



B 1.4 – 14-15

Ecole de Médecine

Module

Systeme

locomoteur

Gouvernance du module

Responsable du module 1.4 :

B. Riederer

DNF, CNP & PM

Beat.Riederer@unil.ch

Tél. 021 6925154

Enseignants

Kamiar Aminian

Electricité, EPFL

Kamiar.Aminian@epfl.ch

Olivier Borens

Hôpital Orthopédique

Olivier.Borens@chuv.ch

Hugues Cadas

PM

Hugues.Cadas@unil.ch

Lluis Fajas

Dépt de Physiologie

Lluis.Fajas@unil.ch

Jean-Pierre Hornung

DNF, PM

Jean-Pierre.Hornung@unil.ch

Anita Lüthi

DNF

Anita.Luthi@unil.ch

Julien Puyal

PM, DNF

JulienPierre.Puyal@unil.ch

Beat Riederer

DNF, CNP & PM

Beat.Riederer@unil.ch

Frédéric Vauclair

Hôpital Orthopédique

Frederic.Vauclair@chuv.ch

Pierre-Yves Zambelli, PD MER

Hôpital Orthopédique

Pierre-Yves.Zambelli@chuv.ch

Responsable de la 1^{ère} année :

Pierre-Yves Zambelli, PD MER

Hôpital Orthopédique

Pierre-Yves.Zambelli@chuv.ch

Table des matières

<i>Gouvernance du module</i>	<u>2</u>
<i>Table des matières</i>	<u>3</u>
1. Descriptif du module	<u>4</u>
2. Prérequis	<u>5</u>
3. Objectifs d'apprentissage	<u>6</u>
3.1. Buts	<u>6</u>
3.2. Objectifs spécifiques	<u>7</u>
3.3.1. La biomécanique	<u>7</u>
3.3.2. La physiologie générale (contractilité, synapse et plaque motrice)	<u>8</u>
3.3.3. L'anatomie du systèmes locomoteur	<u>9</u>
3.3.4. Introduction à la Neurobiologie du système moteur	<u>13</u>
4. Déroulement du module	<u>14</u>
4.1. Organisation du calendrier horaire	<u>14</u>
4.2. Approches pédagogiques	<u>14</u>
4.2.1. Cours	<u>14</u>
4.2.2. Travaux pratiques - Auto-Apprentissage	<u>14</u>
4.2.3. Les séances de révision	<u>15</u>
4.2.4. Utilisation de « e-learning Appareil locomoteur »	<u>15</u>
4.3. Examen	<u>16</u>
5. Ressources d'apprentissage (littérature, multimédia)	<u>17</u>

1. Descriptif du module

Après l'étude du vivant au niveau de la structure cellulaire (module B1.2), du développement et de la différenciation des tissus et des organes (module B1.3), ce module sert d'introduction à l'anatomie et présente la complexité d'un ensemble d'organes regroupés dans un ensemble fonctionnel (un système) avec comme exemple celui du Système Locomoteur. Ce dernier est composé d'os, d'articulations et de muscles, qui sont essentiels aux mouvements multiples du corps humain.

Dans ce module, nous montrons la diversité des os, la complexité des articulations ainsi que le rôle des muscles pour les mouvements. Le système locomoteur dépend étroitement d'autres systèmes comme le système nerveux pour le contrôle moteur et pour la coordination des mouvements complexes. Les bases neurobiologiques nécessaires à la compréhension du système nerveux et de son lien avec le système locomoteur sont décrites. Au plan physiologique, la transmission synaptique entre les neurones et le contrôle nerveux de la contraction musculaire squelettique sont abordés au niveau cellulaire. En outre, les mécanismes responsables de la production et de la régulation de la force dans différents types de muscles sont étudiés aux niveaux cellulaire et moléculaire. Les lois fondamentales de la biomécanique sont traitées dans les cours de physique appliquée.

Ce module traitera les os, les articulations et les muscles et les principes généraux de la fonction musculaire anatomique, physiologique et biomécanique ainsi que les étapes du développement des membres. La première approche de la topographie anatomique du système locomoteur est approfondie par des cours d'auto-apprentissage en salle de dissection sur des pièces anatomiques du membre supérieur, de la colonne vertébrale et de la moelle épinière, et du membre inférieur. Par ailleurs, les étudiants ont également à disposition sur le site de la FBM moodle2, un module « e-learning appareil locomoteur » qu'ils peuvent utiliser en parallèle des cours et travaux pratiques afin de réviser et compléter leurs connaissances anatomiques.

2. Prérequis

Modules B1.1, B1.2, et B1.3 en particulier :

Biochimie

- connaissances de la composition chimique des cellules et des fonctions des organelles intracellulaires

Histologie

- Connaissance des caractéristiques structurelles et fonctionnelles des différents types cellulaires (en particulier du muscle et des neurones)

Physiologie

- Connaissance de la physiologie générale du module B1.3 (transport membranaire, potentiel de membrane, excitabilité)

Physique

- Connaissance de la physique générale du module B1.1.

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'étudier un système bien défini tel que le système locomoteur constitué de plusieurs types cellulaires spécialisées qui s'organisent pour former une unité fonctionnelle pour la locomotion. Il s'agit aussi de développer les concepts enseignés au module précédent concernant la différenciation et la spécialisation de l'organisme en différents systèmes et de leur intégration pour créer des mouvements coordonnés.

L'anatomie montre la variété des os, la diversité et complexité des articulations et le lien des muscles avec le squelette et leurs fonctions pour le mouvement. La biomécanique a pour but d'étudier les lois physiques qui sont impliquées pour assurer la statique ainsi que la dynamique du système locomoteur. Le cours de physiologie générale élabore les propriétés fonctionnelles des cellules excitables (synapses et muscles) qui ont été introduites dans le module précédent et aborde les mécanismes responsables de la production et la régulation de la force. Il est important de voir la relation entre l'insertion musculaire et sa fonction. Parmi les objectifs figurent aussi la topographie anatomique et l'innervation des muscles ainsi que leur vascularisation. Le cours sur le système nerveux a pour but de donner une introduction à la neurobiologie, l'organisation de la moelle épinière et de montrer le lien avec le système locomoteur. Ce module est complété par des travaux pratiques en forme d'auto-apprentissage. Le but des cours d'auto-apprentissage est de montrer le lien du système moteur avec les systèmes nerveux et vasculaires et d'étudier l'organisation tridimensionnelle du système locomoteur en utilisant des pièces anatomiques déjà préparées.

3.2. Objectifs spécifiques

3.2.1. LA BIOMECHANIQUE

11 heures de cours

Objectifs:

L'étudiant(e) en médecine tirera un double avantage de l'étude de la biomécanique. Les cours montrent une application directe des lois fondamentales de la physique et leur utilisation dans la médecine actuelle. En particulier, il permet de donner des notions et outils synthétiques pour pouvoir évaluer l'impact des forces sur les tissus biologiques et de se familiariser avec l'instrumentation en biomécanique. Les objectifs de formation (c'est-à-dire ce dont l'étudiant devra être capable) sont de pouvoir faire une analyse qualitative des forces agissant dans une articulation, de pouvoir décrire l'importance de la biomécanique pour l'appareil locomoteur, le sport et dans des traitements médicaux et de pouvoir utiliser un vocabulaire approprié pour décrire des aspects biomécaniques.

Contenu du cours

1. Biomécanique du ski

A partir de l'enseignement de la physique du module B1, nous illustrerons dans ce cours les implications d'un sport à haute énergie sur le système musculo-squelettique, montrant par là comment intégrer dans un souci médical la dimension physique et énergétique lors d'un sport banal sous nos latitudes. Cette connaissance permet notamment un discours préventif plutôt que restrictif à l'intention des sportifs.

2. Biomécanique du disque (*force, conditions de bord*)

- Présentation de la mécanique et biomécanique
- Rappel calcul vectoriel
- Concept des forces et des moments
- Equilibre des forces et des moments
- Données anthropométriques
- Analyse biomécanique d'un segment du rachis

3. Biomécanique de la hanche (*contrainte, loi constitutive*)

- Modélisation biomécanique
- Concept des contraintes et tenseur
- Concept des déformations
- Relation contrainte/déformation
- Module d'élasticité, cisaillement
- Calcul de la force de contact dans une hanche
- Illustration calcul par éléments finis d'un implant

4. Biomécanique du genou (*aspect dynamique*)

- Calcul de la force de contact dans un genou
- Description du rôle biomécanique des tissus composant le genou
- Focus sur la biomécanique du ligament
- Comportement dynamique du ligament
- Conséquence des connaissances biomécaniques sur des aspects chirurgicaux

5. Instrumentation en biomécanique et sport

- Grandeurs cinématiques, cinématique segmentaire et articulaire
- Systèmes standard de laboratoire
- Systèmes embarqués
- Estimation d'erreur et calibration

6. Biomécanique de la marche

- Description de la marche
- Mesure des paramètres temporels et spatiaux
- Analyse de la marche en clinique

3.2.2. PHYSIOLOGIE GENERALE (SYNAPSE & PLAQUE MOTRICE; PHYSIOLOGIE MUSCULAIRE),

14 heures de cours

Objectif du cours

Ce cours a pour objectif de décrire les mécanismes cellulaires et moléculaires responsables de la transmission synaptique et de la production de la force et de sa modulation au niveau des muscles squelettique, cardiaque et lisse.

Plan du cours

1. Synapses

- Synapses électriques
- Synapses chimiques : exemple de la jonction neuromusculaire
- Types de neurotransmetteurs
- Types de synapses chimiques:
 - cholinergique, adrénergique, glutamatergique, gabaergique
- Etapes de la transmission synaptique:
 - synthèse, libération et action d'un neurotransmetteur
- Récepteurs ionotropes et métabotropes

- Potentiels postsynaptiques excitateurs et inhibiteurs
- Sommatation spatiale et temporelle, intégration synaptique
- Adaptation et **potentiation synaptique à court- et à long-terme**
- **Modulations pré- et postsynaptique de la transmission synaptique**

2. Muscle squelettique

- Protéines et propriétés du sarcomère
- Interaction actine-myosine, cycle de glissement des myofilaments
- Couplage excitation-contraction
- Homéostasie du calcium intracellulaire
- Contractions isotonique et isométrique
- Travail / puissance
- Modulation de la force :
 - Types d'unités motrices et de cellules musculaires
 - Sommatation mécanique / tétanos
 - Relation longueur-tension
 - Forces active et passive
 - Fatigue musculaire
- Energétique au repos et en activité

3. Muscle cardiaque

- Tissu cardionecteur / jonctions communicantes
- Tissu musculaire
- Couplage excitation-contraction et cycle du calcium
- Prépotentiel et potentiel d'action d'une cellule pace-maker sinusale
- Potentiel d'action d'une cellule musculaire ventriculaire
- Effets chrono-, dromo- et inotrope
- Mécanismes d'action para- et orthosympathique
- Energétique

4. Muscle lisse

- Types de muscles lisses (unitaire et multi-unitaire)
- Couplages électro-mécanique et pharmaco-mécanique
- Mécanismes contrôlant l'état de contraction et de relaxation
- Voies de signalisation impliquées dans la modulation de la force
- Activités myogène et neurogène
- Propriétés viscoélastiques / plasticité / activation par étirement
- Ondes lentes et pacemakers

5. Métabolisme du muscle

- Notions de métabolisme
- Dépense énergétique : voies d'utilisation
- Régulation de la dépense
- Energétique cardiaque

3.2.3. ANATOMIE (système locomoteur),

28 heures de cours et 13 heures d'AAP

Objectifs:

Introduire la terminologie générale d'anatomie (position, axes, ...)

Introduire les structures des articulations et les muscles de l'appareil locomoteur

Développer le concept de l'anatomie fonctionnelle (orientée sur l'articulation et le mouvement) en laissant l'étude systématique des structures pour l'étude individuelle à partir des ouvrages de références et dans les séances d'auto-apprentissage. En particulier, connaître les particularités des articulations, les insertions et fonctions des muscles. Savoir les innervations et en grandes lignes la vascularisation, i.e. vascularisation des loges musculaires.

Objectifs spécifiques par cours

1. Colonne vertébrale

- Connaître: les différentes parties d'un os, des cartilages et la classification des articulations.
- Etre capable d'identifier les différents types de vertèbres, sacrum, coccyx, sternum et côtes.
Connaître les courbures de la colonne vertébrale, la segmentation des vertèbres et leur importance pour la stabilité et flexibilité, les disques intervertébraux, et hernies discales

2. Muscles du cou, dos et paroi abdominale

- Connaître les muscles du dos et de la paroi abdominale, leurs insertions et leurs fonctions, i.e. mouvements et importance pour une bonne posture

Pour les articulations des points 3-10, les connaissances des structures osseuses, les insertions des muscles et leurs fonctions sont requises, ainsi que l'innervation

3. Articulations et muscles de l'épaule

- Le squelette : humérus, scapula et clavicule
- Articulations de l'épaule : scapulo-humérale, acromio-claviculaire, sterno-costoclaviculaire, espaces de glissements scapulo-thoracique et sous-acromio-deltaïdien
- Muscles de la ceinture scapulaire insérés sur l'humérus
- Muscles de la ceinture scapulaire que ne s'insèrent pas sur l'humérus
- Mouvements de l'épaule limités au déplacement de l'humérus
- Mouvements de l'épaule impliquant la scapula
- Anatomie de surface de la région de l'épaule

4. Articulation du coude et muscles du bras

- Le squelette : humérus, radius et ulna
- Articulation du coude : triade humérus-ulna-radius
- Muscles des loges antérieure et postérieure du bras
- Muscles de la pro/supination
- Mouvements du coude :
Flexion / extension

Pronation /supination

5. Articulation du poignet et muscles de l'avant-bras

- Le squelette : les os du carpe
- Muscles : loges antérieure, postérieure et latérale de l'avant-bras
- Articulation :
 - Radio-carpienne
 - Médio-carpienne
- Les ligaments des os du carpe (antérieurs, postérieurs, interosseux)
- Canal carpien : limites et contenu
- Mouvements du carpe :
 - Flexion / extension
 - Flexions radiale et ulnaire

6. Articulations et muscles de la main

- Le squelette : le métacarpe et les phalanges
- Musculature intrinsèque de la main
- Les articulations (comparaison pouce/doigts) :
 - Carpo-métacarpiennes
 - Métacarpo-phalangiennes
 - Inter-phalangiennes
- Les gaines synoviales et les gaines tendineuses
- L'aponévrose palmaire superficielle
- Le tendon commun des extenseurs
- Les mouvements, différences en fonctions des doigts et des types d'articulation :
 - Position de référence de la main (anatomique vs. fonctionnelle)
 - Mouvements actifs / passifs
 - Flexion / extension
 - Abduction / adduction
 - Rotation (mouvements passifs)

7. Articulation de la hanche et muscles de la région fessière

- Le squelette : os iliaque, fémur
- Articulation coxo-fémorale:
 - Structure
 - Stabilité par les ligaments extra-capsulaires
 - Ligament rond sans importance mécanique
- Muscles de la ceinture pelvienne (région fessière) insérés sur l'os iliaque et fémur
- Mouvements de la hanche et limitations par les ligaments
 - Enarthrose
 - Flexion/extension, ab/adduction, rotations
- Particularité, tract ilio-tibial avec bandelette de Maissiat

8. Articulation du genou et muscles de la cuisse

- Le squelette : fémur, rotule, tibia
- Articulation mixte, trochléenne et bi-condylienne:
 - Structures du plateau tibial

- Stabilité par les ligaments intra- et extra-capsulaires
- Les bourses et contacts avec l'articulation
- Muscles de la cuisse et leurs actions sur l'articulation du genou
- Mouvements de du genou et l'importance de la rotule, des ligaments croisés et des ménisques :
 - Flexion/extension
 - Rotations en flexion

9. Articulation de la cheville et muscles de la jambe

- Le squelette : tibia, fibula, talus
- Articulation talo-crurale (tibio-tarsienne) :
 - Structure, mortaise fibulo-tibiale et poulie tallienne (astragaliennne)
 - Stabilité par les ligaments latéraux
- Muscles de la jambe
- Mouvements de la cheville et limitations
 - Flexion
 - Extension
- Mouvements du tarse
 - Eversion
 - Inversion

10. Articulations et muscles du pied

- Le squelette : astragale, calcaneum, cunéiformes, os scaphoïde, os cuboïde, métatarsiens et phalanges
- Les articulations:
 - Médio-tarsienne,
 - Tarso-métatarsiennes
 - Métatarso-phalangiennes
 - Inter-phalangiennes
- Les ligaments et les interlignes de Chopart et de Lisfranc
- Muscles court du pied et les loges
- Muscle interosseux
- Les mouvements, différences en fonctions des orteils:
 - Position de référence du pied (anatomique vs. fonctionnelle)
 - Flexion / extension
 - Abduction / adduction

11. Vascularisation du membre supérieur et inférieur et anatomie topographique

- Les artères et les veines de l'épaule et bras
- Les artères et les veines du coude et de l'avant-bras
- Les artères et les veines de la main
- Les artères et les veines fémorales et fémorales profondes avec artères de la hanche et de la cuisse
- Les artères et veines du genou et de la jambe
- Les artères et veines du pied
- En particulier, savoir la vascularisation par loge musculaire

12. Apport de l'anatomie en clinique

- Apport de l'anatomie sur les abords cliniques du membre supérieur
- Apport de l'anatomie sur les abords cliniques du membre inférieur

13. La phylogénie et ontogénie des membres

- Développement des membres
- Embryologie et organogénèse

3.2.4. Introduction à la neurobiologie du système moteur **8 heures et 1 heure d'AAP**

1. Innervation motrice des membres

- Les nerfs du plexus brachial
- Les nerfs musculo-cutané, cutané latéral et médial de l'avant-bras
- Les nerf médian, ulnaire et radial
- Les nerfs du plexus lombo-sacré
- Les nerfs fémoral, sciatique et obturateur
- Les nerfs tibial et fibulaire
- Les nerfs sural, saphène et plantaires

2. Organisation de la moelle épinière, circuits moteurs et réflexes

- Rappel des divisions principales du système nerveux
- Morphologie de la moelle épinière
- Les afférences sensitives et les efférences motrices
- Circuits moteurs et réflexes
- Le rétrocontrôle
- Deux réflexes dépendant de la rétroaction provenant des muscles
- La coordination entre différents muscles

3. Développement du système nerveux moteur

- La formation initiale du système nerveux
- Les 8 étapes dans le développement d'un neurone
- Les facteurs neurotrophiques

4. Réactions à une lésion périphérique ou centrale; Neurobiologie de maladies neuro-musculaires

A. Réactions suite à une lésion d'un nerf périphérique ou d'un faisceau central

- Besoins pour la régénération d'axones sectionnés dans le système nerveux périphérique
- Section d'un axone dans un faisceau central
- Une section des voies descendantes de la moelle épinière
- Récupération suite à une lésion d'un faisceau central descendant

B. Neurobiologie des maladies neuro-musculaires

- Maladies premièrement myopathiques ou neurogéniques
- Une maladie premièrement myopathique : la myasthénie grave

- Une maladie premièrement neurogénique : la sclérose latérale amyotrophique

4. Déroutement du module

4.1. Organisation du calendrier horaire

Le module « Système locomoteur » dure quatre semaines, sans compter les vacances. L'organisation du module sera présentée dans le premier cours, ainsi que les points spécifiques.

Les 4 semaines d'enseignement du module sont organisées de la manière suivante :

- Les matinées avec d'enseignement structuré sous forme de cours magistraux (volée entière)
- 1-2 demi-journées d'enseignement "pratique" sous forme d'auto-apprentissages (avec des quarts de volée)
- 3-4 demi-journées de travail individuel.

Le calendrier horaire détaillé est disponible sur le site web de l'école de médecine (<http://www.unil.ch/ecoledemedecine>). 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, qui sont également étudiés lors des enseignements pratiques.

Certains enseignants mettent à dispositions leurs supports de cours (principalement au format 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, Auto-Apprentissages (AAP)

Les travaux pratiques sont organisés comme séances d'auto-apprentissages en salle de dissection au DNF. Par groupes de 10 étudiants, vous étudiez les structures du squelette, des articulations et des muscles des membres supérieurs et inférieurs, et du tronc, ainsi que la structure macroscopique de la moelle épinière. Confrontez la théorie et la pratique.

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

La distribution des étudiants dans les groupes et les heures de passage est précisée lors de la séance d'introduction du module. La présence aux AAP est fortement conseillée. Elle est nécessaire pour l'acquisition des objectifs d'apprentissage propre des AAP (voir détails ci-dessous) et permet de réviser le programme des cours d'anatomie en posant des questions aux enseignants et assistants qui encadrent les AAP.

Lieu : Salle de dissection (salle 409), DNF & Plateforme de Morphologie, rue du Bugnon 9.

Déroulement:

Les AAP se déroulent en 7 séances (à deux heures de durée), chaque séance est suivie par un quart de volée (Q1, Q2, Q3 ou Q4). Veuillez vérifier avec quel poste votre séance a lieu, compte tenu de la rotation dans les sujets du membre supérieur (1, 2 ou 3) et inférieur (5, 6 ou 7). Veuillez consulter la liste des groupes pour ce qui est préparé pour la matière requise à savoir. Les séances débutent à l'heure, soit à 13h00, soit à 15h00.

Le programme des séances est :

1. Membre supérieur: Epaule, bras
2. Membre supérieur: Coude, avant-bras
3. Membre supérieur: Poignet, main
4. Anatomie du cou et dos, moelle épinière: (4 postes), les quatre postes sont à préparer.
5. Membre inférieur: Hanche et cuisse
6. Membre inférieur: Genou et jambe
7. Membre inférieur: Cheville et pied

Les étudiants reçoivent 2-3 jours à l'avance le guide d'auto-apprentissage avec le déroulement de la séance. Il est fortement conseillé de lire attentivement ces documents avant l'APP pour se préparer en révisant aussi l'information obtenue dans les cours magistraux. Il existe également un suivi par des assistants et la possibilité de poser des questions.

Le port d'une blouse et de gants est obligatoire.

4.2.3. Les séances de révision

Dans la première semaine après la fin des cours des séances de révision seront organisées pour réviser la matière du système locomoteur. Ces séances permettront de revenir sur des notions du cours par une étude individuelle des pièces mises à disposition.

4.2.4. Utilisation de « e-learning Appareil locomoteur »

Tous les étudiants ont un droit d'accès pour la plateforme d'enseignement moodle2 de la FBM (<https://moodle2.unil.ch>) à un module e-learning pour l'appareil locomoteur (Anatomie: appareil locomoteur) regroupant des photographies de pièces anatomiques et images radiologiques annotées de façon interactive. Les étudiants peuvent ainsi retrouver la grande majorité des pièces anatomiques manipulées lors des séances d'AAP, et ainsi réviser et compléter leurs connaissances.

De plus, l'utilisation de ce module e-learning est également possible pendant les séances d'AAP par la présence d'ordinateurs dans la salle de dissection.

4.3 Examens

Le module 1.4 est évalué à la fin des 4 semaines par un questionnaire à choix multiples (QCM). Ce QCM teste les objectifs d'apprentissage décrits dans ce cahier de module sous le chapitre 3 « Objectifs d'apprentissage » ainsi que les éléments du savoir abordés dans les travaux pratiques. L'examen dure 4 heures. Les questions du QCM (type A et K') sont réparties proportionnellement à l'enseignement de la matière.

Des exemples de ces deux types de questions seront présentés dans les cours. La réussite du QCM 1.4. donne droit à 11 crédits ECTS.

5. Ressources d'apprentissage (littérature, multimédia)

5.1. Site web

Le site web officiel de ce module est :

<http://www.unil.ch/ecoledemedecine>

Sur ce site, vous trouverez tout le matériel essentiel, les liens importants, les modifications éventuelles du programme du module et les objectifs d'apprentissage.

5.2. LA BIOMECANIQUE

1. Livres

J. Kane, M. Sternheim (2004) **Physique**, Dunod, Paris . ISBN 9782100071692

5.3. Physiologie générale (synapses & contractilité)

1. Livres

W.F. Boron and E.L. Boulpaep (2009) **Medical Physiology. A cellular and molecular approach**. Second edition. Saunders / Elsevier, ISBN 978-1-4160-3115-4

5.4. ANATOMIE (système locomoteur)

1. Livres

W. Platzer, (2001) ATLAS DE POCHE D'ANATOMIE, Vol. 1 : **Appareil locomoteur** Médecine-Science, FLAMMARION, Paris
ISBN 2-257-13251-3 ,

H. Feneis, (2001) **Répertoire illustré d'anatomie humaine**. Prodim/Medisi
ISBN 978287017335

Moore, K.L. et al. 2^{ème} éd. (2007) **Anatomie médicale**
DeBOECK UNIVERSITE, Bruxelles, ISBN 2-7445-0114-x

BioMedia SA (2005) **Appareil locomoteur, Anatomie et Radiologie**. 6926
Montagnola, Suisse. www.biomedica.ch

2. Internet

Site web du Département de biologie cellulaire et de morphologie, avec la liste exhaustive des livres de références pour d'anatomie

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

5.5. Introduction à la neurobiologie du système moteur

1. Livres

M.F. Bear et coll. (2002) **Neurosciences : A la découverte du cerveau**. Traduction de 2^{ème} édition américaine. Editions Pradel. Chapitre 13, "Contrôle spinal du mouvement". ISBN 2-913976-11-6

T.C. Pritchard et K.D. Alloway (2002) **Neurosciences médicales**. Traduction de la 1^{ère} édition américaine. DeBoeck : Chapitre 11 "Système moteur".
ISBN 2-7445-0133-6

D. Purves et coll. (2005) **Neurosciences**. Traduction de la 3^{ème} édition américaine.
ISBN 2-8041-4797-5