



الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية République Algérienne Démocratique et Populaire

وزارة التعليم العالي والبحث العلمي

Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique

اللجنة البيداغوجية الوطنية لميدان العلوم و التكنولوجيا

Comité Pédagogique National du domaine Sciences et Technologies



MASTER ACADEMIQUE HARMONISE

Programme National

Mise à jour 2022

Domaine	Filière	Spécialité
<i>Sciences et Technologies</i>	<i>Génie des Procédés</i>	<i>Génie Pharmaceutique</i>



الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية République Algérienne Démocratique et Populaire

وزارة التعليم العالي والبحث العلمي

Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique

اللجنة البيداغوجية الوطنية لميدان العلوم و التكنولوجيا

Comité Pédagogique National du domaine Sciences et Technologies



مواظمة

ماستر أكاديمي

تحيين 2022

التخصص	الفرع	الميدان
هندسة صيدلانية	هندسة الطرائق	علوم و تكنولوجيا

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 : 9 Coefficients : 5	TP Chimie pharmaceutique, formes galéniques et pharmacognosie	3	2			2h30	37h30	37h30	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%
UE Découverte Code : UED 1.1 Crédits : 2 Coefficients : 2	Matière au choix	1	1	1h30			22h30	2h30		100%
	Matière au choix	1	1	1h30			22h30	2h30		100%
UE Transversale Code : UET 1.1 Crédits : 1 Coefficients : 1	Anglais technique et terminologie	1	1	1h30			22h30	2h30		100%

Total semestre 1		30	17	15h00	4h30	5h30	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 : 9 Coefficients : 5	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			1h30	22h30	27h30	100%	
	Simulateurs en Génie des procédés	3	2	1h30		1h00	37h30	37h30	40%	60%
UE Découverte Code: UED 1.2 Crédits : 2 Coefficients : 2	Matière au choix	1	1	1h30			22h30	2h30		100%
	Matière au choix	1	1	1h30			22h30	2h30		100%
UE Transversale Code : UET 1.2 Crédits : 1 Coefficients : 1	Respect des normes et règles d'éthique et d'intégrité	1	1	1h30			22h30	2h30		100%
Total semestre 2		30	17	15h00	4h30	5h30	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		1h00	37h30	37h30	40%	60%
	Optimisation et Modélisation des procédés	4	2	1h30	1h30		45h00	55h00	40%	60%
UE Découverte Code : UED 2.1 Crédits : 2 Coefficients : 2	Matière au choix	1	1	1h30			22h30	27h30		100%
	Matière au choix	1	1	1h30			22h30	27h30		100%
UE Transversale Code : UET 2.1 Crédits : 1	Recherche documentaire et conception de mémoire	1	1	1h30			22h30	2h30		100%

Coefficients : 1										
Total semestre 3		30	17	18h00	6h00	1h00	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 : 4 Coefficient : 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 chimiothèques, 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 chaînons (thiophène, pyrrole, furane) et à 6 chaînons (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, chimiothèques disponibles sur Internet : (ex. DrugBank (<https://www.drugbank.ca/>), PubChem (<https://pubchem.ncbi.nlm.nih.gov/>), ChEMBL (<https://www.ebi.ac.uk/chembl/db/>), 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 à accès libre. Initiation à 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 aiguë, 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.
- Connaître 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, PAs polyphénoliques, PAs stéroïdiques, PAs de type tanins, PAs quinoniques, PAs coumariniques, PAs saponosidiques, 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.) Molecular Pharmacognosy, Springer Netherlands (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,
- Connaître les principaux problèmes de fonctionnement (primage, engorgement, etc.).

Connaissances préalables recommandées :

Thermodynamique, Phénomènes de transfert (Chaleur, matière et 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 (dévisculaire). 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. Équipements 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. Dés-extraction et recyclage du solvant, choix de la phase de dés-extraction 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, Peter Harriott «Unit Operations of Chemical Engineering», Mc Graw- Hill, Inc, Fifth Edition, 1993.

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

Semestre: 1
Unité d'enseignement: UEF 1.1.2
Matière 2: 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, 2^{ème} Ed., Wiley & Sons, 2007.
A. Giovannini et B. Bédard, Transfert de chaleur, Ed. Cépaduès, 2012.
3. James R. Welty, Charles E. Wicks, Robert E. Wilson; Gregory Rorrer, Fundamentals of Momentum, Heat, and Mass Transfer. 4th edition Wiley & Sons, 2001.
4. Leontiev, Théorie des échanges de chaleur et de masse – Édition Mir-Moscou
5. H.W. Mac Addams La transmission de la chaleur - Dunod - Paris
6. F. P. Incropera, D. P. Dewitt - Fundamentals of Heat and Mass Transfer - Wiley, N.Y. - 2002
7. Bontemps, A. Garrigue, C. Goubier, J. Huetz, C. Marvillet, P. Mercier Et R. Vidil – Échangeur de chaleur – Technique de l'Ingénieur, Traité Génie Énergétique
8. P. Wuithier, Le Pétrole, Raffinage et Génie Chimique tome2, Edition technip Paris

Semestre : 1

Unité d'enseignement : UEM1.1

Matière 1 : 1TP Chimie pharmaceutique, formes galéniques et pharmacognosie

VHS 37h30 (TP: 2h 30)

Crédits : 3

Coefficient : 2

Objectifs de l'enseignement :

Familiariser l'étudiant avec les méthodes de synthèse à l'échelle du laboratoire et aussi connaître 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 travailler en équipe, respecter les règles de sécurité et maîtriser les risques liés aux matériels, aux installations et aux procédés.

Connaissances préalables recommandées:

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

Contenu de la matière:

- TP N° 1. Détermination de la solubilité mutuelle de deux liquides partiellement miscibles, eau- phénol.
- TP N° 2. Extraction de molécules volatiles par hydrodistillation.
- TP N° 3. Séparation de l'acide benzoïque et du 2-naphtol
- TP N° 4. Etude d'un procédé d'extraction liquide-liquide en batch.
- TP N° 5. Etude de quelques diagrammes de phases.
- TP N° 6. Absorption du CO₂ contenu dans un flux d'air par de l'eau (absorption "physique").
- TP N° 7. Absorption avec réaction chimique et régénération du solvant : absorption du CO₂ dans des acides aminés.
- TP N° 8. Absorption désorption liquide-gaz.
- TP N° 9. Réalisation d'un diagramme ternaire eau/huile/tensioactif.
- TP N° 10. 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 connaître 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 : 1
Unité d'enseignement : UED 1.1
Matière 1:
VHS : 22h30 (Cours : 1h30)
Crédit : 1
Coefficient : 1

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

Semestre: 1
Unité d'enseignement: UET 1.1
Matière 1: Anglais technique et terminologie
VHS: 22h30 (Cours: 1h30)
Crédits: 1
Coefficient: 1

Objectifs de l'enseignement:

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

Connaissances préalables recommandées:

Vocabulaire et grammaire de base en anglais

Contenu de la matière:

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

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

Mode d'évaluation:

Examen: 100%.

Références bibliographiques :

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

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, volumétrie, etc.).

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

Théorie de la fluidisation (hydrodynamique, vitesse minimale de 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, hydantoïne et antiépileptique, phénothiazines et neuroleptiques, exemple d'un procédé de synthèse.
- Amino-alcools : Amino-alcools simples, atropine et dérivés, anesthésiques locaux catécholamines, 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 hypoglycémiantes, 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 à 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 stratifié lors 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 Thiele ; Efficacité).
- 2- Efficacité et transfert de matière externe (Effet du diamètre du grain de catalyseur ; Transfert de matière externe).
- 3- Influence de la diffusion interne sur la réaction (Critère de Weisz-Prater) ; Influence du transfert de matière externe sur la réaction (Critère de Mears).
- 4- Réacteurs à lit fixe. ; Réacteurs à lit fluidisé.

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

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

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

Références bibliographiques:

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

Semestre: 2

Unité d'enseignement: UEM 1.2

Matière 1: TP Opérations unitaires fluide-solide et Réacteurs polyphasiques

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: 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

- 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 : 1h30, TP: 1h00)
Crédits: 3
Coefficient : 2

Objectifs de l'enseignement:

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

Connaissances préalables recommandées:

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

Contenu de la matière:

Chap. I : Rappel (2 semaines)

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

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

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

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

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

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

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

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

Applications aux procédés réels.

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

Références bibliographiques:

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

Semestre : 2
Unité d'enseignement : UED 1.2
Matière 1:
VHS : 22h30 (Cours : 1h30)
Crédit : 1
Coefficient : 1

Semestre : 2
Unité d'enseignement : UED 1.2
Matière 2 :
VHS : 22h30 (Cours : 1h30)
Crédit : 1
Coefficient : 1

Semestre : 2

Unité d'enseignement : UET 1.2

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

VHS : 22h30 (Cours : 1h30)

Crédit : 1

Coefficient : 1

Objectifs de l'enseignement:

Développer la sensibilisation des étudiants au respect des principes éthiques et des règles qui régissent la vie à l'université et dans le monde du travail. Les sensibiliser au respect et à la valorisation de la propriété intellectuelle. Leur expliquer les risques des maux moraux telle que la corruption et à la manière de les combattre, les alerter sur les enjeux éthiques que soulèvent les nouvelles technologies et le développement durable.

Connaissances préalables recommandées :

Ethique et déontologie (les fondements)

Contenu de la matière :

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

1. Rappel sur la Charte de l'éthique et de la déontologie du MESRS : Intégrité et honnêteté. Liberté académique. Respect mutuel. Exigence de vérité scientifique, Objectivité et esprit critique. Équité. 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 : Égalité professionnelle de traitement. Conduite contre les discriminations. La recherche de l'intérêt général. Conduites inappropriées dans le cadre du travail collectif
- Adopter une conduite responsable et combattre les dérives : Adopter une conduite responsable dans la recherche. Fraude scientifique. Conduite contre la fraude. Le plagiat (définition du plagiat, différentes formes de plagiat, procédures pour éviter le plagiat involontaire, détection du plagiat, sanctions contre les plagiaires, ...). Falsification et fabrication de données.

3. Ethique et déontologie dans le monde du travail :

Confidentialité juridique en entreprise. Fidélité à l'entreprise. Responsabilité au sein de l'entreprise, Conflits d'intérêt. Intégrité (corruption dans le travail, ses formes, ses conséquences, modes de lutte et sanctions contre la corruption)

B- Propriété intellectuelle

I- Fondamentaux de la propriété intellectuelle

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

II- Droit d'auteur

1. Droit d'auteur dans l'environnement numérique

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

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

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

3. Brevet

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

III- Protection et valorisation de la propriété intellectuelle

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

C. Ethique, développement durable et nouvelles technologies

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

Mode d'évaluation :

Examen : 100 %

Références bibliographiques:

1. Charte d'éthique et de déontologie universitaires, https://www.mesrs.dz/documents/12221/26200/Charte+fran__ais+d__f.pdf/50d6de61-aabd-4829-84b3-8302b790bdce
2. Arrêtés N°933 du 28 Juillet 2016 fixant les règles relatives à la prévention et la lutte contre le plagiat
3. L'abc du droit d'auteur, organisation des nations unies pour l'éducation, la science et la culture(UNESCO)
4. E. Prairat, De la déontologie enseignante. Paris, PUF, 2009.
5. Racine L., Legault G. A., Bégin, L., Éthique et ingénierie, Montréal, McGraw Hill, 1991.
6. Siroux, D., Déontologie : Dictionnaire d'éthique et de philosophie morale, Paris, Quadrige, 2004, p. 474-477.
7. Medina Y., La déontologie, ce qui va changer dans l'entreprise, éditions d'Organisation, 2003.
8. Didier Ch., Penser l'éthique des ingénieurs, Presses Universitaires de France, 2008.
9. Gavarini L. et Ottavi D., Éditorial. de l'éthique professionnelle en formation et en recherche, Recherche et formation, 52 | 2006, 5-11.
10. Caré C., Morale, éthique, déontologie. Administration et éducation, 2e trimestre 2002, n°94.
11. Jacquet-Francillon, François. Notion : déontologie professionnelle. Letélémaque, mai 2000, n° 17
12. Carr, D. Professionalism and Ethics in Teaching. New York, NY Routledge. 2000.
13. Galloux, J.C., Droit de la propriété industrielle. Dalloz 2003.
14. Wagret F. et J-M., Brevet d'invention, marques et propriété industrielle. PUF 2001
15. Dekermadec, Y., Innover grâce au brevet: une révolution avec internet. Insep 1999
16. AEUTBM. L'ingénieur au cœur de l'innovation. Université de technologie Belfort-Montbéliard

17. Fanny Rinck et Léda Mansour, Littérature à l'ère du numérique : le copier-coller chez les étudiants, Université Grenoble 3 et Université Paris-Ouest Nanterre la Défense Nanterre, France
18. Didier DUGUEST IEMN, Citer ses sources, IAE Nantes 2008
19. Les logiciels de détection de similitudes : une solution au plagiat électronique? Rapport du Groupe de travail sur le plagiat électronique présenté au Sous-comité sur la pédagogie et les TIC de la CREPUQ
20. Emanuela Chiriac, Monique Filiatrault et André Régimbald, Guide de l'étudiant: l'intégrité intellectuelle plagiat, tricherie et fraude... les éviter et, surtout, comment bien citer ses sources, 2014.
21. Publication de l'université de Montréal, Stratégies de prévention du plagiat, Intégrité, fraude et plagiat, 2010.
22. Pierrick Malissard, La propriété intellectuelle : origine et évolution, 2010.
23. Le site de l'Organisation Mondiale de la Propriété Intellectuelle www.wipo.int
24. <http://www.app.asso.fr/>

V-Programme détaillé par matière du semestre S3

Semestre : 3

Unité d'enseignement : UEF 2.1.1

Matière1 : Production de médicaments de formes liquide et pâteuse

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

Crédit : 4 Coefficient : 2

Objectifs de l'enseignement:

Assimiler les notions fondamentales de la formulation et la production des formes pharmaceutiques liquides et semi-solides. Aborder les 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 1^{er} 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 à 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 et 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:

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

Contenu de la matière:

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

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:

Contrôle continu: 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 compliqués (retard phase non minimale)
- Etude de la stabilité d'un système de commande, critère de Routh Hurwitz).
- Performance 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 linéaire 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 procédés, 3^{ème} édition Lavoisier, 2012.
2. Jean Pierre Corriou, Commande des procédés, 2^{ème} édition Lavoisier, 2003.
3. George Stephanopoulos, Chemical Process Control An Introduction to theory and Practice, Prentice/ Hall International, Inc, 1984.

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

Objectifs de l'enseignement:

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

Connaissances préalables recommandées:

Les notions de base en mathématiques

Contenu de la matière:

Chapitre1 : Introduction générale et plans factoriels

- 1.Introduction
2. Qu'est-ce qu'un plan d'expérience
3. Domaine d'étude et surface de réponse
4. Les facteurs
5. Notion d'interaction
6. Notion de modèle et de régression linéaire multiple
- 7.Plan factoriel 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 agités en utilisant Excel ou autres logiciels.
- Calcul d'un réacteur tubulaire isotherme avec logiciel.

Chapitre II : Optimisation

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

II.2. Recherche directe monodimensionnelle et multidimensionnelle

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

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

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

I.7. Programmation linéaire

- Méthode graphique
- Méthodes simplexe (avec et sans solution de base)

Mode d'évaluation:

Contrôle continu: 40% ; Examen: 60%.

Références bibliographiques:

1. 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: UED 2.1
Matière 1: Matière au choix
VHS: 22h30 (Cours : 1h30)
Crédits: 1
Coefficient : 1

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

Semestre : 3

Unité d'enseignement: UET 2.1

Matière 1 :Recherche documentaire et conception de mémoire

VHS : 22h30 (Cours: 1h30)

Crédits : 1

Coefficient : 1

Objectifs de l'enseignement :

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

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

Connaissances préalables recommandées :

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

Contenu de la matière:

PARTIE I- : RECHERCHE DOCUMENTAIRE :

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

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

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

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

- *Application : Etude (forme, organisation générale, type d'informations) et comparaison de différents types de documents scientifiques (un livre, une these/ mémoire, un article de périodique, un acte de colloque, un brevet)*

Atelier 3 : Techniques de recherche sur Internet Semaines)

(04

- 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 Semaines)

(02

- 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.auneg.fr/nuxeo/site/esupversions/336a3c33-b4ae-42b2-a4bd-604abd851fa3/co/module_8.html)
- Vidéo : La prise de parole en public – Posture, regard et gestuelle
<https://www.youtube.com/watch?v=ZQNBfE85n2s>
- *Application* : visualisation et analyse/discussion de vidéos de soutenance ou une présentation orale en utilisant la fiche d'évaluation suivante :
<https://www.pedagonet.com/other/oral1.htm>
Le site WebTV de l'université de Béjaia offre plusieurs vidéos de soutenance que l'enseignant peut choisir selon la spécialité :
<http://webtv.univ-bejaia.dz/index.php/tag/soutenance-de-doctorat/>

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

Mode d'évaluation :

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.