

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE

**MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR
ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE**

AMENDEMENTS

OFFRE DE FORMATION MASTER

ACADEMIQUE

(Après harmonisation)

Etablissement	Faculté / Institut	Département
Université A. Mira-Béjaia	Sciences de la Nature et de la Vie	Biotechnologies

Domaine : Sciences de la Nature et de la Vie

Filière : Biotechnologies

Spécialité : Biotechnologie Microbienne

Année universitaire : Année universitaire : 2025/2026

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية

وزارة التعليم العالي والبحث العلمي

تعديل عرض تكوين ماستر أكاديمي (قبل المواءمة / بعد المواءمة)

القسم	الكلية/ المعهد	المؤسسة
بيوتكنولوجيا	علوم الطبيعية و الحياة	جامعة بجاية

الميدان : علوم الطبيعة والحياة

الشعبة : بيوتكنولوجيا

التخصص : بيوتكنولوجيا الميكروبات

السنة الجامعية: 2025-2026

SOMMAIRE

I - Fiche d'identité de la licence -----	4
1 - Localisation de la formation-----	5
2 - Partenaires extérieurs-----	5
3 - Contexte et objectifs de la formation-----	6
A - Organisation générale de la formation : position du projet-----	6
B - Objectifs de la formation -----	7
C – Profils et compétences visés-----	7
D - Potentialités régionales et nationales d'employabilité-----	7
E - Passerelles vers les autres spécialités-----	8
F - Indicateurs de performance attendus de la formation-----	8
4 - Moyens humains disponibles-----	9
A - Capacité d'encadrement-----	9
B - Équipe pédagogique interne mobilisée pour la spécialité-----	9
C - Équipe pédagogique externe mobilisée pour la spécialité-----	11
D - Synthèse globale des ressources humaines mobilisées pour la spécialité-----	12
5 - Moyens matériels spécifiques à la spécialité-----	13
A - Laboratoires Pédagogiques et Equipements-----	13
B - Terrains de stage et formations en entreprise-----	15
C – Documentation disponible au niveau de l'établissement spécifique à la formation proposée-----	15
D - Espaces de travaux personnels et TIC disponibles au niveau du département, de l'institut et de la faculté-----	16
II - Fiches d'organisation semestrielle des enseignements de la spécialité (S5 et S6) ---	22
- Semestre 5-----	23
- Semestre 6-----	24
- Récapitulatif global de la formation-----	25
III - Programme détaillé par matière des semestres S5 et S6 -----	26
IV – Accords / conventions -----	
VI – Curriculum Vitae succinct de l'équipe pédagogique mobilisée pour la spécialité ---	47
VI - Avis et Visas des organes administratifs et consultatifs -----	63
VII – Avis et Visa de la Conférence Régionale -----	64
VIII – Avis et Visa du Comité Pédagogique National de Domaine (CPND) -----	64

I – Fiche d'identité du Master

1 - Localisation de la formation :

Faculté (ou Institut) : Sciences de la Nature et de la Vie

Département : Biotechnologie

2- Partenaires extérieurs: (Champ obligatoire)

- Autres établissements partenaires :

* CRBT de Constantine

- Entreprises et autres partenaires socio-économiques :

* ITAF de Sidi-Aïch

* INRAA de Oued Ghir

* Parc National de Gouraya

* Parc National du Djurdjura

* Conservation des forêts de Bejaia

* Cevital

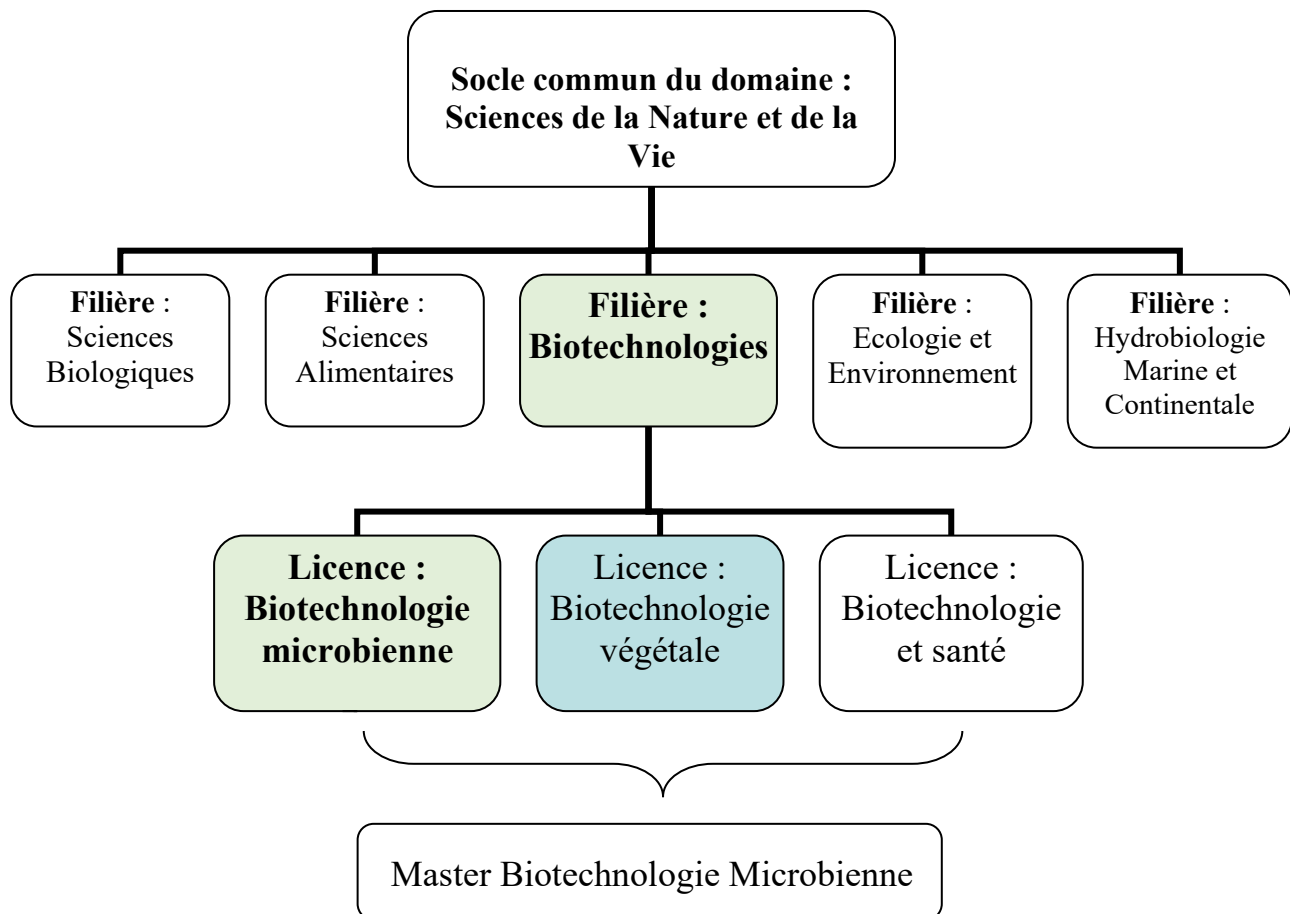
* Candia

* Soummam

- Partenaires internationaux :

3 – Contexte et objectifs de la formation

A – Organisation générale de la formation : position du projet



B - Objectifs de la formation

Le terme « biotechnologie », a été inventé par Karl Ereky en 1919 pour décrire l'interaction entre la biologie et la technologie. La Biotechnologie peut être définie de plusieurs manières selon la FAO il s'agit de l'utilisation de procédés biologiques ou d'organismes vivants pour la production de matières et de services bénéfiques à l'humanité. La biotechnologie implique l'utilisation de techniques qui augmentent la valeur économique des végétaux et des animaux et développent des microorganismes afin d'agir dans l'environnement ». « La biotechnologie implique la manipulation, sur des bases scientifiques, d'organismes vivants, particulièrement à l'échelle génétique, afin de produire des nouveaux produits tels que les hormones, les vaccins, les anticorps monoclonaux, etc. La biotechnologie microbienne est l'une des différentes branches de la biotechnologie, elle utilise les microorganismes (bactéries et champignons principalement) ou les molécules synthétisées par ces derniers.

La biotechnologie microbienne est un champ multidisciplinaire où coexistent la science et la technologie. Parmi les sciences englobées par la biotechnologie, citons la biologie moléculaire, la génétique bactérienne, la biochimie, l'enzymologie, etc. Parmi les technologies, signalons le génie génétique, les fermentations, le génie des procédés, etc. La licence de Biotechnologie Microbienne proposée ici, traite les différents aspects fondamentaux de la biotechnologie et de la microbiologie, les techniques de bio-production de purification de molécules issues de la culture de microorganisme. À l'issue de ce parcours de Licence, les étudiants pourront poursuivre des études dans différents masters, tel que "Biotechnologie microbienne" à l'université A/MIRA de Béjaia, ou bien dans d'autres Masters dans une autre université.

C – Profils et compétences visées :

La formation vise à développer des connaissances fondamentales en Microbiologie appliquées à la Biotechnologie, l'étudiant disposera d'un savoir-faire qui lui permettra de :

- Maîtriser les manipulations en conditions stériles de microorganismes
- Identification des microorganismes et taxonomie
- Analyser les génotypes/phénotypes de microorganismes
- Maîtriser les techniques courantes de laboratoire et d'analyse des macromolécules.
- Mener des cultures de microorganismes pour des fins de bio production

D – Potentialités régionales et nationales d'employabilité :

La formation en biotechnologie donne accès à différents domaines (pharmaceutique, biomédical, biotechnologique, agroalimentaire, environnemental) ainsi qu'à des environnements de travail très diversifiés :

- Laboratoire de Recherche des Universités, Centres de Recherche- Développement.
- Laboratoires d'Analyse Hospitalo-universitaires (analyste en Laboratoires d'Analyses Biologiques).
- Laboratoires de Bio-Industries (les domaines pharmaceutique, agroalimentaire, clinique, biomédical ou environnemental).
- Laboratoires de Contrôle de qualité.
-

E – Passerelles vers d'autres spécialités

Toutes les spécialités de la filière

F – Indicateurs de suivi de la formation

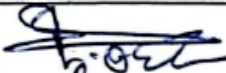

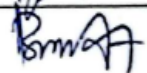

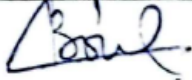




L'équipe d'encadrement de la formation est composée d'enseignants spécialistes en la matière pour veiller au bon déroulement de la formation.




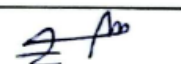


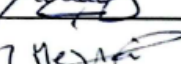



- Une évaluation continue des étudiants, un accompagnement permanent durant le parcours de formation.
- Rédaction d'un manuscrit scientifique et soutenance finale devant une commission de jury.
- L'estimation du nombre de diplômés par rapport au total d'étudiants inscrits.

G – Capacité d'encadrement : 25 étudiants

4 – Moyens humains disponibles

C : Équipe pédagogique externe mobilisée pour la spécialité : (à renseigner et faire viser par la faculté ou l'institut)

Nom, prénom	Diplôme graduation	Diplôme de spécialité (Magister, doctorat)	Grade	Émargement
BARACHE Nacim	Master 2 en Microbiologie Alimentaire et Santé	Doctorat en Microbiologie Appliquée	MCA	
BETTACHE Azzeddine	Master en microbiologie appliquée au génie biologique	Microbiologie appliquée	Pr	
BELHADI Djellali	DES microbiologie	Doctorat en Microbiologie	MCA	
BOUDJOUAN Fares	Master en Physique des matériaux et Nanocomposites	Doctorat en physique des matériaux et Nanocomposites	MCA	
BOULKOUANE Ferroudj	DES en mathématiques	Doctorat en mathématiques	MCB	
KERNOU Ourdia-Nouara	Ingénieur	Doctorat	MAB	
LAINCER EPSE MERDJANE Firdousse	Ingéniorat en génie biologique	Doctorat en microbiologie appliquée	MCA	
MESKI Samira	Ingénieur en Génie des Procédés, Option : Génie Chimique	Doctorat Science en Génie des Procédés, Option : Génie Chimique	MCA	
NOURI Hamid	Ingéniorat en génie biologique Master Interactions hôte- agents infectieux	Doctorat Génétique et biologie moléculaire	MCA	

Nom, prénom	Diplôme graduation	Diplôme de spécialité (Magister, doctorat)	Grade	Émargement
ADJEROUD NAWEL	DES en Microbiologie	Doctorat Sciences alimentaires	MCA	
BOUREBABA Yasmina	Master en microbiologie appliqué à l'agro-alimentaire, au biomédicale et à l'environnement	Doctorat en microbiologie appliqué	MCA	
Djemaâ née LAIB Yasmina	DES en biochimie	Magister en biochimie appliquée	MAA	
IKHLOUFI Malika	DES Chimie	Magister chimie –physique	MAA	
KESSAD Nadjat	DES en Chimie	Magister en Chimie Appliquée	MAA	
KHEYAR Naoual	DES Biochimie	Doctorat Biochimie	MCA	
KOUACHI Kahina	DES - CHIMIE	Doctorat	Professeur	
MEZIANI Saida	DES Biologie Animale	Doctorat en Microbiologie Appliquée	MCA	
NABET Nacim	Ingéniorat en biologie spécialité contrôle de qualité et analyses	Doctorat Sciences alimentaires	MCA	
SLIMANI Sakina	Contrôle de Qualité des Aliments	Sciences alimentaires	MAA	
TETILI FATIHA	DES en Microbiologie	Magister et doctorat en microbiologie appliquée	MCB	

5 – Moyens matériels spécifiques à la spécialité

A- Laboratoires Pédagogiques et Équipements : Fiche des équipements pédagogiques existants pour les TP de la formation envisagée

Intitulé du laboratoire : laboratoire de biotechnologie

Capacité en étudiants : 30

N°	Intitulé de l'équipement	Nombre	Observations
01	Hôte à flux laminaire		
02	Etuve	02	
03	Bain marié	01	
04	Balance	01	
05	pH mètre	01	
06	Centrifugeuse	02	
07	Plaque chauffante avec agitation	01	
08	Agitateur vortex	01	
09	Microscope photonique	02	
10	Loupes binoculaires	02	
11	Verrerie		
12	Réfrigérateur	01	
13	Congélateur	01	

Intitulé du laboratoire : Laboratoire de Biologie et Physiologie Végétale

Capacité en étudiants : 30

N°	Intitulé de l'équipement	Nombre	Observations
01	Spectrophotomètre uv/visible	01	
02	Etuve	01	
03	Bain marié	01	
04	Balance	01	
05	Microscope photonique	30	
06	Loupes binoculaires	10	
07	Plaque chauffante avec agitation	01	
08	Etuve	01	
09	Centrifugeuse	01	
10	Réfrigérateur	01	
11	Verrerie		

Intitulé du laboratoire : Laboratoire de Pédologie

Capacité en étudiants : 30

N°	Intitulé de l'équipement	Nombre	Observations
01	Spectrophotomètre uv/visible	01	
02	Spectrophotomètre à flamme	01	
03	Appareil de Kjeldahl	01	
04	Conductimètre	01	
05	Bain marie	01	
06	Balance	01	
07	pH mètre	01	
08	Etuve	02	
09	Plaque chauffante avec agitation	02	
10	Agitateur vortex	01	
11	Calcimètre de bernard	01	
12	Bain de sable	01	
13	Verrerie		
14	Réfrigérateur	01	

Intitulé du laboratoire : Laboratoire d'Ecologie végétale

Capacité en étudiants : 30

N°	Intitulé de l'équipement	Nombre	Observations
01	Etuve	02	
02	Bain marié	01	
03	Balance	01	
04	pH mètre	01	
05	Centrifugeuse	02	
06	Plaque chauffante avec agitation	01	
07	Agitateur vortex	01	
08	Microscope photonique	02	
09	Loupes binoculaires	02	
10	Verrerie		
11	Réfrigérateur	01	
12	Congélateur	01	
13	Phytotron	01	

B- Terrains de stage et formations en entreprise (voir rubrique accords / conventions) :
(Champ obligatoire)

Lieu du stage	Nombre d'étudiants	Durée du stage

C- Documentation disponible au niveau de l'établissement spécifique à la formation proposée :

L'université A. Mira de Béjaïa dispose d'une bibliothèque centrale très riche en documents dans la spécialité demandée (environ 1000 références relatives à l'Ecologie, Biologie végétale, Pollution, Agriculture conventionnelle et agriculture durable, Environnement, génétique et Biologie moléculaire).

Le fond de la bibliothèque universitaire de Béjaïa est constitué de :

- 27795 titres et 103022 exemplaires
- 244 revues
- 316 thèses
- 2711 mémoires
- 400 CD ROM

Les tronc communs sont bien dotés (physique, chimie, mathématiques, informatique) avec environ 5600 titres.

Pour les Sciences biologiques, la bibliothèque dispose d'environ 4000 titres dont :

- 1505 titres pour le tronc commun ou licence
- 1650 titres pour les spécialités, répartis dans les rubriques de tronc commun et de spécialités suivantes : Biologie générale, biologie animale, biologie végétale, botanique, biochimie, microbiologie, cytologie histologie, biologie moléculaire, génétique, immunologie, biophysique, biologie du développement, biomathématique, bioinformatique, sciences alimentaires, biotechnologies, océanographie, géologie, écologie

D- Espaces de travaux personnels et TIC disponibles au niveau du département et de la faculté :

Une bibliothèque de la faculté des sciences de la nature et de la vie de 250 places.

L'université A. Mira de Béjaïa dispose également d'un centre audiovisuel situé dans un auditorium de 500 places, doté de tous les équipements modernes d'audiovisuelle : climatisation, sonorisation, grand écran, rétroprojecteurs vidéo, data show, caméra, labo photo ...

Par ailleurs l'université dispose d'un centre de calcul accessible aux enseignants et aux étudiants offrant toutes les commodités de travail et connexion internet, ainsi que d'un réseau intranet de 800 prises fonctionnel depuis 2002.

II – Fiche d’organisation semestrielle des enseignements (S1, S2, S3, S4)

Semestre 01

Unité d'Enseignement	VHS	VH hebdomadaire				Coeff	Crédits	Mode d'évaluation	
	15 semaines	Cours	TD	TP	Travail personnel			Continu	Examen
UE fondamentales									
UEF1						09	18		
Matière 1 : Physiologie de la cellule bactérienne	67h30	03h00	-	01h00	82h30	03	06	40%	60%
Matière 2 : Microorganismes d'intérêt industriel	67h30	03h00	-	01h30	82h30	03	06	40%	60%
Matière 3 : Génie Biochimique	67h30	03h00	01h30	-	82h30	03	06	40%	60%
UE méthodologies									
UEM1						05	09		
Matière 1 : Analyse de données en biologie	60h00	03h00	01h00	-	65h00	03	05	40%	60%
Matière 2 : Chimie analytique	45h00	01h30	01h30	-	55h00	02	04	40%	60%
UE découvertes									
UED1						02	02		
Matière 1 : Bioinformatique	22h30	01h00	-	00h30	02h30	01	01	40%	60%
Matière 2 : Logiciels libres et open source	22h30	00h30	-	01h00	02h30	01	01	40%	60%
UE transversales									
UET1						01	01		
Matière 1 : Communication	22h30	01h30	-	-	02h30	01	01	-	100%
Total Semestre 01	375h	16h30	04h30	04h00	375h	17	30		

Semestre 02

Unité d'Enseignement	VHS	VH hebdomadaire				Coeff	Crédits	Mode d'évaluation	
	15 semaines	Cours	TD	TP	Travail personnel			Continu	Examen
UE fondamentales									
UEF1						09	18		
Matière 1 : Opérations unitaires	67h30	03h00	01h30	-	82h30	03	06	40%	60%
Matière 2 : Transfert de chaleur et thermodynamique	67h30	03h00	01h30	-	82h30	03	06	40%	60%
Matière 3 : Bioréacteurs	67h30	03h00	01h30	-	82h30	03	06	40%	60%
UE méthodologies									
UEM1						05	09		
Matière 1 : Analyse microbiologique et démarche qualité	60h00	03h00	-	01h00	65h00	03	05	40%	60%
Matière 2 : Génie enzymatique	45h00	01h30	-	01h30	55h00	02	04	40%	60%
UE découvertes									
UED1						02	02		
Matière 1 : Technologie des Industries Agro-Alimentaires	22h30	01h30	-	-	02h30	01	01	-	100%
Matière 2 : Programmation Informatique appliquée aux sciences et technologie	22h30	00h30	-	01h00	02h30	01	01	40%	60%
UE transversales									
UET1						01	01		
Matière 1 : Législation, éthique et déontologie	22h30	01h30	-	-	02h30	01	01	-	100%
Total Semestre 02	375h	17h00	04h30	03h30	375h	17	30		

Semestre 03

Unité d'Enseignement	VHS	VH hebdomadaire				Coeff	Crédits	Mode d'évaluation	
	15 semaines	Cours	TD	TP	Travail personnel			Continu	Examen
UE fondamentales									
UEF1						09	18		
Matière 1 : Mécanique des fluides	67h30	03h00	01h30	-	82h30	03	06	40%	60%
Matière 2 : Valorisation des résidus agroindustriels	67h30	03h00	-	01h30	82h30	03	06	40%	60%
Matière 3 : Substances bioactives	67h30	03h00	-	01h30	82h30	03	06	40%	60%
UE méthodologies									
UEM1						05	09		
Matière 1 : Plan d'expériences	60h00	03h00	-	01h00	65h00	03	05	40%	60%
Matière 2 : Techniques Avancée en Biologie Moléculaire	45h00	01h30	01h30		55h00	02	04	40%	60%
UE découvertes									
UED1						02	02		
Matière 1 : Toxicologie industrielle	22h30	01h30	-	-	02h30	01	01		100%
Matière 2 : l'IA appliquée aux sciences et technologie	22h30	00h30	-	01h00	02h30	01	01	40%	60%
UE transversales									
UET1						01	01		
Matière 1 : Création d'une entreprise économique	22h30	01h30	-	-	02h30	01	01	-	100%
Total Semestre 03	375h	17h00	03h00	05h00	375h	17	30		

Semestre 4 :

Stage en entreprise sanctionné par un mémoire et une soutenance.

	VHS	Coeff	Crédits
Travail Personnel/ Bibliographie et rédaction	250	7	10
Stage en entreprise/Laboratoire	250	5	10
Séminaires (Présentation par affichage du projet de mémoire) / Soutenance	250	5	10
Autre (préciser)	-	-	-
Total Semestre 4	750	17	30

Récapitulatif global de la formation : (indiquer le VH global séparé en cours, TD, TP... pour les 06 semestres d'enseignement, pour les différents types d'UE)

VH \ UE	UEF	UEM	UED	UET	S4	Total
Cours	405	202,5	82,5	67,5		757,5
TD	112,5	60	0	0		172,5
TP	90	52,5	52,5	0		195
Travail Personnel	1492,5	360	15	7,5	750	1875
Autres	-	-	-	-		
Total	2100	675	150	75	-	3000h00
Crédits	72	36	8	4	-	120
% en crédits pour chaque UE	60	30	6,67	3,33	-	100,00

III - Programme détaillé par matière des semestres S1, S2 et S3

Programme détaillé des enseignements du semestre 1 (S1)
Master académique
Spécialité : Biotechnologie microbienne (Filière : Biotechnologie)

Intitulé de la matière : Physiologie de la cellule bactérienne **Semestre :** 1 **Type :** UEF
VHS : 67h30 **VHH :** 04h30 **Cours :** 03h00 **TP :** 01h00
VHS travail personnel : 82h30 **Coefficient :** 03 **Crédit :** 06

Objectifs de l'enseignement

Ce module a pour objectif de permettre aux étudiants d'acquérir une compréhension approfondie des mécanismes physiologiques qui régulent le fonctionnement de la cellule bactérienne, notamment sa capacité à détecter, s'adapter, survivre et se développer dans des environnements variés, qu'ils soient favorables ou stressants. Une attention particulière sera portée aux réponses cellulaires face aux variations de facteurs abiotiques (température, pH, disponibilité en nutriments) et biotiques (présence d'agents antimicrobiens ou d'autres microorganismes). Le module abordera également les stratégies collectives d'adaptation, en particulier la formation de biofilms, qui constitue un mode de vie essentiel pour la survie des bactéries dans des conditions hostiles.

Connaissances préalables recommandées

Les étudiants doivent avoir des connaissances en microbiologie générale en biochimie et génétique microbiennes.

Contenu de la matière

Cours : 45h00

Chapitre I : Membranes bactériennes et systèmes de sécrétion (10h00)

- Structure de la membrane cytoplasmique
- Fonctions essentielles (transport, énergie, barrière sélective)
- Systèmes de sécrétion chez les bactéries (types I à IX)
- Rôle des systèmes de sécrétion dans l'interaction avec l'environnement et les hôtes

Chapitre II : Influence de l'environnement sur la croissance bactérienne et mécanismes de réponse au stress (20h00)

- Réponse au stress thermique
- Réponse au stress osmotique
- Réponse au stress oxydatif
- Réponse au stress acide
- Réponse à la carence en éléments nutritifs (Azote, Phosphate, Fer, Carbone)
- La réponse stringente (ppGpp, adaptation à la famine)
- Chimiotactisme (perception et déplacement vers/loin de stimuli)
- Structure et différenciation cellulaire
- Formation de la spore chez *Bacillus subtilis*
- Formation de mycélium aérien chez *Streptomyces*

Chapitre III : Biofilm bactérien (15h00)

- Étapes de formation
- Structure et composition
- Rôle du quorum sensing
- Avantages et résistances associées au biofilm

Travaux pratiques : 15h00

- 1-Standardisation d'inoculum bactérien (5h00)
- 2-Survie des bactéries à différents stress (5h00)
- 3-Propriétés de surface et formation de biofilm (5h00)

Travail personnel de l'étudiant : 82h30

Exposés ou toute autre activité pédagogique en rapport sur les applications des enseignements de cette matière, jugée par l'équipe de formation comme étant susceptible de susciter l'intérêt de nos étudiants pour cette discipline.

Mode d'évaluation

Examen semestriel en présentiel (60%).

- **Évaluation continue (CC) (40%)** sous forme d'au moins 3 composantes : interrogations écrites, devoirs à domicile, travail personnel, exposés, tests, comptes rendus, etc. Deux des trois composantes doivent se dérouler impérativement en présentiel. La nature des 3 composantes et leurs pondérations sont laissées à l'appréciation de l'équipe pédagogique.

Références bibliographiques

- 1) Madigan, M. T., Bender, K. S., Buckley, D. H., Sattley, W. M., & Stahl, D. A. (2021). *Brock Biology of Microorganisms* (16e éd.). Pearson.
- 2) Neidhardt, F. C. (1996). *Escherichia coli and Salmonella: Cellular and Molecular Biology* (2e éd.). ASM Press.
- 3) Schaechter, M. (2006). *Physiology of the Bacterial Cell: A Molecular Approach*. Sinauer Associates.
- 4) Poole, R. K. (2006). *Bacterial Physiology and Metabolism*. Cambridge University Press.
- 5) Madigan, M. T., & Martinko, J. M. (2005). *Biologie des Micro-organismes* (11e éd.). Pearson Éducation.

Intitulé de la matière : Microorganismes d'intérêt industriels **Semestre :** 1 **Type :** UEF
VHS : 67h30 **VHH :** 04h30 **Cours :** 03h00 **TP :** 01h30
VHS travail personnel : 82h30 **Coefficient :** 03 **Crédit :** 06

Objectifs de l'enseignement

Acquisition de connaissance sur la bioproduction industrielle par voie microbienne.

Connaissances préalables recommandées

Microbiologie générale, Microbiologie industrielle

Contenu de la matière

Cours : 45h00

Introduction

Rappels sur les composantes d'une production industrielle par voie microbienne ainsi que les classes de métabolites

Chapitre I : les biomasses microbiennes (10h30)

1 : les protéines d'organismes unicellulaires

1.1 : choix et critères de sélections des souches : qualités nutritionnelles, technologiques, rendements, productivité, toxicité

1.2 : les bactéries et les levures aliments : avantages et inconvénients

2 : les protéines d'origines fongiques : les mycoprotéines

Définition, composition qualité nutritionnelles

Exemple de mycoprotéines commercialisée : le quorun

Souches utilisées (genre : fusarium)

Procédés de fabrication, traitement de réduction des acides nucléiques

3 : les algues microscopiques alimentaires : les spirulines

Définition, les cyanobactéries, qualités nutritionnelles et autres

Fabrication artisanale et industrielle, fabrication en milieu contrôlé : le photobioréacteur

Autres applications des algues : colorants, acides gras essentiels, lipides pour biodiesel, etc.

Chapitre II : les métabolites microbiens (13h30)

1 : généralités sur les métabolites

Les différentes classes, les métabolites primaires secondaires, les métabolites, endocellulaires, exocellulaires

2 : les enzymes industrielles :

Les différentes classes d'enzymes et leurs applications industrielles :

Isolement et sélection de souches productrices d'enzymes (amylases, protéases, présures, lipases, cellulases, etc.

Techniques de mises en évidence et de mesure des activités enzymatique

Les critères de sélection : température et ph et cas particulier des extrêmozymes produites par les archaee et les bactéries extrêmophiles)

3 : les antibiotiques :

3.1 : généralités sur les microorganismes producteurs d'antibiotiques

3.2 : les actinobactéries, microorganismes d'intérêt industriels

Historique, écologie,

Critères d'identification : chimiotaxonomie, taxonomie numérique, critères moléculaires

Isolement et sélection de souches productrices d'antibiotiques

3.3 : les champignons et les antibiotiques : cas de *Penicilium crysogenum* et de la pénicilline G

Chapitre III : les microorganismes et les substrats carbonés industriels (10h30)

Les substrats primaires conventionnels (saccharose, amidon, lactose et les résidus agro industriels) ; les substrats non conventionnels (méthanol et hydrocarbures) et les substrats secondaires (la cellulose) ex le bioéthanol de 2ième génération

Chapitre IV : les inocula industriels (10h30)

Principe de préparation d'un inoculum industriel : qualité, quantité, axénie

Cas particulier d'un inoculum sporal (champignons et bactéries mycéliennes)

Ex : fabrication d'un inoculum sporal de *Streptomyces* pour la production d'un antibiotique

Travaux pratiques : 22h30

Tp 1. Suivi de croissance d'*E. coli* et production d'acétate (4h30)

Tp 2. Mise en évidence de production d'enzymes microbiens. (3h00)

Tp 3. Ferments (*L. bulgaricus* et *L. streptococcus*) d'intérêt agroalimentaire : production d'un yaourt étuvé. (4h30)

Tp 4. Extraction et dosage de l'invertase à partir de *S. cerevisiae*. (3h00)

Tp 5. Production de bioéthanol à partir d'une biomasse. (4h00)

Tp 6. Production microbienne de biosurfactants. (3h30)

Autre :

Sorties : Visite d'installations de production par voie microbienne : Levureries, antibiotiques, insuline.

Travail personnel de l'étudiant : 82h30

Exposés ou toute autre activité pédagogique en rapport sur les applications des enseignements de cette matière, jugée par l'équipe de formation comme étant susceptible de susciter l'intérêt de nos étudiants pour cette discipline.

Mode d'évaluation

Examen semestriel en présentiel (60%).

- **Évaluation continue (CC) (40%)** sous forme d'au moins 3 composantes : interrogations écrites, devoirs à domicile, travail personnel, exposés, tests, comptes rendus, etc. Deux des trois composantes doivent se dérouler impérativement en présentiel. La nature des 3 composantes et leurs pondérations sont laissées à l'appréciation de l'équipe pédagogique.

Références bibliographiques

- 1) Demain, A. L., & Sanchez, S. (2009). *Microbial drug discovery: 80 years of progress*. ASM Press.
- 2) Crueger, W., & Crueger, A. (2000). *Biotechnology: A Textbook of Industrial Microbiology* (2e éd.). Panima Publishing.
- 3) Glazer, A. N., & Nikaido, H. (2007). *Microbial Biotechnology: Fundamentals of Applied Microbiology*. Cambridge University Press.
- 4) Waites, M. J., Morgan, N. L., Rockey, J. S., & Higton, G. (2001). *Industrial Microbiology: An Introduction*. Blackwell Science.
- 5) Stanbury, P. F., Whitaker, A., & Hall, S. J. (2016). *Principles of Fermentation Technology* (3e éd.). Elsevier.

Intitulé de la matière : Génie biochimique **Semestre :** 1 **Type :** UEF
VHS : 67h30 **VHH :** 04h30 **Cours :** 03h00 **TD :** 01h30
VHS travail personnel : 82h30 **Coefficient :** 03 **Crédit :** 06

Objectifs de l'enseignement

Cet enseignement vise à apprendre aux étudiants la maîtrise des dimensionnements des appareils impliqués dans les procédés industriels de fabrication de produits.

Connaissances préalables recommandées

Des notions en enzymologie et fermentation sont requises pour pouvoir suivre le programme proposé.

Contenu de la matière

Cours : 45h00

Partie I :

Chapitre I : Cinétique d'utilisation du substrat, de formation de produit et de production de biomasse (7h30)

- 1) Réacteur batch idéal
- 2) Culture continue

– chemostat

– chemostat avec recyclage

- 3) Fed-batch

Chapitre II : Stœchiométrie des réactions biologiques (7h30)

Chapitre III : bioréacteurs (aérés) (7h30)

- 1) Présentation de l'unité de fermentation
- 2) Stérilisation du fermenteur et accessoires
- 3) Instrumentation et contrôle

IV Aération

- 1) Loi de Henry
- 2) Concentration d'oxygène critique
- 3) Cinétique de transfert d'oxygène
- 4) Epuration globale de transfert

Chapitre IV : Agitation (7h30)

- 1) Nombre de puissance
- 2) Nombre reynolds
- 3) Puissance d'agitation

Partie II : (7h30)

I **I. Eléments de théorie des réacteurs**

II **II. Réacteurs chimiques**

III **III. Réacteurs enzymatiques**

IV **IV. Réacteurs biologiques**

Partie III : Bioconversion (7h30)

Travaux Dirigés : : 22h30

TD 1 : les milieux de cultures (composition, préparation) **(2h30)**

TD 2: Stérilisation des milieux liquides et préparation de l'inoculum **(2h30)**

TD 3: Stérilisation de l'air **(2h30)**

TD 4: expressions mathématiques des réactions biologiques **(2h30)**

TD 5: le chémostat **(2h30)**

TD 6: stœchiométrie des réactions microbiennes **(2h30)**

TD 7: recyclage **(2h30)**

TD 8: cinétique de la respiration microbienne **(2h30)**

TD 9: l'agitation **(2h30)**

Travail personnel de l'étudiant : 82h30

Exposés ou toute autre activité pédagogique en rapport sur les applications des enseignements de cette matière, jugée par l'équipe de formation comme étant susceptible de susciter l'intérêt de nos étudiants pour cette discipline.

Mode d'évaluation

Examen semestriel en présentiel (60%).

- **Évaluation continue (CC) (40%)** sous forme d'au moins 3 composantes : interrogations écrites, devoirs à domicile, travail personnel, exposés, tests, comptes rendus, etc. Deux des trois composantes doivent se dérouler impérativement en présentiel. La nature des 3 composantes et leurs pondérations sont laissées à l'appréciation de l'équipe pédagogique.

Références bibliographiques

- 1) Bailey, J. E., & Ollis, D. F. (1986). *Biochemical Engineering Fundamentals* (2e éd.). McGraw-Hill.
- 2) Doran, P. M. (2012). *Bioprocess Engineering Principles* (2e éd.). Academic Press.
- 3) Shuler, M. L., & Kargi, F. (2002). *Bioprocess Engineering: Basic Concepts* (2e éd.). Prentice Hall.
- 4) Stanbury, P. F., Whitaker, A., & Hall, S. J. (2016). *Principles of Fermentation Technology* (3e éd.). Elsevier.
- 5) Blanch, H. W., & Clark, D. S. (1997). *Biochemical Engineering*. Marcel Dekker.

Intitulé de la matière : Analyse de données en biologie **Semestre :**1 **Type :** UEM

VHS :60h00 **VHH :** 04h00 **Cours :** 03h00 **TD :** 01h00
VHS travail personnel :65h00 **Coefficient :**03 **Crédit :** 05

Objectifs de l'enseignement :

Maîtrise des outils statistiques applicables à l'analyse des données biologiques

Connaissances préalables recommandées : Connaitre les bases fondamentales en statistiques et quelques tests statistiques

Contenu de la matière

Cours : 45h00

Chapitre 1. Rappels sur les tests statistiques **(08h00)**

Chapitre 2. Analyse multivariée : **(12h00)**

Rappels sur la régression linéaire simple.

Calcul matriciel et réductions des matrices.

Régression linéaire multiple.

Chapitre 3. Analyse de la variance : **(12h00)**

Rappels d'analyse de la variance a un facteur.

Analyse de la variance multiple (a plus d'un facteur).

Chapitre 4. Analyse en composantes principales. **(12h00)**

Travaux dirigés :22h30

TD1: Tests statistiques **(04h30)**

TD2: Calcul matriciel et réductions des matrices **(04h30)**

TD3: Régression linéaire multiple **(04h30)**

TD4: Analyse de la variance **(04h30)**

TD5: Analyse en composantes principales **(04h30)**

Travail personnel de l'étudiant : 65h00

Exposés ou toute autre activité pédagogique en rapport sur les applications des enseignements de cette matière, jugée par l'équipe de formation comme étant susceptible de susciter l'intérêt de nos étudiants pour cette discipline.

Mode d'évaluation

Examen semestriel en présentiel (60%).

- **Évaluation continue (CC) (40%)** sous forme d'au moins 3 composantes : interrogations écrites, devoirs à domicile, travail personnel, exposés, tests, comptes rendus, etc. Deux des trois composantes doivent se dérouler impérativement en présentiel. La nature des 3 composantes et leurs pondérations sont laissées à l'appréciation de l'équipe pédagogique.

Références bibliographiques

- 1) **Probabilités, analyse des données et statistique**, Ed: Gilbert Saporta, Technip, 2006.
- 2) **Introduction aux probabilités et à la statistique**, Ed: William Mendenhall, Robert J. Beaver, Barbara M. Beaver, De Boeck Supérieur, 2014.
- 3) **Méthodes statistiques appliquées**, Ed: Marc Lavielle, Technip, 2016.

Intitulé de la matière : Chimie analytique **Semestre :**1 **Type :** UEM

VHS :45h00 **VHH :** 03h00 **Cours :** 01h30 **TD :** 01h30
VHS travail personnel :55h00 **Coefficient :**02 **Crédit :** 04

Objectifs de l'enseignement

L'enseignement de la chimie analytique vise à initier les étudiants aux méthodes classiques et instrumentales d'analyse, ainsi qu'à l'interprétation rigoureuse des résultats. Il leur permet d'acquérir les compétences nécessaires à la sélection, la mise en œuvre et la validation de méthodes adaptées aux échantillons étudiés.

Connaissances préalables recommandées

Des notions en chimie et techniques d'analyse spectrales sont requises pour pouvoir suivre le programme proposé.

Contenu de la matière

Cours : 22h30

1-Théorie des solutions solubles : État des électrolytes en solution, les réactions acido-basiques en milieu aqueux, pH et acidités des solutions, pH des milieux biologiques **(4h30)**

2-Les composés peu solubles : réaction par précipitation, théorie de la solubilité, solubilité en fonction de pH, solubilité et ions complexes. **(4h30)**

3-Les réactions d'oxydoréductions : équilibre redox, potentiel d'oxydoréduction, Equation de Nernst, paramètres influençant le potentiel d'électrode (pH, K_s , K_i) **(4h30)**

4-Propriétés et grandeurs physiques des électrolytes : conductivité, mobilité, forces ionique, nombre de transport. **(4h30)**

5-Introduction aux travaux pratiques (4h30)

5.1-Méthodes optiques non spectrales : Réfractométrie, Polarimétrie

5.2- Méthodes volumétrique : Titration acides- bases, Titration de complexes en solution, Titration d'oxydoréduction

5.3- Méthodes électrochimiques : pH-métrie, Conductimétrie, électrogravimétrie, coulométrie

Travaux dirigés :22h30

TD1 : Les réactions Acido-basiques, **(5h00)**

TD2 : Les réactions de précipitation ; **(6h00)**

TD3 : Les réactions d'oxydoréduction ; **(6h00)**

TD4 : Conductivité **(5h30)**

Travail personnel de l'étudiant : 55h00

Exposés ou toute autre activité pédagogique en rapport sur les applications des enseignements de cette matière, jugée par l'équipe de formation comme étant susceptible de susciter l'intérêt de nos étudiants pour cette discipline.

Mode d'évaluation

Examen semestriel en présentiel (60%).

- **Évaluation continue (CC) (40%)** sous forme d'au moins 3 composantes : interrogations écrites, devoirs à domicile, travail personnel, exposés, tests, comptes rendus, etc. Deux des trois composantes doivent se dérouler impérativement en présentiel. La nature des 3 composantes et leurs pondérations sont laissées à l'appréciation de l'équipe pédagogique.

Références bibliographiques

- 1) **Principles of Instrumental Analysis**, Ed: Douglas A. Skoog, F. James Holler, Stanley R. Crouch, Cengage Learning, 2017.
- 2) **Introduction à la chimie analytique**, Ed: Jean-Louis Burgot, EDP Sciences, 2001.
- 3) **Chimie Générale : Structure de la matière et cinétique chimique**, Ed: Raymond Chang, De Boeck Supérieur, 200

Intitulé de la matière : Bio-informatique Semestre :1 Type : UED
VHS :45h00 VHH : 03h00 Cours : 01h00 TP : 00h30
VHS travail personnel :2h30 Coefficient :02 Crédit : 02

Objectifs de l'enseignement

Apprendre à utiliser les outils informatiques dans le domaine de l'analyse de l'information biologique (séquences nucléiques et protéiques).

Apprendre à :

- Consulter les bases de données pour la recherche bibliographique
- Interroger les bases nucléiques pour la comparaison et alignement de séquences.
- Introduire les notions d'évolution moléculaire et les méthodes de reconstruction des arbres phylogénétiques.

Connaissances préalables recommandées

Biologie moléculaire, biochimie structurale et métabolique.

Contenu de la matière

Cours : 15h00

Chapitre I : Introduction à la bioinformatique (01h00)

1. Définitions
2. Historique : origine de la bioinformatique, quelques dates clés.
3. Apport de la bioinformatique en biologie
4. Traitement de l'information biologique : outils et méthodes

Chapitre II : Les bases de données biologiques (03h00)

1. Historique
2. Définition
3. Rôles des bases de données
4. Classification des bases de données
5. Origine et organisation des données
6. Description des : a. Bases de données nucléiques
 - b. Bases de données spécialisées (NCBI, Ez Taxon)
 - c. Bases de données protéiques
 - d. Bases de données bibliographiques (PubMed)
7. Le séquençage de l'ADN a. Introduction
 - b. Séquençage 1ere et 2eme génération
 - c. Séquençage à haut débit (NGS) MEGA
 - d. Le génome procaryote i. Structure et organisation des gènes
 - ii. Stratégie de séquençage et reconstruction

Chapitre III : Annotation de génomes (03h00)

1. Définition et objectifs
2. Niveau d'annotation
3. Modèle du génome procaryote, stratégie d'annotation

Chapitre IV : Homologie et alignement de séquences (03h00)

1. Définition et terminologie
2. Homologie et fonction
3. Comparaison de séquences a. Dot plot
- b. Alignement dynamique (local et global)
- c. BLAST
- d. Notion de calcul de score

Chapitre V : Phylogénie (03h00)

1. Historique et définition
 2. Objectifs
 3. Les arbres phylogénétiques
 4. Méthodes de reconstruction des arbres phylogénétiques a. Méthode des distances
 - b. Méthode de parcimonie
 - c. Méthode du maximum de vraisemblance
5. Analyse de la robustesse : bootstrap. (02h00)

Travaux pratiques : 07h30

- a. **1ere série** : Utilisation des bases de données pour comprendre le fonctionnement d'un gène métabolique. (02h30)
- b. **2eme série** : Alignement de séquences : cas d'amorces, BLAST pour ARN 16S. (02h30)
- c. **3eme série** : reconstruction d'arbre phylogénétique. (02h30)

Travail personnel de l'étudiant : 5h00

Exposés ou toute autre activité pédagogique en rapport sur les applications des enseignements de cette matière, jugée par l'équipe de formation comme étant susceptible de susciter l'intérêt de nos étudiants pour cette discipline.

Mode d'évaluation

Examen semestriel en présentiel (60%).

- **Évaluation continue (CC) (40%)** sous forme d'au moins 3 composantes : interrogations écrites, devoirs à domicile, travail personnel, exposés, tests, comptes rendus, etc. Deux des trois composantes doivent se dérouler impérativement en présentiel. La nature des 3 composantes et leurs pondérations sont laissées à l'appréciation de l'équipe pédagogique.

Références bibliographiques

- 1) **Bioinformatics: Sequence and Genome Analysis**, Ed: David W. Mount, 2^e édition, Cold Spring Harbor Laboratory Press, 2004.
- 2) **Bioinformatics: A Practical Guide to the Analysis of Genes and Proteins**, Ed: Andreas D. Baxevanis, B.F. Francis Ouellette, 2^e édition, Wiley-Interscience, 2001.
- 3) **Essential Bioinformatics**, Ed: Jin Xiong, Cambridge University Press, 2006.

Intitulé de la matière : Logiciels libres et open source **Semestre :** 1 **Type :** UED
VHS : 22h30 **VHH :** 01h30 **Cours :** 00h30 **TD :** 00h00 **TP :** 01h00
VHS travail personnel : 02h30 **Coefficient :** 01 **Crédit :** 01

Objectifs de l'enseignement

L'objectif est d'approfondir l'utilisation des logiciels libres pour la recherche en sciences de la nature et de la vie, de développer des compétences avancées en gestion et analyse de données, de concevoir des projets en open sciences appliquées à la biologie et à l'écologie, et de se former à des outils scientifiques ouverts et collaboratifs.

Connaissances préalables recommandées

Découverte des logiciels libres et open source, initiation à la programmation informatique.

Contenu de la matière

Cours : 07h30

Chapitre I : Open Science et gestion avancée des données (01h30)

1. Définition et enjeux de l'open science
2. Principes de la reproductibilité scientifique
3. Formats ouverts et interopérabilité des données
4. Workflow collaboratif avec Git et GitHub

Chapitre II : Programmation avancée et automatisation (01h30)

1. Scripts Bash avancés pour l'automatisation
2. Utilisation de bibliothèques telles que NumPy, Pandas, Seaborn pour explorer et modéliser des jeux de données.
3. Visualisation avancée des données
 - 3.1. Création de tableaux de bord interactifs
 - 3.2. Création de graphiques de bord interactifs

Chapitre III : Outils Open Source et applications en biologie (01h30)

1. Analyse des séquences génomiques avec Biopython
2. Traitement des données avec EMBOSS
3. Visualisation d'arbres phylogénétiques
4. Modélisation de l'expression génique
5. Simulation de réseaux cellulaires avec COPASI
6. Modélisation de dynamiques avec CellDesigner
7. Analyse intégrée des données multi-omiques avec Galaxy
8. Statistiques et visualisation en R

Chapitre IV : Applications avancées des logiciels open source en sciences de la nature et de la vie (03h00)

1. Analyse d'images scientifiques (*ImageJ / Fiji*)
 - 1.1. Comptage et mesure sur images microscopiques.
 - 1.2. Analyse en fluorescence, histologie, etc.
2. Modélisation de systèmes biologiques (*COPASI / NetLogo*)
 - 2.1. Simulation de réactions et dynamiques de populations.
 - 2.2. Études de sensibilité.
3. Rédaction et gestion de projet (*LibreOffice / Zotero / Git*)
 - 3.1. Rédaction de rapports, gestion de références.
 - 3.2. Versionnage et reproductibilité (RMarkdown / Jupyter).
4. Cartographie et science ouverte (*QGIS / Zenodo*)
 - 4.1. Cartographie de données écologiques.
 - 4.2. Partage de données et pratiques ouvertes.

Travaux pratiques : 15h00

TP 1 : Développement collaboratif et open science (05h00)

- Workflow de recherche reproductible avec Git et GitHub
- Utilisation avancée de Jupyter Notebook, NumPy, Pandas, etc. pour documenter une analyse

TP 2 : Analyse de données avec QGIS (05h00)

- Analyse spatiale d'une aire protégée avec QGIS
- Traitement et modélisation de données biologiques (exp : répartition des espèces)

TP 3 : Projet Open Science en SNV (05h00)

- Application des méthodes libres à une problématique en SNV
- Présentation des résultats sous forme d'un rapport et d'une visualisation interactive

Travail personnel de l'étudiant : 02h30

Exposés ou toute autre activité pédagogique en rapport sur les applications des enseignements de cette matière, jugée par l'équipe de formation comme étant susceptible de susciter l'intérêt de nos étudiants pour cette discipline.

Mode d'évaluation (doit être porté à la connaissance des étudiants en début de chaque semestre)

- **Examen semestriel en présentiel (60%).**
- **Évaluation continue (CC) (40%)** sous forme d'au moins 3 composantes : interrogations écrites, devoirs à domicile, travail personnel, exposés, tests, comptes rendus, etc. Deux des trois composantes doivent se dérouler impérativement en présentiel. La nature des 3 composantes et leurs pondérations sont laissées à l'appréciation de l'équipe pédagogique.

Références bibliographiques

1. Berman, J., & Korman, A. (2021). *Data science for the open world: Tools for open science and collaboration*. O'Reilly Media.
2. Ghosh, P., & Kessler, G. (2023). *Advanced Python for data analysis: Techniques and libraries for scientific computing*. Springer.
3. He, W., & Liu, Z. (2022). *Open source software for bioinformatics: Tools and techniques for computational biology*. Wiley.
4. McKinney, W. (2020). *Python for data analysis* (3rd ed.). O'Reilly Media.

5. Willink, P., & Smith, R. (2024). *Open science: Sharing knowledge for sustainable development*. Elsevier.

Intitulé de la matière : Communication **Semestre :** 1 **Type :** UET
VHS : 22h30 **VHH :** 01h30 **Cours :** 01h30 **TD : / TP : /**
VHS travail personnel : 00h00 **Coefficient :** 01 **Crédit :** 01

Objectifs de l'enseignement

Cette matière a pour objectif de développer chez les étudiants une maîtrise des infrastructures et outils TIC, l'optimisation du traitement des données et l'innovation scientifique, afin de soutenir la recherche efficace en sciences de la vie et de la nature.

Connaissances préalables recommandées : aucune.

Contenu de la matière

Cours : 22h30

Chapitre 1 : Fondamentaux et enjeux des TIC, de la communication et de la recherche documentaire (03h00)

1. Définition et concepts des TIC
2. Historique et évolution des technologies
3. Enjeux des TIC dans la recherche et l'enseignement
4. Notions fondamentales de la communication
5. Introduction à la méthodologie de recherche documentaire

Chapitre 2 : Infrastructures et sécurité des réseaux de communication (03h00)

1. Architecture des réseaux de communication
2. Technologies de transmission de données et systèmes sans fil
3. Internet, protocoles et communications assistées par ordinateur
4. Sécurité des réseaux et cryptographie
5. Fiabilité et protection des échanges de données

Chapitre 3 : Outils et méthodes du traitement de l'information(03h00)

1. Bases de données et logiciels spécialisés
2. Techniques de data science et intelligence artificielle
3. Cloud computing et infrastructures virtualisées
4. Stratégies de recherche documentaire (mots-clés et opérateurs booléens)
5. Évaluation de la qualité et de la pertinence des ressources

Chapitre 4 : Rédaction et gestion de la communication écrite(04h30)

1. Rédaction de courriers électroniques professionnels
2. Création de CV, lettres de motivation et demandes manuscrites
3. Structure et rédaction d'articles scientifiques (IMReD)
4. Techniques de rédaction académique et bureautique
5. Gestion des références bibliographiques et normes de citation

Chapitre 5 : Communication orale et supports multimédias(04h30)

1. Principes de la communication orale
2. Planification et préparation des discours
3. Création et conception de diapositives et supports visuels
4. Transposition de l'écrit à l'oral et vulgarisation scientifique
5. Utilisation des réseaux sociaux et médias numériques

Chapitre 6 : Applications spécifiques, innovation et enjeux éthiques(04h30)

1. Applications TIC dans les sciences de la vie et de la nature
2. Technologies de la télémédecine et santé connectée
3. Veille technologique et intégration des innovations
4. Enjeux éthiques, intégrité scientifique et lutte contre le plagiat

Travail personnel de l'étudiant : 02h30

Exposés ou toute autre activité pédagogique en rapport sur les applications des enseignements de cette matière, jugée par l'équipe de formation comme étant susceptible de susciter l'intérêt de nos étudiants pour cette discipline.

Mode d'évaluation (doit être porté à la connaissance des étudiants en début de chaque semestre)

- **Examen semestriel en présentiel (100%).**

Références bibliographiques

1. Braunschweig, P., & Saldaña, A. (2020). *Technologies de l'information et de la communication en sciences et enseignement supérieur*. Éditions de l'Université.
2. Jenkins, H., & Green, M. (2021). *Understanding digital communication in the scientific world*. Oxford University Press.
3. Liu, Y., & Thompson, D. (2022). *Cloud computing and the future of data science in education*. Springer.
4. Smith, R. J., & Williams, M. (2023). *Cryptography and network security: A practical guide for researchers*. Wiley.
5. Zhao, X., & Zhang, L. (2024). *The impact of AI on modern communication and research*. Cambridge University Press.

Programme détaillé des enseignements du semestre 2 (S2)

Master académique

Spécialité : Biotechnologie microbienne (Filière : Biotechnologie)

Intitulé de la matière : Operations unitaires Semestre :2 Type : UEF

VHS :67h30

VHH : 04h30

Cours : 03h00

TD : 01h30

VHS travail personnel :82h30

Coefficient :03

Crédit : 06

Objectifs de l'enseignement :

Ce module apporte les bases scientifiques et techniques permettant le dimensionnement des unités de séparations industrielles comme la cristallisation, l'absorption et l'extraction liquide-liquide etc. ainsi que, la maîtrise de l'écriture des Bilans de matière, d'énergie et de chaleur qui accompagnent ces techniques de séparations.

Connaissances préalables recommandées

Physique, biophysique, chimie

Contenu de la matière

Cours : 45h00

Chapitre I : Extraction liquide-liquide (07h30)

Chapitre II : Extraction solide -liquide (07h30)

Chapitre III : Cristallisation (07h30)

Chapitre IV : Absorption (07h30)

Chapitre V : Adsorption (07h30)

Chapitre VI : Transfert simultané de chaleur et de matière : séchage et humidification (07h30)

Travaux Dirigés : 20h30

TD1: Extraction liquide -liquide (10h15)

TD 2: Séchage (10h15)

Travail personnel de l'étudiant : 82h30

Exposés ou toute autre activité pédagogique en rapport sur les applications des enseignements de cette matière, jugée par l'équipe de formation comme étant susceptible de susciter l'intérêt de nos étudiants pour cette discipline.

Mode d'évaluation

Examen semestriel en présentiel (60%).

- **Évaluation continue (CC) (40%)** sous forme d'au moins 3 composantes : interrogations écrites, devoirs à domicile, travail personnel, exposés, tests, comptes rendus, etc. Deux des trois composantes doivent se dérouler impérativement en présentiel. La nature des 3 composantes et leurs pondérations sont laissées à l'appréciation de l'équipe pédagogique.

Références bibliographiques

- 1) McCabe, W. L., Smith, J. C., & Harriott, P. (2005). *Unit Operations of Chemical Engineering* (7e éd.). McGraw-Hill.
- 2) Geankoplis, C. J. (2003). *Transport Processes and Separation Process Principles* (4e éd.). Prentice Hall.

- 3) Coulson, J. M., Richardson, J. F., Backhurst, J. R., & Harker, J. H. (2002). *Coulson and Richardson's Chemical Engineering: Volume 2 – Particle Technology and Separation Processes* (5e éd.). Butterworth-Heinemann.
- 4) Treybal, R. E. (1980). *Mass-Transfer Operations* (3e éd.). McGraw-Hill.
- 5) Badger, W. L., & Banchero, J. T. (1997). *Introduction to Chemical Engineering*. McGraw-Hill.

Intitulé de la matière : Transfert de chaleur et thermodynamique **Semestre :**2 **Type :** UEF
VHS :67h30 **VHH :** 04h30 **Cours :** 03h00 **TD :** 01h30
VHS travail personnel :82h30 **Coefficient :**03 **Crédit :** 06

Objectifs de l'enseignement

Acquisition des notions et compréhension des principes de transfert de chaleur et thermodynamique (définition, outils mathématiques, chaleur spécifique, chaleur latente)

Prérequis indispensables Biophysique et connaissances en thermodynamique appliquée

Contenu de la matière

Cours : 45h00

Partie I

Chapitre 1- Rappels sur les principes fondamentaux de la thermodynamique **(07h30)**

Chapitre 2- Modes de transfert de chaleur **(07h30)**

- Conduction
- Convection
- Rayonnement

Chapitre 3- Transfert de chaleur par changement de phase**(07h30)**

Partie II

Chapitre 1- Machines thermiques **(05h30)**

Chapitre 2- Cycle de Carnot des machines thermiques et rendement thermique **(05h30)**

Chapitre 3- Compresseurs, pompes et turbines **(06h00)**

Chapitre 4- Agitation et agitateur **(05h30)**

Travail personnel de l'étudiant : : 82h30

Exposés ou toute autre activité pédagogique en rapport sur les applications des enseignements de cette matière, jugée par l'équipe de formation comme étant susceptible de susciter l'intérêt de nos étudiants pour cette discipline.

Mode d'évaluation

Examen semestriel en présentiel (60%).

- **Évaluation continue (CC) (40%)** sous forme d'au moins 3 composantes : interrogations écrites, devoirs à domicile, travail personnel, exposés, tests, comptes rendus, etc. Deux des trois composantes doivent se dérouler impérativement en présentiel. La nature des 3 composantes et leurs pondérations sont laissées à l'appréciation de l'équipe pédagogique.

Références bibliographiques

- 1) Çengel, Y. A., & Boles, M. A. (2015). *Thermodynamics: An Engineering Approach* (8e éd.). McGraw-Hill.
- 2) Incropera, F. P., DeWitt, D. P., Bergman, T. L., & Lavine, A. S. (2007). *Fundamentals of Heat and Mass Transfer* (6e éd.). Wiley.
- 3) Moran, M. J., & Shapiro, H. N. (2010). *Fundamentals of Engineering Thermodynamics* (7e éd.). Wiley.
- 4) Holman, J. P. (2010). *Heat Transfer* (10e éd.). McGraw-Hill.
- 5) Van Wylen, G. J., Sonntag, R. E., & Borgnakke, C. (1994). *Fundamentals of Classical Thermodynamics* (4e éd.). Wiley.

Intitulé de la matière : Bioréacteurs Semestre :2 Type : UEF
VHS :67h30 VHH : 04h30 Cours : 03h00 TD : 01h30
VHS travail personnel :82h30 Coefficient :03 Crédit : 06

Objectifs de l'enseignement :

Ce module a pour objectif de familiariser les étudiants avec les principes de fonctionnement, de conception et d'optimisation des bioréacteurs. Il vise à leur permettre de comprendre et de maîtriser les paramètres de culture (température, pH, aération, agitation) ainsi que les bilans de matière et d'énergie nécessaires à la production industrielle de biomolécules.

Prérequis indispensables :

Des connaissances de base en microbiologie, biochimie, cinétique chimique et génie des procédés

Contenu de la matière

Cours : 45h00

- 1- Théorie des réacteurs **(5h30)**
- 2- Réacteurs continus et discontinus **(5h30)**
- 3- Distribution des temps de séjour **(5h30)**
- 4- Application **(5h30)**
- 5- Bioréacteur **(5h30)**
- 6- Cinétique homogène et hétérogène **(5h30)**
- 7- Catalyse enzymatique **(5h30)**
- 8- Réacteur enzymatique **(5h30)**
 - 8.1 Fonctionnement en batch et continue
 - 8.2 Phénomène de limitation différentielle
8. Fermenteur
 - 8.1 Réacteur batch ou continue
 - 8.2 Hydrodynamique des fermenteurs

Travaux Dirigés : 15h00

TD1 : Cinétique chimique

TD2 : Réacteur et bilan de matière

TD3 : Réacteur enzymatique

TD4 : Fermenteur

Travail personnel de l'étudiant : 82h30

Exposés ou toute autre activité pédagogique en rapport sur les applications des enseignements de cette matière, jugée par l'équipe de formation comme étant susceptible de susciter l'intérêt de nos étudiants pour cette discipline.

Mode d'évaluation

Examen semestriel en présentiel (60%).

- **Évaluation continue (CC) (40%)** sous forme d'au moins 3 composantes : interrogations écrites, devoirs à domicile, travail personnel, exposés, tests, comptes rendus, etc.

Deux des trois composantes doivent se dérouler impérativement en présentiel. La nature des 3 composantes et leurs pondérations sont laissées à l'appréciation de l'équipe pédagogique.

Références bibliographiques

- 1) Biotechnology : A textbook, industrial microbiology, Ed : Thomas D. Brock (1984)
- 2) Biochemical engineering fundamentals, James E. BAILEY, David F Ollis New YORK 1986.
- 3) Principles of fermentation technology second

Intitulé de la matière : Analyse microbiologique et démarche qualité Semestre :2 Type : UEM
VHS :60h00 VHH : 04h00 Cours : 03h00 TP : 01h00
VHS travail personnel :65h00 Coefficient :03 Crédit : 05

Objectifs de l'enseignement

Maîtriser les techniques d'analyse microbiologique appliquées aux industries (pharmaceutiques, agroalimentaires, cosmétiques, environnementales).

- Comprendre les exigences qualité et les normes réglementaires associées.
- Savoir interpréter les résultats et mettre en place des actions correctives.
- Appliquer les Bonnes Pratiques de Laboratoire (BPL) et de Fabrication (BPF)

Connaissances préalables recommandées

Les étudiants doivent avoir des connaissances en microbiologie

Contenu de la matière

Cours : 45h00

Chapitre 1. Introduction à l'analyse microbiologique (03h00)

- Rôle des analyses microbiologiques dans les industries biotech.
- Microorganismes cibles (pathogènes, indicateurs, flore utile).
- Normes et réglementations (ISO, USP, Pharmacopée européenne, FDA)

Chapitre 2. Techniques de base en microbiologie (06h00)

- Méthodes de culture (milieux sélectifs, conditions de croissance).
- Dénombrement microbien (étalement, incorporation, filtration sur membrane).
- Identification (coloration, tests biochimiques, MALDI-TOF).

Chapitre 3. Contrôle microbiologique des produits et environnements (07h30)

- Analyses des produits stériles/non stériles (tests de stérilité, endotoxines).
- Surveillance des zones propres (salles blanches, norme ISO 14698).
- Contrôle de l'eau (potable, purifiée, WFI – Water for Injection).

Chapitre 4. Méthodes rapides et alternatives (07h30)

- Techniques moléculaires (PCR, qPCR, séquençage).
- Méthodes immunoenzymatiques (ELISA).
- Systèmes automatisés (ATP-métrie, cytométrie en flux).

Chapitre 5. Assurance qualité et validation des méthodes (07h30)

- Validation selon les normes ICH/ISO 16140 (spécificité, reproductibilité, limites de détection).
- Gestion des données et traçabilité (LIMS – Laboratory Information Management System).
- Documentation qualité (protocoles, rapports d'analyse).

Chapitre 6. Gestion des risques et non-conformités (06h30)

- Interprétation des résultats et seuils d'alerte.
- Enquêtes sur les contaminations (root cause analysis).
- Plans d'action CAPA (Corrective and Preventive Actions)

Chapitre 7. Études de cas et applications sectorielles (06h30)

- Pharmaceutique : Contrôle des médicaments injectables.
- Agroalimentaire : Analyse des pathogènes (Salmonella, Listeria).
- Environnement : Surveillance microbiologique de l'air/eau

Travaux pratiques : 15h00

TP1 : Dénombrement de bactéries dans un produit laitier. (05h30)

TP2 : Détection d'E. coli** dans un échantillon d'eau par filtration sur membrane, Validation d'une méthode alternative (comparaison de deux techniques) (05h30)

Atelier1 : Audit qualité d'un protocole d'analyse microbiologique (02h00)

Atelier2 : Mise en place d'un protocole HACCP au sein d'une entreprise de Biotechnologie (02h00)

Travail personnel de l'étudiant : 65h00

Exposés ou toute autre activité pédagogique en rapport sur les applications des enseignements de cette matière, jugée par l'équipe de formation comme étant susceptible de susciter l'intérêt de nos étudiants pour cette discipline.

Mode d'évaluation

Examen semestriel en présentiel (60%).

- **Évaluation continue (CC) (40%)** sous forme d'au moins 3 composantes : interrogations écrites, devoirs à domicile, travail personnel, exposés, tests, comptes rendus, etc. Deux des trois composantes doivent se dérouler impérativement en présentiel. La nature des 3 composantes et leurs pondérations sont laissées à l'appréciation de l'équipe pédagogique.

Références bibliographiques

1) Système de Gestion de la Qualité Au Laboratoire. Auteur : World Health Organization 2014

Éditeur : OMS

2) Microbiologie et qualité dans les industries agro-alimentaires Auteur : Caroline Bonnefoy · 2002

Éditeur : Doin

3) Management de la qualité et de la performance construire un cadre de référence pour de nouvelles pratiques de management. Auteur Jacques Ségot, Julie Raymond, Lise Favier · 2011

Éditeur : Lexitis

Intitulé de la matière : Génie Enzymatique Semestre :2 Type : UEM
VHS :45h00 VHH : 03h00 Cours : 01h30 TP : 01h30
VHS travail personnel :55h00 Coefficient :02 Crédit : 04

Objectifs de l'enseignement

Le génie enzymatique est l'un des outils les plus prometteurs dans le développement de produits à intérêt économique, cette matière a pour objectif de faire connaître les différentes applications et processus enzymatiques, et la maîtrise de l'utilisation des enzymes immobilisées.

Connaissances préalables recommandées

Les étudiants doivent avoir des connaissances en enzymologie en biophysique

Contenu de la matière

Cours : 22h30

Chapitre 1 : Introduction au génie enzymatique (01h30)

- Définition et importance du génie enzymatique
- Applications industrielles des enzymes
- Économie et durabilité des procédés enzymatiques

Chapitre 2 : Rappel sur l'enzymologie fondamentale (04h30)

1. Structure et fonction des enzymes

- Structures primaire, secondaire, tertiaire et quaternaire
- Mécanismes catalytiques
- Spécificité enzymatique et modèle clé-serrure / modèle d'ajustement induit

2. Cinétique enzymatique

- Lois de la cinétique de Michaelis-Menten
- Détermination des paramètres Km et Vmax
- Inhibition enzymatique (compétitive, non-compétitive, irréversible)
- Cinétique en présence de plusieurs substrats

Chapitre 3 : Immobilisation des enzymes (04h30)

- Méthodes d'immobilisation : adsorption, liaison covalente, encapsulation, réticulation
- Supports utilisés
- Effets de l'immobilisation sur l'activité et la stabilité enzymatique

Chapitre 4 : Optimisation des réactions enzymatiques (03h30)

- Effets de la température, pH, force ionique
- Influence de la concentration en substrat et en enzyme
- Utilisation des cofacteurs et coenzymes
- Biocatalyse en milieu non conventionnel (solvants organiques, liquides ioniques)

Chapitre 5 : Réacteurs enzymatiques (03h30)

- Types de réacteurs : batch, continu, réacteurs à lit fixe, réacteurs à membrane
- Design et dimensionnement
- Applications industrielles

Chapitre 6 : Applications industrielles et innovations (03h30)

- Agroalimentaire, pharmaceutique, environnement, bioénergies
- Ingénierie des enzymes (mutagenèse, enzymes recombinantes)
- Biocatalyse assistée par IA et biotechnologie moderne

Travaux Pratiques : 22h30

TP1 : Dosage d'une activité enzymatique (4h)

- Utilisation de la spectrophotométrie pour mesurer l'activité d'une enzyme (ex. : amylase, lactase)

TP2 : Étude de la cinétique enzymatique (4h)

- Courbe de Michaelis-Menten
- Détermination de K_m et V_{max}

TP3 : Effet de différents paramètres sur l'activité enzymatique (4h)

- Température, pH, inhibiteurs
- Optimisation expérimentale

TP4 : Immobilisation d'une enzyme (4h)

- Méthode par encapsulation ou adsorption
- Comparaison de l'activité libre vs immobilisée

TP5 : Utilisation d'un réacteur enzymatique (4h)

- Réaction en batch vs en continu
- Mesure de l'efficacité du système

Travail personnel de l'étudiant : 55h00

Exposés ou toute autre activité pédagogique en rapport sur les applications des enseignements de cette matière, jugée par l'équipe de formation comme étant susceptible de susciter l'intérêt de nos étudiants pour cette discipline.

Mode d'évaluation**Examen semestriel en présentiel (60%).**

- **Évaluation continue (CC) (40%)** sous forme d'au moins 3 composantes : interrogations écrites, devoirs à domicile, travail personnel, exposés, tests, comptes rendus, etc. Deux des trois composantes doivent se dérouler impérativement en présentiel. La nature des 3 composantes et leurs pondérations sont laissées à l'appréciation de l'équipe pédagogique.

Références bibliographiques

- 1) Wiseman, A. (1995). *Handbook of Enzyme Biotechnology* (3e éd.). Ellis Horwood.
- 2) Chaplin, M., & Bucke, C. (1990). *Enzyme Technology*. Cambridge University Press.
- 3) Blanch, H. W., & Clark, D. S. (1997). *Biochemical Engineering*. CRC Press.
- 4) Pandey, A., Webb, C., Soccol, C. R., Larroche, C. (Eds.). (2005). *Enzyme Technology*. Springer.
- 5) Walsh, G. (2002). *Industrial Enzymes: Proteins and Biocatalysts*. Wiley-VCH.

Intitulé de la matière : Technologie des Industries Agro-Alimentaires **Semestre :2 Type : UED**
VHS :22h30 VHH : 01h30 Cours : 01h30
VHS travail personnel :2h30 Coefficient :01 Crédit : 01

Objectifs de l'enseignement

Cette matière permet aux étudiants de maîtriser les techniques et les procédés de transformation utilisés dans différentes industries agro-alimentaires.

Connaissances préalables recommandées

Chimie, Biochimie, Microbiologie, physique, thermodynamique, énergétique...etc.

Contenu de la matière

Cours : 22h30

Chapitre I : Lait et produits laitiers (03h30)

- 1-Technologie des différents laits (Pasteurisé, UHT, ...)
- 2-Technologie des laits fermentés
- 3-Technologie du Beurre
- 4-Technologie des Fromages
- 5-Technologies d'autres produits laitiers : crèmes glacées, crèmes fraîches...

Chapitre II : Sucrierie (03h30)

- 1-Extraction du sucre de la betterave et de la canne à sucre
- 2- Raffinage du sucre

Chapitre III : Technologie des corps gras (03h30)

- 1-Extraction des huiles des plantes oléagineuses
- 2-Raffinage des huiles
- 3-Margarinerie
- 4-Smen

Chapitre IV : Technologie de transformation des fruits et légumes (03h30)

- 1-Technologie de confiture, marmelade, compotes, concentré de tomate, ...
- 2-Techniques : conserves, congélation, déshydratation, séchage, ...

Chapitre V : Technologie des Boissons et Eau (03h30)

- 1-Technologie de jus (concentré de jus, jus de fruits, Nectar, ...)
- 2- Technologie de Boissons gazeuses
- 3-Eau

Chapitre VI : Technologie des céréales (03h30)

- 1-Technologie de transformation du blé (semoule, farine)
- 2- Panification
- 3- Pâtes alimentaires

Chapitre VII : Technologie des viandes et poissons (03h30)

Sorties pédagogiques :

Visite d'unité de transformation (Laiterie, Raffinerie de sucre, etc.)

Mode d'évaluation : Examen semestriel en présentiel (100%).

- 1) Lelievre, J., & Collignan, A. (2003). *Sciences et technologies agroalimentaires*. Lavoisier.

- 2) Valceschini, E., & Nicolas, P. (2000). *Industries agroalimentaires : performance, coordination et stratégie*. INRA Éditions.
- 3) Jelen, P. (1985). *Introduction to Food Processing*. Reston Publishing Company
- 4) Fellows, P. (2009). *Food Processing Technology: Principles and Practice* (3e éd.). Woodhead Publishing.
- 5) Potter, N. N., & Hotchkiss, J. H. (1995). *Food Science* (5e éd.). Springer.

Intitulé de la matière : Programmation informatique appliquée aux sciences et technologies

Semestre :2 Type : UED

VHS :22h30

VHH : 01h30

Cours : 00h30

TD : 00h00 TP :

01h00

VHS travail personnel :02h30

Coefficient :01

Crédit : 01

Objectifs de l'enseignement

L'objectif est d'acquérir les bases de la programmation informatique pour analyser et gérer des données scientifiques, de développer des applications et des scripts afin d'automatiser les traitements en sciences expérimentales, d'apprendre à utiliser les bibliothèques scientifiques en Python et R, et d'appliquer la programmation à des cas concrets en biologie, chimie, physique et ingénierie environnementale.

Connaissances préalables recommandées : initiation à la programmation informatique.

Contenu de la matière

Cours : 07h30

Chapitre I : Introduction à la programmation scientifique (01h30)

1. Principes fondamentaux de la programmation.
2. Concepts de base : variables et fonctions, types de données, structures conditionnelles (if, else, elif) et boucles (while, for).
3. Structures de données fondamentales (Listes et tuples, Dictionnaires et ensembles).
4. Introduction aux langages Python et R pour la programmation scientifique.
5. Environnements de développement : Jupyter Notebook, RStudio, VS Code.

Chapitre II : Manipulation et analyse de données scientifiques (01h30)

1. Bibliothèques essentielles : NumPy (opérations sur matrices et vecteurs) et Pandas (dataframes, manipulation de données)
2. Lecture et écriture de fichiers scientifiques
3. Importation, nettoyage et visualisation de données expérimentales
4. Utilisation de ggplot2 (R) et Matplotlib/Seaborn (Python) pour la visualisation

Chapitre III : Programmation appliquée aux sciences expérimentales (01h30)

1. Création de graphes et d'histogrammes
2. Visualisation des données scientifiques (Matplotlib et Seaborn)
3. Traitement et analyse des données scientifiques
4. Biologie : Analyse de séquences ADN/ARN, modélisation de populations
5. Chimie : Simulation de réactions chimiques, gestion de bases de données spectroscopiques
6. Physique : Modélisation de phénomènes physiques (lois de Newton, simulations thermodynamiques)
7. Environnement : Traitement d'images satellite, SIG avec QGIS et Python

Chapitre IV : Automatisation et intelligence artificielle appliquée (03h00)

1. Scripts pour automatiser les analyses scientifiques
2. Introduction au Machine Learning avec Scikit-Learn
3. Régression linéaire et classification appliquées aux sciences expérimentales

Travaux pratiques : 15h00

TP1 : Initiation aux langages et manipulation des données (03h00)

Écriture de scripts simples en Python et R
Manipulation des structures de données (listes, dictionnaires, tableaux NumPy)
Premiers scripts en Jupyter Notebook et Rstudio
Création de graphiques scientifiques

TP2 : Analyse et visualisation de données scientifiques (03h00)

Importation et traitement de fichiers CSV avec Pandas et ggplot2
Visualisation des tendances et distributions avec Matplotlib et Seaborn

TP3 : Automatisation et Machine Learning (03h00)

Automatisation de l'analyse de données scientifiques avec des scripts
Introduction à la régression linéaire et classification en IA

TP4 : Analyse avancée des données scientifiques (03h00)

Étude de corrélations et modèles statistiques
Clustering et classification non supervisée (KMeans, PCA)
Introduction au traitement d'images scientifiques

TP5 : Mini-projet en programmation scientifique (03h00)

Automatisation d'une analyse scientifique
Présentation et discussion des résultats

Travail personnel de l'étudiant : 02h30

Exposés ou toute autre activité pédagogique en rapport sur les applications des enseignements de cette matière, jugée par l'équipe de formation comme étant susceptible de susciter l'intérêt de nos étudiants pour cette discipline.

Mode d'évaluation (doit être porté à la connaissance des étudiants en début de chaque semestre)

- **Examen semestriel en présentiel (60%).**
- **Évaluation continue (CC) (40%)** sous forme d'au moins 3 composantes : interrogations écrites, devoirs à domicile, travail personnel, exposés, tests, comptes rendus, etc. Deux des trois composantes doivent se dérouler impérativement en présentiel. La nature des 3 composantes et leurs pondérations sont laissées à l'appréciation de l'équipe pédagogique.

Références bibliographiques

1. Bishop, C. M. (2021). *Pattern recognition and machine learning*. Springer.
2. Gauthier, J., & Moreau, A. (2023). *Open science and research ethics: An integrated approach*. Academic Press.

3. Hinton, G., &Salakhutdinov, R. (2020). *Deep learning: A review*. Nature Reviews, 24(4), 261-273.
4. Smith, J. K., & Brown, L. M. (2022). *Programming for biological sciences: A guide to Python and R*. Cambridge University Press.
5. Zhang, X., & Li, Y. (2025). *Machine learning for scientific data analysis: Applications in biology and chemistry*. Wiley.

Intitulé de la matière : Législation, éthique et déontologie **Semestre :** 2 **Type :** UET
VHS : 22h30 **VHH :** 01h30 **Cours :** 01h30 **TD :** / **TP :** /
VHS travail personnel : 00h00 **Coefficient :** 01 **Crédit :** 01

Objectifs de l'enseignement

Cette matière vise à former les étudiants aux cadres législatifs et éthiques régissant la recherche scientifique, à promouvoir l'intégrité et la responsabilité professionnelle, et à sensibiliser aux enjeux déontologiques pour une science éthique, transparente et respectueuse des normes internationales.

Connaissances préalables recommandées : aucune.

Contenu de la matière

Cours : 22h30

Chapitre 1 : Rappel sur les fondements de l'éthique, de la déontologie et de la législation (03h00)

1. Définitions : loi, législation, droit, morale, éthique, déontologie, devoir, liberté, responsabilité
2. Hiérarchie des normes : lois, décrets, ordonnances, circulaires, jurisprudence, doctrine, coutume
3. Distinction et complémentarité entre morale, éthique et déontologie
4. Histoire et fondements philosophiques de l'éthique scientifique
5. Charte et codes éthiques et déontologiques (universitaires et professionnels)

Chapitre 2 : Fondements de l'éthique et déontologie dans l'éducation et la recherche scientifique (03h00)

1. Structure éthique de l'éducation et rôle de l'éthique dans la relation enseignant-étudiant
2. Éthique de l'enseignant et de l'étudiant : droits, devoirs et responsabilités
3. Intégrité dans l'enseignement supérieur et dans la production scientifique
4. Charte d'éthique et de déontologie universitaire
5. Fautes, conflits d'intérêts, sanctions et régulation institutionnelle

Chapitre 3 : Responsabilité et intégrité scientifique (04h30)

1. Responsabilité citoyenne et scientifique
2. Qualités et engagement du chercheur
3. Intégrité scientifique : plagiat, fraude, transparence et rigueur
4. Éthique de la publication scientifique et accès ouvert
5. Comités d'éthique et processus d'évaluation
6. Consentement éclairé et respect des participants aux recherches

Chapitre 4 : Cadre juridique et réglementaire en bioéthique (04h30)

1. Législation nationale (ex. Algérie) et internationale en bioéthique
2. Comités de bioéthique, lois de bioéthique et dispositifs réglementaires
3. Réglementation sur :
 - 3.1. Les droits des patients et des donneurs

- 3.2. La recherche biomédicale et les essais cliniques
- 3.3. La transplantation d'organes, tissus, cellules
- 3.4. La protection de l'environnement et la biodiversité
- 3.5. Les OGM, la biosécurité et la biotechnologie
- 3.6. La propriété intellectuelle et la confidentialité

Chapitre 5 : Normes et certifications en recherche scientifique et en environnement en Algérie (03h00)

1. Principaux organismes de réglementation en Algérie (AND, CNREEC, INRAA, etc.).
2. Certifications et labels environnementaux en Algérie.
3. Réglementations algériennes sur la gestion des déchets biologiques et chimiques.

Chapitre 6 : Champs et enjeux contemporains de la bioéthique (04h30)

1. L'embryon et les techniques associées : FIV, MIV, DPI, DPN, IMG, IVG
2. Diagnostic génétique et bébé-médicament
3. Génie génétique : clonage, thérapie génique, OGM
4. Intelligence artificielle en biologie : questions éthiques
5. Débats sociétaux : innovation vs régulation
6. Perspectives d'une science responsable et durable

Travail personnel de l'étudiant : 02h30

Exposés ou toute autre activité pédagogique en rapport sur les applications des enseignements de cette matière, jugée par l'équipe de formation comme étant susceptible de susciter l'intérêt de nos étudiants pour cette discipline.

Mode d'évaluation(doit être porté à la connaissance des étudiants en début de chaque semestre)

- **Examen semestriel en présentiel (100%).**

Références bibliographiques

1. Brown, T., & Green, S. (2021). *Ethics in modern scientific research: An interdisciplinary approach*. Springer.
2. Foucault, M., & Smith, A. (2023). *Bioethics and the law: A critical examination*. Oxford University Press.
3. Gray, J., & Harper, D. (2022). *The future of bioethics: New challenges and perspectives*. Wiley-Blackwell.
4. Lee, D., & Walker, P. (2020). *Ethical issues in contemporary scientific practices*. Routledge.
5. Miller, L., & Johnson, M. (2024). *Deontological principles in research ethics*. Cambridge University Press.

Programme détaillé des enseignements du semestre 3 (S3)
Master Académique
Spécialité : Biotechnologie microbienne (Filière : Biotechnologie)

Intitulé de la matière : Mécanique des fluides Semestre :3 **Type : UEF**
VHS :67h30 **VHH : 04h30** **Cours : 03h00** **TD : 01h30**
VHS travail personnel :82h30 **Coefficient :03** **Crédit : 06**

Objectifs de l'enseignement :

Permet d'acquérir des connaissances dans le domaine de la mécanique des fluides et de donner plus d'informations dans différentes applications et à la biotechnologie.

Connaissance préalables recommandées :

Connaissances générales en biophysique
Notions thermodynamiques

Contenu de la matière

Cours : 45h00

Chapitre I : Statique des fluides

- Propriétés physiques des fluides (compressibilité, densité, masse et poids volumique, viscosité, ...)
- Principe fondamental de la statique des fluides
- Hydrostatique
- Théorème de pascal
- Poussée d'Archimède

Chapitre II : Dynamique des fluides incompressibles

- Dynamique d'un fluide parfait incompressibles

- Equation de continuité
- Equation de Bernoulli
- Equation d'Euler

- Dynamique des fluides réels incompressibles

- Notion de viscosité
- Nombre de Reynolds - Régime d'écoulement : laminaire-turbulent
- Pertes de charge linéaire et singulière
- Equation de Bernoulli généralisée
- Couche limite

Chapitre III : Fluides non Newtoniens

- Rhéologie des fluides
- Fluides rhéofluidifiants – fluides de Bingham
- Fluides rhéoépaississants
- Fluides thixotropes et antithixotropes (rhéopexes)

- Exemples des fluides non newtoniens dans les êtres vivants

Chapitre IV : Ecoulement multiphasique

- Propriétés et classification des écoulements multiphasiques
- Application de l'écoulement multiphasique à la biotechnologie

Travail personnel de l'étudiant : 82h30

Exposés ou toute autre activité pédagogique en rapport sur les applications des enseignements de cette matière, jugée par l'équipe de formation comme étant susceptible de susciter l'intérêt de nos étudiants pour cette discipline.

Mode d'évaluation

Examen semestriel en présentiel (60%).

- **Évaluation continue (CC) (40%)** sous forme d'au moins 3 composantes : interrogations écrites, devoirs à domicile, travail personnel, exposés, tests, comptes rendus, etc. Deux des trois composantes doivent se dérouler impérativement en présentiel. La nature des 3 composantes et leurs pondérations sont laissées à l'appréciation de l'équipe pédagogique.

Références bibliographiques

- 1) **Mécanique des fluides**, Ed: Claude Bailly, Dunod, 2017.
- 2) **Fundamentals of Fluid Mechanics**, Ed: Bruce R. Munson, Donald F. Young, Theodore H. Okiishi, 7^e édition, Wiley, 2012.
- 3) **Mécanique des fluides : De l'étude des écoulements à la modélisation numérique**, Ed: Roger Prud'homme, Dunod, 2011.

Intitulé de la matière : Valorisation des résidus agro-industriels. **Semestre :** 3 **Type :** UEF

VHS : 67h30 **VHH :** 04h30 **Cours :** 03h00 **TP :** 01h30
VHS travail personnel : 82h30 **Coefficient :** 03 **Crédit :** 06

Objectifs de l'enseignement

Une connaissance sur la valorisation des sous-produits des différentes technologies de transformation d'aliments.

Connaissances préalables recommandées

Des notions sur les technologies de transformation d'aliments

Contenu de la matière

Cours : 45h00

Chapitre 1 : Notions de base sur les déchets, sous-produits et valorisation ; **(01h30)**

Chapitre 2 : Etude des sous-produits de technologie de transformation des fruits ; **(06h30)**

Chapitre 3 : Valorisation du lactosérum ; **(06h30)**

Chapitre 4 : Valorisation des sous-produits de l'industrie sucrière (la mélasse ; ...) ; **(06h30)**

Chapitre 5 : Valorisation des sous-produits de l'industrie des corps gras : **(06h30)**

- Huilerie (tourteaux, margines, grignons d'olive) ;
- Raffinerie (pâtes de neutralisation, mucilages ; ...)

Chapitre 6 : Valorisation des sous-produits de technologie de transformation des céréales ; **(05h30)**

Chapitre 7 : Traitement et valorisation des eaux usées industrielles ; **(05h30)**

Chapitre 8 : Valorisation des sous-produits de technologie des viandes. **(05h30)**

Travaux pratique : 22h30

TP1: Extraction des huiles essentielles par hydrodistillation à partir des écorces des agrumes **(03h30)**

TP2: Extraction et dosage des caroténoïdes à partir des écorces des agrumes **(03h30)**

TP3: Extraction des huiles résiduels avec le soxhlet à partir des tourteaux **(03h30)**

TP4: Valorisation des mucilages obtenus durant le raffinage du sucre **(03h30)**

TP 5: Fabrication de l'éthanol à partir des mucilages **(03h30)**

TP 6: Extraction et dosage des composés phénoliques à partir des résidus **(03h30)**

Travail personnel de l'étudiant : 67h30

Exposés ou toute autre activité pédagogique en rapport sur les applications des enseignements de cette matière, jugée par l'équipe de formation comme étant susceptible de susciter l'intérêt de nos étudiants pour cette discipline.

Mode d'évaluation

Examen semestriel en présentiel (60%).

- **Évaluation continue (CC) (40%)** sous forme d'au moins 3 composantes : interrogations écrites, devoirs à domicile, travail personnel, exposés, tests, comptes rendus, etc. Deux des trois composantes doivent se dérouler impérativement en présentiel. La nature des 3 composantes et leurs pondérations sont laissées à l'appréciation de l'équipe pédagogique.

Références bibliographiques

- 1) **Agro-industrial Wastes as Feedstock for Enzyme Production: Apply and Exploit the Emerging and Valuable Use Options of Waste Biomass**, Ed: Gurpreet S. Dhillon, Surinder Kaur, Academic Press, 2016.
- 3) **Waste Management and Valorization of Agro-Industrial Residues**, Ed: Ana Paula F. de Araújo, Luiz A. F. de Almeida, Springer, 2023.
- 4) **Valorisation des déchets et sous-produits agricoles**, Ed: Dominique M. Boulard, Éditions Lavoisier, 2010.

Intitulé de la matière : Substances bioactives **Semestre :** 3
VHS : 67h30 **VHH :** 04h30 **Cours :** 03h00 **Type :** UEF
VHS travail personnel : 82h30 **Coefficient :** 03 **TP :** 01h30 **Crédit :** 06

Objectifs de l'enseignement

Faire acquérir aux futurs Masters les connaissances de base indispensables sur les différentes substances antimicrobiennes obtenues par utilisation de différentes sources. Tout en abordant les notions fondamentales indispensables, cet enseignement mettra l'accent tout particulièrement sur les méthodes et les techniques d'extraction et de purification.

Connaissances préalables recommandées

- Connaissances générales des substances bioactives.
- Maîtrise des techniques d'extraction et de fractionnement, des techniques d'analyse spectrale et de biochimie.

Contenu de la matière

Cours : 45h00

Partie I :

I : Substances antimicrobiennes (22h30)

I.1. Agents antibiotiques

- Définition
- Structure et classification
- Mode d'action

I.2. Agents antifongiques

- Définition
- Structure et classification
- Mode d'action

I.3. Peptides antimicrobiens (AMPS)

- Bactériocines et halocines
- Peptides d'origine animale
- Peptides d'origine végétale
- Mode d'action

II : Applications

1. Sélection de sources microbiennes pour la production de molécules bioactives.
2. Techniques d'extraction et de purification des substances antimicrobiennes.

Partie II : (22h30)

Substances actives des plantes

I. Composés phénoliques

- I.1 Définition
- I.2 Biosynthèse
- I.3 Structure et classification
- I.4 Composés phénoliques des algues marines
- I.5 Extraction des composés phénoliques

II. Huiles essentielles

- II.1 Définition
- II.2 Synthèse et localisation des huiles essentielles
- II.3 Propriétés physicochimiques des huiles essentielles
- II.4 Composition chimique des huiles essentielles

II.5 Paramètres influençant la composition chimique des huiles essentielles

II.6 Techniques d'extraction des huiles essentielles

III. Activité antibactérienne des substances actives des plantes

Mode d'évaluation : Examen, Continu

Travaux pratiques : 22h30

Atelier 1: extraction et évaluation de substances bioactives d'origine microbienne (12h30)

Atelier 2: extraction et évaluation de substances bioactives d'origine végétales (10h30)

Travail personnel de l'étudiant : 82h30

Exposés ou toute autre activité pédagogique en rapport sur les applications des enseignements de cette matière, jugée par l'équipe de formation comme étant susceptible de susciter l'intérêt de nos étudiants pour cette discipline.

Mode d'évaluation

Examen semestriel en présentiel (60%).

- **Évaluation continue (CC) (40%)** sous forme d'au moins 3 composantes : interrogations écrites, devoirs à domicile, travail personnel, exposés, tests, comptes rendus, etc. Deux des trois composantes doivent se dérouler impérativement en présentiel. La nature des 3 composantes et leurs pondérations sont laissées à l'appréciation de l'équipe pédagogique.

Références bibliographiques

1) **Microbial Biotechnology: Fundamentals of Applied Microbiology**, Ed: Alexander N. Glazer, Hiroshi Nikaido, Cambridge University Press, 2007.

2) **Bioactive Microbial Products**, Ed: S. K. Deshmukh, M. K. Gupta, Academic Press, 2021.

3) **Natural Products from Actinomycetes: Diversity and Applications**, Ed: Satoru Tokuyama, Springer, 2022

Intitulé de la matière : Plans d'expériences Semestre :3 Type : UEM

VHS :60h00 VHH : 04h00 Cours : 03h00 TP : 01h00
VHS travail personnel :65h00 Coefficient :03 Crédit : 05

Objectifs de l'enseignement

Les **plans d'expériences** sont essentiels pour toute personne impliquée dans la recherche scientifique et expérimentale, notamment dans des domaines comme les **biotechnologies**. Ils constituent un outil fondamental permettant de concevoir des expériences de manière rigoureuse et méthodique, d'analyser les effets de plusieurs variables sur une ou plusieurs réponses, et d'optimiser les procédés tout en minimisant les ressources nécessaires. À la fin de ce module, les étudiants devront être capables de :

- Comprendre les principes des plans d'expérience.
- Choisir un plan d'expérience adapté à une situation donnée.
- Analyser et interpréter les résultats des expériences.
- Optimiser un procédé ou un produit en utilisant des méthodes statistiques.
- La maîtrise de l'utilisation du Tableur Excel et d'un logiciel spécifique aux plans d'expériences.
- Utiliser Excel pour organiser, analyser et visualiser des données issues de plans d'expérience.
- Maîtriser les outils statistiques d'Excel pour effectuer des analyses simples (ANOVA, régression) et plus avancées (modélisation de réponse, etc.).
- Appliquer un logiciel statistique spécifique (Minitab, JMP, ou R) pour la conception et l'analyse avancée des plans d'expérience en biotechnologie.

Connaissances préalables recommandées

Statistique descriptive, calcul matriciel et l'informatique.

Contenu de la matière

Cours : 45h00

1. Introduction aux Plans d'Expérience (03h00)

- **Contexte et importance des plans d'expérience**
 - Qu'est-ce qu'un plan d'expérience ?
 - Pourquoi les plans d'expérience sont-ils importants ? (Réduction des coûts, gain de temps, précision accrue)
 - Applications dans l'industrie et la recherche (exemples pratiques : optimisation de processus, amélioration de produits, etc.)
- **Terminologie de base**
 - Facteurs, niveaux, domaine d'étude, matrice d'expérience, etc.
 - Variables dépendantes et indépendantes

2. Objectifs d'un Plan d'Expérience (07h00)

- **Objectifs généraux**
 - Estimation des effets des facteurs
 - Détection des interactions entre facteurs
 - Optimisation de réponses ou de performances.

3. Types de Plans d'Expérience (09h00)

- **Plans factoriels simples**
 - Explication d'un plan factoriel à 2 niveaux (2^k)

- Plans fractionnaires
- Exemple de mise en œuvre (par exemple, un plan à 2 facteurs avec 2 niveaux)
- **Plans de réponse de surface (RSM)**
 - Optimisation des réponses pour des processus continus
 - Plans composite centré et Box-Behnken
 - Exemple de mise en œuvre.

4. Conception d'un Plan d'Expérience (09h00)

- **Choix des facteurs et niveaux**
 - Identifier les facteurs influents d'un processus ou d'un produit
 - Déterminer le nombre de niveaux (facteurs qualitatifs et quantitatifs)
 - Considérer les contraintes pratiques et logistiques

5. Analyse des données issues des plans d'expérience (08h00)

- **Méthodes statistiques pour l'analyse des résultats**
 - Moyenne, variance, écart-type, analyse de la variance (ANOVA).
 - Utilisation des tests statistiques pour identifier les facteurs significatifs (test de Student).
- **Interaction entre facteurs et analyse de leur effet combiné**
 - Identification des interactions à partir des résultats expérimentaux.
 - Représentation graphiques des effets principaux et des effets d'interactions.
- **Visualisation des résultats**
 - Création de courbes de réponse et de surfaces de réponse pour visualiser les effets des facteurs sur la réponse.
- **Interprétation des résultats**
 - Identification des facteurs significatifs
 - Création de modèles statistiques simples

6. Optimisation et Validation (9h00)

- **Optimisation à l'aide de plans d'expérience**
 - Méthode d'optimisation : maximisation, minimisation ou ajustement
- **Validation des résultats expérimentaux**
 - Vérification des résultats par l'utilisation du test de Fischer.
 - Réalisation d'expériences supplémentaires pour confirmer les conclusions
- **Utilisation de logiciels statistiques**
 - Introduction à des logiciels comme Minitab, JMP, ou Excel pour effectuer des analyses.

Travaux pratiques : 15h00

- **Cours** pour introduire les concepts de base.
- **Exercices pratiques** avec des exemples réels pour ancrer la théorie.
- **Travaux pratique :**
- **TP N°1 :** Initiation au calcul matriciel dans Excel appliqué aux plans d'expériences **(3h00)**
- **TP N°2 :** Calcul des coefficients d'un modèle factoriel à deux niveaux (2^2) **(3h00)**
- **TP N°3 :** Vérification statistique des coefficients d'un modèle factoriel (tests t et validation ANOVA). **(3h00)**
- **TPN°4 :** Calcul et validation des coefficients d'un modèle du second ordre **(3h00)**
- **TP N°5 :** Utilisation de logiciels pour effectuer des analyses statistiques sur des données expérimentales. **(3h00)**

Travail personnel de l'étudiant : 65h00

Exposés ou toute autre activité pédagogique en rapport sur les applications des enseignements de cette matière, jugée par l'équipe de formation comme étant susceptible de susciter l'intérêt de nos étudiants pour cette discipline.

Mode d'évaluation

Examen semestriel en présentiel (60%).

- **Évaluation continue (CC) (40%)** sous forme d'au moins 3 composantes : interrogations écrites, devoirs à domicile, travail personnel, exposés, tests, comptes rendus, etc. Deux des trois composantes doivent se dérouler impérativement en présentiel. La nature des 3 composantes et leurs pondérations sont laissées à l'appréciation de l'équipe pédagogique.

Références bibliographiques

- 1) Montgomery, D. C. (2017). *Design and Analysis of Experiments* (9th ed.). Wiley.
- 2) Box, G. E. P., Hunter, J. S., & Hunter, W. G. (2005). *Statistics for Experimenters: Design, Innovation, and Discovery* (2nd ed.). Wiley-Interscience.
- 3) Dean, A., Voss, D., & Draguljić, D. (2017). *Design and Analysis of Experiments* (2nd ed.). Springer.
- 4) Goupy, J., & Creighton, L. (2006). *Introduction to Design of Experiments with JMP Examples* (3rd ed.). SAS Institute.
- 5) Béraud, J.-M. (2001). *Plans d'expériences: Applications à l'entreprise* (3e éd.). Dunod.

Intitulé de la matière : Techniques Avancées en Biologie Moléculaire Semestre :3Type : UEM
VHS :45h00 VHH : 03h00 Cours : 01h30 TD : 01h30
VHS travail personnel :55h00 Coefficient :02 Crédit : 04

Objectifs de l'enseignement : Fournir aux étudiants une compréhension approfondie des techniques modernes utilisées pour étudier la structure, la fonction et l'expression des gènes et des protéines. L'objectif principal est de familiariser les étudiants avec les outils expérimentaux de pointe tels que le séquençage de nouvelle génération (NGS), la PCR quantitative en temps réel, la biologie des systèmes, et les techniques de manipulation génétique.

Connaissances préalables recommandées : Des connaissances préalables en génétique, biologie cellulaire et en bioinformatique pour l'analyse des données génétiques seront également utiles afin d'assurer une compréhension optimale des méthodes avancées abordées dans ce module.

Contenu de la matière

Cours : 45h00

Chapitre 1 : Extraction des acides nucléiques (08h00)

Chapitre 2 : Outils d'étude de l'expression génique (08h00)

- Puces à ADN
- PCR quantitative en temps réel et PCR digitale
- Dosage d'activité promotrice

Chapitre 3 : Interactions moléculaires (protéines-protéines / protéines-ADN) (08h00)

- Double hybride
- Protein Complementation Assay (PCA)
- Tandem Affinity Purification (TAP-TAG)
- Retard sur gel
- Empreintes à la Dnase

Chapitre 4 : Edition génomique (08h00)

- Méganucléases
- Nucléase à doigt de zinc
- Nucléase TALENs
- Système CRISPR cas9

Chapitre 5 : Application en ingénierie métabolique et bioproduction (08h00)

- Surcharge/Suppression de gènes : Promoteurs forts, knock-out (CRISPR, homologue de recombinaison)
- Ingénierie enzymatique : Evolution dirigée, conception rationnelle
- Voies hétérologues : Introduction de gènes étrangers (ex : voies de polykétides)
- Production d'acides aminés exp lysine par *Corynebacterium*
- Synthèse de biocarburants (éthanol, butanol)
- Biosynthèse de principes actifs (ex : artémisinine)
- Acide polylactique (PLA) à partir de glucose

Travaux dirigés : 22h30

- TD N°1 : Extraction d'acide nucléiques
- TD N°2 : étude de l'interactome chez *B. subtilis*

- **TD N°3** : Modification d'une voie mémorisée chez **E. coli** pour la production d'éthanol

Travail personnel de l'étudiant : 55h00

Exposés ou toute autre activité pédagogique en rapport sur les applications des enseignements de cette matière, jugée par l'équipe de formation comme étant susceptible de susciter l'intérêt de nos étudiants pour cette discipline.

Mode d'évaluation

Examen semestriel en présentiel (60%).

- **Évaluation continue (CC) (40%)** sous forme d'au moins 3 composantes : interrogations écrites, devoirs à domicile, travail personnel, exposés, tests, comptes rendus, etc. Deux des trois composantes doivent se dérouler impérativement en présentiel. La nature des 3 composantes et leurs pondérations sont laissées à l'appréciation de l'équipe pédagogique.

Références bibliographiques

- 1) Brown, T. A. (2016). *Gene Cloning and DNA Analysis: An Introduction* (7th ed.). Wiley.
- 2) Alberts, B., Johnson, A., Lewis, J., Raff, M., Roberts, K., & Walter, P. (2014). *Molecular Biology of the Cell* (6th ed.). Garland Science.
- 3) Nelson, D. L., Cox, M. M., Lehninger, A. L. (2017). *Lehninger Principles of Biochemistry* (7th ed.). W. H. Freeman and Company.
- 4) Sambrook, J., & Russell, D. W. (2001). *Molecular Cloning: A Laboratory Manual* (3rd ed.). Cold Spring Harbor Laboratory Press.
- 5) Hartl, D. L., & Jones, E. W. (2009). *Molecular Biology of the Gene* (7th ed.). Pearson Education.

Intitulé de la matière : Toxicologie industrielle Semestre :3 Type : UED

VHS :22h30

VHH : 01h30

Cours : 01h30

VHS travail personnel :02h30

Coefficient :01

Crédit : 01

Objectifs de l'enseignement :

L'objectif principal de ce module est de fournir aux étudiants une compréhension approfondie des principes de la toxicologie appliquée aux industries. Ils apprendront à identifier, évaluer et gérer les risques toxicologiques associés aux substances présentes dans l'industrie, ainsi qu'à comprendre les mécanismes d'action des toxiques. Le module introduit également les stratégies de prévention des risques et l'application des biotechnologies dans la gestion de la toxicité industrielle, notamment par le biais de la bioremédiation et des méthodes alternatives aux tests sur animaux.

Connaissances préalables recommandées :

- Biologie cellulaire et moléculaire
- Chimie générale et organique
- Biochimie des systèmes vivants
- Principes de la santé publique et de l'environnement

Contenu de la matière

Cours : 22h30

1. Introduction à la toxicologie industrielle **(01h30)**
 - Définitions et enjeux
 - Historique et réglementation (REACH, CLP, OSHA, etc.)
 - Différence entre toxicologie environnementale et industrielle
2. Toxicocinétique et toxicodynamique **(03h30)**
 - Absorption, distribution, métabolisme, excrétion (ADME)
 - Mécanismes d'action des toxiques (cancérogènes, mutagènes, reprotoxiques - CMR)
 - Biomarqueurs d'exposition et d'effet
3. Sources et types de polluants industriels **(03h30)**
 - Solvants, métaux lourds, nanoparticules, gaz toxiques
 - Polluants émergents (perturbateurs endocriniens, PFAS, etc.)
 - Bioaccumulation et bioamplification
4. Évaluation des risques toxicologiques **(03h30)**
 - Dose-réponse, DJA (Dose Journalière Admissible), VLEP (Valeurs Limites d'Exposition Professionnelle)
 - Études épidémiologiques et modèles in vitro/in silico
 - Notions de seuils toxicologiques et NOAEL/LOAEL
5. Prévention et gestion des risques **(03h30)**
 - Mesures de protection collective et individuelle
 - Détection et surveillance des expositions
 - Bonnes pratiques industrielles (BPI) et substitution des substances dangereuses
6. Biotechnologies appliquées à la toxicologie industrielle **(03h30)**

- Dépollution par bioremédiation (bactéries, champignons, plantes)
- Biosenseurs et méthodes alternatives aux tests animaux
- Biotransformation des polluants (dégradation enzymatique)

7. Études de cas et applications (03h30)

- Analyse d'accidents industriels (ex.: catastrophe de Bhopal, amiante)
- Toxicologie des secteurs spécifiques (pharmaceutique, agroalimentaire, pétrochimie)

Travail personnel de l'étudiant : 00h00

Exposés ou toute autre activité pédagogique en rapport sur les applications des enseignements de cette matière, jugée par l'équipe de formation comme étant susceptible de susciter l'intérêt de nos étudiants pour cette discipline.

Mode d'évaluation

Examen semestriel en présentiel (60%).

- **Évaluation continue (CC) (40%)** sous forme d'au moins 3 composantes : interrogations écrites, devoirs à domicile, travail personnel, exposés, tests, comptes rendus, etc. Deux des trois composantes doivent se dérouler impérativement en présentiel. La nature des 3 composantes et leurs pondérations sont laissées à l'appréciation de l'équipe pédagogique.

Références bibliographiques

- 1) Lhuguenot C., Narbonne J.-F. *Toxicologie industrielle*. Tec & Doc - Lavoisier, 2003.
- 2) Hayes A. W. *Principles and Methods of Toxicology*. CRC Press, 2014.
- 3) Witorsch P. *Industrial Toxicology: Safety and Health Applications in the Workplace*. CRC Press, 2006.

Intitulé de la matière : Intelligence artificielle appliquée aux sciences et technologies

Semestre :3 **Type :** UET

VHS :22h30

VHH : 01h30

Cours : 00h30

TD : 00h00 **TP :**

01h00

VHS travail personnel :02h30

Coefficient :01

Crédit : 01

Objectifs de l'enseignement

L'objectif est de comprendre les principes fondamentaux de l'intelligence artificielle (IA) et son rôle dans les sciences expérimentales, d'appliquer le machine learning et le deeplearning à des problématiques scientifiques en biologie, chimie, physique et environnement, de maîtriser les outils et bibliothèques d'IA en Python, tels que Scikit-learn, TensorFlow, Keras et PyTorch, et d'automatiser l'analyse ainsi que l'interprétation des données scientifiques grâce à l'IA.

Connaissances préalables recommandées : Programmation informatique.

Contenu de la matière

Cours : 07h30

Chapitre I : Introduction à l'IA et ses applications scientifiques (01h30)

1. Définition et Concepts Clés
2. Différences entre programmation classique et apprentissage automatique
3. Types de Machine Learning et applications
4. Différences entre IA symbolique, Machine Learning et Deep Learning

Chapitre II : Manipulation et prétraitement des données scientifiques (01h30)

1. Acquisition et exploration des données scientifiques
2. Nettoyage et transformation des données
3. Réduction et optimisation des données
4. Préparation des données pour le Machine Learning

Chapitre III : Machine Learning appliqué aux sciences(01h30)

1. Apprentissage supervisé : Régression linéaire, SVM, Arbres de décision
2. Apprentissage non supervisé : Clustering (K-Means, DBSCAN)

Chapitre IV :Deep Learning et vision par ordinateur appliqués aux sciences (03h00)

1. Introduction aux réseaux de neurones artificiels (ANN)
2. Convolutional Neural Networks (CNN) pour l'analyse d'images biologiques et microscopiques
3. Réseaux récurrents (RNN, LSTM) pour la modélisation des séries temporelles
4. Études de cas :
 - 4.1. Reconnaissance d'espèces animales à partir d'images
 - 4.2. Détection de cellules cancéreuses dans des images médicales
 - 4.3. Simulation de processus chimiques et biologiques

Travaux pratiques : 15h00

TP1 : Introduction aux modèles de classification et de régression (03h00)

1. Implémentation de la régression linéaire et logistique avec Scikit-Learn
2. Comparaison des performances entre SVM, k-NN et arbres de décision
3. Application sur des données biomédicales

TP2 : Prétraitement et analyse de données scientifiques (03h00)

1. Réduction de dimension avec PCA et t-SNE
2. Traitement des valeurs manquantes et normalisation des données
3. Visualisation avancée avec Seaborn

TP3 : Apprentissage supervisé et non supervisé en sciences (03h00)

1. Clustering avec K-Means et DBSCAN pour la classification des échantillons biologiques
2. Construction et validation de modèles de prédiction
3. Application sur des données expérimentales

TP4 : Réseaux de neurones et vision par ordinateur (03h00)

1. Implémentation de CNN pour la reconnaissance d'images microscopiques

TP5 : Projet IA appliqué aux sciences (03h00)

1. Développement d'un modèle IA sur un jeu de données scientifiques
2. Présentation et discussion des résultats

Travail personnel de l'étudiant : 02h30

Exposés ou toute autre activité pédagogique en rapport sur les applications des enseignements de cette matière, jugée par l'équipe de formation comme étant susceptible de susciter l'intérêt de nos étudiants pour cette discipline.

Mode d'évaluation (doit être porté à la connaissance des étudiants en début de chaque semestre)

- **Examen semestriel en présentiel (60%).**
- **Évaluation continue (CC) (40%)** sous forme d'au moins 3 composantes : interrogations écrites, devoirs à domicile, travail personnel, exposés, tests, comptes rendus, etc. Deux des trois composantes doivent se dérouler impérativement en présentiel. La nature des 3 composantes et leurs pondérations sont laissées à l'appréciation de l'équipe pédagogique.

Références bibliographiques

1. Alpaydin, E. (2020). *Introduction to machine learning*. MIT Press.
2. Goodfellow, I., Bengio, Y., & Courville, A. (2021). *Deep learning*. MIT Press.
3. LeCun, Y., & Bengio, Y. (2023). *Deep learning: Progress and challenges*. *Nature*, 616(7958), 115-124.
4. Raj, S., & Kumar, A. (2022). *Deep learning in biological data analysis*. Springer.
5. Zhang, H., & Wu, J. (2024). *Applications of machine learning in life sciences*. Wiley.

Intitulé de la matière : création d'une entreprise économique **Semestre :** 3 **Type :** UET
VHS : 22h30 **VHH :** 01h30 **Cours :** 01h30 **TD :** / **TP :** /
VHS travail personnel : 00h00 **Coefficient :** 01 **Crédit :** 01

Objectifs de l'enseignement

Cet enseignement vise à initier les étudiants à la création de startups, de l'idée à la mise sur le marché, en intégrant les outils d'analyse, de planification et de financement. Il développe l'esprit entrepreneurial, la capacité d'innovation, la structuration de projets, et illustre par des applications concrètes en sciences biologiques, biotechnologies, écologie et environnement, pour encourager l'entrepreneuriat scientifique.

Connaissances préalables recommandées : entrepreneuriat (S6, licence).

Contenu de la matière

Cours : 22h30

Chapitre 1 : Introduction à l'entrepreneuriat et à l'innovation (03h00)

1. Définition et typologie des startups
2. L'esprit entrepreneurial : compétences et mindset
3. Différences entre PME, startup et entreprise classique
4. Innovation : types, sources et rôle dans les startups
5. Écosystème entrepreneurial : incubateurs, investisseurs, partenaires

Chapitre 2 : De l'idée au concept : structurer une opportunité (03h00)

1. Identifier un problème ou un besoin réel
2. Génération et sélection d'idées innovantes
3. Étude de faisabilité et validation du concept
4. Introduction au Design Thinking
5. Définir une proposition de valeur claire

Chapitre 3 : Élaboration du Business Model (03h00)

1. Business Model Canvas : outil de structuration
2. Segments de clientèle et canaux de distribution
3. Stratégie de revenus et structure des coûts
4. Analyse de la concurrence et positionnement
5. Prototypage et test de l'offre (MVP - produit minimum viable)

Chapitre 4 : Planification stratégique et levée de fonds (04h30)

1. Élaboration du Business Plan
2. Plan marketing et stratégie de communication
3. Montage juridique et choix de la forme d'entreprise

4. Financement : types, sources et levée de fonds
5. Pitching : comment convaincre investisseurs et partenaires

Chapitre 5 : Lancement, gestion et développement de la startup (04h30)

1. Construire et gérer une équipe fondatrice
2. Lancement du produit/service sur le marché
3. Suivi des indicateurs clés de performance (KPI)
4. Stratégies de croissance et d'expansion
5. Risques, échecs et pivot : apprendre à s'adapter

Chapitre 6 : Applications et cas concrets en SNV, biologie, biotechnologies et écologie (04h30)

1. **Startups en biotechnologie : innovation en santé, agriculture et environnement**
Exemples : thérapies innovantes, biofertilisants, biopesticides, CRISPR, biosenseurs
2. **Création de startups vertes : écotechnologies et économie circulaire**
Valorisation des déchets organiques, purification de l'eau, bioénergies
3. **Entrepreneuriat en écologie et conservation**
Projets de biodiversité, cartographie participative, agriculture durable
4. **Biologie numérique et bio-informatique : opportunités entrepreneuriales**
Startups en IA appliquée à la biologie, diagnostic assisté par image, modélisation écologique
5. **Études de cas et retours d'expérience de startups SNV locales et internationales**
Analyse de parcours de startups issues d'universités ou incubateurs
6. **Étude critique des facteurs de succès ou d'échec**

Travail personnel de l'étudiant : 02h30

Exposés ou toute autre activité pédagogique en rapport sur les applications des enseignements de cette matière, jugée par l'équipe de formation comme étant susceptible de susciter l'intérêt de nos étudiants pour cette discipline.

Mode d'évaluation (doit être porté à la connaissance des étudiants en début de chaque semestre)

- **Examen semestriel en présentiel (100%).**

Références bibliographiques

1. Blank, S., & Dorf, B. (2023). *The Startup Owner's Manual: The Step-by-Step Guide for Building a Great Company* (2nd ed.). Wiley.
2. Gans, J. S., & Stern, S. (2022). *Strategy for Start-ups*. Harvard Business Review Press.
3. Maurya, A. (2023). *Running Lean: Iterate from Plan A to a Plan That Works* (3rd ed.). O'Reilly Media.
4. Ries, E. (2024). *The Lean Startup: How Today's Entrepreneurs Use Continuous Innovation to Create Radically Successful Businesses* (Revised ed.). Crown Business.
5. Trabelsi, M., & Ben Ameer, M. (2025). *Entrepreneuriat innovant et développement durable en sciences de la vie*. Éditions Universitaires Francophones.

VI - Avis et Visas des organes Administratifs et Consultatifs

Intitulé du master : Biotechnologie microbienne

Chef de département + Responsable de l'équipe de domaine	
Date et visa	Date et visa
Doyen de la faculté (ou Directeur d'institut)	
Date et visa :	
Chef d'établissement universitaire	
Date et visa	

**VII – Avis et Visa de la Conférence Régionale
(Uniquement dans la version définitive transmise au MESRS)**

**VIII – Avis et Visa du Comité pédagogique National de Domaine
(Uniquement dans la version définitive transmise au MESRS)**