



Module

Développement

Gouvernance du module

Responsable du module

Jean-Pierre Hornung
 Département de neurosciences fondamentales (DNF)
 Plateforme de Morphologie (PM)

Jean-Pierre.Hornung@unil.ch

Enseignants

François Bochud	Institut de radiophysique	Francois.Bochud@chuv.ch
Alain Chanson	CPMA	Alain.Chanson@cpma.ch
Nicolas Fasel	Département de Biochimie	Nicolas.Fasel@unil.ch
Jean-Pierre Hornung	Plateforme de Morphologie	Jean-Pierre.Hornung@unil.ch
Jacqueline Pouw Schoumans	Génétique médicale	Jacqueline.Schoumans@chuv.ch
Sandor Kasas	Plateforme de morphologie	Sandor.Kasas@unil.ch
Anita Lüthi	DNF	Anita.luthi@unil.ch
Francis R. Verdun	Institut de radiophysique	Francis.Verdun@chuv.ch
Yvan Vial	Service de gynécologie	yvan.vial@chuv.ch
Luc Tappy	Département de Physiologie	luc.tappy@unil.ch
Pu Yan	Département de Pathologie	pu.yan@chuv.ch

Introduction à l’enseignement de l’anatomie en salle de dissection

Lazare Benaroyo	Unité d’éthique	Lazare.Benaroyo@unil.ch
Hugues Cadas	Plateforme de Morphologie	Hugues.Cadas@unil.ch
Jean-Pierre Hornung	Plateforme de Morphologie	Jean-Pierre.Hornung@unil.ch

Responsable de la 1^{ère} année

Pierre-Yves Zambelli Service d’orthopédie

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>	6
3.1. <i>Buts</i>	6
3.2. <i>Objectifs généraux</i>	7
3.3. <i>Objectifs spécifiques</i>	9
3.3.1. <i>La génétique générale</i>	9
3.3.2. <i>La génétique moléculaire</i>	10
3.3.3. <i>La biologie du développement - introduction à l'embryologie animale</i>	10
3.3.4. <i>L'embryologie humaine</i>	11
3.3.5. <i>La physiologie générale</i>	11
3.3.6. <i>Introduction à la radiophysique médicale</i>	12
4. <i>Déroulement du module</i>	16
4.1. <i>Organisation du calendrier horaire</i>	16
4.2. <i>Approches pédagogiques</i>	16
4.2.1. <i>Cours</i>	16
4.2.2. <i>Travaux pratiques</i>	17
4.2.2.1 <i>Webembryology</i>	17
5. <i>Ressources d'apprentissage (littérature, multimédia)</i>	19

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 deux cours parallèles traitant des méthodes physiques appliquées à l'imagerie du corps humain (cours d'introduction à la radiophysique médicale), et 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.

En fin de module, une introduction à l'enseignement pratique de l'anatomie, en particulier l'usage des cadavres et des pièces anatomiques, sera présenté en deux étapes. Un contexte historique et éthique sera présenté par un enseignement des sciences humaines. Ensuite, 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 précède le module 1.4 consacré à l'étude du système locomoteur, 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 : comment est-ce que ces différents types cellulaires se différencient et comment s'organisent-ils au cours du développement précoce pour former des organes et un organisme autonome et adapté à la survie 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 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 et 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 sur le réseau internet d'étude approfondie du développement de l'embryon humain.

Le programme de ce module est complété par deux cours qui préparent l'étude de l'organisme adulte d'un point de vue systémique et fonctionnel : un cours d'introduction à la radiophysique médicale qui décrit les bases de la physique appliquée aux techniques d'imagerie médicale (radiologie, tomographie, imagerie par résonance magnétique, médecine nucléaire), et 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, induction, détermination)
- Connaître le développement embryonnaire des oursins, de la drosophile et des amphibiens 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 division segmentaire de l'embryon

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

Introduction à la radiophysique médicale

- Expliquer comment les radiations interagissent avec le vivant.
- Décrire les principes physiques à la base du fonctionnement des installations de radiologie, de médecine nucléaire et de radiothérapie.
- Expliquer à un patient les principaux risques associés à une irradiation
- Expliquer la démarche éthique à la base de la radioprotection.

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

Génétique

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,

Biologie
moléculaire
Génétique

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

- La fécondation : décrire les gamètes ; décrire les mécanismes de la fécondation tels qu'ils ont été découverts chez l'oursin ; transposer ces connaissances à la fécondation chez les mammifères ; comprendre que la fécondation déclenche le développement embryonnaire
- Les étapes du développement embryonnaire chez les animaux: comprendre les modalités de la segmentation dans les différentes familles d'embryons, comprendre les modalités de la gastrulation, comprendre les étapes de l'organogénèse et l'histogénèse
- Les synthèses pendant le développement précoce : Connaître les adaptations de la synthèse des ARN pendant le développement embryonnaire précoce : absence de transcription au début du développement, expression à partir du stade blastula, expression des protéines à partir de l'ARN maternel pendant la première phase de développement
- Le développement précoce des amphibiens : Connaître les mécanismes principaux qui régissent le développement embryonnaire des amphibiens: établissement des axes de symétrie, mécanismes de la segmentation, de la gastrulation, de

Biologie
animale

Embryologie
générale

l’histogenèse, de l’organogenèse et de l’induction de la formation du tube neural et des somites

- Embryologie expérimentale : comprendre l’importance de l’utilisation de modèle pour l’embryologie expérimentale, expliquer les mécanismes de régulation du développement embryonnaire précoce mis en évidence par l’étude de l’oursin et des amphibiens : la théorie des gradients, les cascades d’induction, la détermination, la différenciation
- Contrôle génétique du développement : Savoir décrire le rôle de la génétique dans le contrôle du développement embryonnaire : exemples du gène MyoD dans la différenciation des cellules de muscles, et des gènes du développement chez la drosophile et les mammifères.

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 pour mettre en évidence le rôle d’un gène chez le rongeurs (souris transgéniques, souris knock-in et knock-out)
- Décrire les étapes de la 2^{ème} semaine du développement embryonnaire : le disque embryonnaire didermique, la formation des cavités embryonnaires et de la circulation utéro-placentaire, 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 morphogenèse, 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

Embryologie
médicale

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 » et « voltage clamp »
- Définir la conductance ionique élémentaire d'un canal
- Définir les courants ioniques et leur dépendance des potentiels de 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

Physiologie

3.3.6. Introduction à la radiophysique médicale

À l'issue de chacun des chapitres, l'étudiant doit avoir atteint les objectifs ci-dessous.

Physique

Chapitre 1 : Noyau et radiations

- Décrire le noyau et ses relations avec les notions d'énergie et de masse
- Décrire les principales caractéristiques d'un faisceau de photons
- Expliquer la différence entre rayonnement ionisant et non-ionisant
- Définir ce qu'est un isotope stable et un isotope radioactif

Chapitre 2 : Radioactivité

- Expliquer les différents types de radioactivité
- Définir la notion d'activité et calculer sa valeur en fonction du temps
- Lister les principales sources de radiations naturelles et artificielles

Chapitre 3 : Interaction radiation matière

- Décrire les interactions des photons et des électrons dans la matière
- Expliquer la plus grande nocivité des particules chargées lourdes par rapport aux électrons
- Citer les grandeurs dosimétriques de base

Chapitre 4 : Effet des radiations sur la matière

- Décrire les effets des radiations sur un organisme vivant et expliquer la différence entre effets stochastiques et tissulaires
- Décrire comment on a établi la base de nos connaissances concernant les effets stochastiques et donner le facteur de risque générique
- Connaître la plus grande composante de l'irradiation naturelle et Suisse et sa répercussion en termes de santé publique
- Argumenter l'utilisation d'un modèle linéaire sans seuils en radioprotection

Chapitre 5 : Protection contre les effets des radiations

- Citer les trois principes de base de la radioprotection et leur lien avec l'éthique
- Décrire comment les limites de dose ont été établies
- Indiquer la dose effective reçue annuellement par la population en Suisse et chiffrer la dose effective reçue annuellement par les professionnels de la santé en Suisse

Chapitre 6 : Physique de la radiologie conventionnelle

- Décrire les éléments qui constituent la chaîne d'imagerie d'une installation de radiographie et expliquer leur fonctionnement
- Expliquer l'origine du contraste radiologique et expliquer ce qui est réalisé pour l'améliorer
- Citer les paramètres de base utilisés pour qualifier la qualité d'image

Chapitre 7 : Physique du CT

- Décrire comment le signal est obtenu en CT
- Indiquer comment on peut obtenir une image 3D à partir du signal mesuré
- Expliquer le lien entre les niveaux de gris d'une image CT et la composition des tissus
- Citer les avantages et les inconvénients du CT par rapport à l'imagerie aux rayons X par projection

Chapitre 8 : Physique de l'IRM

- Décrire comment le signal est obtenu en IRM
- Indiquer l'origine du signal et les différentes sources de contraste dans une image IRM
- Expliquer comment on localise spatialement le signal IRM

Chapitre 9 : Physique des US

- Décrire comment le signal est obtenu en ultrasonographie
- Citer les caractéristiques principales d'une onde sonore et ultrasonore
- Décrire le parcours d'une onde US dans une application clinique simple depuis l'émetteur jusqu'au détecteur
- Décrire les principaux modes d'utilisation des US en médecine

Chapitre 10 : Physique de la radiothérapie

- Citer les 4 principes radiobiologiques de base de la radiothérapie (les 4 R)
- Expliquer le lien entre la probabilité de complication et celle de stérilisation de la tumeur
- Décrire les principales étapes d'un traitement de radiothérapie
- Citer les principaux moyens d'irradiation en radiothérapie

Chapitre 11 : Physique de la médecine nucléaire

- Opposer l'imagerie de transmission à l'imagerie d'émission
- Expliquer les propriétés idéales d'un marqueur en médecine nucléaire
- Décrire la procédure générale d'un examen diagnostique de médecine nucléaire

- Donner des exemples de moyens de production de radionucléides en médecine nucléaire
- Expliquer les différences existant entre PET et SPECT

Chapitre 12 : Risque radiologique

- Décrire la notion de risque en général et comment il est estimé en radiologie
- Citer les différents paramètres intervenant dans l'évaluation et la perception d'un risque
- Identifier les risques liés à l'utilisation des radiations (ionisantes ou non ionisantes) en médecine

4. Déroutement du module

4.1. Organisation du calendrier horaire

Le module « Développement » dure 5 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 (www.uni.ch/fbm/). 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.

Certains 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*, rue du Bugnon 23.

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. 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 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 la programme du TP ; 3-4 exercices avec résolution de problème en commun à la fin de la période d'exercice
- démonstration / étude de préparation anatomique ou histologique 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 les séances sur le zygote et la fécondation, le Dr. A. Chanson présentera des documents réalisés en milieu clinique concernant les étapes précoces du développement embryonnaire humain. 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, la Dresse Pu Yan présentera la morphologie macroscopique du placenta et les critères 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.

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 J. Pouw Schoumans)

1. Livres

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 L.Tappy et A. Lüthi)

1. Livres

Medical Physiology. A cellular and molecular approach

Second edition

W.F. Boron and E.L. Boulpaep

Saunders / Elsevier, 2009

5.4 Embryologie générale (cours de J.P. Hornung en 2015, en remplacement de L. Michalik)

1. Livres

Biologie du développement

Gilbert, S.

De Boeck ISBN : 2-8041-45344 2ème édition française

5.5. Embryologie humaine (cours de S. Kasas, J.P. Hornung + Programme Webembryology)

1. Livres

Embryologie humaine

Larsen, W.

de Boeck Université, Bruxelles(2011)

ISBN 2-8041-1959-9

Embryologie médicale

Langman, J et Sadler T.W.

Pradel Eds, (2007)

2. Internet

Site web du Département de biologie cellulaire et de morphologie, avec la liste exhaustive des livres de références pour l'enseignement l'embryologie pour tous les modules

www-ibcm.unil.ch/teaching/livresreference/index.html

Site web pour les séances de Webembryology :

www.embryology.ch

5.6. Génétique moléculaire (cours de N. Fasel)

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

5.7. Introduction à la radiophysique médicale (cours de F. Bochud et F. Verdun)

Guide des technologies de l'imagerie médicale et de la radiothérapie ; quand la théorie éclaire la pratique

Dillenseger et Moerschel

Masson, 2009