



الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية
République Algérienne Démocratique et
Populaire
وزارة التعليم العالي والبحث العلمي
Ministère de l'Enseignement Supérieur
et de la Recherche Scientifique

Université de Boumerdes



MASTER ACADEMIQUE HARMONISE

PROGRAMME NATIONAL MISE A JOUR 2025

Etablissement	Faculté / Institut	Département
<i>Université de Boumerdes</i>	<i>Faculté de Technologie</i>	<i>Génie des Procédés</i>
Domaine	Filière	Spécialité
<i>Sciences et Technologies</i>	<i>Génie des procédés</i>	<i>Génie alimentaire</i>



الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية Populaire et Démocratique Algérienne République

وزارة التعليم العالي والبحث العلمي

Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique

اللجنة الوطنية للعلوم والتكنولوجيا

Comité Pédagogique National du domaine Sciences et Technologies



مواعمة ماستر أكاديمي

MISE A JOUR 2025

الميدان	الفرع	التخصص
علوم تكنولوجيا	هندسة الطرائق	هندسة الصناعات الغذائية

I – Fiched'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 alimentaire	Génie des procédés	1	1.00
		Technologie agroalimentaire et Contrôle de Qualité (Domaine SNV)	2	0.80
		Chimie pharmaceutique (Domaine SM)	3	0.70
		Chimie organique (Domaine SM)	3	0.70
		Chimie fondamentale (Domaine SM)	3	0.70
		Autres licences du domaine ST	5	0.60

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

Semestre 1

Unité d'enseignement	Matières	Crédits	Coefficient	Volume horaire hebdomadaire			Volume Horaire Semestriel (15 semaines)	Travail Complémentaire en Consultation (15 semaines)	Mode d'évaluation	
	Intitulé			Cours	TD	TP			Contrôle Continu	Examen
UE Fondamentale Code : UEF 1.1.1 Crédits : 8 Coefficients : 4	Process de Transformations des aliments 1	4	2	1h30	1h30		45h00	55h00	40%	60%
	Biochimie et chimie des aliments	4	2	1h30	1h30		45h00	55h00	40%	60%
UE Fondamentale Code : UEF 1.1.2 Crédits : 10 Coefficients : 5	Opérations unitaires du génie alimentaire	6	3	3h00	1h30		67h30	82h30	40%	60%
	Rhéologie des Systèmes Alimentaires	4	2	1h30	1h30		45h00	55h00	40%	60%
UE Méthodologique Code : UEM 1.1 Crédits : 11 Coefficients : 7	TP Biochimie	2	1			1h30	22h30	27h30	100%	
	Analyse instrumentale dans les IAA	4	2	1h30		1h30	45h00	55h00	40%	60%
	Statistiques appliquées	3	2	1h30		1h00	37h30	37h30	40%	60%
	Programmation avancée python	2	2	1h30		1h30	45h00	55h00	40%	60%
UE Découverte Code : UED 1.1 Crédits : 1 Coefficients : 1	Matière au choix	1	1	1h30			22h30	02h30		100%
Total semestre 1		30	17	15h00	6h00	4h00	375h00			

Semestre 2

Unité d'enseignement	Matières	Crédits	Coefficient	Volume horaire hebdomadaire			Volume Horaire Semestriel (15 semaines)	Travail Complémentaire en Consultation (15 semaines)	Mode d'évaluation	
	Intitulé			Cours	TD	TP			Contrôle Continu	Examen
UE Fondamentale Code : UEF 1.2.1 Crédits : 10 Coefficients : 5	Process de transformations des aliments 2	4	2	1h30	1h30		45h00	55h00	40%	60%
	Microbiologie industrielle	4	2	1h30	1h30		45h00	55h00	40%	60%
	Bioréacteurs	2	1	1h30			22h30	27h30		100%
UE Fondamentale Code : UEF 1.2.2 Crédits : 8 Coefficients : 4	Physique industrielle	4	2	1h30	1h30		45h00	55h00	40%	60%
	Propriétés physicochimiques des aliments	4	2	1h30	1h30		45h00	55h00	40%	60%
UE Méthodologique Code : UEM 1.2 Crédits : 9 Coefficients : 5	TP Génie fermentaire et Biotransformation	2	1			1h30	45h00	55h00	100%	
	TP Techniques Microbiologiques	2	1			1h30	45h00	55h00	100%	
	Logiciel et simulation numérique	2	1			1h30	15h00	10h00	100%	
	Automatisme régulation et instrumentation en G.A	3	2	1h30		1h00			40%	60%
UE Transversale Code : UET 1.2 Crédits : 3 Coefficients 3	Respect des normes et règles d'éthique et d'intégrité	1	1	1h30			22h30	02h30		100%
	Eléments d'IA Appliquée	2	2	1h30	1h30		45h00	5h00	40%	60%
Total semestre 2		30	17	13h30	6h00	5h30	375h00	375h00		

Semestre 3

Unité d'enseignement	Matières	Crédits	Coefficient	Volume horaire hebdomadaire			Volume Horaire Semestriel (15 semaines)	Travail Complémentaire en Consultation (15 semaines)	Mode d'évaluation	
	Intitulé			Cours	TD	TP			Contrôle Continu	Examen
UE Fondamentale Code : UEF 1.3.1 Crédits : 10 Coefficients : 5	Procédés de conservation des aliments	4	2	1h30	1h30		45h00	55h00	40%	60%
	Aliments fonctionnels et produits nouveaux	2	1	1h30			22h30	27h30		100%
	Interactions Atmosphère, Emballage, Aliment.	4	2	1h30	1h30		45h00	55h00	40%	60%
UE Fondamentale Code : UEF 1.3.2 Crédits : 8 Coefficients : 4	Conduite de la Production Industrie Agroalimentaire	4	2	1h30	1h30		45h00	55h00	40%	60%
	Plans d'expériences	4	2	1h30	1h30		45h00	55h00	40%	60%
UE Méthodologique Code : UEM 1.3 Crédits : 9 Coefficients : 5	TP Physico Chimie des aliments	4	2			3H00	45h00	55h00	100%	
	Formulations Alimentaires	5	3	1h30	1h30	1h00	60h00	65h00	40%	60%
UE Transversale Code : UET 1.3 Crédits : 3 Coefficients : 3	Chemical reserve engineering	2	2	1h30	1h30 atelier		45h00	5h00	40%	60%
	Recherche documentaire et conception de mémoire	1	1	1h30			22h30	02h30		100%
Total semestre 3		30	17	13h30	7h30	4h00	375h00	375h00		

Semestre 4

Stage en entreprise sanctionné par un mémoire et une soutenance.

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

Ce tableau est donné à titre indicatif**Evaluation du**

Projet de Fin de Cycle de Master

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

Orientations sur les matières au choix des U.E.Découvertes (S1, S2, S3) :

1. Traitement des Déchets et Valorisation
2. Planification et politique alimentaire
3. Sécurité sanitaire des aliments
4. Introduction aux biotechnologies
5. Hygiène et sécurité dans le Génie Alimentaire
6. Evaluation Technico-économique des Procédés
7. Développement durable et Ecoconception
8. Management de la qualité
9. Application sur codes numériques
10. Asservissement et Régulation
11. Gestion Intégrée des ressources en eau
12. Audit environnemental et étude d'impact

III - Programme détaillé par matière du semestre S1

A compléter

Semestre: S1

Unité d'enseignement: UET 1.1.1

Matière : Programmation avancée en Python

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

Crédits: 2

Coefficient: 2

Objectifs de la matière :

Compétences visées :

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

Objectifs :

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

Matériels nécessaires :

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

Prérequis : Programmation Python.

Contenu de la matière :

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

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

Chapitre 2 : Programmation et automatisation (04 semaines)

1. Principes d'Automatisation de tâches
 - Bibliothèques Python pour l'automatisation :
 - ✓ Pandas et NumPy.
 - ✓ Os, shutil : manipulation de fichiers et dossiers
 - ✓ Openpyxl ou pandas : travail avec des fichiers Excel ou CSV
 - Définitions et exemples d'automatisation (envoi de mails,...)
2. Manipulation de fichiers avec Python :
 - Utiliser les librairies pour :

- ✓ Parcourir un dossier (os.listdir)
- ✓ Vérifier l'existence d'un fichier ou dossier (os.path.exists)
- ✓ Créer ou supprimer des dossiers (os.mkdir, os.rmdir)
- ✓ Visualiser des données : Matplotlib, Seaborn, Plitly
- ✓ Request pour réagir avec des Interface de Programmation d'Application (API)
- ✓ Beautiful Soup pour le Scraping de données
- ✓ Tkinter, PyQt pour visualiser des données graphiques
- Copier ou déplacer des fichiers avec shutil...
- Recherche, tri et génération de rapports simples.
- Sérialisation et Désérialisation (Utilisation du module pickle).
- Sérialisation d'objets et traitement de fichiers volumineux (streaming).
-

3. Exercices :

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

Chapitre 3 : Apprentissage avancé d'Excel

(02 semaines)

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

Chapitre 4 : Apprentissage de GanttProject

(02 semaines)

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

Chapitre 5 : Programmation orientée objet avancée

(03 semaines)

1. Organisation du code :
 - Fonctions personnalisées, paramètres, valeur de retour.
 - Modules, importations et packages.
2. Structures de données complexes :
 - Listes, tuples et dictionnaires : création, modification, suppression, parcours.
3. Concepts fondamentaux de la Programmation orientée objet (POO) :
 - Classes, objets, attributs et méthodes.
 - Attributs publics, privés et protégés.

4. Méthodes spéciales :
 - **init, str, repr, len.**
5. Concepts avancés :
 - Encapsulation, abstraction, héritage, polymorphisme.
 - Héritage avancé, décorateurs, design patterns, métaclasses.
6. Exercices

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

1. Introduction aux Datasets courants en IA :
 - Iris, MNIST, CIFAR-10, Boston Housing, ImageNet.
2. Prétraitement des données pour le Machine Learning:
 - Nettoyage, normalisation, encodage, séparation des données.
 - Validation croisée (cross-validation).
3. Techniques de Feature Engineering :
 - Sélection, création de caractéristiques, réduction de dimension.
4. Bibliothèques essentielles pour le développement des modèles IA:
 - scikit-learn, TensorFlow, Keras, PyTorch
5. Exercices

Travaux pratiques :

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

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

TP 02 :

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

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

TP 03 :

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

TP 04 :

Organiser une réunion en Ganttproject

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

5. Création du diagramme de Gantt :
 - Visualiser l'ordre du jour
 - Identifier les points clés
6. Suivre l'avancement en temps réel (projection du Diagramme de Gantt)

TP 05 : Structures avancées et organisation du code

(Fonctions personnalisées, dictionnaires, modules et organisation modulaire)

TP 06 : Programmation orientée objet avancée en Python

(Encapsulation, héritage, méthodes spéciales, design patterns simples)

TP 07 : Manipulation de fichiers et analyse de données

(Lecture/écriture de fichiers, traitement de texte, introduction à Pandas et NumPy)

TP 08 : Préparation et traitement de données pour l'intelligence artificielle

(Chargement de datasets IA, nettoyage, transformation, sélection de caractéristiques)

Projet final

Titre : Analyse et visualisation d'un jeu de données + modèle prédictif simple

Compétences mobilisées : Lecture de données, POO, structures avancées, Pandas, Scikit-learn.

(Présentation orale + rapport écrit).

Mode d'évaluation :

examen 60% , CC=40%

Bibliographie

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

Ressources en ligne :

- Documentation officielle Python : docs.python.org
- Exercices Python sur Codecademy : [codecademy.com/learn/learn-python-3](https://www.codecademy.com/learn/learn-python-3)
- W3Schools Python Tutorial : [w3schools.com/python/](https://www.w3schools.com/python/)

III - Programme détaillé par matière du semestre S2

Semestre: 2
Unité d'enseignement : UEF 1.2.1
Matière : Process de transformations des aliments 2 VHS :
45h00 (cours : 1h30, TD : 1h30)
Crédits : 4
Coefficient : 2

Objectifs de l'enseignement :

Viser l'assimilation de la technologie de production des jus de fruits. Les notions liées à l'altération et à la stabilisation des produits finis sont développées, en plus de la problématique liée à la clarification et à la valeur alimentaire des jus et des nectars simples ou coupés (multicomposés).

Connaissances préalables recommandées :

Matières acquises en S1 du M1 relatives à l'UE
 Principe de transformation des aliments
 Biochimie des aliments
 Composition des aliments

Contenu de la matière :

Technologie des boissons : Objectifs du module consiste à assurer un enseignement sur les techniques de production des jus des fruits et légumes et des boissons gazeuses, produits de large consommation.

Jus de fruits : développement et maturation des fruits, Biochimie des jus de fruits : pectines et enzymes pectinolytiques. Polyphénols et tanins, Technologie des jus de fruits : préparation de la matière première, pressage, prétraitements (stabilisation des jus troubles, clarification, désamérisation), traitements de stabilisation (pasteurisation, pascalisation et concentration).

Industrie du sucre : ce module traite d'une part, les différents processus technologiques d'obtention du sucre de la betterave sucrière et de la canne à sucre, en plus des méthodes de raffinage du sucre roux adopté par les industries nationales. D'autre part informer et sensibiliser les consommateurs à propos de l'intérêt du sucre dans l'industrie alimentaire et des différents sucres et édulcorants présents dans le marché et autorisés dans les différents produits alimentaires. **Contenu du module :** A. Cours : 1. Sucrerie de betterave 1. Production et composition de la betterave sucrière 2. Pratique de transformation 1- Pesée et détermination de la teneur en sucre au laboratoire 2- Préparation de la matière première (épierrage, effeuillage et lavage) 3- Extraction de sucre de la betterave - Découpage en cossette - Principe d'extraction du jus par diffusion 4- Epuration du jus de diffusion - Chaulage et préchauffage - Première carbonatation - Filtration du jus de 1ère carbonatation - Seconde carbonatation - Filtration 5- Evaporation du jus sucré - Principe - Evaporateurs à multiples effets 6- Concentration et cristallisation - Principe - Saturation du sirop

Technologie des viandes et produits carnés poisson et Ovoproduits

Problématique de la filière viande 2. Rappel sur la composition et la structure de la viande Généralités sur la matière première Composition et structure de la viande

L'abattage 4. Traitement des sous produits d'abattage : valorisation du 57^{me} quartier 5. Les poissons 6. Traitement par le froid des viandes et poissons : Réfrigération, Congélation, Surgélation 7. Les produits de la 3ème transformation des viandes 8. Les conserves de poissons (Sardines, Thon...)

Mode d'évaluation :

Contrôle Continu : 40%, Examen : 60%.

Références bibliographiques :

AFNOR., 1982. Recueil de normes françaises des produits dérivés des fruits et légumes jus de fruits. Ed. AFNOR, 325 p.

Alper N., Bahçeci K S. et Acar J., 2005. Influence of processing and pasteurization on color values and total phenolic compounds of pomegranate juice. *Journal of Food Processing and Preservation*. 29(5-6), 357–368.

Arthey D. et Ashurst P R.,1996. Fruit Processing.1ère edition, *Springer Science Business Media, B.V.* Dordrecht, 248p.

Bates R P., Morris J R. et Crandall P G., 2001. Principles and practices of small- and medium-scale fruit juice processing. *FAO agricultural services bulletin N°:146*. Rome, 226p.

Teiko M. (2011). La production de jus d'agrumes et l'application des technologies au marché des agrumes frais. Symposium sur les agrumes Chine/FAO 2001La production de jus d'agrumes et l'application des technologies au marché des agrumes frais.

Semestre: 2
Unité d'enseignement: UEF 1.2.1
Matière: Microbiologie Industrielle
VHS: 45h00 (Cours: 1h30, TD: 1h30)
Crédits: 4
Coefficient: 2

Objectifs de l'enseignement:

Cette unité d'enseignement spécialité entend former les étudiants aux enjeux actuels de la microbiologie à la fois dans les domaines fondamental (Ecologie, expression des génomes, physiologie) qu'appliqués (utilisation industrielle des microorganismes, nouveaux outils d'investigation du monde microbien, écologie microbienne). L'enseignement de la microbiologie alimentaire vise à fournir les informations nécessaires concernant les principaux micro-organismes intéressant le domaine agro-alimentaire, à évaluer les qualités sanitaires et hygiéniques des aliments. Sur le plan technologique, il s'agit de montrer aussi les propriétés et les capacités des micro-organismes à produire des substances utiles (Bio-industries).

Connaissances préalables recommandées:

Notions de biochimie

Contenu de la matière:

Comportement des microorganismes dans les aliments : origine et comportement des microorganismes des aliments - conditions de la multiplication des microorganismes dans les aliments - ii- les intoxications alimentaires : les principales causes d'intoxications alimentaires - les intoxications-infection d'origine alimentaire (toxi-infection). iii- les principales flores d'altération des aliments : les bactéries - les levures - les moisissures. iv – les microorganismes et les transformations des aliments : stabilisation du développement - microbien : réfrigération, conservateur. - élimination des microorganismes indésirables : désinfection, pasteurisation, traitements – ionisant. Utilisation des microorganismes utiles. (Bactéries lactiques, acétiques, levures de bière...).

Mode d'évaluation:

Contrôle continue : 40%; Examen 60%.

Références bibliographiques:

- MICROBIOLOGIE Par Lansing M. Prescott, John P. Harley, Donald A. Klein - octobre 2013
Editeur De Boeck Collection Biologie Générale
- DELORME J., ROBERT A. Mycologie médicale. Centre collégial de développement de matériel didactique. Décarie Éditeur inc., Ville Mont-Royal (Québec), 1997
- NATIONAL COMMITTEE FOR CLINICAL LABORATORY STANDARDS. Training Verification for Laboratory Personnel, Approved Guideline, Villanova, Pennsylvania, NCCLS, GP21-A, 1995.
- INSTITUT NATIONAL DE SANTÉ PUBLIQUE DU QUÉBEC. Méthodes de laboratoire en parasitologie intestinale, cahier de stage rédigé par Louise Trudel, mai 2005.
- Traité de microbiologie clinique: A. E. QUEM. J. ALOUF. L. MONTAGNER

Semestre : 2

Unité d'enseignement: UEF 1.2.1

Matière: Propriétés physicochimiques des aliments VHS:

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

Crédits: 4

Coefficient: 2

Objectifs de l'enseignement:

Une propriété physico-chimique d'un aliment correspond à une mesure particulière de l'état de l'aliment à un instant donné et à un endroit donné (Rahman, 2009). Ce module vise à apprendre aux étudiants l'importance des propriétés fonctionnelles des différents constituants alimentaires (protéines, lipides et polysaccharides) et les modifications majeures qui surviennent lors des différentes transformations de texture.

Connaissances préalables recommandées:

Biochimie – Chimie organique – Chimie Physique – Colloïdes - Thermodynamique

Contenu de la matière:

Les principales propriétés physico-chimiques

Propriétés physico-chimiques et qualités des produits biologiques Modélisation

semi-empirique des propriétés physico-chimiques

Grandeurs d'état thermodynamiques aux propriétés physico-chimiques des aliments. Potentiel chimique, activité et coefficient d'activité.

1. Les principales propriétés physico-chimiques
2. Une approche thermodynamique pour prédire les propriétés physico-chimiques
3. Applications aux milieux biologiques
4. Utilisation dans les simulateurs de procédés

Mode d'évaluation:

Contrôle continu: 40%; Examen : 60%.

Références bibliographiques:

- Propriétés physico-chimiques des aliments : Aïchatou Musav Ndob et Malik Melas, consultants André Lebert, Polytech Clermont-Ferrand. Série Modélisation et contrôle des procédés alimentaires coordonnée par Jack Legrand et Gilles Trystram Collection Science et technologie des aliments - 110 pages - Septembre 2015
- Science des aliments : Biochimie Microbiologie - Procédés - Produits (Volume 1 + Volume 2). JEANTET Romain, CROGUENNEC Thomas, SCHUCK Pierre, BRULÉ Gérard Lavoisier (2006).

Analyses Physicochimiques I : Analyses des denrées alimentaires : Ecole Nationale des Sciences Appliquées d'Agadir - NOTES THÉORIQUES - Dr. RACHID SALGHI

Semestre: 2

Unité d'enseignement: UEF 1.2.2

Matière: Opérations unitaires du génie alimentaire 2 VHS:

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

Crédits: 4

Coefficient: 2

Objectifs de l'enseignement:

Il vise à étudier les lois qui régissent l'élimination de l'eau sous toutes ses formes liée ou non aux différents constituants de la matière. Le cours décrit le fonctionnement des procédés d'évaporation sous vide poussé ou modéré, les phénomènes de déshydratation et les modèles liés aux réactions ayant lieu dans les aliments et concernant les différents critères de qualité sont dispensés, la finalité étant l'optimisation des différentes transformations.

Connaissances préalables recommandées:

Connaissance acquises dans la partie 1 de la matière (Opérations unitaires du génie alimentaire 1)

Contenu de la matière:

Lyophilisation :

- techniques industrielles (Lyophilisation sous vide ; lyophilisation avec adsorbants ;
- Cinétique de déshydratation (transfert de matière et de chaleur à l'intérieur et extérieur de la matière)
- Influence des conditions opératoires (pression opératoire, vitesse de congélation,
- qualité des produits (critères de qualité maîtrise de qualité)
- méthode de suivi de la lyophilisation (mesures locales, mesures globales)

Evaporateurs:

- transfert de chaleur dans les évaporateurs
- Evaporateur à simple effet
- Evaporateur à effet multiple

Mode d'évaluation:

Contrôle continu : 40%; Examen 60%.

Références bibliographiques:

- Géville, Georges - Génie des procédés / dir. Georges Grévilot. - Paris : Tec et Doc, 1993. - 256p.
- Jeantet, Romain - Génie des procédés appliqué à l'industrie laitière / Romain Jeantet, Michel Roignant, Gérard Brulé. - Paris : Tec et Doc, 2001. - XI- 164p.
- Loncin, Marcel - Génie industriel alimentaire : aspects fondamentaux / Marcel Loncin. - Paris : Masson, 1991. - 304p
- Simato JD et coll La lyophilisation principe et applications collection A.N.R.T1974
- Palauché B : La lyophilisation dans les industries alimentaires ed C.E.F1975

Semestre: 2

Unité d'enseignement: UEF 1.2.2

Matière: Bioréacteurs

VHS: 22h30 (Cours: 1h30)

Crédits: 2

Coefficient: 1

Objectifs de l'enseignement:

Il vise à décrire les différents bioréacteurs utilisés dans les industries alimentaires, la classification des procédés liés à la biotechnologie, les phénomènes thermodynamiques, les cinétiques biologiques et l'analyse des bilans énergétiques des différents bioréacteurs. Des études de cas et des simulations théoriques sont envisagées.

Connaissances préalables recommandées:

Les UE fondamentales de la Licence ST avec des notions de Mathématiques, thermodynamiques, Cinétiques chimiques, Biochimie et Microbiologie.

Contenu de la matière:

- Introduction générale
- Généralités : Rappel des cinétiques chimique et biologique ; définitions de la vitesse de réaction, l'avancement de réaction, rendement, sélectivité.
- Les réacteurs idéaux : Classification des réacteurs chimiques ; Bilan énergétique et massique dans les réacteurs fermés parfaitement agités, piston et continu parfaitement agité ; association des réacteurs, comparaison des réacteurs continus parfaitement agités et piston.
- Les Réacteurs biologiques : les bioréacteurs fermés, les bioréacteurs continus, les bioréacteurs pistons, assemblage des différents bioréacteurs, critères de choix des bioréacteurs.
- Les réacteurs réels : notions de distribution des temps de séjour (DTS), Détermination expérimentale de la DTS. Modélisation des écoulements dans les réacteurs réels

Mode d'évaluation:

Contrôle continu : Examen 100%.

Références bibliographiques:

- Aiba et al : biochemical engineering academic press 1973
- Leveau, J.Y et Bouix, M : Bio-ingénierie biotechnologie tec et doc 1999
- Loncin N Les opérations unitaires du génie chimique ed Dunod 1961
- Riba J.P : Réacteurs enzymatiques et fermenteurs Techniques de l'ingénieur 1998

Semestre: 2

Unité d'enseignement: UEM1.2

Matière: TP Génie fermentaire et Biotransformation VHS:

45h00 (TP : 3h00)

Crédits: 4

Coefficient: 2

Objectifs de l'enseignement:

-Génie fermentaire : A travers cette matière l'étudiant découvrira le développement de la biotechnologie à travers les cellules microbiennes, il se familiarisera avec les grandes découvertes de la biologie moléculaire qui aujourd'hui ouvre de nouvelles possibilités de production des métabolites d'intérêt alimentaire et industriel.

-Biotransformation : Il vise à faire connaître les spécificités des transformations liées au vivant. Les agents biologiques actifs et leur cinétique d'action sont étudiés. Le cas de la fermentation lactique est particulièrement approfondi étant un indicateur des technologies douces.

Connaissances préalables recommandées:

Biologie- microbiologie - biochimie

Contenu de la matière:

-Génie fermentaire

les micro-organismes des fermentations alimentaires : levures, bactéries lactiques, moisissures; les aliments fermentés: aliments d'origine végétale, aliment d'origine animale (yaourts et fromages) ; bioréacteurs : immobilisation des cellules, comportement des cellules microbiennes, application industrielle

-Biotransformation

Transformations biologiques : agents biologiques, cinétiques de bioconversion (cinétique microbienne, cinétique enzymatique), La fermentation lactique, La fermentation alcoolique, La fermentation acétique, La fermentation butyrique, La fermentation propionique
Aptitudes à la biotransformation des produits végétaux, Biotransformation du lait, Réactions de Maillard, Aspects nutritionnels et diététiques des produits lactofermentés (les prébiotiques et les probiotiques)

Mode d'évaluation :

Contrôle continu : 100%.

Références bibliographiques:

- Biotechnologie : René SCRIBAN — Lavoisier / TecDoc (2009)
- Fermentation en milieu solide (FMS) : Francis DUCHIRON, Estelle COPINET - 2011 Article / Réf : BIO620 v1. Techniques de l'Ingénieur.
- Fabrication de produits alimentaires par fermentation : les ferments - Alain BRANGER - 2004 Article / Réf : F3500v1

Semestre: 2

Unité d'enseignement: UEM1.2

Matière: TP Techniques Microbiologiques VHS:

45h00 (TP: 3h00)

Crédits: 4

Coefficient: 2

Objectifs de l'enseignement:

Il vise à mettre en application les notions de base de la microbiologie alimentaire, à évaluer les qualités sanitaires et hygiéniques d'un aliment par la recherche des micro-organismes d'altération, recherche des levures et moisissures, recherche des micro-organismes de contamination. L'étudiant se familiarisera avec les milieux de culture et les techniques utilisées en microbiologie.

Connaissances préalables recommandées:

Notions de microbiologie

Contenu de la matière :

I - Techniques d'échantillonnage des produits alimentaires ; II- Analyse microbiologique du lait et des produits laitiers ; III- Analyse microbiologique des viandes ; IV- Analyse microbiologique des conserves ; V- Analyse microbiologique d'un plat cuisiné ; VI- Analyse microbiologique des céréales et des légumineuses ; VII- Analyse microbiologique de algues marines alimentaire ; VIII- Analyse microbiologique des eaux.

Mode d'évaluation:

Contrôle Continu : 100%.

Références bibliographiques:

- MANUEL DE TRAVAUX PRATIQUES DE MICROBIOLOGIE:
- Travaux Pratiques De Microbiologie : Louise Laliberté-Robert, Raymond S. Roy 1974 Maloine— 242 pages.
- Travaux pratiques de microbiologie alimentaire : BONNEFOY (2003) –LAVOISIER
- Manuel pratique de microbiologie : P Cécile Hanane - Le Beux— (2014) - 132 Pages

Semestre: 2
Unité d'enseignement: UEM1.2
Matière: Logiciel et simulation numérique
VHS: 15h00 (TP: 1h00)
Crédits: 1
Coefficient: 1

Objectifs de l'enseignement:

Maîtriser les logiciels de calcul assisté par ordinateur pour être opérationnel en situation professionnelle.

Connaissances préalables recommandées:

Notion de statistique et informatiques

Contenu de la matière :

Notions sur l'ensemble des activités d'une entreprise agro-alimentaire autour d'un système informatique. Méthodes directes et méthodes privatives de résolution de systèmes d'amélioration et de contrôle. Assurer une formation et une maîtrise des concepts fondamentaux de la statistique ; des méthodes et des logiciels de statistique et de gestion de données, une partie des exercices sera consacrée à l'apprentissage d'un logiciel de gestion de production en agroalimentaire, logiciels pour la production végétale, logiciels pour l'élevage et logiciels pour la viticulture . Cette activité débouchera sur un projet centré sur la gestion d'un problème de production alimentaire à l'aide d'un logiciel(VIF,MES, ration et autres) ; cela donnera l'occasion d'utiliser les méthodes numériques pour traiter des problèmes dans une structureréelle.

Acquis d'apprentissage

L'objet principal du cours est la présentation et la discussion des méthodes de base pour le traitement critique des résultats d'analyse et la résolution logistique de problèmes industrielle, et notamment pour la résolution et la maîtrise des concepts fondamentaux de la statistique. Modéliser et calculer les contraintes et les déformations dans une structure réelle à l'aide des logiciels spécialisés en agro- alimentaire et en production alimentaire. Outre l'analyse statistique des données numériques , le cours comportera une introduction à l'analyse des erreurs, et à l'évaluation de l'efficacité des logiciels en termes de l'efficacité de résolution. En résumé, on veut comprendre pourquoi et comment les logiciels fonctionnent, quelles en sont les limitations et quelle précision on peut en attendre, ce qui devrait préparer à un usage raisonné des bibliothèques de programmes ou des logiciels destinés aux applications de gestion et de contrôle.

Mode d'évaluation:

Contrôle Continu : 100%.

Références bibliographiques:

- A. Quarteroni, R. Sacco, L. Saleri, Méthodes numériques pour le calcul scientifique.
- V. Ardon. Méthodes numériques et outils logiciels pour la prise en compte des effets capacitifs dans la modélisation CEM de dispositifs d'électronique de puissance.
- A. M. Quarteroni, F. Saleri, P. Gervasio. Calcul Scientifique: Cours, exercices corrigés et illustrations en Matlab et illustration en MATLAB.

Semestre: S2

Unité d'enseignement: 1.2.1

Matière : Eléments d'intelligence artificielle appliquée

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

Crédits: 2

Coefficient: 2

Compétences visées :

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

Objectifs :

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

Prérequis :

Programmation avancée Python

Matériels nécessaires :

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

Contenu de la matière :

Chapitre 1 : Introduction à l'intelligence artificielle l'IA

(01 semaine)

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

Chapitre 2 : Mathématiques de base pour l'IA

(01 semaine)

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

Chapitre 3 : Apprentissage automatique (Machine Learning)

(03 semaines)

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

- Supervisé
- **Non** supervisé
- **Par** renforcement (*aperçu*)

4. Exercices :

- Approfondir les notions vues au cours
-

Chapitre 4 : Classification supervisée (3 semaines)

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

Chapitre 5 : Apprentissage non supervisé

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

Chapitre 6 : Les réseaux de neurones

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

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

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

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

Travaux pratiques :

TP 01 : Initialisation

TP 02 :

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

TP 03 :

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

TP 04 :

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

TP 05 :

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

TP 06 :

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

Mode d'évaluation :

examen 60% , CC=40%

Bibliographie :

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

Semestre: 2

Unité d'enseignement: UED 1.2

Matière: Introduction aux biotechnologies VHS:

22h30 (Cours: 1h30)

Crédits: 1

Coefficient: 1

Objectifs de l'enseignement:

A travers cette matière l'étudiant découvrira le développement de la biotechnologie à travers les cellules microbiennes, il se familiarisera avec les grandes découvertes de la biologie moléculaire qui aujourd'hui ouvre de nouvelles possibilités de production des métabolites d'intérêt alimentaire et industriel.

Connaissances préalables recommandées:

Microbiologie, biochimie, éléments de Génie des procédés alimentaires

Contenu de la matière:

Introduction et définitions

Généralité sur le génie microbiologique.

Cinétique des micro-organismes.

Conduite d'une fermentation.

Notions de génie enzymatique.

Rappels de biocatalyse.

Intérêt des biocatalyseurs dans les industries agricoles alimentaires (IAA).

Perspectives de la biotechnologie nouvelle

Utilisation des organismes génétiquement modifiés (OGM) dans les produits et denrées alimentaires Etat actuel de la production Évaluation des risques et des avantages des OGM

Mode d'évaluation:

Examen: 100 %.

Références bibliographiques:

- Microbiologie alimentaire. 2, Aliments fermentés et fermentations alimentaires / coordonnateurs C.M. Bourgeois, J.P. Larpent. - 2e éd.. - Paris : Tec et Doc : APRIA, 1996. - XX-523p.
- Microbiologie et industrie alimentaire tome 3. - Paris : Association pour la promotion industrie agriculture, 1979. -162p.
- J.V Leveau et M. Bouix, microbiologie industrielle, les micro-organismes d'intérêt industriel. édition Tech et doc, 1993.611p
- J. Rivière, les applications industrielles de la microbiologie, édition Masson, 1975,203p

Semestre : 2

Unité d'enseignement : UET 1.2

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

VHS : 22h30 (Cours : 1h30)

Crédit : 1

Coefficient : 1

Objectifs de l'enseignement:

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

Connaissances préalables recommandées :

Ethique et déontologie (les fondements)

Contenu de la matière :

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

1. Rappel sur la Charte de l'éthique et de la déontologie du MESRS : Intégrité et honnêteté. Liberté académique. Respect mutuel. Exigence de vérité scientifique, Objectivité et esprit critique. Equité. Droits et obligations de l'étudiant, de l'enseignant, du personnel administratif et technique,

2. Recherche intègre et responsable

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

3. Ethique et déontologie dans le monde du travail :

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

B- Propriété intellectuelle

I- Fondamentaux de la propriété intellectuelle

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

II- Droit d'auteur

1. Droit d'auteur dans l'environnement numérique

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

logiciels libres.

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

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

3. Brevet

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

III- Protection et valorisation de la propriété intellectuelle

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

C. Ethique, développement durable et nouvelles technologies

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

Mode d'évaluation : Examen 100%

Références bibliographiques:

1. Charte d'éthique et de déontologie universitaires,
<https://www.mesrs.dz/documents/12221/26200/Charte+fran+ais+d+f.pdf/50d6de61-aabd-4829-84b3-8302b790bdce>
2. Arrêtés N°933 du 28 Juillet 2016 fixant les règles relatives à la prévention et la lutte contre le plagiat
3. L'abcedudroitd'auteur,organisationdesnationsuniespourl'éducation,lascienceetlaculture (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. Dalloz2003.
14. Wagret F. et J-M., Brevet d'invention, marques et propriété industrielle. PUF2001
15. Dekermadec, Y., Innover grâce au brevet: une révolution avec internet. Insep1999
16. AEUTBM.L'ingénieur au cœur de l'innovation.Université de technologie Belfort-Montbéliard
17. Fanny Rinck et Léda Mansour, littératie à l'ère du numérique : le copier-coller chez les étudiants, Université Grenoble 3 et Université Paris-Ouest Nanterre la Défense Nanterre, France
18. Didier DUGUEST IEMN, Citer ses sources, IAE Nantes2008
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. Lesitedel'OrganisationMondialede la PropriétéIntellectuellewww.wipo.int
24. <http://www.app.asso.fr/>

Programmes du semestre 3

A completer

Semestre : 3
Unité d'enseignement : UET 2.1
Matière 2 : Chemical reverse engineering
VHS : 67 h30 (Cours : 1h30, TD et ou TP : 1h30)
Crédits : 2
Coefficient : 2

Objectifs de l'enseignement :

Former l'étudiant en :

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

Connaissances préalables recommandées :

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

Contenu de la matière :

Chapitre1 Introduction à la rétro-ingénierie chimique

1.1 Historique, enjeux légaux et éthiques du RE,

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

1.2 Méthodes et utilisation

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

1.3 Domaines d'utilisation

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

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

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

Chapitre2 Méthodologie générale

2.1 Pyramide inversée

- 2.1.1 Analyse globale du produit : Evaluation documentaire du mélange à déformuler,
- 2.1.2 Analyse superficielle du mélange : solubilité, réactivité chimique, présence de charge, nombre de composés formant le mélange, taille des molécules
- 2.1.3 Analyse spécifique de chacun des composés à déformuler : isoler les différentes espèces puis les identifier et les qualifier par des techniques de chromatographie, RMN, analyse élémentaire (MEB, EDX...)
- 2.1.4 Quantification des espèces isolées (chromatographies, RMN, Techniques gravimétriques)
- 2.1.5 Exemples d'applications : Ingénierie inverse de résines époxy, résines formo-phénoliques, peintures, shampoings, dispositifs médicaux, etc.

Chapitre 3 Processus de rétroingénierie

3.1 Hypothèse sur le procédé de fabrication

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

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

3.2 Modélisation et simulation

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

3.3 Reproduction expérimentale

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

3.4 Optimisation

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

Chapitre 4 Techniques de développement de formes pharmaceutiques génériques

4.1. Recherche et formulation :

4.2. Essais de bioéquivalence :

Bioéquivalence des médicaments génériques avec le médicament de référence,

4.3. Études toxicologiques, pharmacologiques et cliniques :

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

4.5. Contrôle de la qualité :

Chapitre 5 Techniques de développement de polymères

5.1 Acquisition et préparation de l'échantillon

- Acquisition : matière première ou prototype

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

5.2. Analyses et Caractérisation (physiques et chimiques)

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

5.3. Formulation et Reconstruction:

- Appréhender la composition :
- Reproduire le processus :

5.4. Validation et optimisation :

- Essais et validation :
- Optimisation :

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

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

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

Chapitre 6 Rétro ingénierie d'un détergent liquide commercial

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

Étape 2 : Analyse physico-chimique :

- Identification des tensioactifs
- Identification des polymères ou additifs.

Étape 3 : Composants identifiés :

- Dosage des composants

Étape 4 : Hypothèse sur la formulation

Étape 5 : Reconstitution du procédé

Reconstitution du processus probable :

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

Étape 6 : Essais en labo

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

Étape 7 : Ajustements et tests

Évaluer les performances : pouvoir nettoyant, stabilité, coût.

Étape 8 : Formulation finale

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

Remarques :

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

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

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

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

7.1 Caractéristiques d'une huile moteur à analyser

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

7.2 Étapes de rétroingénierie

1. Préparation de l'échantillon

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

2. Analyses physico-chimiques

Analyse Viscosité cinématique

Indice de viscosité (VI)

Point d'éclair / Point de congélation

Analyses Spectrométriques (ICP-AES, FTIR / GC-MS ...)

3. Composition typique identifiée

Composant

Base API Groupe III ou IV

ZDDP (zinc dialkyldithiophosphate)

Calcium / Magnésium

Phosphore

Polymères modificateurs de viscosité

Dispersants (borés, succinimides)

Inhibiteurs de corrosion

4. Reconstitution en formulation

5. Tests de validation

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

Résultat final

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

Remarques

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

Mode d'évaluation :

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

Références bibliographiques :

- **Jacques Villermaux**, *Génie de la réaction chimique : conception et fonctionnement des réacteurs*, Éditions Tec & Doc, 1993.
- **Daniel Schweich**, *Génie de la réaction chimique*, Éditions Tec & Doc, 2001.
- **Gilbert F. Froment & Kenneth B. Bischoff**, *Chemical Reactor Analysis and Design*, Wiley, 2010.
- **Searson, D. P., Willis, M. J., & Wright, A.**, *Reverse Engineering Chemical Reaction Networks from Time Series Data*, 2014.
- **Marote, P., Martin, M., Bonhomme, A., Lantéri, P., & Clément, Y.**, *Artificial Intelligence for Reverse Engineering: Application to Detergents Using Raman Spectroscopy*, 2023.
- **Techniques de l'Ingénieur**, *Procédés chimiques : Dossier complet*.