



Module

Développement

Table de matières

Gouvernance du module	3
Enseignant-e-s	3
Descriptif du module.....	4
Organisation du module	5
Prérequis	6
Objectifs d'apprentissage	6
Buts	6
Objectifs spécifiques	7
1. Développement	7
1.1. Embryologie humaine	7
1.2. Embryologie animale	7
2. Génétique.....	9
2.1. Génétique moléculaire.....	9
2.2. Génétique générale.....	9
3. Physiologie	10
3.1. Physiologie cellulaire	10
Déroulement du module	11
TP Webembryology.....	12
Ressources d'apprentissage (littérature, multimédia)	13

Gouvernance du module

Responsable du module B1.3

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

Responsable de la 1^{ère} année

François Bochud (Institut de radiophysique appliquée) Francois.Bochud@chuv.ch

Enseignant-e-s

Cours ex-cathedra :

		<u>Discipline</u>	<u>Section/s</u>
Kasas S.	Sandor.Kasas@unil.ch	Embryologie	Développement
Lüthi A.	Anita.Luthi@unil.ch	Physiologie	Physiologie
Martinon F.	Fabio.Martinon@unil.ch	Génétique	Génétique
Michalik L.	Liliane.Michalik@unil.ch	Embryologie	Développement
Superti-Furga A.	asuperti@unil.ch	Génétique	Génétique
Telley L.	Ludovic.Telley@unil.ch	Embryologie	Développement
Vial Y.	Yvan.Vial@chuv.ch	Embryologie	Développement
Vuillemoz N.	Nicolas.Vuillemoz@chuv.ch	Embryologie	Développement
Widmann C.	Christian.Widmann@unil.ch	Physiologie	Physiologie

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

Cadas H.	Hugues.Cadas@unil.ch
Jox R.	ralfjurgan.jox@unil.ch
Sabatasso S.	Sara.Sabatasso@unil.ch

Travaux pratiques :

Fahrni S.	Stella.Fahrni@unil.ch
Gengler C.	Carole.Gengler@chuv.ch
Kasas S.	Sandor.Kasas@unil.ch
Kielar M.	Michel.Kielar@unil.ch

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 meilleures chances de survie de l'espèce (l'évolution).

Ce module fait la transition entre l'étude des caractéristiques structurelles et fonctionnelles de la cellule et des différents types cellulaires constituant le tissu des mammifères et de l'homme (module B1.2) et l'étude au niveau d'un organisme adulte des caractéristiques morphologiques et fonctionnelles d'un système (module B1.4, 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 chez les animaux (cours d'embryologie 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 abordant les 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.

Organisation du module

Sections	Unités d'enseignement	Enseignant-e-s	Périodes Cours/TP	Objectifs d'apprentissage généraux
1. Développement	1.1 Embryologie humaine	Ralf Jox Sara Sabatasso	2	- Connaître les bases historiques et éthiques de la dissection anatomique
		Sandor Kasas Yvan Vial Nicolas Vulliémouz	10	- 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
		Ludovic Telley	6	- Expliquer les mécanismes fondamentaux du développement embryonnaire précoce (segmentation, gastrulation ; spécification, détermination ; induction, gradients de morphogènes)
		Stella Fahrni Carole Gengler Sandor Kasas Michel Kiélar	10	- Expliquer la formation des gamètes et la fécondation - Décrire le zygote et le développement embryonnaire précoce jusqu'à l'embryon didermique - Décrire le disque embryonnaire tridermique et la mise en place des organes - Expliquer le développement du système nerveux central - Expliquer la formation des annexes embryonnaires et le placenta
	1.2 Embryologie animale	Liliane Michalik	10	- Expliquer les caractéristiques du processus de développement embryonnaire. - Expliquer les conséquences de l'altération du développement embryonnaire. - Comparer le développement des organismes étudiés : repérer et nommer les similitudes et les différences. - Expliquer pourquoi la connaissance des mécanismes du développement embryonnaire conduit à des applications médicales.
2. Génétique	2.1 Génétique moléculaire	Fabio Martinon	8	- 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
	2.2 Génétique générale	Andrea Superti-Furga	12	- Expliquer les différents modes de transmission des caractères héréditaires (autosomiques et liés au sexe, y compris l'empreinte génomique parentale et l'inactivation du chromosome X) - Décrire les bases de l'hérédité humaine (monogénique et polygénique) et les principaux groupes d'affections héréditaires - Expliquer les principes de la cartographie génétique et chromosomique et de la cytogénétique classique et moléculaire - Décrire les principales anomalies chromosomiques humaines et leurs conséquences - Expliquer les bases de la génétique des anomalies acquises - Connaître les principes de base de la génétique des populations
3. Physiologie	3.1 Physiologie cellulaire	Anita Lüthi Christian Widmann	14	- 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

Prérequis

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

Biochimie

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

Histologie

- Connaissance des caractéristiques structurelles et fonctionnelles des différents types cellulaires

Objectifs d'apprentissage

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 particulier 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.

Objectifs spécifiques

Cette section contient une liste de ce qu'un·e étudiant·e doit pouvoir faire à la fin du module.

1. Développement

1.1. Embryologie humaine

- Décrire le calendrier des étapes du développement, savoir expliquer le mécanisme du déterminisme et de la fécondation
- Décrire les étapes de la 1ère semaine du développement embryonnaire humain
- Décrire les étapes de la 2ème semaine du développement embryonnaire : le disque embryonnaire didermique, la formation des cavités embryonnaires, et l'établissement de la circulation utéro-placentaire.
- Décrire les étapes de la 3ème semaine du développement embryonnaire : la gastrulation et la formation du mésoderme
- Décrire les étapes de la 4ème 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

Le cours est illustré par les 5 séances de travaux pratiques « Webembryologie » ainsi que 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.

1.2. Embryologie animale

1. Introduction : les grandes lignes du développement embryonnaire chez les animaux
 - Nommer, classer chronologiquement et expliquer les étapes principales du développement embryonnaire animal ; nommer l'embryon à chacune de ces étapes ; décrire les axes de symétrie ; reconnaître et interpréter des schémas/photos correspondant à ces étapes.
 - Nommer et décrire les modalités/symétries de segmentation, ainsi que les modalités de gastrulation (invagination, involution et épibolie).
 - Décrire les grandes lignes du destin des feuilletts primitifs endoderme, mésoderme et ectoderme.
 - Expliquer la notion de transition maternelle-zygotique et son importance dans le développement embryonnaire ; expliquer les adaptations de la synthèse des ARN et des protéines avant et après la transition maternelle-zygotique.
2. Le développement embryonnaire des organismes modèles
 - Nommer les caractéristiques des zygotes et leurs modalités de segmentation.
 - Expliquer les notions de carte des territoires présomptifs et de carte des champs morphogénétiques ; faire le lien entre ces cartes, les stades du développement embryonnaire, et la progression des cellules vers la différenciation.
 - Comparer le développement des organismes modèles : nommer les similitudes et les différences.

Amphibiens :

- Décrire en tenant compte de leur chronologie les mécanismes principaux qui régissent le développement embryonnaire des amphibiens : fécondation, rotation de symétrisation et établissement des axes de symétrie ; modalités de segmentation ; initiation de la gastrulation, formation et fonction du blastopore ; mouvements de mise en place des feuillet primitifs (pour le mésoderme, seulement involution globale et mise en place de la corde et des somites) ; fonctions de la corde.
- Décrire les structures et les cavités embryonnaires en tenant compte de la chronologie de leur mise en place.
- Décrire les grandes lignes de la morphogénèse.
- Interpréter et annoter des schémas/photos relatifs aux étapes du développement, aux structures principales (feuillet primitifs, corde, somites, tube neural, cavités, blastopore, Centre Organisateur de Spemann-Mangold, croissant gris) et aux mouvements de gastrulation principaux (épibolie, involution, invagination).

Oiseaux :

- Décrire en tenant compte de leur chronologie les modalités de la segmentation et de la mise en place de l'épiblaste et de l'hypoblaste.
- Décrire en tenant compte de leur chronologie les modalités de la gastrulation : mise en place et rôles respectifs de la ligne primitive et du nœud de Hensen ; mouvements de mise en place des feuillet primitifs, inclue la corde.
- Décrire les grandes lignes de la morphogénèse ; décrire les structures principales et cavités embryonnaires.
- Décrire les annexes embryonnaires et leurs fonctions respectives.
- Interpréter des schémas/photos relatifs aux étapes du développement, aux structures principales (épiblaste, hypoblaste, feuillet primitifs, corde, somites, tube neural, cavités, ligne primitive et du nœud de Hensen) et aux mouvements de gastrulation principaux.

Drosophile :

- Décrire l'organisation morphologique de la drosophile selon l'axe antéro-postérieur.
- Décrire les modalités de la segmentation.
- Nommer les familles de gènes impliquées dans la mise en place du plan de l'organisme selon l'axe antéro-postérieur ; décrire leur organisation hiérarchique (cascade d'activation) et leurs rôles respectifs.
- Citer des exemples de gènes à effet maternel et connaître leurs rôles.
- Décrire l'organisation spatiale des gènes homéotiques dans le génome, nommer les deux groupes de gènes homéotiques.
- Définir le principe de colinéarité.
- Définir la fonction générale des gènes homéotiques et la notion d'homéose ; définir les fonctions des gènes Bithorax et Antennapedia.
- Définir les approches expérimentales gain et perte de fonction d'un gène ; appliquer ces définitions pour interpréter des exemples d'expériences.

Mammifères :

- Comparer l'organisation des complexes de gènes homéotiques chez la drosophile et les mammifères ; expliquer les similitudes justifiant l'hypothèse d'un complexe ancestral commun.
- Définir le principe de colinéarité.
- Définir la fonction générale des gènes homéotiques.
- Décrire les grandes lignes d'approches permettant d'obtenir des souris modifiées sur le plan génétique.
- Interpréter le résultat d'approches expérimentales gain ou perte de fonction de gènes homéotiques chez la souris.
- Présenter un exemple de similitude entre la fonction des gènes homéotiques chez la souris et chez l'humain.
- Si le temps permet d'aborder cette notion en cours : Décrire la notion de « gène maître » dans le cadre de la différenciation d'un tissu.

3. Embryologie expérimentale : comment devenons-nous ce que nous sommes ?

- Définir et classer chronologiquement les étapes de spécification, détermination et différenciation.
- Expliquer les notions de cellules souches et de baisse de potentiel des cellules embryonnaires ; établir le parallèle entre ces notions et les étapes de spécification, détermination et différenciation.
- Définir les stratégies de spécification autonome, conditionnelle et syncytiale ; illustrer ces stratégies de spécification à l'aide d'exemples parmi les organismes modèles ; interpréter les expériences qui illustrent les stratégies de spécification et la détermination.
- Définir les notions de processus d'induction et de gradients de morphogènes ; comparer les mécanismes d'induction et le mode d'action des gradients de morphogènes (similitudes et différences). Interpréter des expériences qui mettent en évidence ces mécanismes.
- Illustrer les notions d'induction et de gradients de morphogènes par des exemples.
- Définir le centre de Nieuwkoop, le Centre Organisateur et leurs fonctions chez les amphibiens ; décrire une approche expérimentale permettant de mettre en évidence les propriétés du Centre Organisateur.

4. Deux exemples d'applications médicales

- Définir les notions de :
 - cellules souches dans le cadre de la médecine régénérative,
 - diagnostic préimplantatoire.
- Expliquer en quoi les mécanismes du développement embryonnaire permettent le diagnostic préimplantatoire et sous-tendent la recherche sur les cellules souches.

2. Génétique

2.1. 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.

2.2. 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. Physiologie

3.1. Physiologie cellulaire

- Décrire comment l'eau est distribuée et compartimentalisée chez Homo sapiens
- Énumérer les concentrations intra- et extracellulaires des ions Na^+ , K^+ , Cl^- et Ca^{2+}
- Acquérir la notion de perméabilité sélective membranaire
- Expliquer les concepts de transports actif et passif
- Décrire mathématiquement la diffusion simple et appliquer cette formule à diverses situations
- Décrire mathématiquement le potentiel membranaire à l'équilibre (équation de Nernst)
- Reconnaître les forces électrique et chimique dans l'équation de Nernst et expliquer ce qui se passe lorsque ces deux forces ne sont plus égales
- Appliquer l'équation de Nernst pour calculer les potentiels à l'équilibre d'électrolytes
- Expliciter les courants entrant et sortant
- Restituer les équations de Goldman en intégrant le fait qu'elles introduisent la notion de perméabilité dans l'équation de Nernst
- Décrire le fonctionnement des pompes
- Nommer les différents types de transporteurs membranaires et expliciter leur fonctionnement
- Calculer l'étendue des gradients des molécules véhiculées au travers de divers transporteurs
- Décrire la manière dont les concentrations de calcium dans les cardiomyocytes sont modulées lors des cycles de contraction-relaxation
- Décrire les processus conduisant à l'acidification du suc gastrique
- Expliciter comment le pH cellulaire est régulé
- Présenter le concept de l'osmose et comment les cellules contrôlent leur volume cellulaire
- Décrire les mouvements d'eau dans les tissus
- Connaître la conductance relative de la membrane aux ions principaux
- Définir une hyperpolarisation ou une dépolarisation membranaire
- 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

Déroulement du module

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. Votre horaire personnalisé est consultable via votre compte personnel **MyUnil**.

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.

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. 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.

Travaux pratiques d'Embryologie humaine - Webembryology

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 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.

TP 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) :

- La formation des gamètes et la fécondation (Module 3 gamétogenèse, Module 4 Fécondation)
- 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)
- 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 »)
- Le développement du système nerveux central (Module 22 « Développement du système nerveux »)
- 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, la Dresse Stella Fahrni présentera des préparations anatomiques des organes génitaux masculin et féminin. Le Dr Michel Kielar 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 (Dresse Carole Gengler) ainsi que les caractéristiques qui déterminent son fonctionnement normal.

Ressources d'apprentissage (littérature, multimédia)

Embryologie humaine

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

Livre:

- Langman's Medical embryology. 14th ed. Philadelphia: Wolters Kluwer; 2019.

Internet:

Site web pour les séances de Webembryology : <https://www.embryology.ch/>

Embryologie animale

(cours de L. Michalik)

Livre :

- Gilbert S. Biologie du développement. 2e éd. Bruxelles: De Boeck Université; 2004.

Génétique moléculaire

(cours de F. Martinon)

Livres :

- Lodish H. Molecular cell biology. 9th ed. Austin: Macmillan Learning; 2021.
- Strachan T. Human molecular genetics. 5th ed. New York: Garland Science; 2019.
 - [Accès Ebook](#) [[Accès réservé UNIL](#)]

Génétique générale

(cours de A. Superti-Furga)

Livre :

- Griffiths A. Introduction à l'analyse génétique. 6e éd. Bruxelles: De Boeck Université; 2013.

Physiologie générale

(cours de C. Widmann et A. Lüthi)

1.Livres :

- Boron W. Medical physiology. 3rd ed. Philadelphia Elsevier; 2017.
 - [Accès Ebook](#)
- Purves D. Neurosciences. 6e éd. Louvain-la-Neuve: De Boeck supérieur; 2019.

Cette liste a été mise à jour : la BiUM dispose de ces ouvrages.

Retrouvez l'ensemble des titres du module *B1.3 Développement* ici > [Lien](#).