capital-risque, financement participatif
- Les étapes successives du financement d'une startup
- Les stratégies de croissance rapide à faible coût (Growth Hacking)
- Les moteurs de croissance (Engines of Growth) : viral, payant, organique
- L'entonnoir marketing (Funnel Growth) et les boucles de croissance (Growth Loops)
- Les stratégies d'expansion internationale

XI. Projet intégrateur : Startup Lab et soutenance finale (2 semaines)

- Synthèse du projet mené en équipe, du choix du problème à la stratégie de financement et de croissance
- Préparation et présentation du pitch final devant un jury d'évaluation

Mode d'évaluation:

Examen final : 20 %. Travaux pratiques et ateliers : 20 %. Projet collectif (Startup Lab) : 60 %.

Références bibliographiques

1. Maurya, A. (2012). Running Lean.
2. Croll, A., Yoskovitz, B. (2013). Lean Analytics.
3. Doerr, J. (2017). Measure What Matters.
4. Weinberg, G., Mares, J. (2015). Traction: How Any Startup Can Achieve Explosive Customer Growth.
5. Eyal, N. (2014). Hooked: How to Build Habit-Forming Products.
6. Grove, A. S. (1983). High Output Management.
7. Horowitz, B. (2014). The Hard Thing About Hard Things.
8. Agrawal, A., Gans, J., Goldfarb, A. (2018). Prediction Machines.
9. Iansiti, M., Lakhani, K. R. (2020). Competing in the Age of AI.
10. Altshuller, G. (1999). The Innovation Algorithm: TRIZ, Systematic Innovation and Technical Creativity.
11. Ikovenko, S. (2003). TRIZ: The Theory of Inventive Problem Solving.
12. Graham, P. (2013). Do Things That Don't Scale.
13. McKinsey Global Institute (2023). The State of AI in Business.
14. Stanford University (2024). Artificial Intelligence Index Report.

Annexe - Glossaire des concepts clés

Cette liste reprend, en français, les notions avancées mobilisées dans le cours, en continuité directe avec le glossaire du module Entrepreneuriat et Lean Start-Up 1.

Terme	Définition
MVP (produit minimum viable)	Version la plus simple d'un produit, permettant de tester les hypothèses avec un minimum d'effort.
Market Fit	Concordance entre le produit proposé et les attentes du marché.
Product-Market Fit	Situation dans laquelle le produit répond réellement à un besoin du marché.
TRIZ	Méthodologie scientifique et structurée de résolution de problèmes innovants.
Technological Contradiction (contradiction technique)	Situation où l'amélioration d'une caractéristique d'un produit en dégrade une autre.
Deep Tech Startup	Entreprise fondée sur des sciences et des technologies de pointe.
Data-Driven Decision (décision fondée sur les données)	Décision appuyée sur des données mesurées plutôt que sur l'intuition.
KPIs (indicateurs clés de performance)	Indicateurs essentiels au suivi de la performance d'une startup.
AARRR	Modèle de mesure de la croissance en cinq étapes : acquisition, activation, rétention, revenu, recommandation.
Acquisition	Étape consistant à attirer des utilisateurs vers le produit ou le service.
Activation	Moment où l'utilisateur retire une première valeur réelle du produit.
Retention Rate (taux de rétention)	Proportion d'utilisateurs qui continuent d'utiliser le produit dans le temps.
Churn Rate (taux d'attrition)	Proportion d'utilisateurs qui abandonnent le produit.
Burn Rate	Rythme mensuel de consommation du capital disponible.
Runway	Durée pendant laquelle la startup peut fonctionner avant épuisement de ses fonds.
Kill Criteria (critères d'arrêt)	Conditions justifiant l'arrêt d'un projet jugé non viable.
Learning Metrics (indicateurs d'apprentissage)	Indicateurs centrés sur ce que l'équipe a appris, plutôt que sur le profit.
Pivot	Changement radical ou partiel de la stratégie du projet, décidé sur la base des indicateurs.
Persevere (persévérance)	Décision de poursuivre le projet dans la même direction stratégique.
Traction	Preuve tangible et mesurable de croissance sur le marché.
Growth Hacking	Ensemble de stratégies de croissance rapide et peu coûteuses.

Terme	Définition
Engines of Growth (moteurs de croissance)	Mécanismes de croissance d'une startup : viral, payant ou organique.
Viral Coefficient (coefficient viral)	Mesure du taux auquel les utilisateurs en attirent de nouveaux.
Funnel Growth (entonnoir de croissance)	Représentation du parcours de conversion d'un utilisateur.
Growth Loops (boucles de croissance)	Mécanismes de croissance autoalimentée générant continuellement de nouveaux utilisateurs.
LTV (valeur vie client)	Valeur totale qu'un client est susceptible de générer durant toute sa relation avec l'entreprise.
CAC (coût d'acquisition client)	Coût moyen nécessaire pour obtenir un nouveau client.
Network Effects (effets de réseau)	Phénomène par lequel la valeur d'un produit augmente avec le nombre de ses utilisateurs.
Investment Readiness (maturité pour l'investissement)	Degré de préparation d'un projet à lever des fonds auprès d'investisseurs.

V-Programme détaillé par matière du semestre S3

Semestre : 3
Unité d'enseignement : UEF 2.1.1
Matière1 : Production de médicaments de formes liquide et pâteuse
VHS : 45h00 (VHH Cours : 1h30, TD : 1h30)
Crédit : 4Coefficient : 2

Objectifs de l'enseignement:
Assimiler les notions fondamentales de la formulation et la production des formes pharmaceutiques liquides et semi-solides. Aborderles différentes étapes industrielles qui conduisent à la fabrication de ces formes pharmaceutiques ainsi que le fonctionnement des appareillages.

Connaissances préalables recommandées : Procédés pharmaceutiques

Contenu de la matière :

Chapitre 1 : Art des formes liquides

1. Solutions

   Solutions buvables, sirops, élixirs, ampoules buvables… ; Solubilité et techniques de solubilisation, facteurs influençant la dissolution ; Procédés de préparation ; Agents solubilisants : Complexes d'inclusion, tensioactifs…

2. Émulsions

   - Structures et types d'émulsions, formulation et stabilité, choix de surfactif, HLB requis, conductivité, viscosité, dispersité, diagrammes de phases
   - Procédés d'émulsification
   - Microémulsions

3. Suspensions

   Applications pharmaceutiques, facteurs d'instabilité, stabilisants, additifs ; Formulation

Chapitre 2 : Art des formes semi-solides

Pommades, Crèmes, Gels (mécanismes de gélification, hydrogels, oleogels et emulgels), Pâtes

Chapitre 3 : Mélange

- Principe.
- Mélangeurs des substances liquides : Agitateurs à palettes, à turbine, à hélice…
- Mélangeurs des substances pâteuses : Mélangeurs malaxeurs.
- Contrôle de l'homogénéité.

Chapitre 4 : Dissolution

Principe, Dissolution simple, Dissolution par intermédiaire, Dissolution extractive.

Chapitre 5 : Préparation des formes injectables

Préparation, Remplissage, Contrôle : Limpidité, Neutralité, Isotonie…

Chapitre 6 : Préparation des formes semi-solides

Préparation, Appareillage, Conditionnement, Essais pharmaco techniques.

Applications : Préparation d'un sirop ; Préparation de la pommade de l'oxyde de zinc ; Préparation d'un lait démaquillant.

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

Semestre : 3
Unité d'enseignement : UEF 2.1.1
Matière2 : Biopharmacie et pharmacocinétique appliquée
VHS : 45h00 (VHH Cours : 3h00)
Crédit : 4
Coefficient : 2

Objectifs de l'enseignement:

Au terme de cet enseignement, l'apprenant devrait être capable de :

- Concevoir des études PK-PD pour évaluer un ou plusieurs médicaments ;
- Appliquer les paramètres pharmacocinétiques et les connaissances biopharmaceutiques pour choisir la forme galénique et la voie d'administration optimales ;
- Décrire des stratégies galéniques innovantes pour améliorer la biodisponibilité des médicaments peu solubles ;
- Utiliser la quantification de l'effet pharmacocinétique-pharmacodynamique pour comparer différentes spécialités ou formes galéniques au sein d'une même famille thérapeutique.

Connaissances préalables recommandées :

Les notions de base de la chimie pharmaceutique, pharmacologie générale.

Contenu de la matière :

1. **Généralités :**

Définition de la phase biopharmaceutique d'un médicament, rappel du processus ADME (Absorption - Effet de 1er passage - Résorption ; Distribution ; Métabolisme et Elimination) et des principaux paramètres pharmacocinétiques, Système de classification biopharmaceutique des médicaments (exemples de chaque catégorie).

2. **Biodisponibilité :**

Définition ; Biodisponibilité absolue et relative ; Facteurs qui influent sur la biodisponibilité d'un médicament Facteurs relatifs au patient ; Facteurs relatifs au PA (solubilité, dissolution …) ; Effet de la biodisponibilité sur le choix de la forme galénique et la voie d'administration ; Stratégies pour améliorer la solubilité (formes galéniques innovantes, ex. libération contrôlée…).

3. **Bioéquivalence :**

Définition ; méthodes d'évaluation in-vivo ; évaluation de la similarité par l'étude de dissolution in-vitro (calcul de facteurs F1 et F2 (Modèle de Moore &Flanner)) ; cas des médicaments génériques ; cas des biosimilaires.

4. **Études biopharmaceutiques des médicaments administrés par :**

- Voie orale

- Voie rectale
- Voie percutanée
- Voie ophtalmique
- Voie parentérale
- Voie pulmonaire

5. Modélisation mathématique pharmacocinétique-pharmacodynamie (Modèles PK/PD)

- Contextes et méthodes d'étude, Notion de compartiment, Modèle de compartiment unique avec administration intraveineuse unique.
- Modèles non compartimentaux Administration unique ; Administrations répétées
- Modèles pharmacocinétiques de population.

Mode d'évaluation: Examen: 100%

Semestre : 3
Unité d'enseignement : UEF 2.1.1
Matière 3: Stérilisation et lyophilisation
VHS : 22h30 (VHH Cours : 1h30)
Crédit : 2
Coefficient : 1

Objectifs de l'enseignement:

Cette matière a pour but de familiariser les étudiants avec les aspects théoriques et les principes de base de la stérilisation et de la lyophilisation et les initier aux étapes de conception et de validation des procédés de stérilisation et de lyophilisation.

Connaissances préalables recommandées :

Notions de base en chimie et chimie physique et microbiologie.

Contenu de la matière :

1. **Stérilisation**
   i) Rappel sur les propriétés des microorganismes (résistance et mécanismes de survie, multiplication, métabolisme et dégradation de plusieurs substances, sécrétion de substances toxiques (Agents Toxiques non Conventionnels ; ATNC)…).

   ii) Définitions : Stérilisation, Stérilisation terminale, Asepsie, Fabrication aseptique, Antisepsie, Désinfection, Relation entre la voie d'administration d'un médicament et l'obligation de stérilité, Exemples de médicaments stériles, Exemples de technologies de fabrication des médicaments stériles (les salles blanches/ propres, les RABS (Systèmes de Barrières à Accès Restreint) et les isolateurs).

   iii) Principales techniques de stérilisation : Techniques à température élevée (Chaleur humide, Chaleur sèche), Techniques à basse température (médicaments thermolabiles) : Irradiation, gaz toxique (Oxyde d'éthylène), Gaz plasma, Filtration stérilisante, Autres méthodes : énergie lumineuse pulsée, pascalisation, micro-ondes, ultrasons etc…, Introduction à l'autoclave et son principe d'opération.

   iv) Conception d'un procédé de stérilisation : Cinétique d'inactivation des microorganismes (courbes d'inactivation), Notion de Niveau d'Assurance de Stérilité (NAS) et Risque de non stérilité, Estimation des paramètres d'un procédé de stérilisation : Valeur D, Valeur z, Taux de Létalité (L), Valeur F, Calcul de la durée minimale d'un traitement stérilisant, Calcul de la durée d'un procédé de stérilisation a une température autre que la température de référence, Validation par l'utilisation d'indicateurs biologiques, Principales approches de conception de procédés de stérilisation dans l'industrie pharmaceutique : Méthode « Overkill » et Méthode « Bioburden ».

2. **Lyophilisation**
   i) Introduction à la lyophilisation : définition, contextes d'utilisation de la lyophilisation, avantages de la lyophilisation, le lyophilisateur : configuration générale, mode

d'opération (congélation, séchage primaire (sublimation), séchage secondaire (désorption)), exemples de médicaments lyophilisés

ii) Phénomènes physiques à la base de la lyophilisation :
   (a) Changements d'état de l'eau pure (diagramme de phase, enthalpies de changement d'état, point triple, sublimation, phénomène de surfusion, courbes de refroidissement (obtention t interprétation) …),
   (b) Changements d'états des solutions aqueuses (abaissement cryoscopique, cryoconcentration),
   (c) Formes solides cristallines et amorphes (comparaison de courbes de refroidissement, température de transition vitreuse, température eutectique, température d'effondrement d'une solution lyophilisée),
   (d) Transfert de chaleur et de matière en lyophilisation (résistances aux transferts de chaleur et de matière, front de sublimation, vitesse ou taux de sublimation, …)

iii) Conception et optimisation d'un cycle de lyophilisation :
   (a) Cycle de lyophilisation et paramètres importants qui gouvernent le cycle (température de l'étagère nécessaire durant les étapes de congélation, séchage primaire et séchage secondaire, température du produit, pression de la chambre de lyophilisation, durée de chaque étape),
   (b) Conception de l'étape de congélation (détermination de la vitesse de congélation, la température de l'étagère et la durée de l'étape de congélation),
   (c) Conception de l'étape de séchage primaire (détermination de la température cible du produit, la température de l'étagère, la pression de la chambre et méthode de détection de la fin du séchage primaire),
   (d) Conception de l'étape de séchage secondaire (détermination de la température de séchage, la pression et la durée de l'étape de séchage secondaire),
   (e) Lecture et interprétation de graphiques de lyophilisation

(iv) Formulation : Agents tampon, Agents stabilisants, Agents de masse, Agents modificateurs de température d'effondrement, Agents isotonisants, Agents tensio-actifs, Agents antioxydants, Agents antimicrobiens

(v) Critères de qualité requis pour un lyophilisat à usage thérapeutique : Etat physique et Apparence physique du lyophilisat, Degré d'humidité résiduelle, Temps de reconstitution, pH, Intégrité du principe actif.

Mode d'évaluation: Examen: 100%

Bibliographie :

1. Tim Sandle, 2013, Sterility, Sterilisation and Sterility Assurance for Pharmaceuticals, 1st Edition, 362 pages, Woodhead Publishing, ISBN: 9781907568381
2. Felix Franks, Tony Auffret, 2007, Freeze-drying of Pharmaceuticals and Biopharmaceuticals: Principles and Practice, Editeur: Royal Society of Chemistry, 206 pages, ISBN:978-0-85404-268-5
3. Tse-Chao Hua Bao-Lin Liu Haimei Zhang, 2010, Freeze-Drying of Pharmaceutical and Food Products, 1st Edition, 280 pages, Woodhead Publishing
4. Arun S. Mujumdar, 2014, Handbook of Industrial Drying, 4th Edition, CRC Press, 1348 Pages, ISBN 9781466596658

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

Objectifs de l'enseignement:

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

Connaissances préalables recommandées:

Notionsde base en chimie et biochimie et génie de la réaction chimique et microbiologique

Contenu de la matière:

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

II- Modélisation des vitesses de réaction dans les systèmes biologiques **(3 semaines)**
- Cinétique microbienne : modèle de Monod
- Cinétique des enzymes
- Inhibition des réactions enzymatiques

III- Design et analyse des bioréacteurs **(5 semaines**)
- Types de bioréacteurs
- Concepts de base
- Bioréacteurs batch
- Cuves agitées continues
- Bioréacteurs piston
- Comparaison bioréacteurs batch et bioréacteurs continus

IV- Stérilisation **(2 semaines)**
- Stérilisation physique
- Stérilisation chimique

V- Transfert de matière dans les bioréacteurs **(3 semaines)**
- Aération : transfert de matière gaz-liquide
- Agitation : transfert de matière par convection forcée

Mode d'évaluation:

Contrôle continu: 40% ; Examen: 60%

Semestre : 3
Unité d'enseignement : UEF 2.1.2
Matière : Production d'eau pour les industries pharmaceutiques
VHS : 45h00 (VHH Cours : 1h30, TD : 1h30)
Crédit : 4
Coefficient : 2

Objectifs de l'enseignement:

L'eau est l'utilité la plus utilisée dans l'industrie pharmaceutique ou plus simplement lors de la préparation de la grande majorité des médicaments. Elle est employée en tant qu'excipient, pour reconstituer un médicament, lors des étapes de synthèse du principe actif ou de la formulation du produit fini ou comme élément principal de nettoyage des cuves, des équipements ou des emballages primaires. L'objectif de cette matière est de présenter les différents types d'eau à usage pharmaceutique et les procédés de production de ces eaux.

Connaissances préalables recommandées:

Chimie des solutions, opérations unitaires de base,

Contenu de la matière:

1- Principes fondamentaux de la chimie des eaux
   - Carbone organique total (COT)
2- Normes de qualités physico-chimiques et microbiologiques d'eau à usage pharmaceutique
3- Différentes qualités d'eau à usage pharmaceutique
   - Eau purifiée : Eau purifiée en vrac, Eau purifiée conditionnée en récipients
   - Eau hautement purifiée
   - Eau pour préparations injectables
   - Eau pour hémodialyse
   - Eau pour irrigation (eau versable)
   - Eau stérile
   - Eau utilisée durant la fabrication des principes actifs
   - Eau utilisée durant les cycles de nettoyage et de rinçage
4- Sources d'approvisionnement en eau
   Eaux naturelles et eau potable
5- Méthodes de traitement
   - Préfiltration
   - Adsorption sur charbon actif
   - Adoucissement
   - Déminéralisation
   - Ultrafiltration, Osmose et électro-déionisation (EDI)
   - Distillation
   - Filtration
   - Désinfection : Ozonation, UV, autres….
6- Stockage et distribution d'eau à usage pharmaceutique

Mode d'évaluation:

Contrôlecontinu: 40% ; Examen: 60%

Semestre : 3
Unité d'enseignement : UEM 2.1
Matière1 : Notions de régulation et commande des procédés
VHS : 22h30 (VHH Cours : 1h30)
Crédit : 2
Coefficient : 1

Objectifs de l'enseignement:
A la fin de cette matière, l'étudiant devrait être en mesure de maîtriser la commande d'un procédé et sa mise en œuvre à l'échelle des procédés.

Connaissances préalables recommandées:
Mathématique (Equation différentielle, calcul symbolique …), Electricité, Instrumentation.

Contenu de la matière:

Chapitre 1.Analyse de la commande linéaire des systèmes continus (12 Semaines)

- Introduction aux systèmes de commande.
- Rappels mathématiques (équations différentielles Linéaires ordinaires, transformées de laplace).
- Modélisation mathématique d'exemples du processus chimique.
- Analyse du comportement dynamique du système du premier ordre, deuxième ordre et ceux de dynamique plus compliqué (retard phase non minimale ….)
- Etude de la stabilité d'un système de commande, critère de Ruth hurwitz).
- Performation d'un système de commande (régime transitoire et permanent).
- Analyses graphique de la dynamique d'un système (diagramme de Bode, Nyquist et Black)

Chapitre 2. Synthèse de la commande lineaire des Systèmes continus. (3 Semaines)

Introduction à la commande par P et PI , avance de phase et retard de phase.

Mode d'évaluation: Examen: 100%.

Références bibliographiques:

1. Jean Pierre Corriou, Commande des procécédés, 3 éme édition Lavoisier, 2012.
2. Jean Pierre Corriou, Commande des procécédés, 2 éme édition Lavoisier, 2003.
3. George Stephanopoulos, Chemical Process ConytolAn Introduction to theory and Ptractice, Prentice/ Hall International, Inc, 1984.

Semestre: 3
Unité d'enseignement: UEM 2.1
Matière 2: Plans d'expériences
VHS : 45h00 (VHH Cours : 1h30, TD : 1h30)
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 2k 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

Chapitre3 : Les plans fractionnaires

1. Introduction
2. Conception d'un plan fractionnaire
3. Analyse du plan fractionnaire
4. Exemple d'application

Chapitre 4 : Les Plansde Surface deréponses

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

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

Indications de quelques 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: UEM 2.1
Matière 3: Optimisation et Modélisation 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:

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 agitées 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. YadolahDodge « 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 2 : Chemical reverse engineering
VHS : 67 h30 (Cours : 1h30, TD et ou 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 :

- TP techniques 30 %
- Mini-projet de rétro-ingénierie (rapport + soutenance) 40 %,
- Examen final (QCM + étude de cas) 30 examen 60% et CC TP : 40%

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 1 :Recherche documentaire et conception de mémoire
VHS : 15h00 (Cours: 1h00)
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 bibliographiquecomplète avec bibliographie éditée dans un logiciel de gestion des références

Mode d'évaluation :

Évaluation continue (travail personnel + investissement durant les ateliers) : 70%, Examen : 30%

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.