



B 1.3 – 20-21

Ecole de Médecine

Module

Développement

Gouvernance du module

Responsable du module :

Hugues Cadas
 Unité facultaire d'Anatomie et de Morphologie
 (UFAM)
Hugues.Cadas@unil.ch

Enseignants :

Hugues Cadas	UFAM	Hugues.Cadas@unil.ch
Fabio Martinon	Département de Biochimie	fabio.martinon@unil.ch
Carole Gengler	Département de pathologie	Carole.Gengler@chuv.ch
Sandor Kasas	UFAM	Sandor.Kasas@unil.ch
Anita Lüthi	DNF	Anita.Luthi@unil.ch
Liliane Michalik	CIG	Liliane.Michalik@unil.ch
Pierre-Antoine Pradervand	Service de gynécologie	pierre-antoine.pradervand@chuv.ch
Andrea Superti-Furga	Service de médecine génétique	asuperti@unil.ch
Luc Tappy	Département de physiologie	Luc.Tappy@unil.ch
Ludovic Telley	DNF	ludovic.telley@unil.ch
Yvan Vial	Service de gynécologie	Yvan.Vial@chuv.ch
Nicolas Vuillemoz	Service de gynécologie	Nicolas.Vuillemoz@chuv.ch

Introduction à l'enseignement de l'anatomie en salle de dissection :

Hugues Cadas	UFAM	Hugues.Cadas@unil.ch
Ralf Jox	Soins palliatifs	ralfjorgen.jox@unil.ch
Sara Sabatasso	UFAM	Sara-Sabatasso@unil.ch

Enseignants de travaux pratiques :

Stella Fahrni	UFAM	stella.fahrni@unil.ch
Jean-Pierre Hornung	UFAM	Jean-Pierre.Hornung@unil.ch
Sandor Kasas	UFAM	Sandor.Kasas@unil.ch

Responsable de la 1^{ère} année :

François Bochud	IRA	francois.bochud@chuv.ch
-----------------	-----	-------------------------

Table des matières

<i>Gouvernance du module</i>	2
<i>Table des matières</i>	3
1. <i>Descriptif du module</i>	4
2. <i>Prérequis</i>	5
3. <i>Objectifs d'apprentissage</i>	5
3.1. <i>Buts</i>	5
3.2. <i>Objectifs généraux</i>	6
3.3. <i>Objectifs spécifiques</i>	7
3.3.1. <i>La génétique générale</i>	7
3.3.2. <i>La génétique moléculaire</i>	8
3.3.3. <i>La biologie du développement - introduction à l'embryologie animale</i>	8
3.3.4. <i>L'embryologie humaine</i>	8
3.3.5. <i>La physiologie générale</i>	9
4. <i>Déroulement du module</i>	10
4.1. <i>Organisation du calendrier horaire</i>	10
4.2. <i>Approches pédagogiques</i>	10
4.2.1. <i>Cours</i>	10
4.2.2. <i>Travaux pratiques</i>	10
4.2.2.1 <i>Webembryology</i>	11
5. <i>Ressources d'apprentissage (littérature, multimédia)</i>	12

1. Descriptif du module

Un organisme adulte est constitué de nombreux types cellulaires différenciés qui sont groupés en organes qui remplissent des fonctions physiologiques complexes. Chaque individu est issu d'un œuf fécondé, le zygote. Cette cellule, par divisions et différenciations successives, produit à la fin du développement embryonnaire un organisme doté de toutes les fonctions nécessaires à la vie dans son environnement. Cette évolution progressive de la fécondation à la naissance met en jeu de nombreux mécanismes au niveau génétique, moléculaire et cellulaire qui assurent un développement harmonieux d'un organisme.

Le développement embryonnaire met en œuvre des processus biologiques complexes pour assurer qu'à partir d'une cellule unique, plusieurs types cellulaires soient formés (la différenciation cellulaire), que ces cellules forment des organes structurés (la morphogénèse), que la taille des différentes parties du corps soit proportionnée (la régulation de la croissance), que des cellules spécialisées assurent la perpétuation de l'espèce (la reproduction), et que la perpétuation des caractères morphologiques et fonctionnels, et leur modification au cours du temps, assurent les meilleurs chances de survie de l'espèce (l'évolution).

Ce module fait la transition entre l'étude des caractéristiques de la structure et la fonction cellulaire et des différents types cellulaires constituant le tissu des mammifères et de l'homme (module 1.2) et l'étude au niveau d'un organisme adulte des caractéristiques morphologiques et fonctionnelles d'un système (module 1.4, le système locomoteur). Il traitera des régulations moléculaires et génétiques qui déterminent l'expression des gènes (cours de génétique générale et moléculaire), des principes généraux de la biologie du développement qui décrivent les mécanismes du développement embryonnaire (cours de biologie animale) et de la description des étapes initiales du développement de l'embryon humain (cours d'embryologie humaine).

Ce programme est complété par un cours parallèle des principes physiologiques fondamentaux du fonctionnement au niveau de la cellule et des organes (cours de physiologie). Finalement le programme de ce module est complété par des séances de travail en petits groupes dans une salle multimédia avec des tuteurs pour approfondir l'étude du développement embryologique.

Au début du module, une introduction théorique à l'enseignement pratique de l'anatomie, en particulier l'usage des cadavres et des pièces anatomiques, sera présenté (contexte historique et éthique). Ceci introduira l'usage de quelques préparations anatomiques pendant les travaux pratiques d'embryologie. Au début du module suivant, une explication sur la source et préparation des corps pour l'anatomie donnée en auditoire sera suivie d'une visite guidée de la salle de dissection. Cette introduction prépare à l'étude du système locomoteur dans le module B1.4, qui comprend plusieurs séances d'étude de pièces anatomiques des membres et du cou et dos.

2. Prérequis

Modules B1.1 et B1.2, et en particulier :

Biochimie

- connaissances de la composition chimique des cellules et des fonctions des organelles intracellulaires
- connaissances de la structure et la fonction du noyau et de la chromatine

Histologie

- Connaissance des caractéristiques structurelles et fonctionnelles des différents types cellulaires

3. Objectifs d'apprentissage

3.1. Buts

Dans les modules précédents, les caractéristiques de la matière vivante et de la cellule animale, l'unité fonctionnelle d'un organe et d'un organisme, ont été introduites. Il s'agit dans ce module d'aborder les questions suivantes : comment est-ce que ces différents types cellulaires se différencient et comment est-ce qu'ils s'organisent au cours du développement précoce pour former des organes et un organisme autonome qui soit adapté à la vie dans son environnement ?

D'une part la génétique moléculaire et la génétique générale continuent de développer les concepts du module précédant concernant la régulation de l'expression génétique ainsi que la réplication permettant la transmission du patrimoine génétique d'un individu à sa descendance. D'autre part la biologie du développement décrit différents modèles animaux qui illustrent comment sont établies nos connaissances du développement embryonnaire, en particuliers les grands principes régulateurs du développement propres à la plupart des espèces, y compris l'homme. Il est associé au cours sur le développement embryonnaire humain qui met en place les notions spécifiques de la formation de l'embryon humain, de ses annexes embryonnaires et de la circulation fœtale. Ce cours est complété par un programme interactif d'étude approfondie du développement de l'embryon humain sur le réseau internet.

Le programme de ce module est complété par un cours qui prépare l'étude de l'organisme adulte d'un point de vue systémique et fonctionnel : un cours d'introduction à la physiologie qui décrit les propriétés physiologiques fondamentales au niveau cellulaire, qui introduisent en particulier les propriétés membranaires des cellules excitables (muscles, neurones) qui seront traitées plus en détail dans le module suivant.

3.2. Objectifs généraux

Au terme de ce module, l'étudiant-e doit :

Génétique générale :

- Connaître les différents modes de transmission des caractères héréditaires autosomiques
- Connaître les bases de l'hérédité monogénique humaine, les principaux groupes d'affections héréditaires (exemples) et les exceptions traitées
- Connaître les principes de la cartographie génétique et chromosomique
- Connaître les principes de la cytogénétique conventionnelle et moléculaire
- Connaître les principales anomalies chromosomiques humaines et leurs conséquences
- Connaître les bases de la génétique des anomalies acquises
- Connaître le principe de la détermination chromosomique du sexe et les modes de transmission des caractères liés au sexe.
- Savoir le principe de l'inactivation de l'X et de l'empreinte génomique parentale
- Connaître les bases de l'hérédité polygénique et multifactorielle
- Connaître les principes de base de la génétique des populations

Génétique moléculaire

- Connaître l'organisation du génome humain
- Connaître les principes de base du maintien de l'information génétique et des variations dans le génome
- Connaître les principes de base du génie génétique et de ses applications
- Connaître les principes de base de l'analyse génotypique et de ses applications

Embryologie générale (introduction à l'embryologie animale)

- Expliquer les mécanismes fondamentaux du développement embryonnaire précoce (segmentation, gastrulation ; spécification, détermination ; induction, gradients de morphogènes)
- Comprendre le développement d'organismes modèles (amphibiens, oiseaux, drosophile, souris) et expliquer les expériences réalisées avec ces modèles animaux pour l'étude des mécanismes fondamentaux en embryologie
- Comparer le développement de la drosophile et des mammifères pour le contrôle génétique de la mise en place du plan de l'organisme pendant l'embryogenèse.

Embryologie humaine

- Connaître les mécanismes qui régulent la fécondation
- Pouvoir décrire les étapes des 4 premières semaines du développement embryonnaire
- Expliquer la formation initiale du système nerveux central
- Décrire l'établissement de la circulation utéro-placentaire

Physiologie

- Connaître la composition ionique des espaces intra- et extracellulaires
- Décrire les principes physiques, chimiques et physiologiques qui caractérisent l'osmose
- Connaître les différentes formes de transport membranaire
- Pouvoir expliquer l'homéostasie du calcium intracellulaire
- Connaître les bases moléculaires du potentiel de membrane et du potentiel d'action et les techniques pour les mesurer

3.3. Objectifs spécifiques

3.3.1. La génétique générale

- Définir les caractères héréditaires et leurs modes de transmission
- Expliquer les lois de Mendel relatives au monohybridisme
- Enseigner les bases de l'hérédité monogénique humaine, illustrer les différents groupes d'affections et faire état des exceptions : notions de récessivité, dominance, pénétrance, expressivité, anticipation, hérédité mitochondriale, autres particularités traitées.
- Expliquer le principe des calculs de risque pour la descendance (hérédité monogénique)
- Expliquer les lois de Mendel relatives au dihybridisme et au tri- ou polyhybridisme
- Expliquer les groupes de liaison et la recombinaison génétique
- Expliquer les principes de la cartographie génétique et les méthodes utilisées
- Expliquer les principes de la cartographie chromosomique et les méthodes utilisées
- Enseigner les principes de la cytogénétique : organisation du chromosome mitotique, analyse du caryotype, approches conventionnelles et moléculaires
- Définir le caryotype humain et les principales anomalies chromosomiques constitutionnelles: implications diagnostiques, risque de transmission, diagnostic prénatal
- Définir les anomalies génétiques et chromosomiques acquises (cancer) : mutations somatiques, signification biologique et clinique
- Expliquer la détermination chromosomique du sexe
- Définir les modes d'hérédité liée au sexe
- Appliquer les notions d'hérédité liée au sexe à la génétique humaine
- Expliquer le phénomène de l'inactivation du chromosome X et de la Lyonisation
- Donner des notions relatives à l'empreinte génomique et définir la disomie uniparentale
- Expliquer les principes de l'hérédité polygénique et multifactorielle : interactions géniques
- Apporter les connaissances de base en génétique des populations
- Expliquer la loi de Hardy-Weinberg

3.3.2 La génétique moléculaire

- Description de l'organisation du génome humain
- Description des familles de gènes et des superfamilles de gènes
- Définition des séquences répétées dispersées et en tandem
- Comparaison des génomes humains, de singe et de souris
- Analyse des variations dans le génome humain, types et origines des mutations
- Description des mécanismes de réparation des mutations et maladies héréditaires
- Connaître les principes de base du génie génétique : les enzymes de restriction et les cartes de restriction, les analyses de liaison génétiques et les RFLPs, le PCR et le séquençage du DNA, les principes du clonage moléculaire
- Comprendre les applications du génie génétique : protéines recombinantes, organismes génétiquement modifiés et thérapie génique
- Connaître les principes de base de l'analyse génotypique et de ses applications en génétique, les empreintes génétiques, la recherche en paternité, l'utilisation des polymorphismes pour comprendre l'évolution, les SNPs et leur application en pharmacogénomique,

3.3.3 La biologie du développement – introduction à l'embryologie animale

1. Introduction : les grandes lignes du développement embryonnaire chez les animaux
 - Connaître les étapes principales du développement embryonnaire animal.
 - Comprendre les modalités de la segmentation et de la gastrulation.
 - Comprendre les grandes lignes du devenir des tissus embryonnaires.
 - Comprendre la notion de transition maternelle-zygotique.
 - Connaître les adaptations de la synthèse des ARN et des protéines pendant le développement embryonnaire précoce.

2. Le développement embryonnaire des organismes modèles
 - Connaître les mécanismes principaux qui régissent le développement embryonnaire des amphibiens : établissement des axes de symétrie, segmentation, gastrulation, induction de la formation du tube neural et des somites, les grandes lignes de la morphogénèse.
 - Connaître quelques-uns des gènes étudiés chez la drosophile et comprendre leurs rôles dans la mise en place du plan de l'organisme.
 - Comprendre certains rôles des gènes homéotiques chez la souris et l'humain.
 - Comprendre qu'il existe une hiérarchie dans l'expression des gènes qui régissent le développement embryonnaire.
 - Appréhender la diversité des mécanismes du développement embryonnaire des animaux

3. Embryologie expérimentale : comment devenons-nous ce que nous sommes ?
 - Comprendre les étapes de spécification, détermination et différenciation.
 - Comprendre les stratégies de spécification autonome, conditionnelle, syncytiale.
 - Comprendre le fonctionnement des gradients de morphogènes et des cascades d'induction.
 - Appréhender la diversité des mécanismes du développement embryonnaire des animaux.

4. Deux exemples d'applications médicales
 - Comprendre en quoi les mécanismes du développement embryonnaire permettent le diagnostic préimplantatoire et sous-tendent la recherche sur les cellules souches.

3.3.4 L'embryologie humaine

- Connaître le calendrier des étapes du développement, savoir expliquer le mécanisme du déterminisme et de la fécondation
- Décrire les étapes de la 1^{ère} semaine du développement embryonnaire humain ; connaître les techniques expérimentales permettant de mettre en évidence le rôle d'un gène chez le rongeur (souris transgéniques, souris knock-in et knock-out)
- Décrire les étapes de la 2^{ème} semaine du développement embryonnaire : le disque embryonnaire ectodermique, la formation des cavités embryonnaires, et l'établissement de la circulation utéro-placentaire.
- Décrire les étapes de la 3^{ème} semaine du développement embryonnaire : la gastrulation et la formation du mésoderme
- Décrire les étapes de la 4^{ème} semaine du développement embryonnaire : l'organisation des somites
- Connaître les étapes du développement précoce du système nerveux : la plaque neurale et la formation du tube neural, la morphogénèse, la différenciation cellulaire et la formation des connexions synaptiques.

- Expliquer les mécanismes cellulaires de migration des neurones et de guidage des projections axonales qui conduisent à la formation des noyaux neuronaux et des voies de projections qui les relient

Le cours est illustré par la présentation de deux domaines d'application cliniques des connaissances d'embryologie des étapes précoces de développement : (1) les techniques de procréation assistée et l'observation des premières étapes de la différenciation de l'embryon humain ; (2) les techniques d'imagerie fœtale (principalement les ultrasons) pour suivre le développement normal du fœtus et détecter précocement les anomalies morphologiques et fonctionnelles.

3.3.5 La physiologie générale

- Définir les compartiments liquidiens dans l'organisme humain
- Connaître la composition des milieux intracellulaire et extracellulaire
- Expliquer la répartition asymétrique des ions de part et d'autre de la membrane.
- Acquérir la notion de perméabilité sélective membranaire
- Décrire les transports passifs et actifs à travers la membrane
- Décrire le fonctionnement des pompes ioniques ATPases
- Connaître les uniports, symports et antiports membranaires et leur rôle respectif
- Expliquer le phénomène d'osmose
- Comprendre les mécanismes du transport épithélial (trans- et paracellulaire)
- Connaître les mécanismes impliqués dans l'homéostasie du calcium intracellulaire
- Comprendre les mécanismes de régulation du volume cellulaire
- Expliquer comment s'établit un potentiel d'équilibre
- Comprendre le principe de mesure d'un potentiel de membrane au repos
- Connaître la conductance relative de la membrane aux ions principaux
- Définir une hyperpolarisation ou une dépolarisation membranaire
- Définir ce qu'est un gradient électrochimique
- Connaître la classification des principaux canaux ioniques
- Connaître le principe de la technique du « patch-clamp »
- Définir la conductance ionique élémentaire d'un canal
- Définir les courants ioniques et leur dépendance aux potentiels membranaires
- Connaître les régulations possibles des canaux ioniques (agonistes/antagonistes) et les mécanismes principaux de leurs actions
- Connaître les types de dysfonctionnement des canaux ioniques dans les channélopathies
- Connaître les bases ioniques et moléculaires du potentiel d'action
- Connaître les bases ioniques et moléculaires de la conduction du potentiel d'action
- Définir la période réfractaire du potentiel d'action et expliquer son importance
- acquérir la notion d'excitabilité membranaire
- définir un potentiel gradué (électrotonique) le long d'une membrane excitable

4. Déroulement du module

4.1. Organisation du calendrier horaire

Le module « Développement » dure 4 semaines.

La semaine-type du module est organisée de la manière suivante :

- 4-5 matinées d'enseignement structuré sous forme de cours magistraux (volée entière)
- 1-2 demi-journées d'enseignement "pratique" sous forme de travaux pratiques (par quart de volée)
- 3-4 demi-journées de travail individuel.

Pendant la durée du module et les semaines qui le suivent, une plateforme interactive MOODLE permet l'échange des documents pour les travaux pratiques et le dépôt des réponses des professeurs aux questions déposées par les étudiants en vue de la révision de la matière pour les examens. Cette plateforme reste accessible jusqu'aux examens.

Le calendrier horaire détaillé est disponible sur le site web de l'école de médecine (<http://www.unil.ch/coledemedecine/home.html>). Votre horaire personnalisé est consultable via votre compte personnel **MyUnil**.

4.2. Approches pédagogiques

L'ensemble des activités du module doivent vous aider à atteindre les objectifs formulés sous le chapitre 3 « Objectifs d'apprentissage ». Vous trouvez ci-après un descriptif de ces différentes approches pédagogiques.

4.2.1. Cours

Les cours magistraux exposent les principales connaissances pour atteindre les objectifs d'apprentissage du module. Ils n'ont pas pour but de couvrir tous les objectifs.

Les enseignants mettent à dispositions leurs supports de cours (au format PowerPoint ou pdf) avant le cours. Ils sont téléchargeables sur le site de l'école de médecine. Nous vous conseillons fortement de vous préparer avec ce contenu pour mieux profiter de l'enseignement et préparer des questions pour améliorer votre compréhension du sujet.

4.2.2. Travaux pratiques

Les travaux pratiques offrent à l'étudiant :

- une illustration des connaissances théoriques enseignées et/ou acquises
- une opportunité d'acquérir de nouvelles connaissances en suivant les consignes
- l'occasion d'entraîner l'apprentissage autonome et en petit groupe

Le programme du module 1.3 prévoit des TP en embryologie humaine

La présence aux TP est nécessaire pour l'acquisition des objectifs d'apprentissage propre des TP (voir détails ci-dessous) et permet de réviser le programme des cours d'embryologie générale et d'embryologie humaine en posant des questions aux enseignants et tuteurs qui

encadrent les TP. Pour les TP d'embryologie humaine, il y a plusieurs questions à l'examen QCM sur les objectifs de ces 5 séances.

4.2.2.1 TP d'Embryologie humaine :

Webembryology

Buts : Etude des étapes fondamentales du développement de l'embryon humain par un travail personnel en petits groupes

Lieu : Salle *Micropolis*, Arzillier, Ch.des Geais 8, Epalinges, salle 040-084

Déroulement:

Les TP se déroulent en 5 séances, chaque séance est suivie par un quart de volée (Q1 – Q4). La composition des groupes est disponible sur internet en début de module et introduite dans le calendrier personnalisé de chaque étudiant-e. La répartition des groupes pour chaque séance est expliquée à l'introduction du module et elle est indiquée dans la grille horaire.

Le programme des séances suit les étapes du développement, les étapes de la formation des gamètes et du zygote jusqu'à la fin de la période embryonnaire, et se termine par l'étude des annexes embryonnaires (les modules indiqués entre parenthèses correspondent aux chapitres sur le site de référence à l'adresse www.embryology.ch) :

1. La formation des gamètes et la fécondation (**Module 3 gamétogenèse, Module 4 Fécondation**)
2. Le zygote et le développement embryonnaire précoce jusqu'à l'embryon didermique (**Module 4 Fécondation, chapitre 4.6 + Module 5 Préimplantation + Module 6 Implantation + Module 7 Disque embryonnaire, chapitre 7.1**)
3. Le disque embryonnaire tridermique et la mise en place des organes (**Module 7 Disque embryonnaire, à partir du chapitre 7.2, Module 8 Période embryonnaire**)
4. Le développement du système nerveux central (**Module 22 Développement du système nerveux**)
5. Les annexes embryonnaires et le placenta (**Module 10 Membranes foetales et placenta**)

Le travail du groupe d'étudiant est structuré selon un plan de travail et une répartition des tâches qui s'organisent comme suit

- introduction de la thématique et des objectifs d'apprentissage de la séance
- travail personnel sur le programme du TP ; 3-4 exercices avec résolution de problème en commun à la fin de la période d'exercice
- démonstration / étude de préparations anatomiques et histologiques illustrant le thème principal de la séance.
- présentation par un enseignant d'une thématique particulière (selon la séance)

Les étudiants reçoivent 2-3 jours à l'avance le fichier avec les objectifs d'apprentissage et, selon les séances, des documents complémentaires d'information sur un sujet particulier. Il est fortement conseillé aux étudiants de lire attentivement ces documents avant le TP. Il existe également une zone d'échange qui permet aux étudiants de poser des questions et le cas échéant de s'exprimer à propos du contenu de la séance. Les questions sont évaluées, regroupées, et des réponses sont fournies par l'enseignant sur la zone d'échange sur une base hebdomadaire.

Pour la séance sur les premières étapes de l'implantation de l'embryon, le Prof. J.P. Hornung présentera des préparations anatomiques des organes génitaux masculin et féminin. Il présentera également des préparations macroscopiques et microscopiques illustrant le développement du SNC. Pour la séance sur le placenta, les tuteurs présenteront la morphologie macroscopique du placenta mis à disposition par le Département de Pathologie ainsi que les caractéristiques qui déterminent son fonctionnement normal. Pour l'ensemble des séances, des illustrations du développement embryologique précoce chez l'homme par les ultra-sons sont fournies par le Prof. Y. Vial, en complément du cours d'introduction qu'il présente sur cette technique d'imagerie. Le Dr Vuillemoz présentera une illustration des caractéristiques des gamètes des premiers stades de développement jusqu'à la formation de la morula. Ces 2 interventions illustrent les notions de bases vues dans les autres enseignements. Elles ne seront pas l'objet d'une évaluation lors de l'examen final du module.

5. Ressources d'apprentissage (littérature, multimédia)

5.1. Site web

Le site web officiel de l'enseignement :

<http://www.unil.ch/fbm/enseignement/...>

Sur ce site, vous trouverez l'horaire officiel de l'enseignement de l'Ecole de médecine

Sur votre compte personnel du site MyUnil, vous recevez les documents en version électronique des cours et de travaux pratiques, ainsi que les informations complémentaires (cahier de module, guide méthodologique pour les TP, ...).

5.2. Génétique générale (cours de A. Superti-Furga)

1. Livre :

- **Introduction à l'analyse génétique**
Griffiths, Wessler, Lewontin and Carroll
5th edition, de boeck, 2010 (ISBN 978-2-8041-6013-5)

5.3. Physiologie générale (cours de C. Widmann et A. Lüthi)

1. Livres :

- **Medical Physiology. A cellular and molecular approach**
Second edition
W.F. Boron and E.L. Boulpaep Saunders / Elsevier, 2009
- **Neurosciences**
4^{ème} Edition
D. Purves et al. / DeBoeck 2011

5.4 Embryologie générale (cours de L. Michalik)

1. Livre :

- **Biologie du développement**
Gilbert, S.
De Boeck ISBN : 2-8041-45344 2ème édition française

5.5. Embryologie humaine (cours de S. Kasas, L. Telley + Programme Webembryology)

1. Livre :

- **Langman's medical embryology**
Sadler T.W. Pradel Eds,
Wolters Kluwer, 14th ed., 2019)

2. Internet

Site web du Département des neurosciences fondamentales, avec la liste exhaustive des livres de références pour l'enseignement l'embryologie pour tous les modules

www.unil.ch/dnf/home/menuinst/enseignement/livres-de-reference.html

Site web pour les séances de Webembryology :

www.embryology.ch

5.6. Génétique moléculaire (cours de F. Martinon)

1. Livres :

- **Molecular Cell Biology.**
Lodish et al
5th edition.
(2004) Freeman and Co.
- **Human Molecular Genetics 2**
Tom Strachan and Andrew Read 2nd edition
(2003) John Wiley and Sons