

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE

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

OFFRE DE FORMATION MASTER

ACADEMIQUE

Etablissement	Faculté / Institut	Département
Université Benyoucef Benkhedda, Alger 1	Sciences	Science de la Nature et de la Vie

Domaine : SNV

Filière : Biotechnologies

Spécialité : Biotechnologie et Pathologie Moléculaire

Année universitaire : 2022-2023

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية

وزارة التعليم العالي والبحث العلمي

عرض تكوين ماستر

أكاديمي

القسم	الكلية	المؤسسة
علوم الطبيعة والحياة	العلوم	جامعة الجزائر 1 بن يوسف بن خدة

الميدان : علوم الطبيعة والحياة

الشعبة : بيوتكنولوجيا

التخصص : بيوتكنولوجيا وعلم الأمراض الجزيئي

السنة الجامعية: 2022-2023

SOMMAIRE

I - Fiche d'identité du Master	-----
1 - Localisation de la formation	-----
2 - Partenaires de la formation	-----
3 - Contexte et objectifs de la formation	-----
A - Conditions d'accès	-----
B - Objectifs de la formation	-----
C - Profils et compétences visées	-----
D - Potentialités régionales et nationales d'employabilité	-----
E - Passerelles vers les autres spécialités	-----
F - Indicateurs de suivi de la formation	-----
G - Capacités d'encadrement	-----
4 - Moyens humains disponibles	-----
A - Enseignants intervenant dans la spécialité	-----
B - Encadrement Externe	-----
5 - Moyens matériels spécifiques disponibles	-----
A - Laboratoires Pédagogiques et Equipements	-----
B- Terrains de stage et formations en entreprise	-----
C - Laboratoires de recherche de soutien au master	-----
D - Projets de recherche de soutien au master	-----
E - Espaces de travaux personnels et TIC	-----
II - Fiche d'organisation semestrielle des enseignement	-----
1- Semestre 1	-----
2- Semestre 2	-----
3- Semestre 3	-----
4- Semestre 4	-----
5- Récapitulatif global de la formation	-----
III - Programme détaillé par matière	-----
IV – Accords / conventions	-----
V – Avis et visas des organes administratifs et consultatifs	



I – Fiche d'identité du Master

1 - Localisation de la formation :

Université : Alger 1, Benyoucef BENKHADDA
Faculté : Sciences
Département : Sciences de la Nature et de la Vie

2- Partenaires de la formation *:

- Université des Sciences et de la Technologie Houari Boumediène (USTHB)
- Université M'hamed Bougara Boumerdès (UMBB)
- Université Saad Dahleb, de Blida (USDB)
- École Normale Supérieure de Kouba (ENS).
- Université Ziane Achour, Djelfa.
- Université Amar Telidji, Laghouat.
- Université Saad Dahleb, Blida.
- Université Mouloud MAMMRI, Tizi Ouzou (UMMTO)
- Ecole Nationale Polytechnique d'Alger
- Ecole Nationale Supérieure Vétérinaire (ENSV)

- entreprises et autres partenaires socio-économiques :
 - Groupes pharmaceutiques: SAIDAL, Biopharm, Biotic, CRD, Pfizer.
 - Hôpitaux : CPMC, CHU Mustapha, CHU de Bab El Oued, Hôpital Parnet, EPH de Bologhine, El Biar et Zmirli.
 - Centres de recherches scientifiques : CRAPC, CRNA, CRD, INRAA, INRF
 - Différents établissements industriels : NCA (Rouiba), Hamoud Boualem, Colaital, Fruital.
 - Institut Pasteur d'Algérie, Alger.
 - Direction de l'environnement (Alger).
 - Institut national de la protection des végétaux.
 - Unité de recherche appliquée en énergies renouvelable (Ghardaïa).

- Réserve de chasse de Zeralda.
- Institut National des Sols, de l'Irrigation et Drainage (A.N.R.H)
- Office National de la Météorologie (O.N.M)
- Institut National des Sols, de l'Irrigation et Drainage (I.N.S.I.D)

- Partenaires internationaux :
Université de Bordeaux

3 – Contexte et objectifs de la formation

A – Conditions d'accès

En 1ère année M1 est limité pour un nombre de 30 étudiants

- Priorité 1 : les titulaires de Licence en Biotechnologie et Santé dans la Filière Biotechnologies ou tout autre Licence dans la filière qui soit en adéquation.

- Priorité 2 : les titulaires d'une Licence en Biochimie ou Biologie Cellulaire et Moléculaire dans la Filière Sciences Biologiques. L'entrée sur équivalence de crédits et matières après avis de l'équipe de formation.

En 2ème année : M2

L'accès à la 2ème année est ouvert aux étudiants ayant validé

- Par capitalisation les deux semestres de la 1ère année 60 crédits (2 semestres)
- Par compensation s'il valide au moins 50% des crédits de la 1ère Année, dont au moins 1/3 dans un semestre. Il est alors tenu de se réinscrire aux matières non acquises des UE non acquises de la 1ère Année.

B - Objectifs de la formation

Ce Master propose un large éventail d'unités d'enseignement de base et méthodologiques servant les différents besoins d'apprentissage et de formation des étudiants. Il vise à fournir aux étudiants une compréhension large et détaillée des différents aspects de la pathologie moléculaire.

L'objectif de cette formation est de former des cadres capables d'appréhender la complexité du monde de l'industrie des biotechnologies et de s'insérer dans des entreprises

- D'acquérir des compétences permettant aux diplômés de travailler dans des laboratoires ou entreprises nécessitant une expertise dans le domaine de la biotechnologie. Dans les secteurs de la santé/pharmaceutique (en thérapie et en diagnostic), de l'environnement et des cosmétiques

- Comprendre les bases biologiques et maîtriser les aspects technologiques des divers secteurs des biotechnologies.
- Maîtriser les méthodologies scientifiques, de la recherche et du développement et de la compréhension moléculaire,
- Développer un esprit de synthèse et d'analyse pour mener à bien les projets de recherche.
- En plus des matières de base enseignées, qui donneront une compréhension approfondie de la pathologie moléculaire et des disciplines associées (la génomique et la bio-informatique appliquée), cet enseignement permet également de développer l'expérience et les compétences en matière d'investigation scientifique, de pensée analytique et de critique scientifique.

C – Profils et compétences métiers visés :

Compétences disciplinaires :

- Avoir une expertise technologique et scientifique de haut niveau en biologie
- Maîtriser les techniques de base utilisées en biologie moléculaire, biochimie, biologie cellulaire et immunologie
- Mettre en œuvre une démarche expérimentale depuis sa conception jusqu'à la validation des résultats.

Compétences transversales :

- Savoir développer son projet personnel et professionnel
- Faire preuve de créativité, de polyvalence et d'autonomie
- Être capable de s'adapter rapidement aux évolutions et aux besoins des entreprises et des marchés
- Savoir travailler en équipe
- Savoir communiquer ses objectifs et ses résultats
- Savoir établir une analyse critique de ses résultats
- Avoir une capacité d'apprentissage et d'adaptation.

D- Potentialités régionales et nationales d'employabilité des diplômés

Le Master académique spécialité « Biotechnologies et Pathologie Moléculaire » répond à une carence en matière d'experts et de chercheurs spécialisés dans le domaine des Biotechnologies lié à la santé

- **Secteurs d'activité** : Centres de Recherches et Etablissements Universitaires, Entreprises.

Les cadres formés dans ce domaine peuvent facilement être insérés au niveau :

- Laboratoire de recherche
- Industrie pharmaceutique
- Microbiologie médicale (Hôpital, clinique publique et clinique privée)
- Industrie cosmétique
- Laboratoire d'analyse
- Laboratoire contrôle de qualité.
- Enseignement.
- L'Algérienne des eaux.
- Les stations d'épuration des eaux
- Industrie agroalimentaire
- Directions de l'environnement
- Directions du commerce.
- Police scientifique
- Douane.

E – Passerelles vers d'autres spécialités

Poursuite de doctorat et passerelles avec tous les parcours de master en

- Microbiologie médicale
- Ecologie Microbienne
- Biochimie fondamentale et appliquée
- Santé, eau et environnement
- Contrôle de qualité des produits alimentaire

F – Indicateurs de suivi de la formation

Evaluation continue des connaissances et exposés devant des commissions (des parties du travail global) couronné par une soutenance devant un jury constitué.

G – Capacité d'encadrement : 30 à 40 étudiants.

4 – Moyens humains disponibles

A : Enseignants de l'établissement intervenant dans la spécialité :

Nom et prénom	Diplôme de graduation+ Spécialité	Diplôme de post graduation+ Spécialité	Grade	Type d'intervention	Encadrement
AIT OUMER Abdelhak	Doctorat en Qualité, Sécurité et Technologie Alimentaire	Doctorat en Qualité, Sécurité et Technologie Alimentaire	MCA	Cours + TP + TP encadrement	CAOK
TOUMI Mohamed	Ingénieur Agronome	Doctorat d'Etat	Pr	Cours + TP Biostatistique	
Bouhiz Ahmed	DES Ecologie Animale	Doctorat d'Etat - Océanographie Biologique	PE	TP + TD Encadrement	CB
M ^{re} LENCHI Naima	D.E.S Biochimie	Doctorat en biotechnologie microbienne	MCA	Cours, TD et encadrement	
M ^{me} HAMOUBI Latifa	Licence d'enseignement en Sciences naturelles	Doctorat en Technologie alimentaire	MCA	Cours, TO et encadrement	
M ^{re} NEZIANE Fatiha	Master en Xénobiotiques et Risques Toxicologiques	Doctorat en Toxicologie, Environnement et Santé	MCB	Cours, TD et encadrement	
M ^{re} SAOUJ Samia	Master en génie biologique et innovations technologiques	Doctorat en Biochimie, Immunologie et Biotechnologies Immunologiques	MCB	Cours, TD et encadrement	↓ Soud
M ^{re} BOUAS Amina	Master en thérapie et diagnostic des maladies infectieuses	Doctorat en sciences vétérinaires	MCB	Cours, TD et encadrement	B
M ^{re} RAHF Naïma	Master Microbiologie et contrôle de qualité	Doctorat en Microbiologie	MCB	Cours, TP, TP Encadrement	
M ^{re} TACHOUA wafa	Master Biotechnologie et pathologies moléculaires	Doctorat en Biochimie Immunologie et Biotechnologies Innovantes	MCB	Cours, TD, TP Encadrement	

* = Cours, TD, TP, Encadrement de stage, Encadrement de mémoire, autre (à préciser)

5 – Moyens matériels spécifiques disponibles

A- Laboratoires Pédagogiques et Equipements :

Intitulé du laboratoire 1 : *Laboratoire de Microbiologie**

Capacité en étudiants : 24

N°	Intitulé de l'équipement	Nombre	Observations
1.	Autoclave	02	
2.	Agitateurs magnétiques à plaque chauffante	40	
3.	Anse platine standard	40	
4.	Bac récupérateur déchet	10	
5.	Bain-Marie Memmert 22L	01	
6.	Balance analytique	01	
7.	Balance de précision	01	
8.	Ballon évaporateur 50 ,100 ,250 ml poire	10	
9.	Bec bunsen 13 mm gaz naturel	20	
10.	Bécher forme haute et basse de différentes	50	
11.	Centrifugeuse de paillasse	01	
12.	Compteur de colonies	02	
13.	Conductimètre de paillasse	01	
14.	Cuve d'électrophorèse	01	
15.	Dessiccateur	02	
16.	Distillateur	01	
17.	Erlenmeyer en verre	50	
18.	Etuve	02	
19.	Evaporateur rotatif	01	
20.	Fioles jaugées de différents calibres	50	
21.	Hotte à flux laminaire (PSM)	02	
22.	Micropipettes réglables	06	
23.	Microscopes optiques	20	
24.	Mortier en porcelaine	04	
25.	PH mètre de paillasse	04	
26.	Pipettes graduées de différents calibres	50	
27.	Plaque chauffante	02	
28.	Portoir en plastique	10	
29.	Réfrigérateur-congélateur	02	
30.	Spectrophotomètre (Calorimètre)	01	
31.	Spectrophotomètre UV/visible	01	
32.	Thermomètre	06	
33.	Trousse de dissection	06	

(*) Laboratoire de spécialité.

Intitulé du laboratoire 2: Laboratoire de techniques d'analyses biochimiques*
Capacité en étudiants : 24

N°	Intitulé de l'équipement	Nombre	Observations
1.	Agitateurs magnétiques à plaque	08	
2.	Agitateurs vortex	08	
3.	Bac récupérateur déchet	10	
4.	Bain-marie Memmert 22L	04	
5.	Balance analytique	02	
6.	Balance de précision	02	
7.	Bec bunsen 13 mm gaz naturel	10	
8.	Centrifugeuse.	01	
9.	Chauffe ballon	04	
10.	HPLC	01	
11.	Conductimètre de paillasse	02	
12.	Dessiccateur	04	
13.	Distillateur	01	
14.	Electrophorèse verticale	01	
15.	Etuve Memmert	01	
16.	Evaporateur rotatif	02	
17.	Four à moufle	01	
18.	Hotte à flux vertical (Sorbonne)	06	
19.	Lampe à UV	10	
20.	pH mètre de paillasse	04	
21.	Pompe à vide	20	
22.	Réfrigérateur-congélateur	01	
23.	Spectrophotomètre (calorimètre)	01	
24.	Spectrophotomètre UV/visible	01	

(*) Laboratoire de spécialité.

Intitulé du laboratoire 3 : Biologie moléculaire

Capacité en étudiants : 20

N°	Intitulé de l'équipement	Nombre	Observations
1.	Thermocycleur	01	
2.	Cuve d'électrophorèse horizontale	02	
3.	Cuve d'électrophorèse verticale	01	
4.	Centrifugeuse tubes eppendorff	01	
5.	Spectrophotomètre UV visible	02	
6.	Centrifugeuse réfrigérée	01	
7.	Réfrigérateur de laboratoire	01	
8.	Microscope optique	01	
9.	Etuve réfrigérée	01	
10.	Réfrigérateur	01	
11.	Balance analytique	01	
12.	Balance de précision	01	
13.	Centrifugeuse de paillasse	01	

(*) Laboratoire de spécialité.

Intitulé du laboratoire 4 : Physiologie cellulaire

Capacité en étudiants : 24

N°	Intitulé de l'équipement	Nombre	Observations
1.	Bain-marie agité	03	
2.	Système de refroidissement	01	
3.	Rotavapor	01	
4.	Cuve d'électrophorèse verticale	02	
5.	pH mètre	03	
6.	Spectrophotomètre UV-Vis	01	
7.	Spectrophotomètre Visible	03	
8.	Lecteur de microplaques	01	
9.	Centrifugeuse réfrigérée	01	
10.	Réfrigérateur de laboratoire	01	
11.	Chromatographie à basse pression	12	
12.	Microscope optique	20	
13.	Loupe binoculaire	15	
14.	Réfrigérateur	01	
15.	Etuve universelle	02	
16.	Balance analytique	01	
17.	Bain marie	03	
18.	Centrifugeuse de paillasse	01	

B- Terrains de stage et formation en entreprise :

Lieu du stage	Nombre d'étudiants	Durée du stage
CRD - SAIDAL-El harrach	04	30 à 60 jours
Biopharm-SAIDAL- Dar el baida	04	30 à 60 jours
SAIDAL-Biotic-Gué de constantine	04	30 à 60 jours
Hôpital de Bab el oued	06	30 à 60 jours
Hôpital Mustapha	06	30 à 60 jours
Hôpital Parnet	04	30 à 60 jours
Hôpital Bologhine (Bainem)	04	30 à 60 jours
Hôpital Birtraria (El Biar)	04	30 à 60 jours
Hôpital Zmirli (El harrach)	04	30 à 60 jours
CPMC	06	30 à 60 jours
CRAPC	06	30 à 60 jours
CRNA	04	30 à 60 jours
CRD	04	30 à 60 jours
Institut Pasteur	04	30 à 60 jours
Hamoud boualem	04	30 à 60 jours
Fruital Coca Cola	04	30 à 60 jours
Laiterie de Birkhadem (Colaital)	04	30 à 60 jours
NCA Rouiba	04	30 à 60 jours
INRAA	04	30 à 60 jours
INRF	04	30 à 60 jours

E- Espaces de travaux personnels et TIC :

- Un réseau Internet pour les enseignants (avec 12 postes)
- Un centre de calcul équipé de 30 postes pour les étudiants ;
- La faculté dispose aussi d'une grande bibliothèque « centrale » équipée, en plus de la documentation, d'un réseau Internet destiné pour les étudiants et un autre pour les enseignants, en plus des moyens audiovisuels (mis à la disposition des enseignants et des étudiants) ;
- Une bibliothèque spécialisée dans la faculté des Sciences ;
- 15 vidéo projecteurs (data show).
- Système National de Documentation en Ligne (SNDL, Cerist)





II – Fiche d'organisation semestrielle des enseignements

(Prière de présenter les fiches des 4 semestres)

1- Semestre 1 :

Unité d'Enseignement	VHS	V.H hebdomadaire				Coeff	Crédits	Mode d'évaluation	
	15 sem	C	TD	TP	TV/Pers			Continu	Examen
Unités d'Enseignement Fondamentales (UEF)									
UEF1 : Technologie moléculaire									
Matière 1 : Technologie des acides nucléiques	67h30	3h	1h30		82h30	3	6	40%	60%
Matière2 : Protéomique	67h30	1h30	1h30	1h30	82h30	3	6	40%	60%
UEF2 : Communication et signalisation cellulaires									
Matière 1 : Communication et signalisation cellulaires	67h30	3h	1h30	-	82h30	3	6	40%	60%
Unités d'Enseignement Méthodologique									
UEM1 (O/P) Biotechnologie-Bioinformatique									
Matière 01 : Biotechnologie microbienne	60h	1h	3h	-	65h	3	5	40%	60%
Matière 2 : Bioinformatique appliquée	45h	1h30		1h30	55h	2	4	40%	60%
Unités d'Enseignement Découverte									
UED (O/P) Virologie moléculaire									
Matière 1 Virologie moléculaire	45h	1h30	1h30		5h00	2	2	40%	60%
Unités d'Enseignement Transversales									
UET1 (O/P) Communication									
Matière 1 : Communication	22h30	1h30	-	-	2h30	1	1		100%
Total Semestre 1	375h	13h	9h	3h	375h	17	30		



2- Semestre 2 :

Unité d'Enseignement	VHS	V.H hebdomadaire				Coeff	Crédits	Mode d'évaluation	
	15 sem	C	TD	TP	TV/Pers			Continu	Examen
Unités d'Enseignement Fondamentales (UEF)									
UEF1 : Biothérapies									
Matière 1 : Biothérapie génique	67h30	3h	1h30		82h30	3	6	40%	60%
Matière 2 : Biothérapie cellulaire	67h30	3h	1h30	-	82h30	3	6	40%	60%
UEF2 : Dynamique structurale des macromolécules									
Matière 1 : Dynamique structurale des macromolécules	67h30	3h	1h30	-	82h30	3	6	40%	60%
Unités d'Enseignement Méthodologiques									
UEM1(O/P) Bio-Engineering									
Matière 1 : Production par Bio-Engineering des biomolécules	60h	3h	1h	-	65h	3	5	40%	60%
Matière 2 : Applications en Biotechnologies	45h	1h30	1h30		55h	2	4	40%	60%
Unité d'Enseignement Découverte (UED)									
UED1 (O/P) Valorisation des biomolécules									
Matière1 : Valorisation des biomolécules à usage thérapeutique	45h	1h30		1h30	5h00	2	2	40%	60%
Unité d'Enseignement Transversale (UET)									
UET1 (O/P) Législation									
Matière1 : Législation	22h30	1h30	-	-	2h30	1	1		100%
Total Semestre 2	375h	16h30	7h00	1h30	375h	17	30		

3- Semestre 3 :

Unité d'Enseignement	VHS	V.H hebdomadaire				Coeff	Crédits	Mode d'évaluation	
	15 sem	C	TD	TP	TV/Pers			Continu	Examen
Unités d'Enseignement Fondamentales (UEF)									
UEF1 : Pharmacologie et contrôle de qualité									
Matière1 : Pharmacologie	90h	3h	3h		82h30	3	8	40%	60%
Matière 3 : Contrôle de qualité en bioindustrie	60h00	3h		1h	82h30	3	4	40%	60%
UEF2 : Immunologie translationnelle et biothérapies									
Matière1 : Immunologie translationnelle et biothérapies	67h30	3h	1h30	-	82h30	3	6	40%	60%
Unités d'Enseignement méthodologiques (UEM)									
UEM1 (O/P) Biostatistique- Anglais scientifique									
Matière 1 : Biostatistique	67h30	1h30	1h30	1h30	82h30	3	6	40%	60%
Matière 2 : Anglais scientifique	22h30	1h30			5h00	2	3	40%	60%
Unités d'Enseignement Découverte (UED)									
UED1 (O/P) Veille bibliographique et technologique.									
Matière 1 : Veille bibliographique et technologique.	45h	1h30	1h30	-	37h30	2	2	40%	60%
Unité d'Enseignement Transversale (UET)									
UET1 (O/P) Entreprenariat									
Matière 1 : Entreprenariat	22h30	1h30	-	-	2h30	1	1		100%
Total Semestre 3	375h	15h	07h30	2h30	375h	17	30		

4- Semestre 4 :

Domaine : Science de la Nature et de la Vie

Filière : Biotechnologies

Spécialité : Biotechnologie et Pathologie Moléculaire (BPM)

Stage en entreprise sanctionné par un mémoire et une soutenance.

	VHS	Coeff	Crédits
Travail Personnel*	175h	5	7
Stage en entreprise	200h	4	8
Mémoire Fin d'étude (MFE)	375h	8	15
Total Semestre 4	750h	17	30

5- Récapitulatif global de la formation :

UE \ VH	UEF	UEM	UED	UET	Total
Cours	382,5	180	67,5	67,5	697,5
TD	202,5	105	67,5	0	442,5
TP	45	45	0	0	90
Travail personnel	742,5	360	15	7,5	1020
Autre (S4)	450	225	50	25	750
Total	1800	900	200	100	3000
Crédits	72	36	8	4	120
% en crédits pour chaque UE	60,00	30,00	6,67	3,33	100,00



III - Programme détaillé par matière



Wondershare
PDFelement

Intitulé du Master : Biotechnologie et Pathologie Moléculaire**Semestre : 1^{er} Semestre****UE : Unité d'Enseignement Fondamentale 1 (UEF1)****Matière : Technologie des acides nucléiques**

VHS : 67h30

Coeff : 3

Crédit : 6

Objectifs de l'enseignement

Acquérir des connaissances approfondies sur les technologies d'amplification, de séquençage et d'ingénierie des acides nucléiques et leurs applications dans le diagnostic et les analyses moléculaires.

Connaissances préalables recommandées

Connaissances en biologie moléculaire et génétique.

Contenu de la matière**1. Introduction****2. Rappels sur la biologie moléculaire****3. Synthèse et amplification d'ADN**

3.1. Synthèse chimique

3.2. Technologies d'amplification et d'hybridation

4. Technologies de séquençage d'ADN

4.1. Séquençage par dideoxynucléotide

4.2. Séquençage de deuxième génération

4.2.1. Pyroséquençage

4.2.2. Séquençage en utilisant des terminateurs réversibles

4.2.3. Séquençage par ligation

4.3. Séquençage de troisième génération

4.3.1. Séquençage Nanopore

4.3.2. Séquençage d'ADN par la technique *Single Molecule Real Time* (SMRT)**5. Transgénèse**

5.1. Grands principes de la transgénèse

5.2. Transgénèse chez différentes espèces (*Drosophila melanogaster*, *C. elegans*, poissons, souris)

5.3. L'agrofiltration

6. Technologies d'ADN fingerprinting

6.1. RFLP

6.2. STR

7. Technologies de diagnostic moléculaire

7.1 Diagnostic basé sur l'ADN

7.1. Diagnostic basé sur l'ARN

8. Technologies des analyses à haut débit

- 8.1. Méthodes d'analyses du traductome
- 8.2. Méthodes d'analyses de la chromatine
- 8.3. Méthodes d'analyses des nucléosomes

Travaux dirigés

Propositions d'exposés en rapport avec les points cités ci-dessus

Mode d'évaluation

Contrôles continus et examen semestriel

Références bibliographiques

- [1] Glyk, B. R. et *al.*, (2010). *Molecular biotechnology: principles and applications of recombinant DNA*. 4th ed. ASM Press. p. 1000.
- [2] Godbey, W. T. (2014). *An introduction to biotechnology*. Elsevier. p. 414.
- [2] Glick, B. R. et *al.*, (2014). *Medical biotechnology*. ASM Press. p. 737.
- [4] Gupta, V. et *al.*, (2017). *Basic and applied aspects of biotechnology*. Springer. P. 527.



Intitulé du Master : Biotechnologie et Pathologie Moléculaire**Semestre : 1^{er} Semestre****UE : Unité d'Enseignement Fondamentale 1 (UEF1)****Matière : Protéomique**

VHS : 67H30

Coeff : 3

Crédit : 6

Objectifs de l'enseignement

Offrir aux étudiants une formation approfondie dans l'utilisation de l'approche protéomique pour établir un protocole de purification d'une protéine selon ses caractéristiques, identification d'une protéine en se basant sur l'analyse par spectrométrie de masse couplée à des méthodes bioinformatiques, quantification des protéines ainsi que la recherche de marqueurs précoces dans le domaine de la santé.

Connaissances préalables recommandées

Connaissances en bioinformatique de base et biochimie.

Contenu de la matière**4. Introduction****5. Extraction des protéines****6. Séparation et purification des protéines**

6.1. Electrophorèse (SDS-PAGE, 2D-PAGE, 2D-DIGE)

6.2. Chromatographies

6.2.1. Chromatographie d'exclusion moléculaire

6.2.2. Chromatographie échangeuse d'ion

6.2.3. Chromatographie d'affinité

6.2.4. Autres techniques chromatographiques : chromatographie sur papier, chromatographie sur couche mince, chromatographie en phase inverse

6.2.5. Chromatographie liquide à haute performance

7. Principe de l'analyse protéomique par spectrométrie de masse

7.1. Approche descendante

7.2. Approche ascendante

7.3. Spectrométrie de masse MS (carte peptidique massique)

7.4. Spectrométrie de masse en tandem MS/MS

7.5. Nano LC/MS et quantification des protéines : la technologie ICAT (Isotope Coded Affinity Tag)

8. Identification des protéines par des méthodes bioinformatiques

5. Recherche de biomarqueurs en cancérologie, des protéines impliquées dans les voies de transduction des signaux et cibles de médicaments.

Travaux dirigés /pratiques

- Exercices sur l'électrophorèse 2D-PAGE et 2D-DIGE
- Exercices sur les séquences des protéines
- Exercices sur les méthodes de purification des protéines
- Exercices sur la spectrométrie de masse et de quantification des protéines (technique ICAT)

Mode d'évaluation

Contrôles continus et examen semestriel

Références bibliographiques

- [1] Bonner P.L.R. (2007). *Protein purification*. 1st ed. Taylor and Francis. P. 202.
- [2] Combarnous, Y. (2008). *Clinical proteomics : From diagnosis to therapy*. Wiley. p. 651.
- [3] Twyman, R. M. (2010). *Principles of proteomics*. 2nd ed. Garland Science. p. 260.
- [4] Cathy, H. W. et Chuming C. (2011). *Bioinformatics for comparative proteomics*. Springer. p. 377.
- [5] Voet, D., et Voet, J. G. (2016). *Biochimie*. 3rd ed. Deboeck. p. 1784.



VHS : 67h30

Coeff : 3

Crédit : 6

Objectifs de l'enseignement

Ce module illustre la signalisation cellulaire de la cellule et ses altérations dans l'émergence des pathologies humaines. L'étudiant pourra naviguer entre les connaissances actualisées des cascades de signalisation et leurs implications en pathologie avec la mise en évidence des cibles pharmacologiques potentielles exploitées en clinique. En effet, la signalisation cellulaire est devenue une partie intégrale de la biologie moderne vue son rôle dans le contrôle du fonctionnement interne des organismes leur permettant de répondre, s'adapter et survivre dans un environnement donné.

Connaissances préalables recommandées

L'étudiant doit être familiarisé avec les aspects généraux de la biologie cellulaire notamment, la biosynthèse des protéines, le trafic intracellulaire (endocytose et exocytose) ainsi que certains aspects technologiques (western blot, immunohistochimie, PCR, RT-PCR, transfection, souris knock-out et les souris knock-in).

Contenu de la matière

1. Aspects généraux de la signalisation cellulaire

- 1.1. Interaction récepteur-ligand
- 1.2. Commutateurs moléculaires

2. Les voies des récepteurs couplés aux protéines G

2. 1. Les protéines G hétérotrimériques
2. 2. Les voies effectrices mises en jeu par les protéines G
 2. 2. 1. La voie de l'adénylate cyclase
 2. 2. 2. La voie de la phospholipase C (PLC)
2. 3. Rôle du calcium dans la transduction des signaux

3. Signalisation en aval des récepteurs couplés à des canaux ioniques

- 3.1. Organisation générale des récepteurs couplés à un canal ionique
- 3.2. Signaux de mobilisation du Ca^{+2}

4. Facteurs de croissance et récepteurs à activités tyrosine kinase

4. 1. Les facteurs de croissance de la famille EGF
4. 2. Les récepteurs ERBB
4. 3. Signalisation en aval des récepteurs ERBB
 - 4.3.1. La voie MAPK
 - 4.3.1.1. Conséquence de l'activation de la voie MAPK
 - 4.3.1.1.1. La voie du cycle cellulaire
4. 4. Altérations oncogéniques des voies de la prolifération cellulaire

5. Signalisation et différenciation cellulaire

- 5.1. La voie Wnt
- 5.2. La voie Notch

6. Mécanismes de la régulation de l'expression des gènes

- 6.1. La méthylation
- 6.2. L'Acétylation
- 6.3. Les micro-ARN

Travaux dirigés

- N°1** : Notions fondamentales de la signalisation cellulaire
- N°2** : Implication de la signalisation en aval des RCPG dans le dysfonctionnement cardiaque
- N°3** : Implication de la signalisation en aval des RTK dans les cancers
- N°4** : Altérations oncogéniques de la voie MAPK
- N°5** : Altérations oncogéniques de la voie du cycle cellulaire
- N°6** : Rôle de la voie Notch dans la différenciation cellulaire

Mode d'évaluation

Contrôles continus et examens semestriel

Références bibliographiques

- [1] Robert, J. (2010). *Signalisation cellulaire et cancer*. 1st ed. Bulletin du cancer, 97(11). p. 323.
- [2] Hancock, J. T. (2010). *Cell Signalling*. 3^{ed} ed. Oxford University Press. p. 586.
- [3] Sherbet, G. V. (2011). *Growth factors and their receptors in cell differentiation, cancer and cancer therapy*. Elsevier. p. 368.
- [4] Chatterjee, M., & Kashfi, K. (2012). *Cell Signaling & molecular targets in cancer*. 1st ed. Springer, New York, NY. p. 328.
- [5] Combarnous, Y. (2013). *Communications et signalisations cellulaires*. 4^{ème} ed. Editions Tec & Doc Lavoisier. p. 383.
- [6] Cantley, L. C., Hunter, T., Sever, R., & Thorner, J. W. (2014). *Signal transduction: principles, pathways, and processes*. 1st ed. Cold Spring Harbor Laboratory Press. p. 452.
- [7] Hancock, J. T. (2016). *Cell Signalling*. 4th ed. Oxford University Press. p. 456.

Matière : Biotechnologie microbienne

VHS : 60

Coeff : 3

Crédit : 5

Objectifs de l'enseignement

A l'issue de ce module l'étudiant doit connaître les caractéristiques des microorganismes d'intérêt biotechnologique et les différents domaines industriels et de recherche d'application

Connaissances préalables recommandées

Microbiologie générale, biochimie, notions de biotechnologie, notions d'immunologie, génie enzymatique.

Contenu de la matière

1. Les microorganismes d'intérêt biotechnologique
(Bactéries, champignons, levures, cyanobactéries, virus...)
2. Les domaines d'application des biotechnologies microbiennes
 - Biotechnologie rouge
(Production de biomédicaments, thérapie génique, vaccins nouvelles générations, biomarqueurs...)
 - Biotechnologie verte
(Biopesticides et lutte biologique, biofertilisant, probiotiques...)
 - Biotechnologies blanches
(Enzymes microbiennes dans l'agroalimentaire, la tannerie, la papeterie, sélection de souches fermentaires plus performantes...)
 - Biotechnologies jaunes
(Dépollution, production de biogaz, compostage, bioplastique...)
 - Biotechnologie bleue
(Exploitation des caractéristiques des microorganismes extremophiles, microalgues et cyanobactéries productrices d'énergie, dépollution marine par les microalgues...)

TD

Exposés ou analyse d'articles scientifiques sur les thématiques traitées en cours

Mode d'évaluation

Contrôle continu (40%) et Examen semestriel (60%).

Références

- Curtis, A., & Wilkinson, C. (2001). Nantotechniques and approaches in biotechnology. *TRENDS in Biotechnology*, 19(3), 97-101.
- Didier Hoch, Pierre Tambourin. 2009. Les biotechnologies, clés de l'innovation thérapeutique dans le domaine de la santé, *MEDECINE/SCIENCES* 2009 ; 25 : 13-7.
- Douzou, P., Durand, G. & Siclet, G. (2001). Les biotechnologies. Paris cedex 14, France: Presses Universitaires de France.
- Ratledge, C., & Kristiansen, B. (Eds.). (2001). Basic biotechnology. Cambridge University Press.

Matière : Bioinformatique appliquée

VHS : 45

Coeff : 2

Crédit : 4

Objectifs de l'enseignement

L'objectif de cet enseignement est de fournir les bases indispensables pour comprendre les principes gouvernants sur les recherches bioinformatiques, analyse des séquences de biomolécules, les techniques de modélisation moléculaire et les interactions protéine-protéine / protéine-ligand.

Connaissances préalables recommandées

Connaissances en bioinformatique de base, biochimie et biologie moléculaire.

Contenu de la matière**9. Introduction à la Bioinformatique****10. Recherche dans les bases et les banques de données****3. Analyse de Séquences de biomolécules**

3.1. Introduction

3.2. Alignement de séquences

3.2.1. Matrices de score

3.2.2. Matrices de substitution

3.2.3. L'alignement multiple et la phylogénie

3.3. Recherche de motifs dans les banques de données de séquences

4. Structures de protéines

3.1. Introduction

3.2. Prédiction de la structure secondaire des protéines

3.3. Prédiction de la structure tertiaire des protéines

3.3.1. Modélisation comparative

3.3.2. Reconnaissance de repliement (Threading)

3.3.3. Modélisation *ab initio*

3.4. Comparaison et superposition des structures protéiques

3.5. Prédiction de la structure de complexes protéiques et protéine-ligand

3.5.1. Interactions protéine-protéine

3.5.2. Interactions protéine-ligand

5. Expression de gènes et modélisation

Analyse de puces à ADN (microarray)

6. Modélisation de systèmes biochimiques

6.1. Processus de modélisation

6.2. Modèle différentiel

6.2. Modélisation stochastique

Travaux pratiques

N°1 : Traitement et analyse des séquences :

Détermination des caractéristiques physicochimiques (ProtParam)

Recherche de motifs (InterPro)

N°2 : Alignement de séquences et phylogénie

Alignement local (BLAST)

Alignement multiple et phylogénie (Clustal Omega)

N°3 : Prédiction et superposition des structures protéiques

Modélisation comparative (SwissModel)

Modélisation par threading (Phyre²)

Superposition des structures (FATCAT)

N°4 : Prédiction et visualisation d'un complexe protéine-ligand (SwissDock/Chimera)

N°5 : Prédiction et visualisation d'un complexe protéine-protéine (ClusPro/Pymol)

Mode d'évaluation

Contrôles continus et examen semestriel

Références bibliographiques

[1] Narayanan, P. (2005). *Bioinformatics : a primer*. New age international. p. 241.

[2] Darbel, F. et Képès, F. (2006). *Bioinformatics: genomics and post-genomis*. wiley. p. 231.

[3] Etheridje, A. M. et al., (2007). *Bioinformatic : a practical approach*. 1st ed. Chapman and Hall/CRC. p. 648.

[4] Lesk, A. M. (2013). *Introduction to bioinformatics*. 4 OUP Oxford.

[5] Mukhopadhyay, C. S. et al., (2017). *Basic applied bioinformatics*. Wiley-Blackwell. p. 472.

Intitulé du Master : Biotechnologie et Pathologie Moléculaire**Semestre : 1^{er} Semestre****UE : Unité d'Enseignement Découverte (UED)****Matière : Virologie Moléculaire**

VHS : 45h

Coeff. : 2

Crédit : 2

Objectifs de l'enseignement

Cet enseignement devra permettre aux étudiants d'avoir un aperçu sur les virus et l'infection virale. Les détails moléculaires de la particule virale et le cycle de réplication virale sont décrits. Les données sur la biologie moléculaire, la génétique et l'interaction virus-cellule. Ce cours permet aussi de comprendre les bases des techniques utiles pour la détection de virus et la lutte contre les virus pathogènes.

Connaissances préalables recommandées

Microbiologie générale, génétique, biologie moléculaire, immunologie.

Contenu de la matière :

Chapitre 1 :

I. Introduction à la virologie

II. Structure des virus

III. Classification des virus

IV. Méthodes de diagnostic viral

- Culture cellulaire.
- Technique sérologiques et immunologiques.
- Analyses de biologie moléculaire.

Chapitre 2 :

I. La structure et la complexité des génomes viraux

- « Grands » génomes à ADN

- « Petits » génomes à ADN

-Virus à ARN à brin positif

-Virus à ARN à brin négatif

-Génomes de virus segmentés

-Virus mutants

II. Cycle de réplication viral

III. Interactions entre virus et cellule

Chapitre 3 :

I. Agents sub-viraux

II. Bactériophages

Chapitre 4 :

I. Thérapie antiviral

II. Vaccination

III. Vecteurs viraux

Travaux dirigés : Etude de quelques virus exemplaires (Virus Epstein-Barr. Virus de l'hépatite B. Virus de l'hépatite C. Entérovirus. Papillomavirus. Parvovirus. Virus respiratoires,).

Travail personnel : Exposés

Mode d'évaluation : Examen de cours et notes de TD (présentation d'exposés sur des thèmes choisis).

Références

Mammette, A. (2002). Virologie médicale. Lyon : Presses universitaires de Lyon. 798 p.

Saïb, A. (2013). Panorama de la virologie. Paris : Belin Sup Sciences. 225 p.

Cann. A. J. (2005). Principles of Molecular Virology. 4th Edition. USA : Elsevier Academic Press. 315 p.

Modrow. S., Falke. D., Truyen. U., Schätzl. H. (2013). Molecular Virology. Springer, Berlin, Heidelberg 1016 p. Ryu W-S. (2016). Molecular Virology of Human Pathogenic Viruses. 1st Edition. Academic Press. 440 p

Acheson N. H. (2011). Fundamentals of Molecular Virology, 2nd Edition. 528 p.

Seigneurin J-M, Morand P. (1997). Virologie moléculaire médicale. 480 p.



Intitulé du Master : Biotechnologie et Pathologie Moléculaire**Semestre : 1^{er} Semestre****UE : Unité d'Enseignement Transversale (UET)****Matière : Communication**

VHS : 22h30

Coeff : 1

Crédit : 1

Objectifs de l'enseignement

Analyser les objectifs de la communication interne et externe et présenter les méthodologies nécessaires pour conduire les principales actions de communication. Eveiller à certains aspects linguistiques et phonologiques. Présenter les outils élémentaires de la communication scientifique.

Connaissances préalables recommandées

Microbiologie, Recherche bibliographique, Langues et Les bases linguistiques

Contenu de la matière**En présentiel :****I. La communication dans l'entreprise**

1. Objectifs de la communication.
2. Les techniques de communication.
3. La publicité médias
4. La communication hors médias
5. Le multimédia.
6. le marketing

II. La communication scientifique

1. Rédiger un rapport de stage
2. Rédiger un mémoire de fin d'étude
3. Bien présenter à l'oral, poster et PowerPoint.
4. CV, lettre de motivation et recommandation

Mode d'évaluation :

100% examen final,

Références

1. Michel Josien, M., 2013, Techniques de communication interpersonnelle : Analyse transactionnelle. Eyrolles.
2. Lindsay, D., et P., 2011, Guide de rédaction scientifique. Editions Quae.
3. Manceau, C., et Verney-Carron. G., 2007, 100 CV et lettres de motivation pour les bac + 4-5. Editions l'Étudiant.
4. Martin, B., et Tony, D. E., 1983, Nucleus English for science and technology (General Science part II). Longman.
5. Kristine, B., et Susan, H., 2003, Writing matters. Cambridge

Intitulé du Master : Biotechnologie et Pathologie Moléculaire**Semestre : 2^{ème} Semestre****UE : Unité d'Enseignement Fondamentale 1 (UEF1)****Matière : Biothérapie Génique**

VHS : 67h30

Coeff : 3

Crédit : 6

Objectifs de l'enseignement

Acquérir des connaissances approfondies sur les approches et stratégies de la thérapie génique, des outils de transfert de gènes et l'application de la thérapie génique dans différentes pathologies.

Connaissances préalables recommandées

Connaissances en biologie moléculaire et génie génétique, Biochimie, virologie moléculaire.

Contenu de la matière**11. Introduction****12. Types de la thérapie génique (Somatique et germinale)****13. Stratégies de la thérapie génique**

- 13.1. ARN interférent (ARNi)
- 13.2. Ribozymes thérapeutiques
- 13.3. Oligonucléotides antisense
- 13.4. Nucléases programmables
- 13.5. Système de modification de gène CRISP-cas
- 13.6. Dopage génétique
- 13.7. Les aptamères

14. Les outils de transfert de gène

- 14.1. Vecteurs viraux
- 14.2. Vecteurs non viraux
 - 14.2.1. Systèmes chimiques
 - 14.2.2. Méthodes physiques

15. Risques et problèmes liés à la thérapie génique

- 15.1. Réponse immunitaire
- 15.2. Barrières (intracellulaire, extracellulaire et technique)

16. Applications de la thérapie génique en pathologies

- 16.1. Cancers
- 16.2. Maladies cardiovasculaires
- 16.3. Maladies virales
- 16.4. Maladies neurodégénératives

Travaux dirigés

Les étudiants seront amenés à faire une analyse d'articles scientifiques axés sur la Thérapie génique.

Mode d'évaluation

Contrôles continus et examen semestriel

Références bibliographiques

- [1] Glyk, B. R. et al., (2010). *Molecular biotechnology: principles and applications of recombinant DNA*. 4th ed. ASM Press. p. 1000.
- [2] Godbey, W. T. (2014). *An introduction to biotechnology*. Elsevier. p. 414.
- [3] Clark, D. P. et Pazdernik, N. J. (2016). *Biotechnology*. 2nd ed. Elsevier. p. 822.
- [4] Gupta, V. et al., (2017). *Basic and applied aspects of biotechnology*. Springer. P. 527.
- [5] Nobrega, C. et al., (2020). *A hand book of gene and cell therapy*. Springer. P. 185.



Intitulé du Master : Biotechnologie et Pathologie Moléculaire**Semestre : 2^{ème} Semestre****UE : Unité d'Enseignement Fondamentale 1 (UEF1)****Matière : Biothérapie cellulaire**

VHS : 67h30

Coeff. : 3

Crédit : 6

Objectifs de l'enseignement

Acquérir des connaissances approfondies sur les approches et stratégies de la thérapie cellulaire impliquant les cellules souches et l'ingénierie tissulaires et leurs applications dans différentes pathologies.

Connaissances préalables recommandées

Connaissances en culture cellulaire, biologie cellulaire et moléculaire.

Contenu de la matière**17. Introduction****18. Rappels sur la culture cellulaire****19. Biologie des cellules souches et leurs applications**

19.1. Classification des cellules souches

19.1.1. Cellules souches embryonnaires

19.1.2. Cellules souches adultes

19.1.3. Cellules souches pluripotentes

19.2. Plasticité des cellules souches

19.3. Division et différenciation des cellules souches

19.4. Sources des cellules souches

19.5. Isolement des cellules souches

19.6. Applications thérapeutiques des cellules souches

19.6.1. Remplacement cellulaire

19.6.2. Thérapie régénérative

19.6.3. Thérapie des cancers

19.6.4. Thérapie de la fibrose kystique

20. Ingénierie tissulaire et organes artificiels

20.1. Introduction

20.2. Sources des cellules/tissus

20.3. Matériel de l'ingénierie tissulaire

20.3.1. Les cellules

20.3.2. Les facteurs de croissance

20.3.3. Les polymères

20.4. Propriétés du biomatériau

20.5. Méthodes de fabrication

20.6. Méthodes d'assemblage

20.6.1. La culture cellulaire

20.6.2. Les bioréacteurs

20.7. Les organes artificiels

Travaux dirigés

Les étudiants seront amenés à faire une analyse d'articles scientifiques axés sur la Thérapie cellulaire.

Mode d'évaluation

Contrôles continus et examen semestriel

Références bibliographiques

- [1] Ravi, I. et *al.*, (2014). *Advances in biotechnology*. Springer. p. 259.
- [2] Godbey, W. T. (2014). *An introduction to biotechnology*. Elsevier. p. 414.
- [3] Clark, D. P. et Pazdernik, N. J. (2016). *Biotechnology*. 2nd ed. Elsevier. p. 822.
- [4] Gupta, V. et *al.*, (2017). *Basic and applied aspects of biotechnology*. Springer. P. 527.
- [5] Jayandharan, G. R. (2018). *Gene and cell therapy: Biology and applications*. Springer. P. 305.
- [6] Moo-young, M. et *al.*, (2019). *Comprehensive biotechnology*. 3rd ed. Elsevier. P. 655



Intitulé du Master : Biotechnologie et Pathologie Moléculaire**Semestre : 2^{ème} Semestre****UE : Unité d'Enseignement Fondamentale 1 (UEF2)****Matière : Dynamique structurale des macromolécules**

VHS : 67h30

Coeff : 3

Crédit : 6

Objectifs de l'enseignement

Ce module aborde les connaissances approfondies sur les protéines étant les macromolécules de référence vue leur importance primordiale dans les systèmes vivants. En effet, aucun autre type de macromolécule biologique n'est en mesure de posséder les multitudes de fonction que les protéines assurent et accumulent durant les millions d'années d'évolution depuis l'apparition de la vie. L'étude de la fonctionnalité des protéines s'est donc vite révélée être un des challenges majeurs de la biologie, elle devient ainsi indissociable de celle de la structure d'où l'évidence de la relation *structure-fonction* des protéines.

Connaissances préalables recommandées

L'étudiant doit maîtriser les notions de bases relatives à la stéréochimie, la biochimie structurale et la biophysique

Contenu de la matière**1. Acides aminés**

- 1.1. Chiralité et stéréochimie
- 1.2. Classification selon la polarité de la chaîne latérale
- 1.3. La liaison peptidique
 - 1.3.1. Planéité, rigidité et polarité de la liaison peptidique
 - 1.3.2. Les angles de torsion
 - 1.3.3. Le diagramme de Ramachandran

2. Hiérarchie structurale des protéines

- 2.1. Structure primaire,
- 2.2. Structure secondaire
- 2.3. Structure tertiaire
- 2.4. Structure quaternaire

3. Relation structure-fonction des protéines**4. Repliement, dynamique et stabilité des protéines**

- 4.1. Les différents états du repliement
- 4.2. Le paradoxe de Levithal
- 4.3. Les mécanismes de repliement

5. Détermination expérimentale des structures protéiques

- 5.1. La cristallographie aux rayons X
- 5.2. La résonance magnétique nucléaire
- 5.3. La microscopie électronique
- 5.4. La banque de donnée PDB

Travaux dirigés

N°1 : Notions fondamentales : chimie quantique

N°2 : Acides aminés : stéréochimie et chiralité

N°3 : Les angles de torsion d'un polypeptide

N°4 : Organisation structurale des protéines

N°5 : Relation structure-fonction des protéines

N°6 : Pymol : Voyage au cœur de la structure 3D d'une protéine

Mode d'évaluation

Contrôles continus et examens semestriel

Références bibliographiques

[1] Williamson, M., (2012). *How proteins work*. 1st ed. New York: Garland Science, p.464.

[2] Widlak, W. (2013). *Protein Structure and Function*. In *Molecular Biology* . Springer, Berlin, Heidelberg. p. 15-29.

[3] Ferrier, D. R. (2017). *Biochemistry*. 7th ed. Lippincott Williams & Wilkins. p. 1716.

[4] Gomes C.M., Faísca P.F.N. (2019) *Protein Folding: An Introduction*. In: Protein Folding. Springer Briefs in Molecular Science. Springer, Cham. p. 1-63.

[5] Singh, D. B., & Tripathi, T. (2020). *Frontiers in protein structure, function, and dynamics*. Springer. p. 452



Intitulé du Master : Biotechnologie et Pathologie Moléculaire**Semestre : 2^{ème} Semestre****UE : Unité d'Enseignement Méthodologique (UEM)****Matière : Production par Bio-Engineering des biomolécules**

VHS : 60h

Coeff. : 3

Crédit : 5

Objectifs de l'enseignement

L'objectif de cet enseignement est de fournir les bases indispensables pour comprendre les procédés de production des protéines recombinantes d'intérêt, les différents systèmes d'expression et les méthodes d'optimisation des protéines ainsi que l'application des protéines recombinantes en pharmaceutique.

Connaissances préalables recommandées

Connaissances en biochimie des protéines, biologie moléculaire, biotechnologie microbienne.

Contenu de la matière**1. Introduction****2. Définition des protéines recombinantes****3. Production par bioingénierie****3.1. Du gène à la protéine**

3.1.1. Vecteurs d'expression : pET ; pBAD ; pQE ; pGEX

3.1.2. Promoteurs: P_{lac}/P_{lacUV5} ; tac/trc ; T7 ; arap_{BAD} ; Promoteur pL**3.2. Les systèmes d'expression**

3.2.1. Système bactérien

3.2.2. Système fongique

3.2.3. Système cellule d'insecte et baculovirus

3.2.4. Système 'cell-free'

3.2.5. Système mammifère

3.2.6. Comparaison des systèmes d'expression

3.3. Les bioprocédés

3.3.1. Procédé upstream

3.3.2. Procédé downstream

3.4. Tags d'affinité et purification**3.5. Production des biomolécules dans les organismes transgéniques****3.6. Exemples de protéines biopharmaceutiques produites par bioingénierie**

- Activateur tissulaire de plasminogène

- Facteur VIII

- Insuline

- Hormone de croissance humaine

- Interférons

- Erythropoïétine

- Facteurs de croissance

4. Optimisation des protéines par bioingénierie

4.1. Augmentation de la thermostabilité

4.2. Augmentation de l'activité enzymatique

4.3. Modification des exigences des cofacteurs métallique

4.4. Optimisation de la spécificité des enzymes



Références bibliographiques

- [1] Glyk, B. R. et *al.*, (2010). *Molecular biotechnology: principles and applications of recombinant DNA*. 4th ed. ASM Press. p. 1000.
- [2] Glick, B. R. et *al.*, (2014). *Medical biotechnology*. ASM Press. p. 737.
- [4] Gupta, V. et *al.*, (2017). *Basic and applied aspects of biotechnology*. Springer. P. 527.
- [5] Alam Khan, F. (2020). *Biotechnology fundamentals*. Taylor et Francis. P. 375.



Intitulé du master : Biotechnologie et Pathologie Moléculaire**Semestre : 2^{ème} Semestre****UE : Unité d'Enseignement Méthodologique (UEM)****Matière : Applications en Biotechnologies**

VHS : 45

Coeff : 2

Crédit : 4

Objectifs de l'enseignement

L'objectif de cet enseignement est de fournir des connaissances sur l'application des biotechnologies dans différents domaines à savoir les biotechnologies de la reproduction, industrielles et agroalimentaire ainsi que les nanobiotechnologies et aborder les aspects bioéthiques appliquée aux biotechnologies

Connaissances préalables recommandées

Connaissances en biologie de la reproduction, microbiologie et biochimie.

Contenu de la matière**1. Biotechnologies de la reproduction**

- 1.1. Insémination artificielle
- 1.2. Transfert d'embryons et fécondation *in vitro*

2. Biotechnologies industrielles

Exemple : Les biosenseurs

3. Biotechnologies agroalimentaires

Exemple : Plantes transgéniques

4. Nanobiotechnologies

- 4.1. Introduction
- 4.2. Nanotechnologie
- 4.3. Applications des nanobiotechnologies
 - 4.3.1. Administration des médicaments
 - 4.3.2. Imagerie des médicaments *in vivo*
 - 4.3.3. Diagnostic des cancers
 - 4.3.4. Thérapie génique et nanotechnologie
- 4.4. Nanoparticules
- 4.5. Nanotechnologies et industrie alimentaire
- 4.6. Pollution aquatique et nanotechnologies

5. Bioéthique

- 5.1. Définition de la bioéthique
- 5.2. Bioéthique expérimentale :
 - a- utilisation des animaux dans le domaine de la recherche scientifique
 - b- utilisation des animaux dans les essais pharmaceutiques
 - c- utilisation des animaux dans les essais cosmétiques
- 5.3. Bioéthique clinique
 - a- Procréation médicalement assistée (PMA)
 - b- Avortements
 - c- Sélection génique des embryons

- d- Clonage
- e- Greffes et don d'organes

Mode d'évaluation

Contrôles continus et examen semestriel

Références bibliographiques

- [1] Stahl, U. et al., (2008). *Food biotechnology*. Springer. P. 269.
- [2] Gupta, V. et al., (2017). *Basic and applied aspects of biotechnology*. Springer. P. 527.
- [3] Renneberg, R. et al., (2017). *Biotechnology for beginners*. 2nd ed. Elsevier. P. 405.
- [4] Moo-young, M. et al., (2019). *Comprehensive biotechnology*. 3rd ed. Elsevier. P. 655.
- [5] Alam Khan, F. (2020). *Biotechnology fundamentals*. Taylor et Francis. P. 375.



Intitulé du master : Biotechnologie et Pathologie Moléculaire**Semestre : 2^{ème} Semestre****UE : Unité d'Enseignement Découverte (UED)****Matière : Valorisation des biomolécules à usage thérapeutique**

VHS : 45h00

Coeff. : 2

Crédit : 2

Objectifs de l'enseignement

Ce module vise à décrire les avancées de la recherche dans le domaine de l'utilisation thérapeutique des biomolécules en particulier les biomédicaments (anticorps thérapeutiques, interférons, hormones protéiques recombinantes, facteurs de croissance, vaccins thérapeutiques ou préventifs). La fabrication de ces derniers a ouvert d'immenses perspectives de progrès pour l'humanité. En effet, les biomédicaments révolutionnent la prise en charge de nombreuses maladies (diabète, cancer, sclérose en plaque, retards de croissance, etc.). Ils sont les acteurs principaux de la thérapie ciblée.

Connaissances préalables recommandées

L'étudiant doit avoir des connaissances de la biologie moléculaire en particulier, la biosynthèse des protéines, les procédés de génie génétique appliqués à la production des biomolécules initialement détaillés dans la matière « Production par Bio-Engeneering des biomolécules ».

Contenu de la matière**1. Biomolécules à intérêt pharmaceutiques**

- 1.1. Qu'est ce qu'un biomédicament ?
- 1.2. Liens biomédicaments et biotechnologies
- 1.3. Filiation entre médicament et biomédicament
- 1.4. Statut des procédés biotechnologiques dans l'industrie pharmaceutique
- 1.5. Contexte biopharmaceutique mondial

2. Classification des biomédicaments

- 2.1. Les biomédicaments substitutifs
- 2.2. Les biomédicaments modificatifs

3. Valorisation et étapes de mise au point d'un biomédicament

- 3.1. Développement des capacités de bioproduction
 - 3.1.1. Technologies innovantes couteuses
 - 3.1.2. Défis majeurs
- 3.2. Recherche de nouvelles formulations galéniques
- 3.3. Gestion des essais cliniques
- 3.4. Compréhension des mécanismes d'action des biomédicaments
- 3.5. Aspect réglementaire et éthique

4. Les biomolécules actives utilisées en santé et bien être

- 4.1. Exemples de médicaments à base de molécules naturelles
- 4.2. Exemples d'outils de diagnostic à base de molécules naturelles
- 4.3. Exemples de produits cosmétiques à base de molécules naturelles

5. Pathologies traitées par les biothérapies

- 5.1. Notion de la thérapie ciblée

6. Impact et enjeux socio-économique

Travaux pratiques

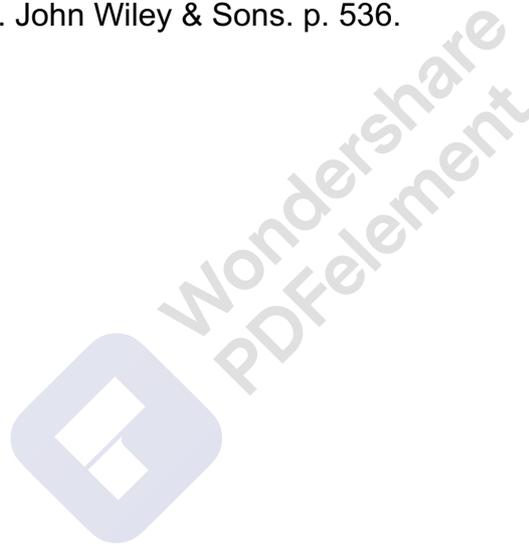
Sorties pédagogiques
Comptes rendus
autre

Mode d'évaluation

Exposés, contrôles continus et examens semestriel

Références bibliographiques

- [1] Cavazzana-Calvo, M. & Debais, D. (2011). *Introduction – Biomédicament : des biotechnologies aux médicaments de l'avenir*. Dans : Marina Cavazzana-Calvo éd., Les biomédicaments. Paris cedex 14, France: Presses Universitaires de France. p. 128.
- [2] Bourgoin-voillard, S., Rachidi, W., & Seve, M., (2015). *Les biotechnologies en santé*. Lavoisier. p. 340.
- [3] Bhutani, S. P. (2019). *Chemistry of biomolecules*. CRC Press. p. 474
- [4] Swamy, M. K. et Akhtar, M. S. (2019). *Natural bioactive compounds: chemistry, pharmacology and health care practices*. Springer. p. 492.
- [5] Molina, G., Gupta, V., Singh, B., & Gathergood, N. (2020). *Bioprocessing for Biomolecules Production*. John Wiley & Sons. p. 536.



Intitulé du master : Biotechnologie et Pathologie Moléculaire**Semestre : 2^{ème} Semestre****UE : Unité d'Enseignement Transversale (UET)****Matière : Législation**

VHS : 22h30

Coeff. : 1

Crédit : 1

Objectifs de l'enseignement

Initier l'apprenant aux notions réglementaire, les définitions et origines des textes de loi et les connaissances des conséquences pénales.

Connaissances préalables recommandées

Ensembles des contenus de la formation

Contenu de la matière**I. Notions générales sur la législation**

- Notions générales sur le droit (introduction au droit, droit pénal).
- Présentation de législation algérienne (www.joradp.dz, références des textes).
- Règlementation générale (loi sur la protection du consommateur, hygiène, étiquetage et information, additifs alimentaires, emballage, marque, innocuité, conservation).
- Règlementation spécifique (travail personnel, exposés).
- Organismes de contrôle (DCP, CACQUE, bureau d'hygiène, ONML).
- Normalisation et accréditation (IANOR, ALGERAC).
- Normes internationales (ISO, codex alimentaires, NA, AFNOR)

II. Généralités sur l'éthique de la profession.

III. Les principaux textes en matière de affaires règlementaires liés aux produits thérapeutiques

IV. Les principaux textes en matière de la biosécurité, sécurité au travail et radioprotection

V : Initiation au code de travail

Mode d'évaluation :

100% examen final,

Références

- Bondolfi, A. (1995). *L'homme et l'animal: dimensions éthiques de leur relation*. Saint-Paul.
- Marguénaud, J. P. (2011). *L'expérimentation animale: entre droit et liberté*. Editions Quæ.
- ED Olfert, BM Cross, AA McWilliam. 1993. MANUEL SUR LE SOIN ET L'UTILISATION DES ANIMAUX D'EXPÉRIMENTATION. ccac.ca

Intitulé du master : Biotechnologie et Pathologie Moléculaire**Semestre : 3^{ème} Semestre****UE : Unité d'Enseignement Fondamentale 1 (UEF1)****Matière : Pharmacologie**

VHS : 90h00

Coeff. : 3

Crédit : 8

Objectifs de l'enseignement

Acquérir des connaissances approfondies sur les médicaments et leurs pharmacocinétique et modes d'action, l'aspect pharmacogénomique et pharmacovigilance ainsi que la pharmacognosie.

Connaissances préalables recommandées

Connaissances en Biochimie et génétique.

Contenu de la matière**Introduction****Notions sur les médicaments****Pharmacocinétique****Pharmacogénomique****Pharmacodynamique**

- Classification des médicaments
- Cinétique plasmatique et effet d'un médicament
- Mesure de l'effet des médicaments
- Cibles et médicaments • • affinité, diversité, activité et sélectivité
- Interaction médicament-récepteur
- Stéréochimie de l'action des médicaments
- Effets secondaires des médicaments
- Agonistes et antagonistes
- Antagonisme fonctionnel
- Modes de fonctionnement des récepteurs couplés à une protéine G

Pharmacotéchnie

- Méthodes de manipulation génétique
- Technologie de la fermentation dans l'industrie pharmaceutique : anticorps, protéines thérapeutiques, vitamines, anticorps monoclonaux
- Amélioration des micro-organismes spécifiques avec productivité accrue des produits fermentés
- Screening pharmacologique de substances d'origine naturelle et de synthèse.

Pharmacovigilance**Pharmacognosie**

Travaux dirigés

Séries d'exercices

Exposés axés sur la pharmacologie.

Mode d'évaluation

Contrôles continus et examen semestriel

Références

Bertram G. Katzung; Susan B. Masters; Anthony J. Trevor ; (2012) : Basic & clinical pharmacology : McGraw-Hill Medical

Mark Kester, Kelly D. Karpa, Kent E; (2012) Elsevier's integrated review. Pharmacology / Elsevier/Saunders, 2nd ed.

Kimball R. Nill ; (2006) : Glossary of Biotechnology and Nanobiotechnology Terms by Call Number: TP248.16 .F54 Located in Rose Library



VHS : 60h00

Intitulé du Master : Biotechnologie et Pathologie Moléculaire

Semestre : 3^{ème} Semestre

UE : Unité d'Enseignement Fondamentale 1 (UEF1)

Matière : Contrôle de qualité en bioindustrie

VHG : 60h

Coeff. : 3

Crédit : 4

Objectifs de l'enseignement

Il s'agit d'informer l'étudiant sur les exigences de qualité et les procédures que les unités de production doivent adopter pour obtenir des produits standardisés répondant à ces exigences de qualité.

Connaissances préalables recommandées

Les notions de biologie cellulaire, de biochimie, de microbiologie sont requises.

Contenu de la matière

1/ les critères de la qualité : salubrité, stabilité, propriétés organoleptiques, valeur Nutritionnelle, etc.

2/ les niveaux de contrôle de la qualité

- les matières premières
- les produits en cours de fabrication ;
- le milieu environnant, le matériel, le personnel et les produits rajoutés en cours de fabrication ;
- le produit fini
- les conditions d'entreposage et le type d'emballage

3/ Les méthodes d'évaluation de la qualité : les méthodes d'échantillonnage et le contrôle statistique ; les méthodes d'analyses (analyses microbiologiques et parasitaires, analyses physiques et physico-chimiques, analyses sensorielles, contrôle de conformité ; systèmes HACCP

4/ la normalisation et l'automatisation des méthodes d'analyse

- traitement informatique des données ;
- les matériaux de référence ;
- nécessité et contraintes de la normalisation et de l'automatisation

5/ expertise des produits finis : conditions de prélèvements ; produits liquides ; produits solides ; rapport d'expertise

6/ Normalisation, assurance qualité et qualité totale

- définition des concepts
- état actuel de l'exigence de la qualité dans les pays développés
- perspectives pour les pays en développement

7/ - normalisation, certification

Travaux pratiques :

Sorties pédagogiques

Mode d'évaluation : Contrôle continu + examen

Références:

- Ducause C. (2003). Fraudes Alimentaires, Approche Réglementaire et Méthodologie Analytique. Tec& Doc, Lavoisier, Paris.
- Feinberg M. (2001). L'assurance qualité dans les laboratoires agro-alimentaires et Pharmaceutiques. Tec & Doc, Lavoisier, Paris.

Intitulé du Master : Biotechnologie et Pathologie Moléculaire**Semestre : 3^{ème} Semestre****UE : Unité d'Enseignement Fondamentale 1 (UEF1)****Matière : Immunologie translationnelle et biothérapies**

VHS : 67h30

Coeff. : 3

Crédit :6

Objectifs

L'unité d'enseignement propose aux étudiants une formation portant sur les biothérapies innovantes et plus spécifiquement les immunothérapies, aujourd'hui développées pour contrer les pathologies du système immunitaire (autoimmunité, allergies, déficits immunitaires...), ainsi que sur les nouvelles stratégies vaccinales. Cet enseignement permettra d'appréhender les défis et les problématiques de ces nouvelles approches thérapeutiques, ainsi qu'une connaissance approfondie des nouveaux outils diagnostiques et thérapeutiques dont les anticorps monoclonaux et produits dérivés

Prérequis

Immunologie fondamentale, Une connaissance approfondie des mécanismes d'activation lymphocytaire, des mécanismes effecteurs, et de leur régulation est requise. Avoir des notions d'immunopathologies. Avoir une connaissance approfondie de la biologie cellulaire et moléculaire

Contenu de la matière

- Immunothérapies : de la paillasse à la clinique.
- Immunothérapies moléculaires.
- Les anticorps monoclonaux et leurs dérivés.
- Thérapie cellulaire en immunologie
- Thérapie génique en immunologie
- Stratégies d'immunomodulation.
- Stratégies vaccinales innovantes
- Développements vaccinaux

Travaux dirigés

- Exposés
-
- **Mode d'évaluation**
- Contrôles continus et examen semestriel
- **Références**

Intitulé du master : Biotechnologie et Pathologie Moléculaire**Semestre : 3^{ème} Semestre****UE : Unité d'Enseignement Méthodologique (UEM)****Matière : Biostatistique**

VHS : 67h30

Coeff. : 3

Crédit :6

Objectifs

Acquérir la connaissance des principales notions relatives à l'utilisation des méthodes statistiques. Résoudre des questions empiriques par l'utilisation des tests statistiques. Maîtriser et compléter les notions de bases des statistiques en vue de les appliquer à des exemples spécifiques aux sciences biotechnologiques.

Appliquer ces notions et méthodes sur des données biologiques à partir du logiciel R et logiciel Excel et d'apprendre la lecture de leurs résultats.

Les statistique(s) constituent, l'outil permettant de répondre à de nombreuses questions qui se posent en permanence aux biologistes.

Ce cours vise à développer la compréhension conceptuelle des biostatistiques et l'interprétation d'analyses statistiques présentées avec un minimum de formules et avec l'assistance d'interface du logiciel R et Logiciel Excel.

Pré requis

Connaitre : Variables quantitatives ; Paramètres de distribution : moyenne, variance, écart type ; Principes des tests statistiques ; Comparaisons de deux moyennes (Test t)

Contenu de la matière**Cours****1- Rappels : NOTIONS DE BASE ET TERMINOLOGIE**

1-1- Ensemble / Population / Echantillon / Elément / Individu

1-2- Recensement / Echantillonnage

1-3- Intervalles de confiance

1-4- Caractère / Modalité / Variable:

1-4- Nature des variables statistiques et échelles de mesures

1-4-1- Variable quantitatif.

1-4-2- Variable qualitative

1-5- Variables dépendantes et indépendantes

1-5-1- Les variables indépendantes

1-5-2- Les variables dépendantes

1-6- Inférence et risque statistique

2- REPRESENTATION DES DONNEES

2.1. Tableaux statistiques

2.2. Représentations graphiques et statistique descriptive

2.2.1. L'histogramme

2-2-1-1- L'histogramme : paramètres de description (mode et symétrie)

2-2-1-2- Barre à moustache - Box Plot

3- Tests statistiques (Z, t, F, χ^2)**4- Test de corrélation****5- Régression linéaire****6- Anova 1 et 2 facteurs**

6-1- TukeyHSD

- 6-2- **Homogénéité des variances (Levene Test, Welch one-way test)**
- 6-3- **Vérification de l'hypothèse de normalité**
- 6-4- Test Shapiro-Wilk
- 6-5- **Test Kruskal-Wallis**
- 7- **Analyses factorielles avec Rcmdr (ACP, AFC, ACM, CAH)**
- 8- **Odds ratio (OR) et Risque relatif (RR)**
- 9- **Courbes ROC**

Travaux pratiques

- TP1 : Installation du logiciel R et interfaces graphiques (Rstudio, Rcmdr)
- TP2 ; Statistiques descriptives avec le logiciel R
- TP3 : Corrélations (Pearson et Spearman)
- TP4 : Régression
- TP5 : Anova 1 et 2 facteurs avec le logiciel R et Excel
- TP6 ; ACP
- TP7 ; AFC
- TP 8 : CAH
- TP 9 : AFM
- TP 10 ; ACM
- TP11: Odds Ratio (OR) et Risque relatif (RR)
- TP12 ; Courbes ROC

Mode d'évaluation

Contrôle continu et examen semestriel

Les cours et travaux pratiques sont réalisés en salle équipée d'un réseau (accès internet) et 25 postes (micro ordinateurs i5).

Utilisation du logiciel R et logiciel Excel pour l'analyse des données

Références

Plusieurs manuels sont distribués avec R dans R HOME/doc/manual/ :

<https://www.cours-gratuit.com/cours-logiciel-outils-de-statistique/livre-complet-sur-les-statistiques-et-le-logiciel-r>

- An Introduction to R [R-intro.pdf],
- R Installation and Administration [R-admin.pdf],
- R Data Import/Export [R-data.pdf], – Writing R Extensions [R-exts.pdf],
- R Language Definition [R-lang.pdf]. Les fichiers correspondants peuvent être sous divers formats (pdf, html, texi, . . .) en fonction du type d'installation.

FAQ. R est également distribué avec un FAQ (Frequently Asked Questions) localisé dans le répertoire R HOME/doc/html/. Une version de ce R FAQ est régulièrement mise à jour sur le site Web du CRAN : <http://cran.r-project.org/doc/FAQ/R-FAQ.html>

Ressources en ligne. Le site Web du CRAN accueille plusieurs documents et ressources bibliographiques ainsi que des liens vers d'autres sites. On peut y trouver une liste de publications (livres et articles) liées à R ou aux méthodes statistiques et des documents et manuels écrits par des utilisateurs de R

Intitulé du Master : Biotechnologie et Pathologie Moléculaire**Semestre : 3^{ème} Semestre****UE : Unité d'Enseignement methodologique(UEM)****Matière : Anglais Scientifique**

VHS : 22h30

Coeff. : 2

Crédit : 3

Objectifs de l'enseignement

L'objectif est de rendre l'étudiant capable de maîtriser la langue anglaise dans sa spécialité. En plus de lire et d'écrire correctement dans ce stade, l'étudiant est maintenant prêt à parler et à communiquer en anglais principalement dans des conférences internationales et avec des entreprises étrangères qui ont une relation avec leur domaine d'études

Connaissances préalables recommandées.

L'étudiant doit avoir un bon niveau dans sa spécialité et une bonne base en anglais. Anglais Scientifique et maîtrise de l'outil informatique (traitement de texte, power point

Contenu de la matière

Cours

- I. Synthèse d'articles scientifiques
- II. Présentations et entretiens d'embauche
- III. Préparation à l'exposé
- IV. Initiation à la rédaction d'un article scientifique
- V. Quelques conseils pour une présentation réussie
- VI. Des exposés présentés par les étudiants

Travail personnel - Synthèse d'article scientifique dans le domaine et rédaction d'un article sur un sujet -Des exposes.

Mode d'évaluation : Contrôle continu, examen (La pondération est laissée à l'appréciation de l'équipe de formation) EMD+ contrôle continu+ exposé

Références

-Text book written by Department of languages University of Montpellier II : Biology of plants and micro-organisms, biotechnologies and bioprocesses 2014 -2015

-J G Davis and P. Kendall, Preventing E. coli from Garden to Plate, Colorado State University. -William R Miller, Tardigrades American Scientist 2011

Intitulé du master : Biotechnologie et Pathologie Moléculaire**Semestre : 3^{ème} Semestre****UE : Unité d'Enseignement Méthodologique (UEM)****Matière : Veille bibliographique et technologique**

VHS : 45h

Coeff. : 2

Crédit : 2

Objectifs de l'enseignement Acquérir de la méthodologie pour préparer, analyser un document scientifique (rapport, articles, communication)**Connaissances préalables recommandées** : Anglais Scientifique et maîtrise de l'outil informatique (traitement de texte, Microsoft Office)**Contenu de la matière**

- I. Structure et éléments constituant les textes scientifiques
- II. Recherche de l'information scientifique (constitution des références bibliographiques)
- III. Typographie
- IV. Elaboration du texte
- V. Organisation des résultats sous forme de tableaux et figures
- VI. Le plan de la rédaction scientifique
- VII. Eléments de la présentation orale

Travail personnel

- Recherche des références bibliographiques, établissement de mots clés, constitution d'une bibliographie, utilisation de logiciel de gestion des références
- Rédaction de la synthèse bibliographique pour chaque thématique
- Présentation orale, technique de communication, optimisation de l'utilisation de l'outil powerpoint

Références

Boudouresque C.F., 2013. Manuel de rédaction scientifique et technique. Edition 2014-2015. 91 pp. <http://www.com.univ-mrs.fr/~boudouresque>

Intitulé du master : Biotechnologie et Pathologie Moléculaire

Semestre : 2^{ème} Semestre

UE : Unité d'Enseignement Transversale (UET)

Matière : Entreprenariat

VHS : 22h30

Coeff. : 1

Crédit : 1

Objectifs de l'enseignement

Sensibiliser et familiariser les étudiants au monde de l'entreprise en leur apportant de solides connaissances en gestion, marketing et communication.

Connaissances préalables recommandées

Législation, Communication.

Contenu de la matière

En présentiel :

- I. Généralités sur l'entreprise et gestion d'entreprise
- II. Création d'entreprise (Entreprenariat)
- III. Création et gestion des projets au sein d'une entreprise
- III. Modalités de financement de l'entreprise et des projets
- IV. La communication dans l'entreprise
- V. Gestion du capital humain de l'entreprise
- VI. Management de l'innovation dans l'entreprise.
- VII. Les entreprises biotechnologiques
- VIII. La Bio-économie

Mode d'évaluation :

100% examen final

Références

- Caroline Andréani. 2007. Comment créer son entreprise. Editions l'Etudiant, 219 pages
- . Francois Cazalas. 2011. Diriger une entreprise innovante : Joies et tribulations du métier d'entrepreneur. Eyrolles, 7 juil. 122 pages
- Dominique Pialot. 2006. Créer son entreprise. Groupe Express Editions, 1 janv. 127 pages
- Séverine Le Loarne, Sylvie Blanco. 2012. Management de l'innovation. Pearson Education France, 410 pages