

**REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET
POPULAIRE**

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

**AMENDEMENTS
OFFRE DE FORMATION MASTER**

**PROFESSIONNALISANT
Cytogénétique**

(Après harmonisation)

Etablissement	Faculté / Institut	Département
Université Des Sciences et de la Technologie (USTO)	Sciences de la Nature et de la vie	Génétique Moléculaire Appliquée

Domaine : Sciences de la nature et de la vie

Filière : Sciences biologiques

Spécialité : Cytogénétique professionnel

Année universitaire : 2025/ 2026

Etablissement : USTO MB

Intitulé du master : Cytogénétique professionnel

Année universitaire : 2025/2026

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية

وزارة التعليم العالي والبحث العلمي

تعديل عرض

تكوين ماستر

مهني

الوراثة الخلوية المهنية

(بعد المطابقة)

القسم	الكلية/ المعهد	المؤسسة
الوراثة الجزيئية التطبيقية	علوم الطبيعة و الحياة	جامعة وهران للعلوم والتكنولوجيا محمد بوضياف

الميدان : علوم الطبيعة و الحياة .

:الشعبة :العلوم البيولوجية.

التخصص :الوراثة الخلوية المهنية.

السنة الجامعية: 2026/2025

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	

I – Fiche d'identité du Master

Fiche d'identité : Master cytogénétique Professionnel.

Etablissement : **USTO MB**

Intitulé du master : **Cytogénétique professionnel**

Année universitaire : 2025/2026

1- Localisation de la formation **::

- Département : Génétique Moléculaire Appliquée (GMA)
- Faculté (ou Institut) : Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie (SNV)
- Université des sciences et de la technologie Mohamed Boudiaf (USTO)

2- Partenaires de la formation **::

- **Partenaires extérieurs (conventions*)**

Etablissement Hospitalo-universitaire d'Oran (EHU-1^{er} Novembre)
Etablissement Hospitalier Spécialisé en Pédiatre « Boukhroufa Abdselkader

»-Canastel.

Université de TLEMCEN

- **Entreprises et autres partenaires socio-économiques**

Convention signée entre l'Université Mohamed Boudiaf des Sciences et de la Technologie d'Oran (USTO-MB) et le centre Hospitalo-Universitaire d'Oran (CHUO)

Convention signée entre l'Université Mohamed Boudiaf des Sciences et de la Technologie d'Oran (USTO-MB) et Etablissement Hospitalo Universitaire 1er Novembre(EHU)

3 – Contexte et objectifs de la formation

1. Formation de cytogénéticiens.
2. Acquisition et maîtrise de différentes méthodes de génétique et de biologie moléculaire, couramment utilisées extraction d'ADN, PCR-RFLP, PCR-SSO, SSP, ,PCR-DGGE et PCR- SSCP.
3. Elaboration de stratégies pour le diagnostic génotypique par différentes approches.
4. Elaboration de stratégies d'étude au niveau de l'ADN en fonction d'une problématique donnée.
5. Rédaction d'un mémoire de fin d'étude.

6. Profils et Compétences visés :

Applications des techniques de cytogénétique conventionnelle et moléculaire en analyses Médicales (Dépistages, Diagnostic des maladies génétique.

4 - Contextes régional et national d'employabilité :

Cette formation permet l'ouverture sur le monde de travail dans les domaines appartenant à la fois au secteur public et privé pour les applications dans le domaine du diagnostic cytogénétique (pathologies dues à des anomalies chromosomiques).

Etablissement : **USTO MB**

Intitulé du master : **Cytogénétique professionnel**

Année universitaire : 2025/2026

A-Conditions d'accès

- 1- Licence requise : Licence Génétique.
- 2- Passage de L3 vers Master : Selon les capacités d'accueil, un maximum de 25 étudiants ayant acquis la totalité de leurs crédits (180) à l'issue de la 3ème année de la licence Génétique L3, seront sélectionnés pour le M1.
- 3- Un maximum de 25 étudiants sera sélectionné pour le M2 professionnel, selon leurs résultats du M1

B- Objectifs de la formation

Diagnostic, pronostic, suivi et thérapeutique. Signification d'anomalies cytogénétique constitutionnelles et acquises pour la compréhension de leurs mécanismes de cancérogénèse, Et de ce fait mieux orienter la recherche sur le versant thérapeutique : thérapie ciblée, Avancée sur le plan fondamental : mécanismes intracellulaires, ou lien avec l'environnement tumoral...

CONCLUSIONS : Identification des gènes concernés : Conséquences des anomalies de structure : Translocations, inversions, délétions : dérégulation transcriptionnelle, gènes de fusion. Troncation génique (délétions): gènes suppresseurs de tumeurs ; expression des gènes amplifiés.

C- Profils et compétences métiers visés

Permettre aux étudiants d'acquérir une meilleure maîtrise des techniques de cytogénétique appliquée

Pour toute institution (Université, Laboratoire), la maîtrise des techniques de cytogénétique constitue aujourd'hui un avantage stratégique pour diagnostiquer une maladie génétique. Aussi, faut-il mobiliser des compétences à la fois techniques et de métier.

La formation (connaissances acquises) est structurée autour de quatre composantes : - La théorie, indispensable à la compréhension des phénomènes complexes et à la pérennité de la compétence.

- Les méthodes qui donnent les moyens d'appliquer ses connaissances à la résolution des problèmes concrets. - La maîtrise des outils de cytogénétique actuels, qui est indispensable à l'efficacité.

- Le stage, pour valider les acquisitions théoriques du master.

L'objet du Master est donc de former des étudiants capables d'appréhender les problèmes spécifiques liés aux maladies complexes afin de poser un diagnostic dans le but d'une thérapie En un mot, leur inculquer un ensemble de qualifications nouvelles qui s'ajoutent aux savoirs et savoir-faire traditionnels de la bibliothéconomie, l'évolution de Nouvelles Technologies en cytogénétique faisant converger les métiers de la documentation vers des compétences liées aux applications médicales.

D- Potentialités régionales et nationales d'employabilité des diplômés

Cette formation permet l'ouverture sur le monde de travail dans les domaines appartenant à la fois au secteur public et privé pour les applications dans le domaine du diagnostic cytogénétique (pathologies et syndromes dues à des anomalies chromosomiques).

- Universités,
- Centres de recherche
- Hôpitaux publiques

- Cliniques privées
- Laboratoires de l'université Au niveau national
- Institut pasteur

E – Passerelles vers d'autres spécialités / non F – Indicateurs de suivi de la formation :

Deux (2) à quatre (4) contrôles continus de 1h30 chacun 1 examen final de 2h en fin de semestre pour chaque matière de l'unité.

Dans le cas du mini projet et le stage, la note est prise en considération dans le calcul de la moyenne.

Évaluation du passage du semestre S1 vers le semestre S2 : par EMD

Évaluation du passage du master M1 vers le master M2 : par EMD + Crédits (60 crédits)

Évaluation du passage du semestre S3 vers le semestre S4 : par EMD

Évaluation du semestre S4 : par EMD + soutenance de mémoire du master (60 crédits)

- Possibilité de poursuite des études en vue de la préparation d'un doctorat en Biologie Moléculaire et Génétique.
- Employabilité dans le secteur médical, analyse cytogénétique, analyse biologie moléculaire, Diagnostic génétique.....








G- Capacité d'encadrement 25

4 – Moyens humains disponibles

A : Enseignants de l'établissement intervenant dans la

4 – Moyens humains disponibles

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

Nom, prénom	Diplôme graduation + Spécialité	Diplôme Post graduation + Spécialité	Grade	Type d'intervention *	Emargements
Pr MEHTAR Nadhira	DES Génétique	Magister en Biologie Moléculaire/Doctorat Biologie Moléculaire	Professeur	Conférences Cours Encadrement	
Pr ZEMANI Faouzia	DES Génétique	Doctorat en Biologie et pharmacologie	Professeur	Conférences Cours Encadrement	
Pr Ouahrani Nadjia	DES Génétique	Magister en Biologie /Doctorat en Génétique	Professeur	Conférences Cours Encadrement	
Pr BOUJEMAA Abdellah	DES Biochimie	Magister en Biologie Moléculaire/Doctorat Biologie Moléculaire	Professeur	Conférences Cours Encadrement	
Dr El Mecherfi Kamel Eddine	DES Physiologie Animale	Magister / Doctorat en Physiologie de la nutrition et sécurité alimentaire	Maitre de conférences A	Conférences Cours TP Encadrement	
Dr Meroufel Djabaria Naïma	DES Génétique	Magister/Doctorat Biologie Moléculaire	Maitre de conférences A	Conférences Cours TP Encadrement	
Dr Abderrahmane Rym	Ingénieur Génétique	Magister /Doctorat Biologie Moléculaire	Maitre de conférences B	Conférences Cours TP Encadrement	

Etablissement : **USTO MB**

Intitulé du master : **Cytogénétique professionnel**








Année universitaire : 2025/2026

Dr Boubeker Amina	Ingénieur Génétique	Magister en Biologie Moléculaire/Doctorat Biologie Moléculaire	Maitre de conférences B	Conférences Cours TP Encadrement	<i>Parf</i>
Dr Fodil Mostefa	Ingénieur Génétique moléculaire et cellulaire	Magister en Biologie Moléculaire/Doctorat Biologie Moléculaire	Maitre de conférences B	Conférences Cours TP Encadrement	<i>Fod</i>
Mme Measal Ahlem Nora	DES Génétique	Magister en Biologie Moléculaire	Maitre-Assistant A	Conférences Cours TP Encadrement	<i>MA</i>
Dr Biter Ndjjet	DES Biochimie	Magister en Biochimie/Doctorat Biochimie	Maitre de conférences B	Conférences Cours TP Encadrement	<i>Biter</i>
Mr Louthibi Lotfi	DES Biochimie	Magister en Biologie Moléculaire	Maitre-Assistant A	Conférences Cours TP Encadrement	<i>Lotfi</i>
Mme Bouras Noria	DES Génétique	Magister en Biologie Moléculaire	Maitre-Assistant A	Conférences Cours TP Encadrement	<i>Noria</i>
Mme Boushaba Nadjet	DES microbiologie	Magister en Biologie Moléculaire	Maitre-Assistant A	Conférences Cours TP Encadrement	<i>Nadjet</i>
Mme Harmouda Linda	Ingénieur Génétique moléculaire et cellulaire	Magister en Biologie Moléculaire	Maitre-Assistant A	Conférences Cours TP Encadrement	<i>Linda</i>

Etablissement : **USTO MB**

Intitulé du master : **Cytogénétique professionnel**

Année universitaire : 2025/2026

Mme Khaïb Wahiba	Ingénieur Génétique moléculaire et cellulaire	Magister en Biologie Moléculaire / Doctorat Biologie Moléculaire	Maitre de conférences B	Conférences Cours TP Encadrement	
Dr Abdi Meriem	Master 2 Biologie Moléculaire	Doctorat LMD Biologie Moléculaire	Maitre de conférences B	Conférences Cours TP Encadrement	
Mme Ouhalbi hajira	Ingénieur Génétique moléculaire et cellulaire	Magister en Biologie Moléculaire	Maitre-Assistant A	Conférences Cours TP Encadrement	
Mme Lardjem Sarah	Ingénieur Génétique moléculaire et cellulaire	Magister en Biologie Moléculaire	Maitre-Assistant A	Conférences Cours TP Encadrement	
Mme Benhamouche Nora	DES biologie végétale	Magister en Biologie Moléculaire	Maitre-Assistant A	Encadrement	
Mme Tahï Malika	DES Microbiologie	Magister en Microbiologie fondamentale et appliquée	Maitre-Assistant A	Encadrement	
Mme Benyamina Annel	DES Biochimie	Magister Biochimie	Maitre-Assistant A	Encadrement	
Mme Harouhache Sadika	DES Microbiologie	Magister Environnement	Maitre-Assistant B	Encadrement	
Mme Boudine Nora	DES en biochimie	Magister en microbiologie appliquée	Maitre-Assistant A	Encadrement Conférences Cours TP Encadrement	
Mr Touati Omar	DES en biologie végétale	Magister en génétique et amélioration des plantes	Maitre-Assistant A	Encadrement	
Dr Benkabouche Ikram	Ingénieur Génétique moléculaire et cellulaire	Magister/Doctorat sciences de l'environnement	Maitre de conférences B	Encadrement	

Etablissement : **USTO MB**

Intitulé du master : **Cytogénétique professionnel**

Année universitaire : 2025/2026

Mme Negaoui Hanane	DES en physiologie animale	Doctorat et magistère en physiologie de la nutrition et sécurité alimentaire	Maitre de conférences B	Encadrement	
Mme ben ziane Amina	DES en biochimie	Magistère en biochimie	Maitre assistant A	Encadrement	
Mme Ben kabouche Ikrame	Ingénieur en génétique moléculaire et cellulaire	Doctorat et magistère Sciences de l'environnement	Maitre de conférences B	Encadrement	
Mme Djiliali doula	DES en biologie animale	Magistère en biologie moléculaire et oncogénèse	Maitre assistant A	Encadrement	
Mme Mansour Sadia	DES physiologie animale	Doctorat et magistère en physiologie animale	Maitre de conférences B	Encadrement	
Melle Boukort Kawter	Licence en biologie cellulaire et génétique	Doctorat en biologie moléculaire	Maitre de conférences B	Encadrement	

Etablissement : **USTO MB**

Intitulé du master : **Cytogénétique professionnel**

Année universitaire : 2025/2026


Etablissement : **USTO MB**

Intitulé du master : **Cytogénétique professionnel**


Année universitaire : 2025/2026

B : Encadrement Externe :


Etablissement de rattachement :

Nom, prénom	Diplôme graduation + Spécialité	Diplôme Post graduation + Spécialité	Grade	Type d'intervention *	Emargement
Pr. Mediène Sontia	DES en Génétique	DEA Physiologie cellulaire/ magistère en Biologie Moléculaire/ Doctorat en Biologie Moléculaire	Professeur	Conférences/ Cours	

Etablissement de rattachement :

Nom, prénom	Diplôme graduation + Spécialité	Diplôme Post graduation + Spécialité	Grade	Type d'intervention *	Emargement
Dr. Taher Aouij Nacera	DES en Génétique	Magistère en Biologie Moléculaire/Doctorat Biologie Moléculaire	Maitre de conférences A	Conférences/ Cours Encadrement de mémoires	

Etablissement de rattachement : Centre universitaire d'Ain Temouchent Belhadj Bouchaib.

Nom, prénom	Diplôme graduation + Spécialité	Diplôme Post graduation + Spécialité	Grade	Type d'intervention *	Emargement
Moghtit fatima zohra	Licence en biologie cellulaire et génétique	Doctorat en biologie Moléculaire	MCB	ENCADREMENT	

Etablissement de rattachement : Ecole préparatoire SNV d'ORAN.

Mahami Fatima	Licence en biologie cellulaire et génétique	Doctorat en biologie Moléculaire	MCB	ENCADREMENT+ enseignement	
---------------	--	-------------------------------------	-----	------------------------------	---

Etablissement : **USTO MB**

Intitulé du master : **Cytogénétique professionnel**

Année universitaire : 2025/2026

5 – Moyens matériels spécifiques disponibles

A- Laboratoires Pédagogiques et Equipements :

Intitulé du laboratoire : Labo N°1 Laboratoire de Génétique Moléculaire et cellulaire (LGMC)

Capacité en étudiants : 25

N°	Intitulé de l'équipement	Nombre	observations
01	Balance	01	
02	Plaque chauffante	01	
03	Spectrophotomètre UV	0é	
04	Thermocycleur	03	
05	Cuve électrophorèse+ Générateur	01	
06	Séquenceur	01	
07	Bain Marie	03	
08	Réfrigérateurs	07	
09	Distillateur	1	
10	Machine à glace	1	

B- Intitulé du laboratoire : Labo N°2 Microbiologie

C- Capacité en étudiants : 25

N°	Intitulé de l'équipement	Nombre	observations
01	Sterilisateur	01	
02	Bain marie	01	
03	Etuve	02 (01 à co2)	
04	Agitateur	01	
05	Balance	01	
06	Microscope photonique	02	
07	Autoclave	01	
08	Refrigerateur	01	
09	Congelateur	01	
10	Centrifugeuse	01	
11	PH mètre	01	
12	Bec bunsen	04	
13	Résistance chauffe ballon	03	

**F Intitulé du laboratoire : Labo N°4«
- Cytogénétique »**

G- Capacité en étudiants : 25

N°	Intitulé de l'équipement	Nombre	observations
01	Microscope optique avec camera et écran	01	
02	Microscope OPTICA	11	
03	Microscope KRUSS	05	
04	Caméra pour microscope	02	
05	PC ordinateur + écran	02	
06	Étuve	02	
07	Hôte chimique	01	
08	Hôte flux laminaire	0 1	
09	Bain marie	0 1	
10	Centrifugeuse	0 2	
11	Plaque chauffante	0 1	
12	Agitateur	0 1	
13	Ph mètre	0 1	
14	Congélateur	0 1	
15	Réfrigérateur	0 1	
16	Vortex	0 1	
17	Lampe a UV	0 1	
18	Balance	0 1	

Etablissement : **USTO MB**

Intitulé du master : **Cytogénétique professionnel**

Année universitaire : 2025/2026

D- Intitulé du laboratoire : Labo N°3 « Biologie Animale »

E- Capacité en étudiants : 25

N°	Intitulé de l'équipement	Nombre	observations
01	Ordinateur sans écran	01	
02	Microscope optique	13	
03	Cage de souris	12	

B- Terrains de stage et formation en entreprise :

Lieu du stage	Nombre d'étudiants	Durée du stage
Laboratoire de cytogénétique		
Etablissement hospitalier spécialisé (ESH) ophtalmologie	12	20 jours par étudiants
Laboratoire de cytogénétique et Biologie moléculaire EHU	13	20 jours par étudiants

Etablissement : **USTO MB**

Intitulé du master : **Cytogénétique professionnel**

Année universitaire : 2025/2026

C- Laboratoire(s) de recherche de soutien au master :

Chef du laboratoire : Pr Zemani Faouzia
N° Agrément du laboratoire : N° décret 35
Date d'agrément : 2009
Date : 24/04/2017
Avis du chef de laboratoire : <i>Avis favorable</i> Pr. Faouzia ZEMANI-FODIL Directrice du Laboratoire de Génétique Moléculaire et Cellulaire USTO - MB

D- Projet(s) de recherche de soutien au master :

Intitulé du projet de recherche	Code du projet	Date du début du projet	Date de fin du projet
Etude génétique de la Polyarthrite Rhumatoïde dans l'Ouest algérien	CNEPRU I01920140001	01/01/2015	31/12/2018
Etude de la pathologie moléculaire de certains cancers dans la population algérienne	CNEPRU F01920140112	01/01/2015	31/12/2018

E- Espaces de travaux personnels et TIC :

- Salle de travaux pratiques de Bioinformatique du département GMA.
- Connexion internet sans fil (WiFi) au département GMA.
- Salle des ordinateurs et cyber-espace au niveau de la bibliothèque Centrale de l'USTO-MB.

II – Fiche d'organisation semestrielle des enseignements

Etablissement : **USTO MB**

Intitulé du master : **Cytogénétique professionnel**

Année universitaire : 2025/2026

**Annexe de l'arrêté n° du
portant sur la modification du programme des enseignements en vue de l'obtention du
diplôme de Master dans le domaine « Sciences de la Nature et de la Vie », filière «
Sciences biologique. »,
spécialité « Cytogénétique »
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 : Biologie Moléculaire Appliquée (BMA)	67h30	03h00	01h30	-	82h30	03	06	40%	60%
Matière 2 : Cytogénétique Moléculaire (CM)	67h30	03h00	01h30	-	82h30	03	06	40%	60%
Matière 3 : Méthodologies en Génétique Moléculaire (MGM)	67h30	03h00	01h30	-	82h30	03	06	40%	60%
UE méthodologies									
UEM1						05	09		
Matière 1 : Physiologie des grandes Fonctions (PGF)	60h00	03h00	-	01h00	65h00	03	05	40%	60%
Matière 2 : Différenciation cellulaire et reproduction (DCR)	45h00	01h30	-	01h30	55h00	02	04	40%	60%
UE découvertes									
UED1						02	02		
Matière 1: Bonnes pratiques et sécurité au laboratoire (BPL)	22h30	01h00	00h30	-	02h30	01	01	40%	60%
Matière 2 : Logiciels libres et open source(LLoS)	22h30	00h30	-	01h00	02h30	01	01	40%	60%
UE transversales									

Etablissement : **USTO MB**

Intitulé du master : **Cytogénétique professionnel**

Année universitaire : 2025/2026

UET1						01	01		
Matière 2: Communication	22h30	01h30	-	-	02h30	01	01	-	100%
Total Semestre 01	375h	16h30	05h00	03h30	375h	17	30		

Annexe de l'arrêté n° du
portant sur la modification du programme des enseignements en vue de l'obtention du
diplôme de Master dans le domaine « Sciences de la Nature et de la Vie », filière «
Sciences biologique. »,
spécialité « Cytogénétique »
Semestre 02

Unité d'Enseignement	VHS	VH hebdomadaire				Coeff	Crédit s	Mode d'évaluation	
	15 sema ines	Cour s	TD	TP	Travail person nel			Continu	Examen
UE fondamentales									
UEF1						09	18		
Matière 1 : Génétique et Pathologie Moléculaire (GPM).	67h30	03h00	01h30	-	82h30	03	06	40%	60%
Matière 2 : Application à la cytogénétique clinique (ACC)	67h30	03h00	01h30	-	82h30	03	06	40%	60%
Matière 3: Diagnostic cytogénétique (DC)	67h30	03h00	01h30	-	82h30	03	06	40%	60%
UE méthodologies									
UEM1						05	09		
Matière 1 : Epidémiologie génétique (EG).	60h00	03h00	-	01h00	65h00	03	05	40%	60%
Matière 2 : Communication Cellulaire et Signalisation (CCS)	45h00	01h30	-	01h30	55h00	02	04	40%	60%
UE découvertes									
UED1						02	02		
Matière 1 : Cellules souches et thérapies innovantes (CSTI)	22h30	01h00	00h30	-	02h30	01	01	40%	60%

Matière 2 :Programmation Informatique appliquée aux sciences et technologie(PIAST)	22h30	00h30	-	01h00	02h30	01	01	40%	60%
UE transversales									
UET1						01	01		
Matière 1 : Législation, éthique et déontologie(LED)	22h30	01h30	-	-	02h30	01	01	-	100%
Total Semestre 02	375h	16h30	05h00	03h30	375h	17	30		

Annexe de l'arrêté n° du portant sur la modification du programme des enseignements en vue de l'obtention du diplôme de Master dans le domaine « Sciences de la Nature et de la Vie », filière « Sciences biologique. », spécialité « Cytogénétique »

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 : Transcriptomique et la Protéomique (TP)	67h30	03h00	01h30	-	82h30	03	06	40%	60%
Matière 2 : Oncogénétique (OG)	67h30	03h00	01h30	-	82h30	03	06	40%	60%
Matière 3 : Radiobiologie et génétique (RG)	67h30	03h00	01h30	-	82h30	03	06	40%	60%
UE méthodologies									
UEM1						05	09		
Matière 1 : Biométrie et dispositifs expérimentaux (BDE)	60h00	03h00	-	01h00	65h00	03	05	40%	60%
Matière 2 : Conseil Génétique- Calcul de risques (CG-CR)	45h00	01h30	-	01h30	55h00	02	04	40%	60%
UE découvertes									

Etablissement : **USTO MB**

Intitulé du master : **Cytogénétique professionnel**

Année universitaire : 2025/2026

UED1						02	02		
Matière 1 : Cytogénétique et pathologie (CP)	22h30	01h00	00h30	-	02h30	01	01	40%	60%
Matière 2 : l'IA appliquée aux sciences et technologie (IAST)	22h30	00h30	-	01h00	02h30	01	01	40%	60%
UE transversales									
UET1						01	01		
Matière 1 : Création d'une entreprise économique(CEE)	22h30	01h30	-	-	02h30	01	01	-	100%
Total Semestre 03	375h	16h30	05h00	03h30	375h	17	30		

4- Semestre 4 :

Domaine : Génétique

Filière : Sciences Biologiques Spécialité : Génétique

Stage en entreprise sanctionné par un mémoire et une soutenance.

Ce semestre sera consacré à un stage pratique et bibliographique de six mois (Janvier - Juin), afin de réaliser une rédaction d'un mémoire de fin d'étude et à une soutenance orale devant un jury. Les thèmes de recherche seront discutés au niveau de l'équipe pédagogique et de formation. Cependant les thèmes seront accordés par un conseil scientifique du département en tenant compte des moyens qui nous seront offerts.

Total du stage en heures :

	VHS	Coeff	Crédits
Travail Personnel			
Stage en entreprise ou Laboratoire	500	10	20
Séminaires			
Autre (Mémoire)	250	05	10
Total Semestre 4	750	15	30

5- Récapitulatif global de la formation :(indiquer le VH global séparé en cours, TD, pour les 04 semestres d'enseignement, pour les différents types d'UE)

VH	UE	UEF	UEM	UED	UET	Total
Cours		247h30	202h30	67h30	67h30	585h00
TD		247h30	112h30	/	67h30	427h30
TP		112h30	15h00	/	/	127h30
Travail personnel		742h30	245h00	07h30	15h00	1010h00
Autre (Stage/Mémoire)		500h00	250h00	/	/	750h00
Total		1850h00	825h00	75h00	150h00	2900h00
Crédits		74	37	3	6	120
% en crédits pour chaque UE		61.67%	30.83	02.50	05.00	100%

III - Programme détaillé par matière

(1 fiche détaillée par matière)

Intitulé du Master : Cytogénétique professionnel

Semestre 2

Les unités d'Enseignements :

UE fondamentales :

UEF1 :

- Biologie Moléculaire Appliquée (BMA)
 - Cytogénétique Moléculaire (CM).
 - Méthodologies en Génétique Moléculaire (MGM)

UE méthodologie :

UEM :

- *Physiologie des grandes Fonctions (PGF)*
- *Différenciation cellulaire et reproduction (DCR)*

UE découverte :

UED1

- Bonnes pratiques et sécurité au laboratoire (BPL)
- Logiciels libres et open source.

UE transversales :

- **Communication**

Intitulé du Master : Cytogénétique professionnel

Semestre : S1

Intitulé de l'UE : UEF1

Intitulé de la matière : Biologie Moléculaire Appliquée (BMA)

Crédits : 6

Coefficients : 3

Objectifs de l'enseignement : Maîtrise des différentes stratégies du diagnostic génotypique (Analyse de l'ADN).

Connaissances préalables recommandées : Génétique Moléculaire I et Génétique Moléculaire II de la 3^{ème} année de licence L3, et Génétique Humaine I et Génétique Humaine II de la 3^{ème} année de licence L3

Contenu de la matière :

I Pathologie de l'ADN :

- Macrolésions
- Microlésions.
- Méthodes de détection.

II Stratégies du diagnostic génotypique :

- Diagnostic semi direct.
- Diagnostic direct.
 - Par association allèlique.
 - Sans association allèlique préférentielle

-Diagnostic indirect :

- Principe
- L'informativité
- Le risque de recombinaison
- Le risque d'hétérogénéité génétique

III Applications Générales :

- Exploration de l'ADN constitutionnel
 - sur amniocytes
 - sur trophoblastes
 - sur sang du cordon
- Exploration de l'ADN somatique :
 - Diagnostic de la clonalité cellulaire et diagnostic de cancer.
 - Suivi des greffes de la moelle osseuse (leucémie).

Autres (travail personnel) : Stages, Exposés, Projection vidéo, Ateliers, séries d'exercices.

Mode d'évaluation : *Contrôle continu, examen, etc*

TD / Exercices types (travaux dirigés)		
N°	Thème	Objectif pédagogique
TD1	Classification des lésions de l'ADN	Différencier macrolésions et microlésions à partir de schémas ou de séquences altérées
TD2	Interprétation d'un profil de Southern blot	Identifier une délétion, duplication ou réarrangement
TD3	Exercice de diagnostic direct : PCR – Séquençage	Analyser une séquence brute pour repérer une mutation
TD4	Diagnostic indirect : étude de la recombinaison	Évaluer l'informativité d'un marqueur dans une famille
TD5	Étude de cas : maladies constitutionnelles (ex. hémophilie ou mucoviscidose)	Appliquer le diagnostic direct/indirect dans un contexte clinique
TD6	Diagnostic prénatal : ADN sur trophoblaste ou sang de cordon	Déduire les risques selon le génotype parental
TD7	Exercice sur l'analyse de la clonalité (leucémie)	Lire des profils d'électrophorèse post-PCR pour déterminer monoclonalité/polyclonalité
TD8	Étude critique d'une fiche de séquençage Sanger ou NGS	Identifier des SNP pathogènes et discuter des effets biologiques
TD9	Simulation d'un test d'association allélique	Utiliser des données de fréquence et appliquer un test statistique (Chi ² , OR...)
TD10	Cas pratique : rédaction d'un rapport de diagnostic génétique	Rédiger un compte rendu interprétant les données brutes d'un test moléculaire

Références bibliographiques recommandées

Strachan T., Goodship J., & Chinnery P.
Genetics and Genomics in Medicine, Garland Science, 2014.

Gersen S. L. & Keagle M. B.
The Principles of Clinical Cytogenetics, 3^e éd., Springer, 2013.

Meyn M. S. & Smith G. R.
Human Molecular Genetics, 5^e éd., Garland Science, 2021.

Korf B. R. & Irons M. B.
Human Genetics and Genomics, Wiley-Blackwell, 2012.

Online NCBI GeneReviews® Database
 <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK1116/>

Intitulé du Master : Cytogénétique professionnel

Semestre : 1

Intitulé de l'UE : UEF1

Intitulé de la matière : Cytogénétique Moléculaire (CM)

Coefficients : 3

Crédits: 6

Objectifs de l'enseignement

Connaissance des différentes techniques en cytogénétique moléculaire et leurs applications en cartographie du génome et en diagnostic

Programme d'Enseignement : Cytogénétique Moléculaire

Objectifs du Programme

- Comprendre les principes fondamentaux de la cytogénétique moléculaire et son application clinique.
- Analyser les mécanismes cytogénétiques impliqués dans les hémopathies malignes et les tumeurs solides.
- Explorer les nouvelles technologies et méthodes avancées en cytogénétique. **Connaissances préalables recommandées** Cytogénétique de la 3^{ème} année de licence L3 Notions de biologie moléculaire

-
- 1. *Introduction à la Cytogénétique*
 - Analyse chromosomique : Concepts de base et importance clinique.
 - Cytogénétique moléculaire : Définition et applications.
- 2. *Mécaniques Chromosomiques*
 - Structure de l'ADN : De l'interphase à la métaphase.
 - Euchromatine et hétérochromatine : Rôles et marquage des chromosomes.
 - Télomères : Structure, fonction et implications dans le vieillissement cellulaire.
 - Mécanismes de points de cassure : Effet de position et implications fonctionnelles.
- 3. *La Cellule Souche Cancéreuse*
 - Évolution clonale : Mécanismes de remaniements complexes.
 - Mutagenèse chromosomique : Origines et conséquences.
 - Gènes de fusion : Rôle dans la carcinogenèse.
- 4. *Mécanismes génétique impliquant dans la Transformation Cancéreuse*
 - Cytogénétique des cancers : Analyse des anomalies chromosomiques dans différentes tumeurs.
 - Mécanismes transcriptionnels : Impact sur l'expression génique.
 - Amplification génomique : Principaux mécanismes et conséquences fonctionnelles.
 - 5. Mécanismes environnementaux impliquants dans la cancérogénèse

6. Classification des Tumeurs Malignes

- Mécanisme cytogénétique des hémopathies malignes : Types, caractéristiques et diagnostics associés.
- Mécanisme cytogénétique des tumeurs solides : Analyse des anomalies spécifiques aux différents types de cancers.
- Syndromes myélodysplasiques : Mécanismes d'apparition et implications cliniques.
- Syndromes myéloprolifératifs : Mécanismes d'apparition et gestion clinique.

7. Applications Cliniques de la Cytogénétique Moléculaire

- De la cytogénétique à l'application clinique en oncohématologie :
 - Diagnostic précoce et suivi des traitements.
 - Rôle du diagnostic moléculaire dans la médecine personnalisée.

8. Nouvelles Technologies en Cytogénétique Moléculaire

- Séquençage de nouvelle génération (NGS) :
 - Principes, applications cliniques et implications pour le diagnostic des cancers.
- Analyse chromosomique par microarray (CMA) :
 - Avantages, limitations, et cas d'utilisation dans le diagnostic des cancers.

9. Études de Cas et Ateliers Pratiques

- Études de cas cliniques :
 - Analyse approfondie de cas réels portant sur des diagnostics cytogénétiques.
- Ateliers pratiques :
 - Manipulation d'échantillons, utilisation des outils diagnostiques modernes, interprétation des résultats.

Évaluation du Programme

- Examen théorique sur les concepts fondamentaux, techniques avancées, et applications cliniques.
- Évaluation pratique pour mesurer les compétences techniques dans l'interprétation des résultats.

Ressources Complémentaires

- Articles scientifiques récents sur la cytogénétique moléculaire.
- Manuels spécialisés en cytogénétique moderne.
- Accès à des bases de données génétiques pour approfondir les connaissances.
- Mode d'évaluation : EMD+ contrôles continus + exposés + Analyse de publications internationales.

☐ Travaux Dirigés (TD)

TD n°	Thème	Activité pédagogique
TD1	Analyse de caryotypes et remaniements chromosomiques	Étude de caryotypes de patients atteints d'hémopathies malignes ou de tumeurs solides. Avec analyse d'articles scientifiques
TD2	Délétion, duplication, translocation : lecture de FISH	Lecture et interprétation de résultats FISH sur anomalies cytogénétiques liées au cancer. Avec analyse d'articles scientifiques

Etablissement : **USTO MB**

Intitulé du master : **Cytogénétique professionnel**

Année universitaire : 2025/2026

TD n°	Thème	Activité pédagogique
TD3	Étude de cas : leucémie myéloïde chronique (LMC) et chromosome Philadelphie	Diagnostic à partir d'analyses chromosomiques et RT-PCR. Avec analyse d'articles scientifiques
TD4	Application clinique de CMA (array CGH)	Étude comparative entre FISH et microarray dans le diagnostic prénatal et postnatal. Avec analyse d'articles scientifiques
TD5	Analyse de profils de séquençage NGS dans les cancers hématologiques	Identification des fusions génétiques (ex. BCR-ABL, PML-RARA). Avec analyse d'articles scientifiques
TD6	Ateliers pratiques : classification des tumeurs par anomalies récurrentes	Exercice basé sur l'OMS 2022 de classification des tumeurs hématopoïétiques. Avec analyse d'articles scientifiques
TD7	Présentation d'un article scientifique	Analyse critique d'une publication internationale sur une nouvelle méthode en cytogénétique moléculaire. Avec analyse d'articles scientifiques

☐ **Références Bibliographiques**

Dutheil F. et al. Cytogénétique Moléculaire et Oncogénétique, Éditions Lavoisier, 2021.

Mitelman Database of Chromosome Aberrations and Gene Fusions in Cancer

☐ <https://mitelmandatabase.isb-cgc.org>

Shaffer L.G., McGowan-Jordan J., & Schmid M.

ISCN: An International System for Human Cytogenomic Nomenclature, Karger, 2020.

Ried T. et al. Cancer Cytogenetics: Chromosomal and Molecular Genetic Abnormalities of Tumor Cells, 4^e éd., Wiley, 2017.

Mitelman F. et al. Atlas of Genetics and Cytogenetics in Oncology and Haematology, INSERM U935.

☐ <https://atlasgeneticsoncology.org>

*Autres **

- Analyse d'une dizaine de publications internationale,
- Exposés et évaluation de stage pratique préalablement effectué au sein

d'une entreprise spécialisée (en fonction des matières)

Travaux pratiques sous forme de workshop

Intitulé du Master : Cytogénétique professionnel

Semestre : S1

Intitulé de l'UE : UEF1

Intitulé de la matière : Méthodologies en Génétique Moléculaire (MGM)

Coefficients : 3

Crédits: 6

Objectifs de l'enseignement : Les maladies héréditaires ou non s'avèrent être causées par le dysfonctionnement des gènes à cause des mutations au sein de ces derniers. La détection précise de ces mutations les plus fréquentes représente actuellement une priorité pour la médecine moléculaire. Ce module permettra aux étudiants d'acquérir les méthodes modernes de détection précise des mutations et une caractérisation adéquate, dans le but d'élaborer une interprétation pertinente et ciblée de leur implication.

Connaissances préalables recommandées : La compréhension de ce module nécessite d'une manière quasi-ubiquitaire des connaissances en biologie moléculaire, en génétique humaine ainsi qu'en génie génétique afin de pouvoir comprendre le rôle des mutations au niveau moléculaire de l'ADN

Méthodologie en génétique moléculaire

Chapitre I : Bases du génie génétique

- 1.1. Matériel biologique utilisé en génétique moléculaire
- 1.2. Méthodes classiques et modernes d'analyse des acides nucléiques

Chapitre II : Séquençage de l'ADN

- 2.1. Méthodes classiques
 - 2.1.1. Méthode chimique (Maxam-Gilbert)
 - 2.1.2. Méthode enzymatique (Sanger)
 - 2.1.3. Séquençage sans clonage
 - 2.1.4. Séquençage ordonné vs séquençage en vrac
- 2.2. Séquençage à haut débit (NGS)
 - 2.2.1. Pyroséquençage (Roche 454)
 - 2.2.2. Séquençage à terminateurs réversibles (Illumina)
 - 2.2.3. Séquençage par ligation (SOLiD – Applied Biosystems)
- 2.3. Applications du séquençage à haut débit
- 2.4. Analyse des séquences : logiciels utilisés (Multalin, SeqScanner, etc.)

Chapitre III : Analyse de l'expression des gènes

- 3.1. Analyse de l'ARNm
 - 3.1.1. Northern blot (transfert des ARN)
 - 3.1.2. SI mapping (nucléase S1)
 - 3.1.3. Footprinting enzymatique

Etablissement : **USTO MB**

Intitulé du master : **Cytogénétique professionnel**

Année universitaire : 2025/2026

3.2. Techniques de mutagénèse

3.2.1. Mutagénèse dirigée

3.2.2. Knock-out et knock-in

3.3. Les puces à ADN (DNA microarrays)

3.3.1. Principe et fabrication

3.3.2. Préparation de la cible

3.3.3. Hybridation, lecture, et analyse des données

3.3.4. Clustering des profils d'expression

Chapitre IV : Techniques analytiques avancées

4.1. HPLC et DHPLC (chromatographie liquide haute performance)

4.2. Long range PCR

4.3. MLPA (Multiplex Ligation-dependent Probe Amplification)

4.4. ARMS-PCR (PCR avec amorces spécifiques d'allèle)

4.5. PCR quantitative en temps réel (qPCR)

4.5.1. Agents intercalants (ex : SYBR Green I)

4.5.2. Sondes fluorescentes

a. TaqMan

b. HybProbes

c. Molecular Beacons

d. Amorces Scorpion (Scorpion primers)

4.5.3. Applications de la qPCR

Chapitre V : Thérapies géniques et applications cliniques

5.1. Édition génétique : CRISPR-Cas9 et autres systèmes

5.2. Modulation de la transcription (exon skipping, épissage alternatif)

5.3. Régulation post-transcriptionnelle (ARNm)

5.4. Contrôle de la traduction

5.5. Épigenétique et reprogrammation cellulaire

5.6. Pharmacogénomique : médecine personnalisée

Références générales

- Alwine, J.C. et al. (1977). *Method for detection of specific RNAs by Northern blot*. PNAS, 74(12), 5350-5354.
- Brown, T.A. (2021). *Gene Cloning and DNA Analysis: An Introduction* (8th ed.). Wiley-Blackwell.
- Doudna, J.A. & Charpentier, E. (2014). *The new frontier of genome engineering with CRISPR-Cas9*. Science, 346(6213), 1258096.
- Evans, W.E. & Relling, M.V. (1999). *Pharmacogenomics: translating functional genomics into rational therapeutics*. Science, 286(5439), 487-491.
- Green, M.R. & Sambrook, J. (2020). *Isolation and Analysis of DNA and RNA*. Cold Spring Harbor Protocols.
- Jinek, M. et al. (2012). *A programmable dual-RNA-guided DNA endonuclease in adaptive bacterial immunity*. Science, 337(6096), 816-821.
- Metzker, M.L. (2010). *Sequencing technologies — the next generation*. Nature Reviews Genetics, 11(1), 31-46.
- Mullis, K.B. (1990). *The unusual origin of the polymerase chain reaction*. Scientific American, 262(4), 56-65.
- Oefner, P.J. & Underhill, P.A. (1998). *DHPLC for mutation detection*. Current Protocols in Human Genetics, 19(1), 7.10.1-7.10.12.
- Primrose, S.B. & Twyman, R.M. (2021). *Principles of Gene Manipulation and Genomics* (9th ed.). Wiley.
- Sambrook, J. & Russell, D.W. (2012). *Molecular Cloning: A Laboratory Manual* (4th ed.). Cold Spring Harbor Laboratory Press.

Autres (travail personnel) : Stages, Exposés, séries d'exercices.

Mode d'évaluation :

Le mode d'évaluation concernant ce module se fera sous forme de control continu ainsi qu'un examen à la fin du semestre.

Intitulé du Master : Cytogénétique professionnel

Semestre : S1

Intitulé de l'UM : UEM1

Intitulé de la matière : Physiologie des grandes Fonctions (PGF)

Crédits : 5

Coefficients : 3

Objectifs de l'enseignement : Mettre en relation le fonctionnement de la cellule et celui de l'organe.

Connaissances préalables recommandées : l'étudiant doit avoir requis le module de physiologie moléculaire et cellulaire en L3.

Chapitre 1 : Physiologie cardiovasculaire

- Anatomie du cœur
- Activité électrique du cœur
- Événements mécaniques du cycle cardiaque
- Débit cardiaque et mécanismes de régulation
- Nutrition et métabolisme cardiaque
- Vaisseaux sanguins et leur rôle
- Mesure et évaluation de la pression artérielle
- Régulation de la pression artérielle : mécanismes à court et à long terme

Chapitre 2 : Physiologie digestive

- Processus fondamentaux de la digestion
- Structure et composition de l'appareil digestif
- Anatomie fonctionnelle du système digestif
- Mécanismes généraux de régulation des fonctions digestives
- Hormones gastro-intestinales : aperçu et fonctions
- Régulation de la sécrétion gastrique
- Hydrolyse enzymatique des aliments et absorption des nutriments

Chapitre 4 : Physiologie rénale

- Fonctions des reins et anatomie de base
- Filtration glomérulaire
- Réabsorption et sécrétion tubulaire
- Réflexe de la miction et excrétion de l'urine
- Clairance plasmatique

Chapitre 5 : Physiologie endocrinienne

- Principes généraux de l'endocrinologie
- Épiphyse et rythme circadien
- Hypothalamus et hypophyse
- Contrôle endocrinien de la croissance

- Glandes thyroïdiennes
- Glandes surrénales
- Régulation endocrinienne du métabolisme énergétique
- Régulation endocrinienne du métabolisme du calcium

☐ **Tableau des TD (Travaux Dirigés)**

TD n°	Thème	Activité pédagogique proposée
TD1	Cycle cardiaque et activité électrique	Résolution d'exercices sur ECG, analyse de tracés et calcul du débit cardiaque
TD2	Pression artérielle	Études de cas : régulation immédiate vs chronique de la pression artérielle
TD3	Sécrétion et digestion enzymatique	Analyse de tableaux d'enzymes digestives et des troubles associés à leur déficit
TD4	Hormones gastro-intestinales	QCM ciblés + correction collective sur les rôles des principales hormones digestives
TD5	Filtration glomérulaire et réabsorption	Calcul de clairance, schémas annotés, analyse de cas de pathologies rénales
TD6	Miction et homéostasie hydrique	Étude de régulation hormonale (ADH, aldostérone) et cas de diabète insipide
TD7	Glandes endocrines et métabolisme	Mise en relation entre glandes, hormones et fonctions métaboliques (glucose, calcium)

☐ **Tableau des TP (Travaux Pratiques)**

TP n°	Thème	Activité expérimentale / pratique
TP1	Mesure de la fréquence cardiaque	Prise de pouls, ECG simulé, interprétation de courbes
TP2	Pression artérielle	Utilisation du tensiomètre, mesure en repos et après effort
TP3	Analyse urinaire	Test de pH, densité, glucose, protéines, interprétation physiopathologique
TP4	Sécrétion gastrique	Étude d'un protocole expérimental de stimulation/inhibition gastrique (exposé)
TP5	Effet hormonal sur la croissance	Modélisation in silico : impact de GH, T3/T4, cortisol sur différents tissus

Références bibliographiques

Costanzo, L.
Physiology, 6th Edition, Elsevier, 2018.

Guyton, A.C., & Hall, J.E.

Traité de Physiologie Médicale, 14e édition, Elsevier Masson, 2021.

Silverthorn, D.U.

Human Physiology: An Integrated Approach, 8th Edition, Pearson, 2019.

Vander, Sherman & Luciano

Physiology: The Mechanisms of Body Function, 15th ed., McGraw-Hill, 2019.

Ganong, W.F.

Review of Medical Physiology, 26th Edition, McGraw-Hill, 2019.

Autres (travail personnel) : Stages, Exposés, Projection vidéo, Ateliers, séries d'exercices. **Mode d'évaluation** : *Contrôle continu, examen, travail personnel, comptes rendus des TP...* **Références** (*Livres et photocopiés, sites internet, etc*).

Intitulé du Master : Cytogénétique professionnel

Semestre : 1

Intitulé de l'UE : UEM1

Intitulé de la matière :

Différentiation Cellulaire et Reproduction (DCR)

Crédits: 4

Coefficients:2

Objectifs de l'enseignement

- Connaissances et compétences attendues à l'issue de la formation capacité à diriger et gérer un laboratoire de biologie de la reproduction humaine orientations scientifiques et professionnelles de la formation apprentissage des techniques biologiques et des conduites diagnostiques et thérapeutiques d'exploration de la fertilité et d'assistance médicale à la procréation (AMP), ainsi que des aspects légaux et organisationnels.

☐ Connaissances préalables recommandées

- ☐ Notions de physiologie cellulaire
- ☐ Notions de biologie moléculaire Notions de biologie du développement

Contenu de la matière:

- Généralités

L'expression génique au cours de la différenciation cellulaire. Les mécanismes de la différenciation cellulaire.

Les étapes de la différenciation cellulaire.

- Mécanismes moléculaires de la morphogénèse et de la différenciation cellulaire tératogénèse et toxicologie de la reproduction.
- Les anomalies chromosomiques et des problèmes de reproduction. Marqueurs échographiques d'anomalies chromosomiques.

- Biologie de la reproduction.
- Les technologies associées à la reproduction.
- Les nouvelles avancées en cytogénétique de la reproduction.
- diagnostic pré natal et applications.
- diagnostic pré implantatoire et applications.
- détermination et différenciation du sexe.
- les anomalies de la différenciation du sexe.
- l'inactivation de l'x.
- Gamétogenèse et fécondation.
- Gènes et développement embryonnaire.
- Etude d'anomalies du développement embryonnaire.

Etablissement : **USTO MB**

Intitulé du master : **Cytogénétique professionnel**

Année universitaire : 2025/2026

- Cultures d'embryons post-implantés appliquées à la recherche d'anomalies du développement.
- exploration de l'infertilité, azoospermie, anomalie télémétriques.
- aspects méthodologiques, réglementaires et éthiques des activités de biologie de la reproduction et de L'assistance médicale à la procréation.

Tableau des Travaux Dirigés (TD)

TD n°	Thème	Activité pédagogique proposée
TD1	Étapes de la différenciation cellulaire	Analyse de schémas, discussion sur les gènes impliqués, études de cas de tératogenèse
TD2	Étude d'un cas de diagnostic préimplantatoire (DPI)	Lecture de dossier clinique : sélection embryonnaire, anomalies détectées, discussions bioéthiques
TD3	Dysgénésie sexuelle & inactivation du chromosome X	Cas cliniques (Syndrome de Turner, Klinefelter), interprétation caryotypique, inactivation X
TD4	Technologies d'AMP et exploration de l'infertilité	Étude comparative des protocoles AMP (FIV, ICSI, vitrification) et causes d'azoospermie
TD5	Analyse d'une publication scientifique sur la différenciation sexuelle	Présentation critique d'un article international (gènes SRY, SOX9, DAX1, anomalies DSD)

Mode d'évaluation : EMD+ contrôle continu+ exposé+ Analyse de publications internationales.

Aspects techniques et organisationnels de l'Assistance médicale à la procréation (AMP) : stimulation de l'ovulation, maturation in vitro de l'ovocyte, culture in vitro de l'embryon, cryoconservation des gamètes et des embryons, aspects techniques et de sécurité. Illustration et discussion des aspects pratiques à partir de dossiers.

Autres * Analyse d'une dizaine de publications internationale, Exposés et évaluation de stage pratique préalablement effectué au sein d'une entreprise spécialisée.

- **Références bibliographiques**
- Livres *et* polycopiés, sites internet, conférences etc

Biologie du gamète femelle, la fécondation naturelle, le développement embryonnaire précoce, l'implantation, l'exploration de l'infertilité féminine. Enseignements dirigés : présentation et analyse de dossiers en rapport avec les sujets traités en cours.

UE3 Assistance Médicale à la Procréation

Gilbert, S. F. & Barresi, M. J. F.

Developmental Biology, 12th ed., Sinauer Associates, 2020.

Edelman, A., & Holcberg, G. (2021).

Reproductive Biology and Human Fertility, Elsevier.

Faddy, M. J., & Gosden, R. G.

Human Fertility and Reproduction, Cambridge University Press, 2019.

Brezina, P. R., & Anawalt, B. D. (2020).

Assisted Reproductive Technology: A Clinician's Guide to Assisted Reproduction, Springer.

WHO Laboratory Manual (2021).

Examination and Processing of Human Semen, 6th ed., World Health Organization.

Intitulé du Master : Cytogénétique professionnel

Semestre : S1

Intitulé de l'UE : UED

Intitulé de la matière : Les bonnes pratiques en laboratoire (BPL)

Crédits: 1

Coefficients: 1

Objectifs de l'enseignement

Faire connaître à l'étudiant les principes directeurs de la sécurité biologique en dans un laboratoire de recherche scientifique : hygiène et sécurité ainsi que les bonnes pratiques.

Connaissances préalables recommandées

Des bases en biologie

Contenu de la matière

1. Les principes directeurs de la sécurité biologique : organisation d'un laboratoire de biologie moléculaire
2. Evaluation du risque microbiologique
Echantillons pour lesquels les informations sont limitées Evaluation du risque et micro-organismes génétiquement modifiés
3. Les laboratoires de base – Sécurité biologique niveaux 1 et 2 Code de bonnes pratiques
Conception et aménagement du laboratoire Appareils et équipements de laboratoire Surveillance médico-sanitaire Traitement des déchets
Sécurité chimique, électrique, incendie, radioprotection et sécurisation de l'appareillage
4. Le laboratoire de confinement – Sécurité biologique niveau 3 Code de bonnes pratiques
Conception et aménagement du laboratoire Appareils et équipements de laboratoire Surveillance médico-sanitaire
5. Le laboratoire de confinement à haute sécurité – Sécurité biologique niveau 4 Code de bonnes pratiques
Conception et aménagement du laboratoire

6. Animaleries
7. Principes directeurs pour la mise en service des laboratoires ou installations
8. Principes directeurs pour l'agrément des laboratoires installations
9. Principes de la sûreté biologique en laboratoire
10. Enceintes de sécurité biologique
11. Equipements de sécurité
12. Techniques de laboratoire
13. Plans d'urgence et conduite à tenir en cas d'urgence
14. Désinfection et sterilization
15. Introduction au transport des matières infectieuses
16. Sécurité et technologies de recombinaison de l'ADN
17. Les risques chimiques
18. Autres types de risques au laboratoire
19. Le responsable de la sécurité et le comité de sécurité
20. La sécurité du personnel de maintenance et d'entretien

☒ **Tableau des Travaux Dirigés**

TD N°	Titre du TD	Objectif pédagogique
TD1	Évaluation des risques biologiques dans un laboratoire de niveau 2	Identifier les agents biologiques, estimer le niveau de confinement nécessaire, établir un plan de gestion
TD2	Étude de cas : incident de contamination en laboratoire	Analyser un cas réel d'exposition, établir les responsabilités et proposer des mesures correctives
TD3	Conception d'un laboratoire P3 (niveau de confinement 3)	Élaborer un plan d'aménagement avec zones de sécurité, SAS, équipements, circuits d'air
TD4	Bonnes pratiques de manipulation et désinfection	Identifier les étapes critiques d'une manipulation sécurisée et d'un protocole de désinfection
TD5	Rédaction d'un plan d'urgence pour incident biologique ou chimique	Élaborer une procédure type : alarme, confinement, évacuation, décontamination, déclaration d'incident

- **Mode d'évaluation :**

Contrôle continu, examen, etc...(La pondération est laissée à l'appréciation de l'équipe de formation), Contrôles continus et examen

Références bibliographiques

OMS (2020). *Manuel de sécurité biologique en laboratoire*, 4e édition. Organisation mondiale de la santé (WHO).

INSERM (2017). *Guide de biosécurité en laboratoire de recherche*.

CDC (Centers for Disease Control and Prevention) & NIH (2020). *Biosafety in Microbiological and Biomedical Laboratories (BMBL)*, 6th edition.

Beveridge, T. J., & Davies, J. A. (2019). *Laboratory Safety: Principles and Practices*, 5th edition. ASM Press.

Sambrook, J., & Russell, D. W. (2001). *Molecular Cloning: A Laboratory Manual*, 3rd ed. Cold Spring Harbor Laboratory Press.

- **Autres ***

Analyse d'articles internationaux, Exposés et évaluation de stage pratique préalablement effectué au sein d'une entreprise spécialisée

Intitulé du Master : Cytogénétique professionnel

Semestre : 1 Type : UED

L'intitulé de la matière : Logiciels libres et open source(LL0S)

VHS : 22h30

VHH : 01h30

Cours : 07h30

TD : 00h00

TP : 01h00

VHS travail personnel : 02h30

Coefficient : 01

Crédit : 01

Objectifs :

- Approfondir l'utilisation des logiciels libres pour la recherche en SNV.
- Développer des compétences avancées en gestion et analyse de données.
- Concevoir des projets open science en biologie et écologie.
- Formation à des outils scientifiques ouverts et collaboratifs

Connaissances préalables recommandées : Connaissances acquises en S5 Licence 3 pour la matière « programmation et bio-informatique »

Contenu de la matière

Cours (22h30)

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 science appliqués 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

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

Etablissement : **USTO MB**

Intitulé du master : **Cytogénétique professionnel**

Année universitaire : 2025/2026

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
 - a. Création de tableaux de bord interactifs
 - b. 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.

Etablissement : **USTO MB**

Intitulé du master : **Cytogénétique professionnel**

Année universitaire : 2025/2026

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.

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

Intitulé du Master : Cytogénétique professionnel

Semestre : S1

Intitulé de l'UE : UET1

Intitulé de la matière : Communication

Crédits : 1

Coefficients : 1

Semestre : S1

Intitulé de l'UE : UET découverte

VHS : 22h30

VHH : 01h30

Cours : 01h30

TD : / TP : /

VHS travail personnel : 02h30

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

Etablissement : **USTO MB**

Intitulé du master : **Cytogénétique professionnel**

Année universitaire : 2025/2026

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

Etablissement : **USTO MB**

Intitulé du master : **Cytogénétique professionnel**

Année universitaire : 2025/2026

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.

Intitulé du Master : Cytogénétique professionnel

Semestre 2

Les unités d'Enseignements :

UE fondamentales :

UEF :

- Génétique et pathologie moléculaire (GPM).
- Application à la cytogénétique clinique (ACC) .
- Diagnostic cytogénétique (DC)

UE méthodologie :

UEM :

- Epidémiologie génétique (EG).
- Communication cellulaire et signalisation (CCS).

UE découverte :

UED1

- Cellules souches et thérapies innovantes (CSTI).
- Programmation Informatique appliquée aux sciences et technologie(PIAST)

UE transversales :

- Législation, éthique et déontologie(LED)

Intitulé du Master : Master académique génétique fondamentale et appliquée

Semestre : S2

Intitulé de l'UE : UEF1

Intitulé de la matière : Génétique et pathologie moléculaire (GPM)

Crédits : 6

Coefficients : 3

Objectifs de l'enseignement

- Application du génotypage aux maladies humaines (maladies complexes, maladies infectieuses).

Connaissances préalables recommandées

Biologie Moléculaire Appliquée de la première année du master M1

Contenu de la matière :

Chapitre 1 : Applications du Diagnostic Génotypique :

1. Maladies Constitutionnelles :

- Hémoglobinopathies
 - o Hémoglobinopathies structurelles
 - o Hémoglobinopathies quantitatives
- Hémophilie
 - o Hémophilie A
 - o Hémophilie B
- Myopathies
 - o Myopathies de Duchenne
 - o Myopathies de Becker
- Mucoviscidose

2. Maladies Infectieuses :

- Bactériennes
- Virales

Chapitre 2 : épigénétique

- Mécanismes moléculaires de l'épigénétique

- Méthodes d'études de la méthylation
- Méthodes d'études de l'acétylation
- Petits ARN et régulations
- Modéfication épigénétique et effet transgénérationnels
- Epigénétique et facteurs environnementaux/ Mode de vie.
 - Alimentation
 - Perturbateurs endocriniens
 - Tabac
 - Evolution récente
 - Exposés, Projection vidéo, Ateliers, séries d'exercices.
 - Analyse d'articles sur l'ensemble du programme.

☒ **TD1 : Analyse de cas clinique – Hémophilie A vs Hémophilie B**

Objectif : Identifier les différences génétiques entre les deux types d'hémophilie (F8/F9).

Activité : Étude de pedigree + interprétation de séquences mutées + analyse PCR/RFLP simulée.

☒ **TD2 : Diagnostic moléculaire de la mucoviscidose**

Objectif : Comprendre l'identification de la mutation $\Delta F508$ sur le gène **CFTR**.

Activité : Interprétation d'un rapport de diagnostic génétique (génotype + phénotype).

Outils : mini-séquençage, lecture d'un électrophorégramme simplifié.

☒ **TD3 : Étude de polymorphismes et maladies complexes**

Objectif : Comprendre les bases des études Cas/Témoins et leur application dans les maladies multifactorielles.

Activité : Simulation d'étude d'association (SNPs) à l'aide d'un tableau de fréquences alléliques.

☒ **TD4 : Introduction aux méthodes d'analyse épigénétique**

Objectif : Découvrir les techniques d'analyse de la **méthylation de l'ADN** et de l'**acétylation des histones**.

Activité : Étude de protocoles simplifiés (bisulfite sequencing, ChIP-Seq) et interprétation d'un résultat d'expérience.

☒ **TD5 : Effets des facteurs environnementaux sur l'épigénome**

Objectif : Analyser l'influence du **tabac, régime alimentaire et perturbateurs endocriniens** sur l'expression génique.

Activité : Étude d'articles scientifiques + discussion collective sur les modèles animaux ou humains.

☐ **TD6 : Présentation et analyse d'un article scientifique**

Objectif : Lire, comprendre et présenter un article sur l'épigénétique ou une pathologie génétique.

Activité : Travail en binôme : chaque groupe présente l'article (contexte, objectif, résultats, limites) + rédaction d'une fiche de lecture.

Variante possible : mise en situation d'un peer-review simplifié.

Autres (travail personnel) : Exposés, Ateliers, séries d'exercices, Analyse d'articles en anglais sur tous les points traités dans le programme.

Mode d'évaluation : Contrôle continu, examen, etc... (La pondération est laissée à l'appréciation de l'équipe de formation)

L'évaluation se fera sous forme de Contrôles continus, et appréciation sur l'analyse d'article et un examen à la fin du semestre.

Références (Livres et photocopiés, sites internet, etc).

Tom Strachan & Andrew Read

Human Molecular Genetics, 5th Edition, Garland Science, 2018.

Bruce R. Korf & Mira B. Irons

Human Genetics and Genomics, 5th Edition, Wiley-Blackwell, 2013.

Louis J. Elsas & William J. Rhead

Molecular Basis of Inherited Disease, McGraw-Hill Education.

Luciano Di Croce & Thomas Jenuwein

Epigenetics: From Mechanism to Disease, Springer, 2021.

Allis, C. David et al.

Epigenetics, 2nd Edition, Cold Spring Harbor Laboratory Press, 2015.

Intitulé du Master : Cytogénétique professionnel

Semestre : 2

Intitulé de l'UE : UEF1

Intitulé de la matière : **Application à la cytogénétique clinique (ACC)**

Crédits : 6

Coefficients : 3

Objectifs de l'enseignement : Connaissance des différentes techniques en cytogénétique moléculaire et leurs applications en cartographie du génome et en diagnostic. Connaissances préalables recommandées Cytogénétique de la 3ème année de licence L3 Notions de biologie moléculaire.

Contenu de la matière :

I – Rappel des notions de cytogénétique

- Structure et organisation des chromosomes.
- Anomalies de nombre et de structure.
- Techniques de culture cellulaire et préparation chromosomique
- Méthodes de marquage cytogénétique (G, R, C et T)
- indications du caryotype.
- diagnostic prénatal invasif
- diagnostic prénatal non invasif

II – Les différents types de sondes et d'hybridation moléculaire

- Les banques de sondes : cosmide, BAC, YAC.
- Les différents types de marquage.
- Les différents types de sondes
- Notion d'hybridation moléculaire.
- Synthèse des sondes moléculaires

III – Les méthodes de cytogénétique moléculaire

- FISH sur métaphase.
- FISH en haute résolution.
- fiber FISH
- FISH Chromoprobe T.
- M-FISH et SKY.
- M-banding FISH.
- CGH sur métaphase.
- CGH array ou puces à ADN.
- PRINS.
- MLPA.

IV – Les applications des méthodes de cytogénétique moléculaire

- Analyses de caryotypes : détermination d'anomalies constitutionnelles, acquises
- hématologiques et oncologiques.

Etablissement : **USTO MB**

Intitulé du master : **Cytogénétique professionnel**

Année universitaire : 2025/2026

- Diagnostic des prédispositions aux cancers
- Cartographie du génome
- Etude et diagnostic des pathologies humaines.
- L'apport de la génétique à la compréhension et au traitement dans le cadre de la génomique tumorale.
- Cytogénétique reproductive.
- Anomalies chromosomiques cryptiques et remaniements complexes.

V- nouvelles approches technologiques

- séquençage de nouvelle génération (NGS) et cytogénétique numérique.
- introduction à la cytogénétique structurale.
- avantages et limites des nouvelles technologies.

Tableau des Travaux Dirigés (TD) – Module : ACC

TD n°	Thème	Activité pédagogique proposée
TD1	Analyse de caryotypes normaux et pathologiques	Étude de préparations cytogénétiques réelles ou simulées (trisomies, translocations, inversions, délétions).
TD2	Lecture et interprétation de résultats FISH classiques et avancés	Cas pratiques d'hybridation avec sondes spécifiques : FISH simple, M-FISH, SKY, CGH métaphasique.
TD3	Comparaison entre CGH-array et FISH : avantages, limites, indications	Analyse comparative de résultats, application au diagnostic de microdélétions et remaniements cryptiques.
TD4	Étude de cas en cytogénétique moléculaire oncologique	Interprétation de profils cytogénétiques dans les leucémies (ex : t(9;22), t(15;17), etc.), discussion des implications.
TD5	Nouvelles technologies : PRINS, MLPA, NGS en cytogénétique clinique	

Travail personnel : Exposés, Ateliers, séries d'exercices, Analyse d'articles en anglais sur tous les points traités dans le programme.

Mode d'évaluation : Contrôle continu, examen.

Références bibliographiques:

- Shaffer, L. G., & Slovak, M. L. (2017).** Title: *An International System for Human Cytogenetic Nomenclature (ISCN 2016)* Karger.
- Liehr, T. (2021).** *Cytogenetic Laboratory Management: Chromosomal and Molecular Genetic Diagnostics* Springer.
- Scherer, S. W., & Hurles, M. E. (2006).** *Molecular Cytogenetics in the Postgenomic Era* *Nature Reviews Genetics*, 7(5), 347–359. DOI: 10.1038/nrg1896.
- Mitelman, F., Johansson, B., & Mertens, F. (2007).** Title: *The impact of translocations and gene fusions on cancer causation* *Journal: Nature Reviews Cancer*, 7, 233–245. DOI: 10.1038/nrc2091
- Zhang, F., Gu, W., Hurles, M. E., & Lupski, J. R. (2009).**Title: *Copy Number Variation in Human Health, Disease, and Evolution* *Journal: Annual Review of Genomics and Human Genetics*, 10, 451–481. DOI: 10.1146/annurev.genom.9.081307.164217

Intitulé du Master : Cytogénétique professionnel

Semestre : 2

Intitulé de l'UE : UEF2

Intitulé de la matière : Diagnostic cytogénétique(DC)

Crédits : 6

Coefficients :3

Objectifs de l'enseignement

□ Connaissance des différentes techniques en cytogénétique moléculaire et leurs applications diagnostic cytogénétique

□

□ □ **Connaissances préalables recommandées** Cytogénétique de la 3^{ème} année de licence L3

Notions de biologie moléculaire

Notions de cytogénétique moléculaire

Contenu de la matière

Introduction à la cytogénétique

- Définition et objectifs de la cytogénétique et technique utilisées
- Bref historique et développement de la discipline

. Anomalies chromosomiques et maladies génétiques

. Aspects techniques du diagnostic cytogénétique

- Prélèvements biologiques et culture cellulaire
- Interprétation des résultats et formulation du diagnostic

Applications du diagnostic cytogénétique

- Diagnostic des anomalies chromosomiques constitutionnelles
- Diagnostic prénatal et préimplantatoire
- Principe de diagnostic des cancers

Diagnostic cytogénétique spécifique

- Diagnostic cytogénétique des maladies constitutionnelles postnatales
- Diagnostic cytogénétique des maladies constitutionnelles prénatales
- Diagnostic cytogénétique préimplantatoire

Diagnostic cytogénétique et médecine de précision

- Utilisation des données cytogénétiques pour le pronostic et le traitement des cancers
- Pharmacogénomique et cytogénétique
- Conseil génétique et éthique dans le diagnostic cytogénétique

Applications diagnostiques avancées

- Diagnostic prénatal non invasif des anomalies chromosomiques
- Diagnostic préimplantatoire par analyse de l'embryon

Méthodes de détermination du sexe

- Différentes types de cultures cellulaires
- Dosage génique
- Pathologies concernées par la détermination prénatale du sexe foetal dans le sang maternel

Qualité et bonnes pratiques en diagnostic cytogénétique

- Assurance qualité et contrôle qualité
- Comment garantir la qualité des prélèvements en cytogénétique
- Accréditation et normes de bonne pratique
- Aspects éthiques et réglementaires

Travaux dirigés

□ Les TD sont organisés sous forme de mini projets réalisés par l'étudiant. En se reposant sur une recherche bibliographique, plusieurs exemples

Détection et changements structuraux UBE3A à l'origine du syndrome d'Angelman

Analyse et la caractérisation des syndromes microdélétionels Cas

prénatal de diagnostic de la réorganisation déséquilibrée

Syndrome 15q11.2 Microdélétions: différences de diagnostic dans diagnostic prénatal et postnatal la ségrégation de l'étude et l'aneuploïdie reprogénétique

Détermination du facteur de croissance épidermique d'amplification (EGFR) dans le cancer colorectal métastatique

De la cytogénétique à l'application Clinique en oncohématologie

Mode d'évaluation :

EMD+ contrôle continu+ exposé+ Analyse de publications internationales(La pondération est laissée à l'appréciation de l'équipe de formation)

Références bibliographiques: Livres et photocopiés, sites internet, etc

Shaffer, L. G., & Slovak, M. L. (2016). An International System for Human Cytogenomic Nomenclature (ISCN 2016), Karger.

Liehr, T. (2021). Cytogenetic Laboratory Management: Chromosomal and Molecular Genetic Diagnostics, Springer. **Gardner, R. J. M., & Sutherland, G. R. (2018). _Chromosome Abnormalities and Genetic Counseling, 5th ed., Oxford University Press.**

Mitelman, F., Johansson, B., & Mertens, F. (2007). _The impact of translocations and gene fusions on cancer causation, Nature Reviews Cancer, 7, 233–245.

Riggs, E. R., et al. (2020). Technical standards for the interpretation and reporting of constitutional copy-number variants, Genetics in Medicine, 22(2), 245–257.

Autres * Analyse d'une dizaine de publications internationale, Exposés et évaluation de stage pratique préalablement effectué au sein d'une entreprise spécialisée

Etablissement : **USTO MB**

Intitulé du master : **Cytogénétique professionnel**

Année universitaire : 2025/2026

Intitulé du Master : Cytogénétique professionnel

Semestre : S2

Intitulé de l'UE : UEM1

Intitulé de la matière : Epidémiologie génétique (EG).

Crédits : 5

Coefficients : 3

Objectifs de l'enseignement : L'étude de la fréquence et la répartition des maladies dans le temps et dans l'espace, ainsi que le rôle des facteurs qui déterminent cette fréquence et cette répartition au sein de populations humaines.

Connaissances préalables recommandées : Biologie moléculaire et biostatistique

Contenu de la matière :

Programme d'épidémiologie génétique :

- 1- Maladies multifactorielles
- 2- Notion facteur de risque
- 3- Interactions gène-gène, gène-environnement
- 4- Etudes d'associations
- 5- Logiciels utilisés en épidémiologie génétique
- 6- Application de l'épidémiologie génétique dans l'étude des pathologies cardio- vasculaires et métaboliques

5 Travaux Dirigés (TD) proposés

✓**TD1 : Étude de la distribution d'une maladie multifactorielle**

Objectif : Analyser les facteurs génétiques et environnementaux d'une maladie chronique (ex. : diabète de type 2).

Activité : Lecture critique d'un article scientifique sur une étude épidémiologique ; extraction des facteurs de risque ; discussion sur leur interaction.

✓**TD2 : Construction d'un arbre généalogique avec estimation de l'héritabilité**

Objectif : Appliquer les principes de la génétique familiale pour évaluer l'héritabilité.

Activité : Étude d'un pedigree + calcul de λ_s (risque relatif fratrie) à partir de cas simulés.

✓**TD3 : Études Cas/Témoins – calculs de risque et d'OR**

Objectif : Apprendre à analyser une étude d'association.

Activité : Calcul de l'**Odds Ratio**, **valeur p**, **IC 95 %** à partir d'un tableau de fréquence génotypique.

✓TD4 : Simulation d'interaction gène-environnement

Objectif : Étudier l'effet combiné d'un génotype et d'un facteur environnemental.

Activité : Étude de scénarios (ex : mutation + tabac, mutation + obésité) ; interprétation de tableaux à double entrée.

✓TD5 : Initiation à un logiciel d'épidémiologie génétique (PLINK, SNPStats ou R)

Objectif : Manipuler des données génétiques réelles ou simulées.

Activité : Import de fichiers de génotypes, exécution d'un test d'association simple, visualisation de Manhattan Plot.

Mode d'évaluation : Contrôle continu et examen

Références (Livres et polycopiés, sites internet, etc).

Khoury M. J., Beaty T. H., & Cohen B. H.
Fundamentals of Genetic Epidemiology, Oxford University Press, 1993.

Lange K.
Mathematical and Statistical Methods for Genetic Analysis, 2^e édition, Springer, 2002.

Risch N. & Merikangas K.
The Future of Genetic Studies of Complex Human Diseases, Science, 1996.

Cordell H. J. & Clayton D. G.
Genetic association studies, *The Lancet*, 2005.

NCBI – GWAS Catalog & Gene Reviews

□ <https://www.ebi.ac.uk/gwas/>

□ <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK1116/>

Intitulé du Master : Cytogénétique professionnel

Semestre : S2

Intitulé de l'UE : UEF2

Intitulé de la matière : Communication cellulaire et signalisation (CCS).

Crédits : 4

Coefficients : 2

Objectifs de l'enseignement :

L'objectif de cette formation est de maîtriser l'ensemble des processus et des molécules impliqués dans la communication cellule-cellule et cellule-matrice extracellulaire.

Connaissances préalables recommandées :

Les étudiants ayant des connaissances en génétique et en physiologie cellulaire.

Contenu de la matière :

Cours

I. Principes généraux de la communication cellulaire

1. Différents types de transmission
2. La multiplicité des réponses
3. L'arrêt du signal
4. Adaptation de la cellule cible

II. Les relations intercellulaires

1. La matrice extra-cellulaire (MEC) : les principaux polysaccharides ; la superfamille des collagènes ; l'élastine ; la fibronectine ; les membranes basales ; la matrice péri-cellulaire
2. Les molécules d'adhérence
 - Les intégrines responsables des interactions cellule-MEC
 - Les sélectines et le compartiment vasculaire
 - Les immunoglobulines et les interactions cellule-cellule
3. Les systèmes de jonction
 - Les jonctions cellule-cellule: zonula occludens, zonula adhaerens, desmosomes et jonctions communicantes
 - Les jonctions cellule-MEC : les contacts focaux et les hémidesmosomes

III. Les molécules de signalisation et leurs récepteurs

1. Les différents types de signaux :
 - L'oxyde nitrique et le monoxyde de carbone
 - Les amines
 - Les hormones thyroïdiennes
 - Les dérivés lipidiques
 - Les stéroïdes et rétinoïdes
 - Les neurotransmetteurs amino-acides
 - Les médiateurs peptidiques
 - Les médiateurs protéiques
2. Les Récepteurs :
 - Récepteurs canaux ioniques
 - Récepteurs enzyme : Tyrosine-Kinase, Sérine/Thréonine Kinase, Tyrosine Phosphatase, Guanylate cyclase
 - Récepteurs couplés aux protéines G
 - Récepteurs associés aux protéines kinases
 - Récepteurs nucléaires
3. Modifications impliquées dans la transduction du signal
 - La phosphorylation et la déphosphorylation
 - Phosphorylation due aux protéines kinases
 - Déphosphorylation et protéines phosphatases
4. Les voies de signalisation
 - Voies de l'AMPC, du GMPc
 - Voie du calcium
 - Voie de l'adénoside monophosphate cyclique
 - Voie de la phospholipase C
 - Voies des MAP Kinases (MAPK)
 - Voie du NF-Kb
 - Voie JAK/STAT

Travaux dirigés

Les TD sont organisés sous forme d'exposé réalisé par l'étudiant. En se reposant sur une recherche bibliographique, plusieurs exemples de voies de signalisation seront étudiées (Insuline, Adrénaline, Glucagon, FGF-2, EGF...) en suivant la méthodologie d'étude suivante:

1. Quel récepteur ?

Méthodologie d'étude des récepteurs

Localisation, nature, spécificité, activité, clonage, structure/fonction

2. Quels relais intracellulaires ?

- Méthodes d'étude

Test de protéines connues, recherche de nouveaux partenaires, localisation

Etablissement : **USTO MB**

Intitulé du master : **Cytogénétique professionnel**

Année universitaire : 2025/2026

- La voie d'activation
 - Effet biologique
3. Application à la pathologie humaine
- Méthodes d'étude

Inhibiteurs pharmacologiques, stratégie antisens, transgénèse
Intégration des 3 dimensions : nature, lieu, temps.

Travail personnel (autre) : Exposés, Ateliers, séries d'exercices, Analyse d'articles en anglais sur tous les points traités dans le programme.

Mode d'évaluation :

Contrôles continus et examen

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

Bruce Alberts et al.

Molecular Biology of the Cell, 7^e édition, Garland Science, 2022.

Lodish H., Berk A., Kaiser C., et al.

Molecular Cell Biology, 9^e édition, W. H. Freeman, 2021.

Cooper G. M. & Hausman R. E.

The Cell: A Molecular Approach, 8^e édition, Sinauer Associates, 2019.

R. A. Weinberg

The Biology of Cancer, 2^e édition, Garland Science, 2014.

Signal Transduction Knowledge Environment (STKE) – Science

<https://stke.sciencemag.org/>

Intitulé du Master : Cytogénétique professionnel

Semestre : S2

Intitulé de l'UE : UED1

Intitulé de la matière : Cellules souches et thérapies innovantes (CSTI).

Crédits : 1

Coefficients : 1

Objectifs de l'enseignement :

L'objectif est de faire connaître les différentes cellules souches connues à l'heure actuelle. L'étudiant devra distinguer la différence entre les cellules souches embryonnaires et adultes et leurs différentes utilisations en thérapeutiques

Connaissances préalables recommandées

Des connaissances en physiologie cellulaire et moléculaire

Contenu de la matière (indiquer obligatoirement le contenu détaillé du programme en présentiel et du travail personnel)

Cours

- I. Historique et chronologie
 1. L'histoire des cellules souches
 2. Chronologie et dates des importantes recherches
- II. Rappel du développement biologique chez l'homme
 1. La fécondation
 2. La segmentation
 3. La gastrulation
 4. La détermination
 5. L'organogenèse
- III. les cellules souches
 1. Définition d'une cellule souche
 2. Les cellules souches embryonnaires ou pluripotentes
 - Définition
 - Propriétés des cellules ES
 - Distinction entre les cellules ES et les cellules souches de l'embryon
 3. Cellules souches fœtales
 - Définition
 - Classification
 4. Cellules souches adultes
 - Définition
 - Fonction
 - Localisation

- Caractéristiques
 - Les différents Types des cellules souches adultes
 - Des cellules souches adultes au potentiel pluripotent
5. Notion de niche cellulaire
- IV. Principe et procédé de thérapie cellulaire Le laboratoire de
1. Thérapie cellulaire
 2. Source et prélèvement des cellules souches
 - Source des cellules souches embryonnaires
 - Source des cellules souches fœtales
 - Source des cellules souches adultes
 1. Recueil des cellules souches par clonage thérapeutique
 2. Culture et amplification des cellules souches embryonnaires et adultes
 3. Les conditions optimales pour la culture et ses limites
 4. Banque des cellules souches : les cellules ES, les cellules souches fœtales, les cellules souches adultes
 5. Différentes applications thérapeutiques

Travaux dirigés :

Les TD consistent en des exposés sur différents exemples de projets de recherche dans l'utilisation des cellules souches dans la médecine régénératrice :

- Maladie de Parkinson
- Infarctus du myocarde et ischémie des membres inférieurs
- Diabète
- Arthrite, arthrose
- Cancer, immunodéficiences, leucémie, maladie sanguine génétique
- Hépatite aiguë ou chronique, cirrhose, cancer du foie
- Brûlures, cicatrisation des blessures
- Pertes osseuses (tumeurs, métastases), fractures, Ostéoporose
- Dégénérescence maculaire liée à l'âge, cécités héréditaires
- Dystrophie musculaire, amyotrophies, pertes musculaires de diverses causes ...

Mode d'évaluation :

Contrôle continu, exposés et examen.

Références (Livres et photocopiés, sites internet, etc).

1.

Lanza R., Atala A. (Eds)

Essential of Stem Cell Biology, 4^e édition, Academic Press – Elsevier, 2021.

Slack J. M. W.

Stem Cells: A Very Short Introduction, Oxford University Press, 2021.

Trounson A., McDonald C.

Stem Cell Therapies: Positioning for the Future, *Regen Med*, 2015.

Weissman I. L.

Stem Cells: Scientific, Medical, and Political Issues, *New England Journal of Medicine*, 2002.

National Institutes of Health (NIH) – Stem Cell Information

□ <https://stemcells.nih.gov>

Intitulé du Master : Cytogénétique professionnel

Semestre : S2

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)

Etablissement : **USTO MB**

Intitulé du master : **Cytogénétique professionnel**

Année universitaire : 2025/2026

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 du Master : Cytogénétique professionnel

Semestre : S2

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)

Etablissement : **USTO MB**

Intitulé du master : **Cytogénétique professionnel**

Année universitaire : 2025/2026

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. Réglementations 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

Etablissement : **USTO MB**

Intitulé du master : **Cytogénétique professionnel**

Année universitaire : 2025/2026

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.

Intitulé du Master : Cytogénétique professionnel

SEMESTRE 3

Les unités d'Enseignements :

UE fondamentales :

UEF 1:

- la transcriptomique et la protéomique (TP).
- Oncogénétique (OG).
- Radiobiologie et génétique (RG)

UE méthodologie :

UEM1 :

- Biométrie dispositifs expérimentaux (BDE)
- Conseil Génétique- Calcul de risques (CG-CR)

UE découverte :

UED1

- Cytogénétique et pathologie (CP)
- *l'IA appliquée aux sciences et technologie(IAST)*

UE transversales :

UET1

- Création d'une entreprise économique(CEE)

Intitulé du Master : Cytogénétique professionnel

Semestre : S3 Intitulé de

l'UE : UEF1

Intitulé de la matière : La transcriptomique et la protéomique (TP).

Crédits : 6

Coefficients : 3

Objectifs de l'enseignement

Cette formation a pour objectif de faire connaître les principes des nouvelles techniques en génomique, en transcriptomique et en protéomique avec haut et moyen débit et leurs applications dans le diagnostic, le pronostic des pathologies humaines ainsi que dans la biodiversité animale et végétale.

Connaissances préalables recommandées

Étudiants issus d'une formation de Licence en génétique avec des connaissances en génétique fondamentale et en biochimie.

Contenu de la matière (indiquer obligatoirement le contenu détaillé du programme en présentiel et du travail personnel)

Cours :

- I. La génomique fonctionnelle
 1. Le génome humain
 - Composition
 - Organisation
 - Architecture
 - Variation
 2. Méthodes d'étude du génome « normal »
- II. L'étude du transcriptome
 1. L'analyse en parallèle de l'expression des gènes: micro-alignements
 - La technologie des micro-alignements d'ADNc
 - La technologie des micro-alignements d'oligonucléotides (Puces à ADN)
 2. Analyse en série de l'expression génique: SAGE
 3. Expression Digitale des Gènes: DGE
 4. Le séquençage des ADNc ou ARN-Seq : Méthode "RNA-seq" ou "Whole Transcriptome Shotgun Sequencing" - WTSS
 5. La technologie des microbilles : MegaClone™ et MegaSort™
- III. L'étude du protéome
 1. La séparation des protéines et les gels 2D-PAGE

2. La chromatographie liquide et l'identification des protéines
3. La spectrométrie de masse et l'identification des protéines
4. Puces à protéines : la technologie microarray
1. ChIP-seq : Chromatin ImmunoPrecipitation Sequencing
- IV. Initiation à la protéomique structurale
- V. L'annotation et les nouvelles disciplines en "omiques"

Travaux dirigés :

Les TD sont organisés sous forme d'exposés où l'étudiant devra chercher une application pour les techniques acquises dans le cours.

Mode d'évaluation :

Contrôles continus, exposés, analyse d'articles scientifiques et examen.

Références (Livres et photocopiés, sites internet, etc).

Travaux Dirigés (TD) proposés

✓**TD1 - Étude de l'analyse RNA-Seq**

Objectif : Interpréter des résultats RNA-Seq issus d'un logiciel de séquençage à haut débit (ex. : Galaxy, DESeq2).

Activité : Étude d'un jeu de données sur l'expression différentielle de gènes dans une pathologie (ex. : cancer du sein vs tissu sain).

✓**TD2 - Comparaison des technologies SAGE, DGE et Puces à ADN**

Objectif : Identifier les avantages/inconvénients des techniques d'analyse d'expression génique.

Activité : Analyse critique d'un tableau comparatif + recherche documentaire sur des exemples d'utilisation clinique ou agronomique.

✓**TD3 - Interprétation d'un gel 2D-PAGE et introduction à la spectrométrie de masse**

Objectif : Comprendre la séparation des protéines et la lecture des résultats.

Activité : Étude d'un gel de protéines (coloration + MS) + annotation manuelle ou avec un outil en ligne.

✓**TD4 - Applications biomédicales de la transcriptomique**

Objectif : Explorer l'usage de la transcriptomique dans le diagnostic de maladies humaines.

Activité : Exposé individuel sur un cas réel (ex. : biomarqueurs transcriptomiques du cancer, maladie d'Alzheimer, leucémies).

✓TD5 – Introduction aux bases de données omiques

Objectif : Utiliser les bases publiques (Ensembl, UniProt, GEO) pour l'annotation fonctionnelle.

Activité : Recherche d'un gène/protéine, exploration de ses isoformes, profils d'expression, interaction et structure.

Références bibliographiques recommandées

Griffiths A. J. F. et al.

Introduction to Genetic Analysis, 12^e édition, W.H. Freeman, 2020.

Mount D. W.

Bioinformatics: Sequence and Genome Analysis, 2^e édition, Cold Spring Harbor, 2004.

Aebersold R. & Mann M.

Mass spectrometry-based proteomics, *Nature*, 2003.

Twyman R. M.

Principles of Proteomics, 2^e édition, Garland Science, 2013.

NCBI Gene Expression Omnibus (GEO) –

□ <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/geo/>

Intitulé du Master : Cytogénétique professionnel

Semestre : S3

Intitulé de l'UE :

UEF1

Intitulé de la matière : Oncogénétique (OG)

Crédits : 6

Coefficients : 3

Objectifs de l'enseignement :

L'objectif de cet enseignement est double : **(1)** faire comprendre les mécanismes moléculaires qui contrôlent la prolifération et la survie des cellules normales et apprécier comment les changements génétiques et épigénétiques qui interviennent au cours de la progression tumorale modifient ces contrôles ; **(2)** donner aux étudiants une vision intégrée de la biologie des tumeurs au travers du regard porté par les anatomo-pathologistes.

Connaissances préalables recommandées (descriptif succinct des connaissances requises pour pouvoir suivre cet enseignement – Maximum 2 lignes).

Contenu de la matière :

Chapitre 1 : Principe de l'oncologie.

- 1.1. Maladie cancéreuse, oncogènes et gènes suppresseurs de tumeurs
- 1.2. Le diagnostic et Classification des cancers
- 1.3. Les marqueurs tumoraux
- 1.4. Stratégies d'analyses des cancers à grande échelle (ADN, ARN, protéines)

Chapitre 2 : Instabilité du génome, inflammation et cancer : bases »

- 2.1. Métabolisme de la cellule tumorale
- 2.2. Rôle du stroma tumoral
- 2.3. Angiogenèse tumorale
- 2.4. Analyse et signification des modifications post-traductionnelles dans la cellule tumorale
- 2.5. Rôle de l'inflammation et des radicaux libres dans le développement tumoral
- 2.6. Autophagie
- 2.7. Télomères, sénescence et cancérogenèse
- 2.8. Points de contrôle du cycle cellulaire et cancer
- 2.9. Stress cellulaire dans le développement et progression tumorale

Etablissement : **USTO MB**

Intitulé du master : **Cytogénétique professionnel**

Année universitaire : 2025/2026

2.10. Mécanismes de réparation des cassures de l'ADN et cancer

Chapitre 3: Traitements du cancer : Procédures thérapeutiques particulières

1.5. Technologie des cellules souches hématopoïétiques

1.6. Immunothérapie

1.7. Thérapie génique

1.8. Inhibition de l'angiogenèse

1.9. Nouvelles voies thérapeutiques.

Travail personnel : Analyse d'articles en anglais sur l'ensemble du programme, Exposés, séries d'exercices,.

Mode d'évaluation : Contrôle continu, examen, etc...(La pondération est laissée à l'appréciation de l'équipe de formation)

Références (Livres et polycopiés, sites internet, etc).

Travaux Dirigés (TD) proposés

TD1 – Étude de cas : Mutation de p53 dans différents types de cancers

Objectif : Identifier le rôle de TP53 comme gène suppresseur de tumeur.

Activité : Analyse de séquences mutées, interprétation fonctionnelle et impact clinique.

TD2 – Analyse d'un profil transcriptomique tumoral (RNA-Seq)

Objectif : Décoder l'expression différentielle de gènes entre tissu sain et tumoral.

Activité : Utilisation d'une base de données (ex. : TCGA) pour visualiser un heatmap.

TD3 – Voies de signalisation et dérégulation : cas de la voie MAPK/ERK

Objectif : Comprendre les cascades impliquées dans la prolifération cellulaire.

Activité : Schéma annoté + questionnement dirigé sur la voie et ses inhibiteurs.

TD4 – Analyse d'un marqueur tumoral (ex. : HER2, CA-125, PSA)

Objectif : Étudier les usages diagnostiques et pronostiques des biomarqueurs.

Activité : Comparaison des valeurs de référence, sensibilité, spécificité.

TD5 – Étude d'un article scientifique sur l'inflammation et le cancer

Objectif : Identifier les liens moléculaires entre cytokines, radicaux libres et carcinogenèse.

Etablissement : **USTO MB**

Intitulé du master : **Cytogénétique professionnel**

Année universitaire : 2025/2026

Activité : Lecture critique d'un article + synthèse orale en groupe.

TD6 – Simulation d'un plan de traitement : immunothérapie vs chimiothérapie

Objectif : Confronter thérapies classiques et innovantes (anti-PD1, CAR-T).

Activité : Travail en binôme sur la proposition de protocoles fictifs selon type tumoral.

TD7 – Analyse des mécanismes de réparation de l'ADN et cancer

Objectif : Comprendre les altérations des voies de réparation (BRCA1/2, NER).

Activité : Étude d'un cas clinique familial + arbre généalogique + implications thérapeutiques.

Références bibliographiques recommandées

Weinberg R. A. The Biology of Cancer, 2^e édition, Garland Science, 2014.

Alberts B. et al. Molecular Biology of the Cell, 6^e édition, Garland Science, 2014.

Hanahan D., Weinberg R. A. Hallmarks of Cancer: The Next Generation, *Cell*, 2011.

Kufe D. W. et al. (Eds) Cancer Medicine, 9^e édition, Wiley, 2016.

The Cancer Genome Atlas (TCGA) – NCI/NHGRI

□ <https://www.cancer.gov/about-nci/organization/ccg/research/structural-genomics/tcga>

Intitulé du Master : Cytogénétique professionnel

Semestre : S3

Intitulé de l'UE : UEF1

Semestre : 3

Intitulé de l'UE : UEF1

Intitulé de la matière : Radiobiologie et génétique (RG)

Crédits: 6

Coefficients: 3

Objectifs de l'enseignement :

Savoir que les différentes techniques de radiologie/imagerie médicale sont au cœur de la prise en charge des patients, dans le domaine très divers allant de l'urgence au dépistage, en passant par le diagnostic et le suivi en cancérologie et les procédures interventionnelles. Ceci se fait au prix d'un risque très faible dans le cadre des rayonnements ionisants, que les règles de radioprotection permettent de maîtriser et de le rendre acceptable

❑ **Connaissances préalables recommandées**

❑ Notions de cytogénétique moléculaire

❑ Notions de biologie moléculaire

Notions de technique de cytogénétique moléculaire, oncologie et notions sur la physique

Contenu de la matière:

- **Généralités**

- Dosimétrie biologique
- Techniques de cytogénétique d'explorations
- Objectifs et principes de la radioprotection du patient
- Applications en radioprotection

-Types de radiations ionisantes

- Agents clastrogènes
- Radiations Ionisantes (RI)
 - Rayons X (Rx) et Rayons γ (R γ)
 - Particules α , β et neutrons

-Dose absorbée

- effet du débit de dose

-Transfert d'Énergie Linéaire (LET)et Efficacité Biologique Relative (BER) - Conséquences d'une irradiation

-Lésions d'ADN induites par les rayonnements et leurs effets biologiques -Effets biologiques des radiations ionisantes

- Effets à l'échelle cellulaire, cytogénétique et moléculaire: Effet direct et indirect. –

Altérations chromosomiques et mécanisme de réparation

Etablissement : **USTO MB**

Intitulé du master : **Cytogénétique professionnel**

Année universitaire : 2025/2026

- Caractéristiques des cancers radio-induits
- Observation épidémiologique

☑ Tableau des Travaux Dirigés (TD)

TD n°	Thème	Activité pédagogique proposée
TD1	Dosimétrie biologique et mesure du débit de dose	Étude de scénarios cliniques + calculs de doses + conversion unité (Gy, Sv, etc.)
TD2	Types de radiations ionisantes et leurs effets différenciés	Tableau comparatif α , β , γ , neutrons : LET, BER, pénétration, effets cellulaires
TD3	Altérations chromosomiques induites par les RI	Analyse d'images de métaphases (bases de données web), identification de cassures ou translocations
TD4	Effets moléculaires et cellulaires des RI	Étude d'articles scientifiques : mécanismes de réparation de l'ADN, activation de p53, apoptose
TD5	Radioprotection du patient	Analyse de fiches pratiques en imagerie médicale + principes ALARA, EPI, blindages
TD6	Cancers radio-induits et études épidémiologiques	Lecture de courbes dose-effet + études historiques (Tchernobyl, Hiroshima, personnel irradié)
TD7	Étude de cas cliniques + présentation	Simulation de dossiers de patients en oncologie ou diagnostic cytogénétique post-irradiation

- **Mode d'évaluation : EMD+ contrôle continu+ exposé+ Analyse de publications internationales.**

-Références bibliographiques Livres et photocopiés, sites internet, conférences etc

Hall, E. J., & Giaccia, A. J. (2020). *Radiobiology for the Radiologist*, 8th ed., Wolters Kluwer.
Joinet, A., & Coppin, C. (2018). *Biophysique – Radiobiologie*, De Boeck Supérieur.
IAEA (2014). *Radiation Protection and Safety of Radiation Sources: International Basic Safety Standards*, IAEA Safety Series.
UNSCEAR (2020). *Sources, Effects and Risks of Ionizing Radiation*, United Nations Scientific Committee on the Effects of Atomic Radiation.
Bouffler, S., et al. (2017). *Radiation-Induced Chromosome Damage: Past, Present and Future*, Mutation Research, 773, 69–75.

Autres * Analyse de publications internationale,
 Exposés , Analyse de métaphases de cellules radio- induites à partir de bases de données disponible sur le web

Intitulé du Master : Cytogénétique professionnel

Semestre : S3

Intitulé de l'UE : UEM

Intitulé de la matière : Biométrie dispositifs expérimentaux (BDE)

Crédits : 5

Coefficients : 3

Objectifs de l'enseignement : Acquisition de connaissances sur les dispositifs expérimentaux et maîtrise de l'outil statistique.

Connaissances préalables recommandées

Bioinformatique la 3^{ème} année de licence L3. **Et** Biostatistique de la 3^{ème} année de licence L3.

Contenu de la matière :

Experimentation

- 1- Statistique descriptive à une dimension
- 2- Echantillonnage
- 3- Méthodes relatives aux moyennes
- 4- Problème généraux de l'expérimentation
- 5- Les dispositifs expérimentaux
- 6- Interprétation des résultats de l'analyse de variance
- 7- Transformation de variables
- 8- L'interférence statistique à deux et à trois dimensions

II. Enquete

- 1- Définition et objectifs de l'enquête
- 2- Particularité de l'enquête
- 3- Différents types d'enquêtes
- 4- Différentes phases de réalisation d'une enquête
- 5- Traitement de l'enquête
- 6- Interprétation des données
- 7- Recherche d'une approche complémentaire

III. Modelisation

- 1- Généralités
- 2- Critique et analyse de données
- 3- Mise en oeuvre d'un modèle
- 4- Classification des modèles

IV. Information appliquee

- 1- Généralités
- 2- Types de tableurs à utiliser en fonction des données et des objectifs
- 3- Méthodes de traitement de données
- 4- Interprétations

Etablissement : **USTO MB**

Intitulé du master : **Cytogénétique professionnel**

Année universitaire : 2025/2026

5- Présentation des résultats.

Travail personnel : Exposés, séries d'exercices, Analyse d'articles sur tous les points traités dans le programme

Mode d'évaluation : Contrôle continu, examens.

Tableau des Travaux Dirigés (TD)

TD n°	Thème	Activité pédagogique
TD1	Statistique descriptive et échantillonnage	Calcul manuel et logiciel des paramètres de tendance et de dispersion.
TD2	Moyennes et ANOVA	Application de l'analyse de variance à un dispositif à un facteur.
TD3	Conception d'un dispositif expérimental	Construction de plans expérimentaux (randomisation, blocs, plans factoriels).
TD4	Traitement d'une enquête biométrique	Simulation d'une enquête, codage des réponses, exploitation via Excel ou SPSS.
TD5	Initiation à la modélisation	Régression linéaire simple et multiple, ajustement des modèles et interprétation.

Références bibliographiques

Daniel, W. W. (2013). *Biostatistics: A Foundation for Analysis in the Health Sciences*, 10th Ed. – Wiley.

Dagnelie, P. (2012). *Statistique théorique et appliquée. Tome 2 : Inférence statistique à une et deux dimensions* – De Boeck.

Scherrer, B. (2007). *Biostatistique : Méthodes et interprétation*, 4e éd. – Dunod.

Gomez, K. A. & Gomez, A. A. (1984). *Statistical Procedures for Agricultural Research* – Wiley.

Zar, J. H. (2010). *Biostatistical Analysis*, 5th ed. – Pearson.

Intitulé du Master : Cytogénétique professionnel

Semestre : S3

Intitulé de l'UE : UEM1

Intitulé de la matière : Conseil Génétique – Calcul des Risques (CG.CR).

Crédits : 4

Coefficients : 2

Objectif :

Former aux méthodes quantitatives d'évaluation des risques génétiques pour des applications cliniques et préventives.

Contenu du cours :

I. Introduction au Calcul des Risques en Conseil Génétique

1. Définition et utilité

- Pourquoi calculer le risque génétique ? (prévention, prise de décision clinique).
- Différence entre risque empirique vs théorique.

2. Concepts clés

- Pénétrance (complète vs incomplète).
- Expressivité variable.

II. Méthodes de Calcul des Risques

1. Risques Mendéliens (maladies monogéniques)

- Lois de transmission (autosomique dominante/récessive, liée à l'X).
- Exemples calculés :
 - Risque pour un enfant dont un parent est porteur d'une mutation autosomique dominante (ex: Huntington).
 - Risque pour un fils d'une mère conductrice d'une maladie liée à l'X (ex: Duchenne).

2. Risques Complexes (maladies polygéniques/multifactorielles)

- Modèles statistiques (odds ratio, risque relatif).
- Utilisation des **scores de risque polygénique** (PRS).

3. Approche Bayésienne

- Calcul du risque **a posteriori** en intégrant :
 - Antécédents familiaux.
 - Résultats de tests (sensibilité/spécificité d'un test génétique).

III. Outils et Logiciels

1. Logiciels dédiés

- Cyrillic (construction d'arbres généalogiques + calculs automatiques).
- GeneRisk (évaluation des risques basée sur les variants).

2. Formules manuelles

Etablissement : **USTO MB**

Intitulé du master : **Cytogénétique professionnel**

Année universitaire : 2025/2026

- Tableaux de croisement

V. Limites et Biais

1. Facteurs confondants

- Pénétrance incomplète (mutation BRCA1 sans cancer).
- Nouveaux variants de signification inconnue (VUS).

2. Biais ethniques

- Données génétiques principalement issues de populations européennes.

VI. Applications Cliniques

1. Décisions thérapeutiques

- Mastectomie préventive (seuil de risque > 30% pour BRCA).

2. Conseil prénatal

- Risque de récurrence après un premier enfant atteint.

Contenu des TDs

- Analyses d'arbres généalogique et évaluation du risque
- Evaluation de risque de récurrence en population
- **Utilisation des Logiciels (Cyrillic/GeneRisk)**
- **Scores de Risque Polygénique (PRS)**
- Etude de cas
 - Cas 1 : Cancer du sein héréditaire (BRCA1/2)
 - Cas 2 : Fibrose kystique (mutation $\Delta F508$)

Références bibliographiques

Emery, J., & Pagon, R. A. (Eds.). (2015). *Principles of Medical Genetics and Genomics*. Cambridge University Press.

Nussbaum, R. L., McInnes, R. R., & Willard, H. F. (2021). *Thompson & Thompson Genetics in Medicine*, 9th ed. – Elsevier.

Harper, P. S. (2010). *Practical Genetic Counselling*, 7th ed. – CRC Press.

Bodmer, W., & Cavalli-Sforza, L. L. (2022). *Genetics, Evolution, and Man*. W.H. Freeman.

Biesecker, B. B., & Peters, K. F. (2001). *Principles of Genetic Counseling*. Springer.

Intitulé du Master : Cytogénétique professionnel

Semestre : S3

Intitulé de l'UE : UED

Intitulé de la matière : Cytogénétique et pathologie (CP)

Crédits : 1

Coefficients :1

❑ Objectifs de l'enseignement

Familiarisation avec des pathologies cytogénétiques et identification des anomalies associées.

❑

❑ Connaissances préalables recommandées

Cytogénétique de 3^{ème} année de licence L3.

Cytogénétique Moléculaire de la première année de master M1.

Contenu de la matière :

- Cytogénétique des principales anomalies de nombre.
- Cytogénétique des principales anomalies de structure.
- Cytogénétique des tumeurs solides
- Cytogénétique des hémopathies malignes et des leucémies.
- Cytogénétique des anomalies de la reproduction.
- Cytogénétique classique et moléculaire au cours du rétinoblastome et du neuroblastome.
- Cytogénétique des syndromes microdélétionnels.

Travaux dirigés : se feront sous forme d'exposés et mini-projets qui portent sur le contenu de la matière enseignée

Travaux pratiques : réalisation de TP de cytogénétique au sens du département + des stages pratiques dans des laboratoires d'analyses

📄 Tableau des Travaux Dirigés (TD)

TD n°	Thème	Activité pédagogique proposée
TD1	Trisomies communes (21, 18, 13)	Analyse de caryotypes et cas cliniques, diagnostic postnatal et prénatal
TD2	Translocations équilibrées et non équilibrées	Étude de cas de translocations Robertsoniennes et réciproques
TD3	Leucémies et cytogénétique hématologique	Interprétation de caryotypes et translocations spécifiques (t(9;22), t(15;17), etc.)
TD4	Tumeurs solides et anomalies	Cas de neuroblastome, sarcomes, et rétinoblastome

Etablissement : **USTO MB**

Intitulé du master : **Cytogénétique professionnel**

Année universitaire : 2025/2026

TD n°	Thème	Activité pédagogique proposée
	chromosomiques	
TD5	Syndromes microdélétionnels	Études de cas (DiGeorge, Williams, Prader-Willi/Angelman) à partir de données FISH ou CGH-array
TD6	Anomalies de la reproduction (azoospermie, échec implantation)	Étude de caryotypes et exploration des remaniements cryptiques
TD7	Mini-projets d'intégration (cas cliniques + articles)	Analyse critique d'une publication + préparation d'un exposé argumenté sur pathologie cytogénétique

Références bibliographiques

Shaffer, L. G., & Slovak, M. L. (2016).

An International System for Human Cytogenomic Nomenclature (ISCN 2016), Karger.

Liehr, T. (2021).

Cytogenetic Laboratory Management: Chromosomal and Molecular Genetic Diagnostics, Springer.

Scherer, S. W., & Hurler, M. E. (2006).

Molecular Cytogenetics in the Postgenomic Era, *Nature Reviews Genetics*, 7(5), 347–359.

Swansbury, J. (2003).

Manual of Cytogenetics in Haematology, Oxford University Press.

Gardner, R. J. M., & Sutherland, G. R. (2018).

Chromosome Abnormalities and Genetic Counseling, 5th ed., Oxford University Press.

Mode d'évaluation : Contrôle continu, examen, etc... (La pondération est laissée à l'appréciation de l'équipe de formation)

Contrôles continus et examen

Autres * Analyse d'une dizaine de publications internationale, Exposés et évaluation de stage pratique préalablement effectué au sein d'une entreprise spécialisée et ateliers en fonctions des chapitres pris en considération dans la formation présente.

Intitulé du Master : Cytogénétique professionnel

Semestre : 3

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

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 deep learning 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*.
4. Nature, 616(7958), 115-124.
5. Raj, S., & Kumar, A. (2022). *Deep learning in biological data analysis*. Springer.
6. Zhang, H., & Wu, J. (2024). *Applications of machine learning in life sciences*. Wiley.

Intitulé du Master : Cytogénétique professionnel

Semestre : 3

Intitulé de la matière : Création d'une entreprise économique (CEE)

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 : entreprenariat (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 : écotecnologies 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.

CONVENTION PARTICULIERE PORTANT SUR LE THEME

*CARACTERISATION DES DETERMINANTS GENETIQUES
MAJEURS DE LA MORBIDITE DU SYNDROME DE
L'INSULINORESISTANCE ET DU DIABETE DE TYPE II A ORAN :*
APPLICATION CLINIQUE

ENTRE

LE SERVICE D'ENDOCRINOLOGIE-DIABETOLOGIE
EHU 1° NOVEMBRE 1954 (ORAN)

ET

L'EQUIPE 3 « GENETIQUE ET ENVIRONNEMENT DES MALADIES
MULTIFACTORIELLES »
LABORATOIRE DE GENETIQUE MOLECULAIRE ET CELLULAIRE
(LGMC)
UST MOHAMED BOUDIAF (ORAN)

Mars 2011

Le service d'endocrinologie représenté par son Chef de Service, le Dr Amani Mohammed El Amine, sous la tutelle de l'Etablissement Hospitalo-Universitaire d'Oran, **d'une part**

Et le Laboratoire de Génétique Moléculaire et Cellulaire représenté par sa Directrice le Pr Mehtar Nadhira, sous la tutelle de l'Université des Sciences et de la Technologie Mohamed Boudiaf, **d'autre part.**

En vue d'établir et d'entretenir des relations entre les deux institutions dans les domaines de la recherche, de la formation et du perfectionnement et afin d'initier des échanges entre médecins, chercheurs et étudiants,

Conviennent des dispositions suivantes :

Article 1 : Objet de la convention

Le service d'Endocrinologie-Diabétologie (EHUO) et le laboratoire de Génétique Moléculaire et Cellulaire (USTO), conviennent de collaborer sur la thématique suivante :

CARACTERISATION DES DETERMINANTS GENETIQUES MAJEURS DE LA MORBIDITE DU SYNDROME DE L'INSULINO-RESISTANCE ET DU DIABETE DE TYPE II A ORAN ; APPLICATION CLINIQUE

Sous la responsabilité scientifique du Dr AMANI MA, Chef de service d'Endocrinologie-Diabétologie (EHUO) et de MEDIENE-BENCHEKOR S, Chef d'Equipe (Génétique et Environnement des Maladies Multifactorielles, Laboratoire de Génétique Moléculaire et Cellulaire, UST Mohamed Boudiaf)

Article 2 : Objectif

Cet accord se fixe comme objectif principal de définir les relations régissant la mise en œuvre de la collaboration des deux parties en termes d'échanges scientifiques, de diffusion des résultats, informations et données ; et de publications des travaux sanctionnant le projet.

Article 3 : Apport attendu

Les deux institutions s'engagent à collaborer de la manière suivante :

- par l'exécution du thème de recherche conjoint
- par les développements scientifiques et techniques des méthodes de diagnostic
- par un libre accès à l'ensemble du dispositif de recherche existant dans les deux institutions
- par l'échange d'informations scientifiques
- par la participation aux conférences, symposiums et congrès avec des communications scientifiques
- par l'échange d'information et de matériaux scientifiques selon les accords
- par la publication des résultats des travaux en collaboration
- par la coopération réalisée par tous les moyens qui peuvent s'avérer utiles en vue d'atteindre les objectifs communs.

A l'avenir, le programme pourra se développer et / ou se modifier selon les nécessités réciproques ou intrinsèques du programme.

Article 4 : Diffusion, publication et communication des informations

Les deux parties prennent engagement dans la présente convention à respecter un accord conjoint préalable avant toute diffusion, publication, communication ou partage avec une partie tierce des données, informations et résultats relatifs au projet.

Article 5 : Clause de Confidentialité

Il reste attendu que les deux parties s'engagent à observer toutes les mesures de confidentialité inhérentes aux informations et données relatives au projet. Une précaution particulière est retenue dans les aspects liés à l'éthique et à la déontologie scientifique du fait que le projet intègre des données sensibles et relevant du domaine privé des populations d'étude.

Article 6 : Durée de la Convention

Cette présente convention reste en vigueur pour une durée de trois (03) ans à partir de la date de sa ratification. Sa reconduction renouvelable chaque année reste tacite entre les deux parties sauf mention contraire exprimée par l'une des parties.

Article 7 : Suivi et Evaluation

Un rapport annuel d'évaluation de la convention est établi conjointement à la fin de chaque exercice. Il permettra d'établir un diagnostic, un suivi et un audit permettant d'exprimer des propositions d'améliorations éventuelles.

Article 8 : Droit et Propriété Intellectuelle

Les méthodologies de conception, les résultats obtenus, les approches conçues par chaque partie dans la thématique sont la propriété de la partie les ayant développées. Toute publication doit impérativement mentionner et référer les travaux de chaque partie dans la présentation.

Article 9 :

Le présent accord est signé en six (06) exemplaires originaux, qui seront conservés dans chaque institution.

Mme la Chef d'Equipe « Génétique et Environnement des maladies multifactorielles »


Dr. MEDIENE BENCHEKOR S.
Maître de Conférences A.

Mme la Directrice du Laboratoire de Génétique Moléculaire et Cellulaire UST Mohamed Boudiaf

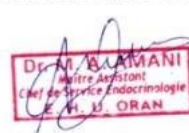

Pr. Nadhira MEHTAR
Directrice du Laboratoire de Génétique Moléculaire et Cellulaire U.S.T.O

Monsieur Le Chef d'Etablissement UST Mohamed Boudiaf



جامعة العلوم والتكنولوجيا بهران
مختبر الجينات الوراثية
محمد بوعيساف

Mr le Chef de Service d'Endocrinologie-Diabétologie


Dr. M. B. AMANI
Maître Assistant
Chef de Service Endocrinologie
E. H. U. ORAN

Mr le Directeur Général EHU 1^{er} novembre 1954 Oran



Hôpital et Université
d'Oran
Institut Génétique
Dr. M. MANSOUR

CONVENTION PARTICULIERE PORTANT SUR LE PROJET :

***CARACTERISATION DES DETERMINANTS GENETIQUES
MAJEURS DE LA MORBIDITE DU SYNDROME DE
L'INSULINORESISTANCE A ORAN.***

ENTRE

**LE LABORATOIRE D'ANALYSES MEDICALES
CSORVAT (CNAS)**

ET

**LE LABORATOIRE DE GENETIQUE MOLECULAIRE ET CELLULAIRE
(LGMC)
UST MOHAMED BOUDIAF (ORAN)**

Le laboratoire d'analyses médicales (CSORVAT/CNAS) représenté par son Chef de Service le Dr Hamani-Medjaoui Imane, sous l'égide de la Caisse Nationale des Assurés Sociaux, **d'une part**

Et le Laboratoire de Génétique Moléculaire et Cellulaire représenté par sa Directrice le Pr Mehtar Nadhira, sous l'égide de l'Université des Sciences et de la Technologie Mohamed Boudiaf, **d'autre part**

En vue d'établir et d'entretenir des relations entre les deux institutions dans les domaines de la recherche, de la formation et du perfectionnement et afin d'initier des échanges entre médecins, chercheurs et étudiants,

Convient des dispositions suivantes :

Article 1 : Objet de la convention

Le laboratoire de Biochimie (CSORVAT-CNAS) et le laboratoire de Génétique Moléculaire et Cellulaire (USTO), conviennent de collaborer sur la thématique suivante :

CARACTERISATION DES DETERMINANTS GENETIQUES MAJEURS DE LA MORBIDITE DU SYNDROME DE L'INSULINO-RESISTANCE A ORAN.

Sous la responsabilité scientifique du Dr Hamani-Medjaoui et de Médiène-Benchekor S, Chef d'Equipe (Génétique et Environnement des Maladies Multifactorielles, Laboratoire de Génétique Moléculaire et Cellulaire, UST Mohamed Boudiaf)

Article 2 : Objectif

Cet accord se fixe comme objectif principal de définir les relations régissant la mise en œuvre de la collaboration des deux parties en termes d'échanges scientifiques, de diffusion des résultats, informations et données ; et de publications des travaux sanctionnant le projet.

Article 3 : Apport attendu

Les deux institutions s'engagent à collaborer de la manière suivante :

- par l'exécution du projet de recherche conjoint
- par les développements scientifiques et techniques des méthodes d'identification et de diagnostic biochimiques et moléculaires conformes aux standards internationaux
- par un libre accès à l'ensemble du dispositif de recherche existant dans les deux institutions
- par l'échange d'informations scientifiques
- par la participation aux conférences, symposiums et congrès avec des communications scientifiques
- par l'échange d'information et de matériaux scientifiques selon les accords
- par la publication des résultats des travaux en collaboration
- par la coopération réalisée par tous les moyens qui peuvent s'avérer utiles en vue d'atteindre les objectifs communs

A l'avenir le programme pourra se développer et / ou se modifier selon les nécessités réciproques ou intrinsèques du programme.

Article 4 : Diffusion, publication et communication des informations

Les deux parties prennent engagement dans la présente convention à respecter un accord conjoint préalable avant toute diffusion, publication, communication ou partage avec une partie tierce des données, informations et résultats relatifs au projet.

Article 5 : Clause de Confidentialité

Il reste attendu que les deux parties s'engagent à observer toutes les mesures de confidentialité inhérentes aux informations et données relatives au projet. Une précaution particulière est retenue dans les aspects liés à l'éthique et la déontologie scientifique du fait que le projet intègre des données sensibles et relevant du domaine privé des populations d'étude.

Article 6 : Durée de la Convention

Cette présente convention reste en vigueur pour une durée de deux (02) ans à partir de la date de sa ratification. Sa reconduction renouvelable chaque année reste tacite entre les deux parties sauf mention contraire exprimée par l'une des parties.

Article 7 : Suivi et Evaluation

Un rapport annuel d'évaluation de la convention est établi conjointement à la fin de chaque exercice. Il permettra d'établir un diagnostic, un suivi et un audit permettant d'exprimer des propositions d'améliorations éventuelles.

Article 8 : Droit et Propriété Intellectuelle

Les méthodologies de conception, les résultats obtenus, les approches conçues par chaque partie dans le projet sont la propriété de la partie les ayant développées. Toute publication doit impérativement mentionner et référer les travaux de chaque partie dans la présentation.

Article 9 :

Le présent accord est signé en quatre (04) exemplaires originaux, qui seront conservés dans chaque institution.

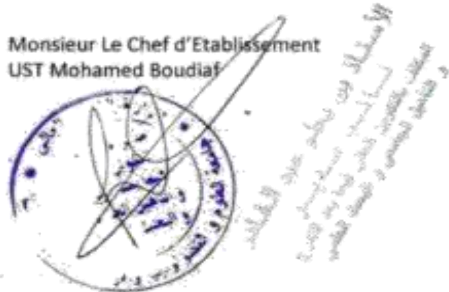
Mme la Directrice du laboratoire
Moléculaire et Cellulaire
UST Mohamed Boudiaf


Pr. Nadhira MENTAR
Directrice du Laboratoire
de Génétique Moléculaire
et Cellulaire
U.S.T.O

Mme la Chef de Service du laboratoire
d'analyses médicales CSORVAT/CNAS


Dr. I. HAMANI
Médecin spécialiste en
Généraliste
CNAH-CBORVAT

Monsieur Le Chef d'Etablissement
UST Mohamed Boudiaf


الأستاذ محمد بن يحيى
مدير المؤسسة
UST Mohamed Boudiaf

Mme la Directrice de la
CSORVAT/CNAS

المديرة

السيدة: بناشي بن سعيد. ف


Etablissement : **USTO MB**

Intitulé du master : **Cytogénétique professionnel**

Année universitaire : 2024/2025

VI - Avis et Visas des organes Administratifs et Consultatifs

Intitulé du Master : Cytogénétique professionnel (Master Professionalisant)

Chef de département + Responsable de l'équipe de domaine	
Date et visa 17.05.2014  PI chef de département	Date et visa 17.05.2017  د.د. جابر عبد الوفاق مسؤول فريق ميدان التكرين
Doyen de la faculté (ou Directeur d'institut)	
Date et visa :  الشيخ بوجمعة عبد الله عميد كلية علوم الطبيعة والحياة بالتبليغ 	
Chef d'établissement universitaire	
Date et visa  استاذة من حراث نصيرة مديرة جامعة بدران للعلوم والتكنولوجيا بالتبليغ 	

Etablissement : **USTO MB**

Intitulé du master : **Cytogénétique professionnel**

Année universitaire : 2024/2025



Bordereau d'envoi

Référence : 54 /FSNV /VD/2017	Date : 17/05/2017
Expéditeur	Destinataire
La vice doyen chargée des études et des questions liées aux étudiants de la Faculté SNV USTO-MB	Monsieur le vice recteur charge de la pédagogie Université des sciences et de la technologie USTO-MB

Veillez trouver ci-joint :

Canevas professionnelle Licence:

1. Horticulture et aménagement des espaces verts.

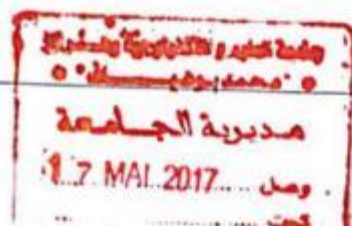
02

Canevas professionnelle Master :

2. Cytogénétique.



Accusé de réception	
Visa de l'établissement	Date de réception





Établissement	Filière	Master proposé	Type	Intitulé en arabe	AVIS du CPND	Reserves
USTO Oran	Sciences Biologiques	Cytogénétique professionnelle	A	تخصص الهندسة البيولوجية	Favorable	Compléter le tableau des interventions Revoir les fiches semestrielles
U. Mascara	Ecologie et Environnement	Biodiversité et environnement	A	تخصص بيولوجيا البيئة	Défavorable	Absence de caractère exceptionnel
U. Tيارت	Sciences Alimentaires	Agroalimentaire et contrôle de qualité	A	تخصص تكنولوجيا جودة الأغذية	Favorable	-
CU. Ain Tenouchent	Sciences Biologiques	Biochimie	A	تخصص الكيمياء الحيوية	Favorable	-
CU. Naama	Sciences Biologiques	Microbiologie appliquée	A	تخصص الميكروبيولوجيا التطبيقية	Favorable	Utiliser le nouveau canevas
CU. Relizane	Sciences Alimentaires	Production végétale et amélioration des plantes	A	-	Défavorable	Canevas non conformes Spécialité pas référencée et non confirmée avec la filière
U. Béchar	Biotechnologies	Biotechnologie microbienne	A	-	Favorable	Caractère exceptionnel non avéré
U. Chlef	Sciences Agronomiques	Eau et environnement	A	-	Favorable	Revoir l'intitulé en arabe selon la liste Compléter le tableau des interventions
CU. El Bayadh	Ecologie et Environnement	Ecologie végétale et environnement	A	-	Favorable	Revoir le tableau global de la formation Revoir l'intitulé en arabe selon la liste Revoir le tableau global de la formation
CU. Tissemsilt	Sciences Agronomiques	Production végétale	A	تخصص الإنتاج النباتي	Favorable	Dépasser soumettre les matières dispensées Revoir l'intitulé de la filière et de la spécialité en langue arabe
CU. Tissemsilt	Ecologie et Environnement	Protection des écosystèmes	A	-	Favorable	Revoir les coefficients et les crédits Revoir la page de garde Revoir l'intitulé en arabe