

**DIPLOME INTERUNIVERSITAIRE**

**CYTOGENETIQUE HEMATOLOGIQUE, ONCOLOGIQUE  
ET MOLECULAIRE (CYTHOM)  
3ème cycle**

UFR de rattachement : *UFR des Sciences Médicales.*

**ARTICLE I - OBJET ET ENTREE EN VIGUEUR**

Par décision des conseils, il est créé à l'Université de Bordeaux à partir de l'année universitaire 2000/2001 un Diplôme Interuniversitaire de Pathologies Chromosomiques Acquisées (cytogénétique, hématologique et des tumeurs solides) en collaboration avec les universités de Lille, Grenoble, Aix-Marseille 2, Nice et Paris 11 en remplacement du Diplôme d'Université de Pathologie Chromosomique Humaine.

A compter de l'année universitaire 2021-2022, l'Université de Lille ne fait plus partie de l'organisation et de l'enseignement de cette formation.

A compter de l'année universitaire 2024-2025, l'Université de Grenoble ne fait plus partie de l'organisation et de l'enseignement de cette formation.

**L'intitulé est modifié pour devenir « Diplôme Interuniversitaire Cytogénétique Hématologique, Oncologique et Moléculaire (CYTHOM) ».**

**ARTICLE II - OBJECTIFS DE LA FORMATION**

Dispenser les connaissances de base nécessaires à la compréhension des techniques de cytogénétique conventionnelle et moléculaire y compris les nouvelles technologies génétiques actuellement disponibles.

Mettre à la disposition des étudiants un enseignement théorique et une formation pratique dans des laboratoires de Cytogénétique Onco-Hématologique et/ou tumorale de proximité afin de compléter les connaissances requises pour une compétence en cytogénétique.

Permettre aux biologistes, anatomo-pathologistes, oncologues, médecins hospitaliers et libéraux ayant une expérience professionnelle, de mettre à jour leurs connaissances en Onco-Hématologie et en Oncologie (anomalies chromosomiques et mécanismes moléculaires de pathogénèse).

Enseignement théorique :

- 4 modules sous forme de séminaires (rappels de biologie cellulaire sur le cycle cellulaire et l'oncogénèse, techniques cytogénétiques, complémentarité avec les nouvelles technologies (SNP/CGH-NGS, « optical mapping »), cytogénétique des hémopathies malignes myéloïdes, lymphoïdes et des tumeurs solides).

### Enseignement pratique :

- Apprentissage du classement chromosomique et analyse de dossiers de cytogénétique moléculaire dans un laboratoire de cytogénétique.

### Public et prérequis :

- Docteurs en Médecine ou en Pharmacie,
- Internes des Hôpitaux en Médecine et en Pharmacie à partir de la 1<sup>ère</sup> année, DES de médecine générale à partir de la 1<sup>ère</sup> année,
- Médecins étrangers inscrits DFMS, DFMSA, titulaires de diplôme de Médecine à titre étranger leur permettant d'exercer la médecine dans leur pays,
- Etudiants en 3<sup>ème</sup> cycle de Biologie Humaine (BAC + 5),
- Par dérogation, les ingénieurs et techniciens en biotechnologie pouvant justifier de 2 ans d'expérience professionnelle en cytogénétique ou en génétique.

## **ARTICLE III - RESPONSABLES DE L'ENSEIGNEMENT**

### Responsable pour l'Université de Bordeaux :

#### **Professeur Edith CHEVRET**

*Université de Bordeaux*

U1312 - BRIC | Inserm | Université de Bordeaux

Campus de Carreire | BBS

*146, rue Léo Saignat*

*33076 Bordeaux Cedex*

*05 57 57 16 73*

[edith.chevret@u-bordeaux.fr](mailto:edith.chevret@u-bordeaux.fr)

### Coordonnateur national :

#### **Professeur Edith CHEVRET**

[edith.chevret@u-bordeaux.fr](mailto:edith.chevret@u-bordeaux.fr)

### **Universités partenaires :**

Université Aix-Marseille

Université de Bordeaux

Université Médecine Paris-Sorbonne

Université de Nice-Sophia Antipolis – Côte d'Azur

### **Membres de la Commission Pédagogique :**

Université Aix- Marseille : Docteur M. LAFAGE-POCHITALOFF

Université de Bordeaux : Professeur E. CHEVRET

Université de Nice-Sophia Antipolis – Côte d'Azur : Pr-B. Dadone-Montaudié

Université Médecine Paris-Sorbonne : Professeur F. DELHOMMEAU

## **ARTICLE IV - ORGANISATION GENERALE DE LA FORMATION**

**Capacité d'accueil :** le nombre minimum d'étudiants est fixé à 5 et le maximum à **20** pour l'ensemble des Universités co-contractantes.

**Durée des études :** 1 an.

### **Enseignements :**

#### **Cours théoriques :**

- **95** heures (réparties sur 4 séminaires d'une durée de 3 à 4 jours, à Paris ou Bordeaux, Nice, Marseille.  
La présence aux séminaires est obligatoire.  
Les enseignements auront lieu en distanciel ou en présentiel à la décision des responsables pédagogiques de la formation

**4 modules thématiques de 4 jours de la mi-janvier au 30 juin** (dates données à titre indicatif et sous réserve de modifications) :

- **Module 1 : données fondamentales** : Pr F. DELHOMMEAU – Pr E. CHEVRET  
(Janvier : Paris (Sorbonne Université, Saint-Antoine) ou Bordeaux)
- **Module 2 : pathologies myéloïdes et leucémies aiguës : anomalies chromosomiques et géniques** : Dr M. LAFAGE-POCHITALOFF  
(Février : Marseille (Faculté de Médecine La Timone))
- **Module 3 tumeurs solides : anomalies chromosomiques et géniques** :  
Pr-B. Dadone-Montaudié (Mars : Nice (Faculté de Médecine Nice Sophia-Antipolis))
- **Module 4 : pathologies lymphoïdes : anomalies chromosomiques et géniques** : en attente d'organisation

**Stage pratique (40 heures) dans un laboratoire de cytogénétique agréé par les responsables de ce D.I.U. :**

40 heures au sein d'un laboratoire cytogénétique onco-hématologique de proximité. La durée dépend de l'aptitude de l'étudiant à se former à cette spécialité : elle est laissée à l'appréciation de l'enseignant-tuteur. Cette formation sera validée lors de l'examen.

## **ARTICLE V - CONDITIONS D'INSCRIPTION**

Peuvent s'inscrire au D.I.U de Pathologies Chromosomiques Acquisées après autorisation du Professeur responsable :

- Docteurs en Médecine ou en Pharmacie,
- Internes des Hôpitaux en Médecine et en Pharmacie à partir de la 1<sup>ère</sup> année, DES de médecine générale à partir de la 1<sup>ère</sup> année,
- Médecins étrangers inscrits DFMS, DFMSA, titulaires de diplôme de Médecine à titre étranger leur permettant d'exercer la médecine dans leur pays,
- Etudiants en 3<sup>ème</sup> cycle de Biologie Humaine (BAC + 5),
- Par dérogation, les ingénieurs et techniciens en biotechnologie pouvant justifier de 2 ans d'expérience professionnelle en cytogénétique ou en génétique.

Les candidats **déposent un curriculum vitae, une lettre de motivation, le diplôme requis pour accéder à la formation.** Ils seront sélectionnés sur dossier par une Commission pédagogique constituée des représentants du corps enseignant de chaque établissement organisateur (coordonnateur et responsables).

## **ARTICLE VI - COÛT DE LA FORMATION**

En formation initiale : 857€ /an

En formation continue : 1 157€/an

Auquel s'ajoutent les droits d'inscription correspondant à la base du droit d'inscription de Licence.

## **ARTICLE VII - CONTRÔLE DES CONNAISSANCES ET VALIDATION**

### **Composition du jury :**

Le jury comprend 3 personnes au minimum dont un Professeur des Universités.

### **Epreuves - Modalités de contrôle des connaissances :**

**Obligation d'assiduité** aux séminaires ou aux enseignements virtuels (traçage de la connexion) et au stage pratique.

Il existe **deux sessions par an**, en juin et en septembre (rattrapage).

Ces 2 sessions comportent :

- Une épreuve théorique rédactionnelle (3h),
- Une épreuve pratique de classement de chromosomes et d'analyse d'un dossier de cytogénétique moléculaire (3h).

**Il est nécessaire d'obtenir la moyenne à l'épreuve théorique et à l'épreuve pratique.**

**Note éliminatoire inférieure ou égale à 6 à l'une des questions.**

Mots clés : cytogénétique / génétique / onco-hématologie / technologies innovantes / tumeurs solides.

**Redoublement :** les candidats conservent le bénéfice des épreuves pour lesquelles la moyenne a été acquise.

## **ARTICLE VIII - DÉLIVRANCE DU DIPLÔME**

Le Diplôme Interuniversitaire de Cytogénétique Hématologique, Oncologique et Moléculaire (CYTHOM) est délivré sous le sceau de l'Université auprès de laquelle les étudiants se sont inscrits et la signature de son Président.

**Création :** Conseil UFR 2 du 20/06/2000  
C.A. du 10/07/2000

**Modifications :** Conseil UFR 2 du 24/05/2002  
C.E.V.U. du 21/06/2002  
C.A. du 05/07/2002  
Conseil UFR 2 du 29/11/2005  
Conseil UFR 3 du 30/11/2005  
C.A. du 12/01/2006  
Conseil UFR 3 du 15/04/2009  
CEVU du 26/05/2009

**Changement d'intitulé, augmentation du coût de la formation et modifications :**  
Conseil UFR Sciences Médicales du 29/11/2021  
Conseil du Collège Sciences de la santé du 01/12/2021  
**(Version 5)**

**Changement d'intitulé, augmentation du coût de la formation et modifications :**  
Conseil UFR Sciences Médicales du 15/04/2024  
Conseil du Collège Sciences de la santé du 29/05/2024  
**(Version 6)**

## *Programme de l'enseignement*

4 modules thématiques de 4 jours de la mi-janvier au 30 juin (dates données à titre indicatif sous réserve de modifications)

	Dates	Lieu de l'enseignement	Responsables
<b>MODULE 1</b>	Janvier	Sorbonne Université, Saint-Antoine	Pr. F- Delhommeau Pr E. Chevret
<b>MODULE 2</b>	Février	Faculté de Médecine La Timone	Dr. M. Lafage- Pochitaloff
<b>MODULE 3</b>	Mars	Faculté de Médecine Nice Sophia- Antipolis	Dr B. Dadone- Montaudié
<b>MODULE 4</b>	Mai	En cours d'organisation	

### **Module 1**

Accueil étudiants

Introduction à la cytogénétique historique

Spécificités de la cytogénétique onco-hématologique

Techniques de cytogénétique moléculaire en Pathologie Acquis

Chromatine, chromosomes - mitose et régulation

Etiologies des anomalies de nombre - aneuploïdie et phénotype CIN

Néoplasmes Myéloprolifératifs

Mécanismes des translocations chromosomiques - domaines chromatiniens et cancérogénèse

Domaines chromosomiques

Mécanismes de la leucémogénèse

Cellules souches leucémiques

Niche hématopoïétique - modèle de la myélofibrose primitive

Les nouvelles technologies: leur place dans la démarche diagnostique des hémopathies malignes

Techniques de cytogénétique moléculaire en Anatomopathologie

Epigénétique et cancer

Analyse critique de dossiers

### **Module 2**

Accueil étudiants

Pathologies myéloïdes et leucémie aiguës

Classification OMS des LAM : apport de la cytologie

Classification OMS des SMD : apport de la cytologie

Cytogénétique des LAM en dehors des LAM3

Cytogénétique des myelodysplasies

Cytogénétique des LAM3

Classification OMS des néoplasies myelo-prolifératives (NMP) : apport de la cytologie

Cytogénétique et biologie moléculaire de la LMC

Cas cliniques SMD, LAM, NMP et NMP/SMD,

Apport de la cytométrie de flux dans les LA

Cytogénétique des LAL

Cas cliniques LAL, bases du traitement des LAL

Syndromes de prédisposition aux hémopathies malignes

Apport des techniques moléculaires dans les LAL : diagnostic, pronostic, suivi de la MRD

Visite du laboratoire de Cytogénétique onco-hématologique : prise en charge des prélèvements

### **Module 3**

Accueil étudiants

Méthodes de cytogénétique et de cytogénomique moléculaire appliquées à l'analyse des tumeurs solides: méthodes, intérêt, limites et particularités. Evolution des pratiques et des indications

CGH-Array/SNP-array : rappels théoriques et aspects pratiques. Exemples d'application à valeur pronostique, diagnostique ou prédictive. Difficultés d'analyse des génomes polyploïdes : "recentrage"

Etude de dossiers de caryotypes et de CGH-array

Génétique et pathologie moléculaire quantitative des carcinomes à cellules rénales (hors carcinomes à translocation)

Etude de l'ARN tumoral et des gènes de fusion : RT-PCR et RNASeq : rappels méthodologiques et aspects pratiques

Carcinomes à cellules rénales à translocation

Mutations et séquençage de l'ADN : I/ Séquençage direct par méthode Sanger et pyroséquençage -

Rappels théoriques ; Applications aux détections de mutations des gènes VHL et MET

Génétique moléculaire des tumeurs cérébrales : intégration dans la classification et apport au diagnostic

Génétique des sarcomes et tumeurs bénignes des tissus mous et de l'os

Apport de la biologie moléculaire dans la prise en charge des mélanomes métastatiques

Génétique des carcinomes, RCP moléculaire et médecine de précision en cancérologie

Etude de dossiers

### **Module 4 (en cours d'organisation)**

Accueil étudiants

Les lymphomes – Introduction

Lymphomagenèse : mécanisme des translocations chromosomiques

Différenciation lymphoïde B

Apport de la cytométrie de flux dans les proliférations lymphoïdes chroniques

Cytogénétique des lymphomes : lymphome de Burkitt

Cytogénétique des lymphomes: lymphome folliculaire initiation, progression tumorale

Anomalies génétiques et moléculaires des lymphomes B à grandes cellules

Cytogénétique des lymphomes : les lymphomes à cellules du manteau

Apport des techniques moléculaires - Etude de la clonalité

Apport du NGS dans l'approche diagnostique et pronostique des lymphomes

Anomalies génétiques et moléculaires des lymphomes de la zone marginale

Cytogénétique des LLC : impact diagnostique, pronostique et thérapeutique

Cytogénétique des myélomes

Cas cliniques

Lymphomes T : aspects cytogénétiques

Paysages mutationnels : lymphomes B diffus à grandes cellules et lymphomes T périphériques

Epigénétique et lymphomes : physiopathologie et implications thérapeutiques