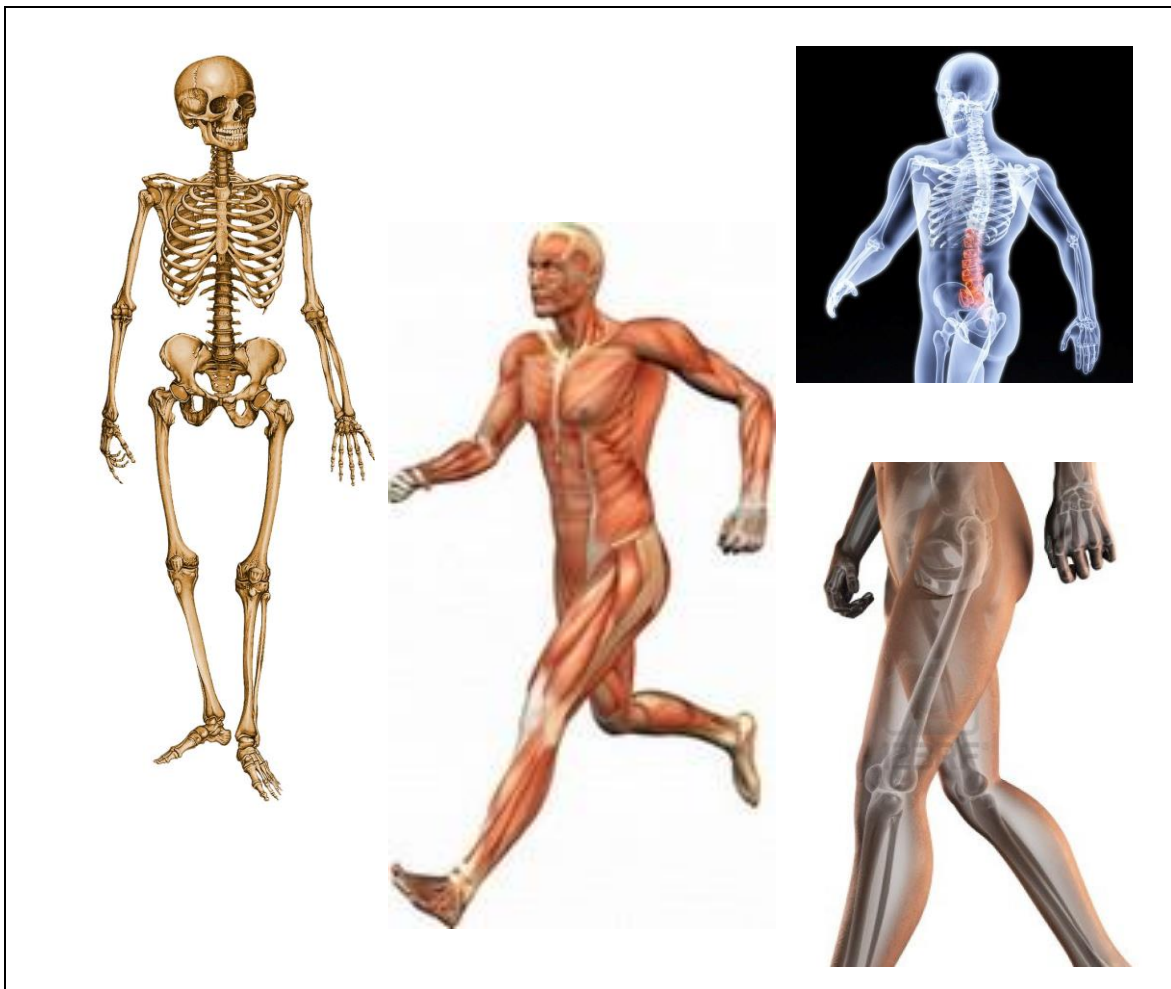


Le système squelettique et musculaire chez l'humain

BIO-5066-1
Guide d'apprentissage



Le système squelettique et musculaire chez l'humain

Ce guide est une refonte majeure du guide de la Commission scolaire de Saint-Hyacinthe de novembre 2004.

Rédaction : Marco Lambert

Activité d'identification : Marco Lambert
Simon Martineau

Mise en page : Marco Lambert

Relecture : Simon Martineau



Guide de la version de novembre 2004 :

Rédaction : Jacques Tétreault

Révision : Renée Lamarche

Révision linguistique : Marie-Eve Tétreault

Commission scolaire de Saint-Hyacinthe

Validation: Commission scolaire des Trois-Lacs

Novembre 2004



Table des matières

Introduction	iv
Chapitre 1 : Anatomie du système squelettique et musculaire	1
Section 1.1 : Anatomie des os	3
Section 1.2 : Anatomie des articulations.....	10
Section 1.3 : Le squelette	20
Activité d'identification	29
Section 1.4 : Anatomie des muscles.....	35
Chapitre 2 : Physiologie du système squelettique et musculaire	47
Section 2.1 : Physiologie des os.....	49
Section 2.2 : Physiologie des articulations	63
Section 2.3 : Physiologie des muscles	73
Section 2.4 : Les mouvements.....	87
Chapitre 3 : Hygiène et santé	95
Section 3.1 : L'exercice et les habitudes de vie	97
Section 3.2 : Fracture.....	113
Section 3.3 : Déchirure musculaire.....	122
Section 3.4 : Maladies du système squelettique et musculaire	130
Définition du domaine d'examen.....	149
Épreuve d'autoévaluation	153
Corrigé de l'épreuve d'autoévaluation.....	170
Corrigé	176
Bibliographie et références	203

Introduction

Bienvenue au cours *Le système squelettique et musculaire chez l'humain*. Ce cours fait partie du programme d'études *Biologie 5^e secondaire* de la formation générale de base des adultes qui comprend les neuf cours suivants :

- BIO-5061-1 *Le système respiratoire chez l'humain*
- BIO-5062-2 *Le système reproducteur et la périnatalité chez l'humain*
- BIO-5063-2 *Le système digestif chez l'humain*
- BIO-5064-2 *L'anatomie et la physiologie des cellules*
- BIO-5065-2 *La transmission des caractères héréditaires*
- BIO-5066-1 ***Le système squelettique et musculaire chez l'humain***
- BIO-5067-1 *Le système endocrinien chez l'humain*
- BIO-5068-2 *Le système nerveux chez l'humain*
- BIO-5069-1 *L'écologie*

Ce cours d'une durée prévue de 25 heures peut donner droit à une unité de cinquième secondaire à condition de réussir un examen sous surveillance dans une commission scolaire du Québec. Aucun préalable n'est exigé pour suivre les cours de ce programme et il n'existe aucune équivalence avec celui du secteur des jeunes. Dans ce programme, l'objectif général de ce cours est précisé ainsi : Par l'acquisition de notions d'anatomie et de physiologie, l'adulte améliorera sa compréhension du fonctionnement du système squelettique et musculaire chez l'humain et des problèmes de santé qui y sont associés.

Le cours porte sur l'étude :

- de la structure, de la formation et de la croissance d'un os long;
- de la structure et du fonctionnement des articulations;
- du squelette de l'être humain;
- de la structure et de la contraction d'un muscle squelettique;
- des mouvements assurés par l'agencement muscle-os et des bienfaits de l'exercice musculaire;
- des problèmes de santé liés au système squelettique et musculaire.

Le présent guide d'apprentissage constitue votre principal instrument de travail pour le cours. Le contenu du guide est divisé en trois chapitres, qui sont subdivisés en sections.

Le chapitre 1 porte sur l'**anatomie du système squelettique et musculaire**. L'**anatomie** (issu du latin *anatomia* « dissection » et du grec *anatemnō*, de ἀνά – *ana*, « en remontant », et τέμνω – *temnō*, « couper ») est une discipline de la

biologie qui décrit la forme et la structure des organismes vivants et de leurs parties (organes, tissus).

Le chapitre 2 traite de la **physiologie du système squelettique et musculaire**. La **physiologie** (du grec φύσις, *phusis*, la nature, et λόγος, *logos*, l'étude, la science) étudie le rôle, le fonctionnement et l'organisation mécanique, physique et biochimique des organismes vivants et de leurs composants (organes, tissus, cellules et organites cellulaires). La physiologie étudie également les interactions entre un organisme vivant et son environnement.

Le chapitre 3 aborde **l'hygiène et la santé du système squelettique et musculaire**.

Le présent guide comprend une partie théorique ainsi que des activités pratiques sous forme d'exercices accompagnés d'un corrigé.

L'étude du système squelettique et musculaire est très vaste. Plusieurs recherches ont été faites et sont toujours en cours pour savoir comment fonctionne cette merveilleuse machine qu'est le corps humain. Les connaissances actuelles en anatomie et physiologie humaine sont beaucoup plus vastes que le contenu de ce guide d'apprentissage. Toutefois, celui-ci a pour but de vous permettre d'atteindre les objectifs du cours soit : de faire acquérir des connaissances relatives à l'anatomie et à la physiologie du système squelettique et musculaire de l'humain, de faire comprendre le fonctionnement du système squelettique et musculaire de l'humain et de faire comprendre les causes et les effets des maladies les plus fréquentes du système squelettique et musculaire de l'humain.

Dans ce guide vous retrouverez aux pages 148 à 151 les principales sections de la *définition du domaine d'examen* du cours *BIO-5066-1* produit en 2004 par le *Ministère de l'Éducation*. L'importance relative des volets *Anatomie*, *Physiologie* et *Hygiène et santé* a été déterminée a priori avec l'intention d'accorder à la compréhension du fonctionnement du système squelettique et musculaire et des facteurs qui contribuent à sa santé une plus grande importance qu'à la mémorisation des structures anatomiques.



Chapitre 1 : Anatomie du système squelettique et musculaire



Chapitre 1 : Anatomie du système squelettique et musculaire

Voici la liste des différents objectifs intermédiaires¹ du cours BIO 5066-1 traités dans chaque section du chapitre 1.

Section	Objectifs intermédiaires
1.1	1.1 Caractériser les quatre classes d'os. 1.2 Nommer les différents constituants d'un os long. 1.3 Situer, sur un schéma, les différents constituants d'un os long. 1.4 Préciser le rôle des différents constituants d'un os long.
1.2	2.1 Préciser le rôle des articulations. 2.2 Illustrer les différents types d'articulations. 2.3 Préciser le rôle du cartilage et de la bourse comme structure lubrifiante et protectrice d'une articulation. 2.4 Préciser le rôle des tendons et des ligaments.
1.3	3.1 Nommer les trois régions anatomiques du corps humain. 3.2 Distinguer les deux régions de la tête. 3.3 Situer, sur un schéma, les huit os qui constituent le crâne. 3.4 Distinguer les cinq régions de la colonne vertébrale. 3.5 Préciser le rôle des disques intervertébraux. 3.6 Situer, sur un schéma, les principaux os de la cage thoracique. 3.7 Situer, sur un schéma, les principaux os qui constituent chaque partie des membres supérieurs. 3.9 Situer, sur un schéma, les principaux os qui constituent chaque partie des membres inférieurs.
1.4	4.1 Distinguer, selon leur forme, leur structure et leur rôle, le muscle lisse, le muscle squelettique et le muscle cardiaque. 4.4 Illustrer l'organisation d'un muscle squelettique.

¹ Québec, Ministère de l'Éducation, 2003, PROGRAMME D'ÉTUDES BIOLOGIE, 5^e secondaire, formation générale des adultes p. 53-60.

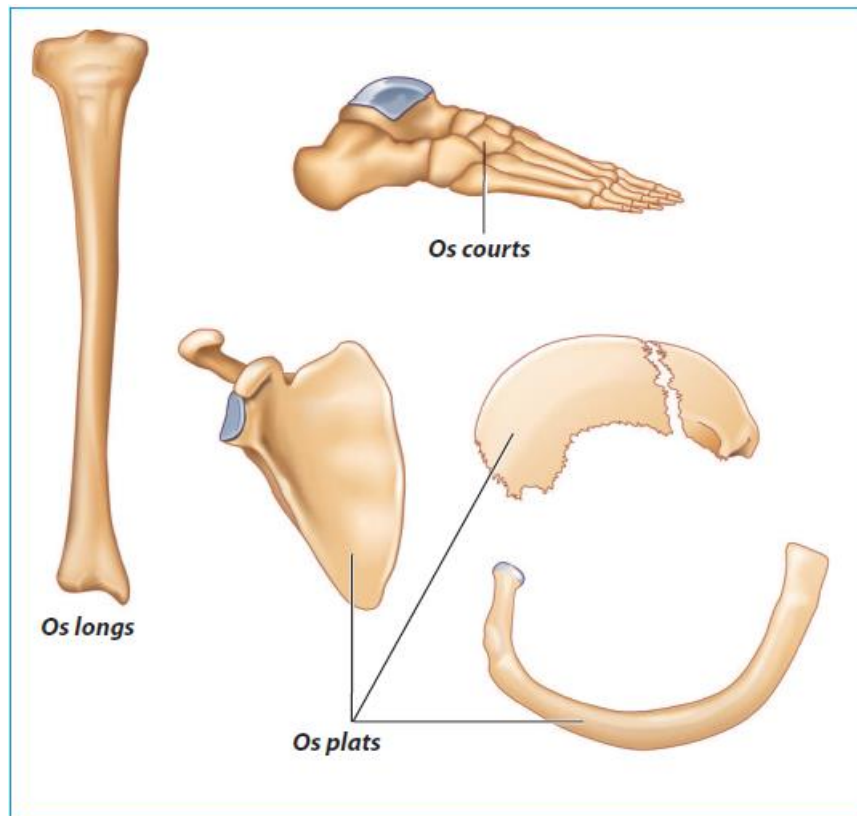
Section 1.1 : Anatomie des os

Les sections 1.1, 1.2 et 1.3 traiteront des os qui constituent notre squelette et des articulations qui en permettent la mobilité. Les os donnent à notre corps sa forme extérieure et assurent la rigidité nécessaire au maintien du corps humain. Sans les os sur lesquels se rattacher, nos muscles n'auraient aucun effet. Nous serions comme des limaces.

Les os sont, avec les dents, les composantes les plus solides du corps humain. Par leur dureté, ils protègent les organes internes situés dans la cage thoracique et le cerveau dans la boîte crânienne. Ils nous permettent de nous mouvoir et de manger. Il serait difficile de mastiquer un légume cru si nous n'avions pas de mâchoires solides sur lesquelles sont fixées les dents.

Nos os, quoique très durs, ne sont pas des natures mortes. Ils sont bien vivants. Ils sont irrigués par des vaisseaux sanguins qui les nourrissent. Ils peuvent ainsi croître et se régénérer au besoin. Leur dureté est due à la très grande quantité de sels de calcium et de magnésium qui les composent.

Il existe des os de toutes les grosseurs et de toutes les formes. Par exemple, le petit os pisiforme du poignet est de la taille et de la forme d'un petit pois, alors que le fémur (os de la cuisse) peut mesurer près de 60 cm chez certains sujets et possède une grosse tête sphérique. Chaque os présente une forme particulière qui répond à un besoin précis. Les os sont classés selon leur forme : c'est ainsi qu'on trouve des os longs, courts, plats et irréguliers.



Les os longs

De façon spontanée, si on vous demandait de dessiner un os, ce serait presque à coup sûr un os long. C'est celui que l'on retrouve sur les drapeaux de pirates dans les bandes dessinées, c'est celui autour duquel il y a le jambon... Il est allongé, cylindrique et arrondi aux deux extrémités. Ces os sont ceux qui constituent les jambes et les bras (fémur, tibia, péroné, radius, cubitus, humérus) ainsi que les doigts et les orteils (phalanges).



Les os courts



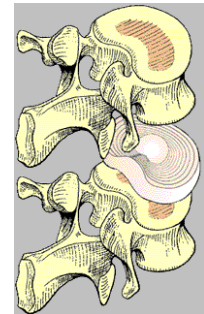
Comme leur nom l'indique, il s'agit d'une classe d'os à l'intérieur de laquelle on retrouve de petits os. Ils n'ont pas nécessairement la forme d'un os long. On les retrouve dans les articulations complexes du squelette. Les poignets et les chevilles en contiennent beaucoup. Ils sont quelquefois de forme carrée, trapèze ou triangulaire. Observez la planche anatomique de la page suivante et vous serez surpris par les diverses formes que les os contenus dans les articulations peuvent avoir.

Les os plats

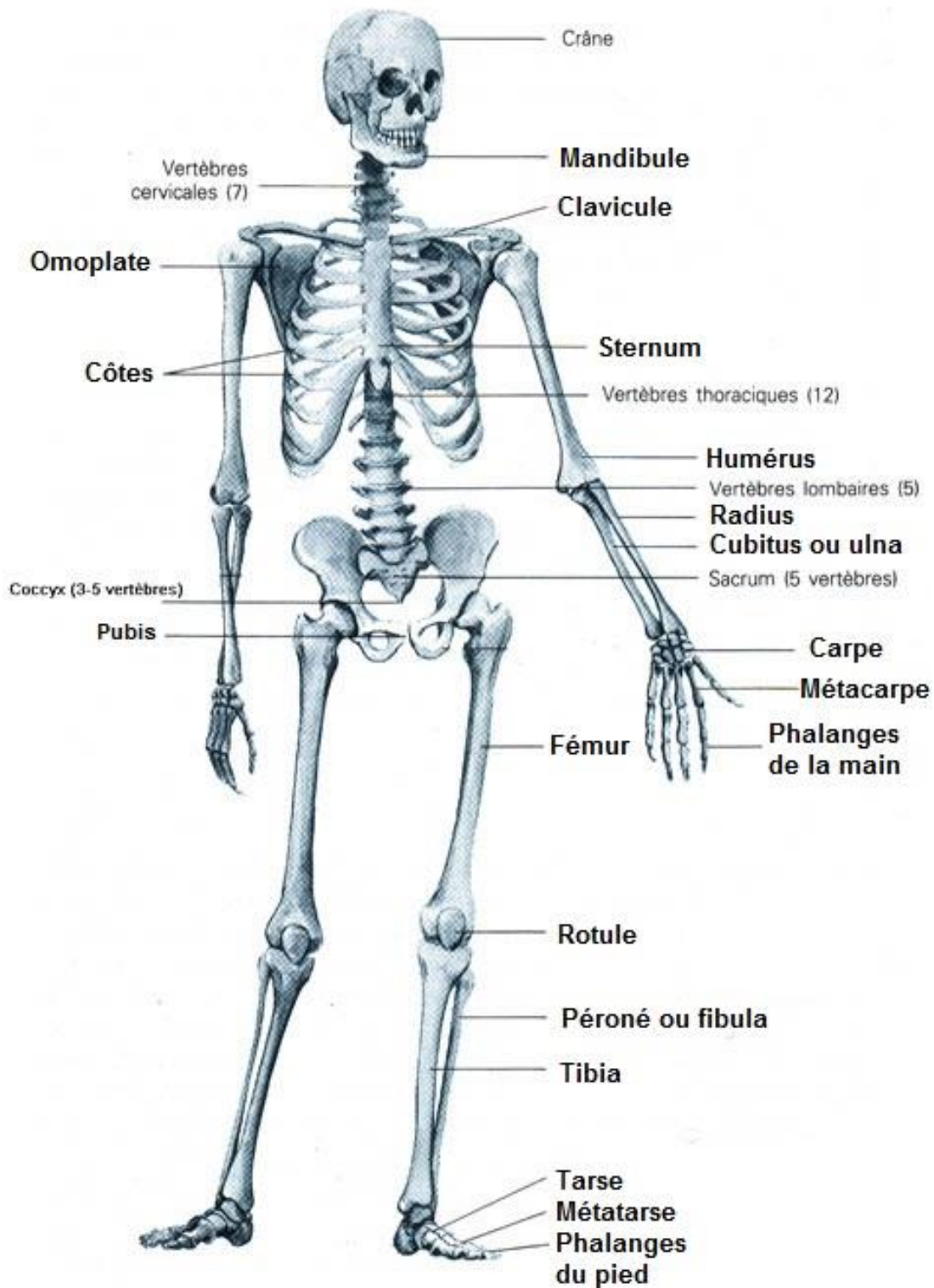
Ce sont les os de la boîte crânienne. Ils ont une forme plate pour pouvoir jouer leur rôle de protecteur. Ils n'ont pas la forme cylindrique. Ce sont plutôt des plaques osseuses plus ou moins soudées ensemble. On les retrouve aussi ailleurs dans le squelette. Les omoplates et le sternum en sont des exemples.

Les os de forme irrégulière

Ils ont une forme difficile à décrire. Les os de la colonne vertébrale font partie de cette classe. La description détaillée ou même simple serait difficile à faire car leur forme varie selon leur emplacement dans la colonne.



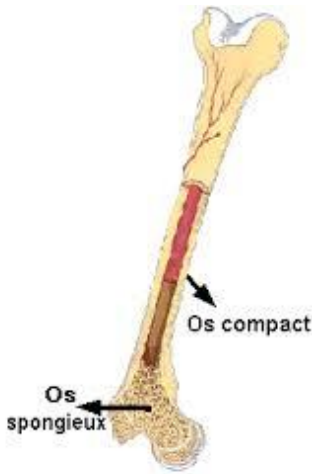
1.1 : Anatomie des os



Les principaux os du squelette

http://www.alessandroconti.ch/coursbio/Biologiehumaine/fr/html/Quoiconstit_Organe.html

1.1 : Anatomie des os



Tous les os sont composés de deux principaux types de tissu osseux (os compact et os spongieux) en proportions différentes. L'**os compact** est dense et paraît lisse et homogène. L'**os spongieux** est constitué de petites pièces pointues ou plates appelées travées (trabs = poutre) et comporte de nombreuses cavités. Les travées forment un réseau dont les cavités, dans l'os vivant, contiennent de la moelle.

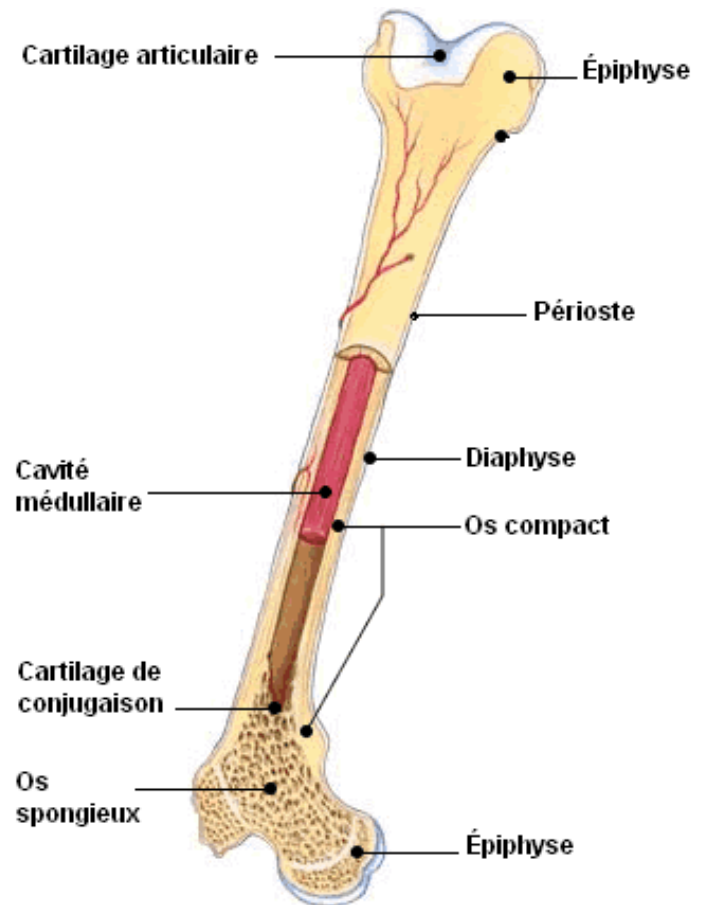
Conformément au programme, l'étude de la structure, de la formation et de la croissance des os dans ce cours portera spécifiquement sur une classe d'os : les os longs.

Voyons d'abord les principales composantes d'un os long. À l'intérieur d'un os, il y a beaucoup plus de structures que celles décrites dans cet ouvrage, mais nous nous en tiendrons à l'essentiel.

Les deux extrémités arrondies sont les **épiphyes**. Au centre de l'os long, la partie allongée se nomme la **diaphyse**. Ces deux parties sont séparées par un cartilage nommé **cartilage de conjugaison** ou **cartilage d'accroissement**.

Les **épiphyes** situées aux extrémités de l'os long sont souvent plus épaisses que la diaphyse. Une fine couche d'os compact couvre l'extérieur des épiphyses. L'intérieur est constitué d'os spongieux. L'extrémité de l'épiphyse est recouverte d'un cartilage appelé le cartilage articulaire.

L'**os spongieux**, quoique semblable à une éponge, offre une grande résistance à l'écrasement. C'est l'agencement des travées qui donne à cet os cette grande résistance. L'os spongieux est le tissu osseux qui forme la plus grande partie des épiphyses des os longs. Il forme aussi un mince anneau autour de la cavité médullaire de la diaphyse. Les cavités de l'os spongieux sont remplies par une substance rouge gélatineuse, la **moelle rouge**. La moelle osseuse rouge fabrique constamment des cellules sanguines, dont les globules rouges, pour répondre aux besoins du corps.

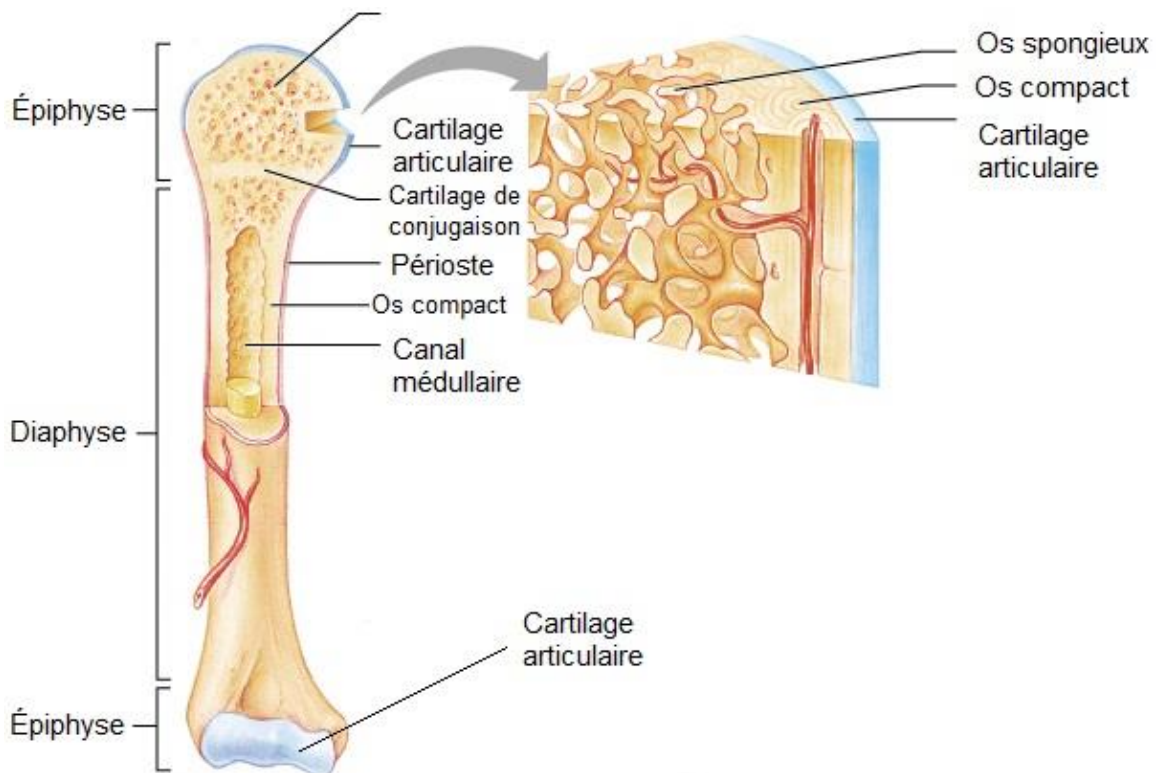


1.1 : Anatomie des os

La concentration en moelle rouge dans les os longs varie selon l'âge. Ainsi, chez un nouveau-né, la moelle rouge remplit presque entièrement l'os spongieux. En effet, à ce moment de la vie, l'organisme a besoin de beaucoup de globules rouges, le corps étant en formation. À l'âge adulte, la moelle rouge devient confinée aux épiphyses de certains os seulement, le besoin d'apport en globules rouges étant moindre. La moelle rouge se retrouvera davantage dans les autres os, en particulier dans les vertèbres.

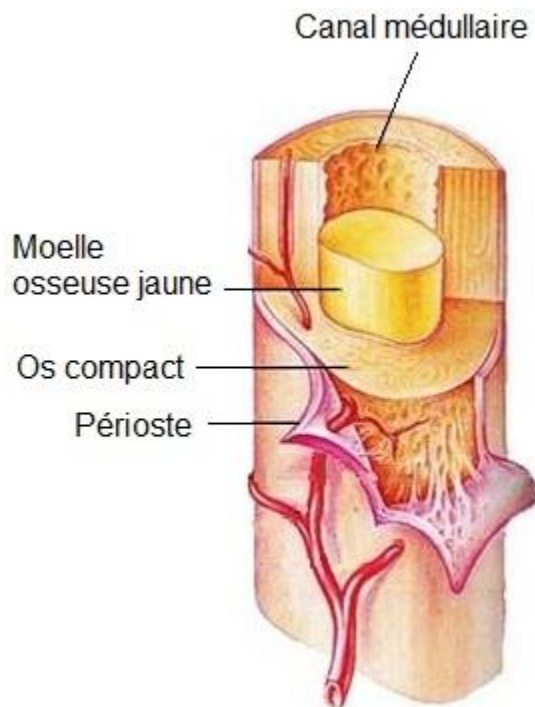
Le **cartilage articulaire** recouvre l'extrémité de l'épiphyse au point d'union entre deux os (articulation). Il est constitué d'un tissu fibreux élastique. Il permet le glissement l'un sur l'autre des os d'une articulation. Ce cartilage agit comme un coussin sur l'extrémité de l'os et amortit la pression pendant les mouvements de l'articulation.

Le **cartilage d'accroissement** ou **cartilage de conjugaison** est situé à la jonction de la *diaphyse* et des *épiphyses*. C'est l'endroit où l'os subira sa croissance en longueur. Il est présent durant la période de la vie où l'os croît. L'ossification terminée, il disparaît à l'âge adulte soit vers l'âge de 18 ans chez la femme et vers l'âge de 21 ans chez l'homme.



La **diaphyse** est la partie médiane d'un os long. Elle consiste en un cylindre d'os compact relativement épais qui renferme un canal médullaire. Chez les adultes, ce canal, aussi appelé cavité médullaire, contient la moelle jaune principalement composée de lipides. La vascularisation de la moelle osseuse située en son centre est réalisée par des vaisseaux nourriciers qui perforent la diaphyse et réalisent un réseau sanguin interne.

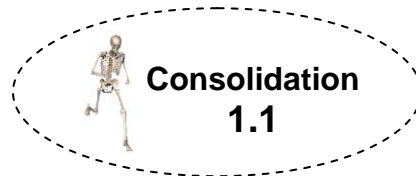
Le **périoste** (*péri* = autour ; *ostéon* = os), une membrane double d'un blanc brillant, recouvre et protège la diaphyse. Elle comporte de nombreux nerfs et de nombreux vaisseaux sanguins et alimente ainsi les os en éléments nutritifs. Le périoste constitue également les points d'intersection ou d'ancrage des tendons et des ligaments. La couche du périoste qui repose sur la surface osseuse comporte surtout des **ostéoblastes** (cellules productrices de matière osseuse) et des **ostéoclastes** (cellules qui détruisent la matière osseuse). L'os est un tissu vivant qui se forme et se détruit constamment. Dans la section 2.1 de ce guide, nous verrons le rôle de ces cellules dans la croissance en épaisseur ou en diamètre de l'os et dans la consolidation des fractures.



L'**os compact** est la structure la plus dure et la plus résistante de l'os. Son épaisseur varie selon l'endroit où on la mesure sur l'os. Ainsi, aux *épiphyse*s, l'os compact est mince, mais au niveau de la *diaphyse*, il est plus épais. Ce qui lui confère une bonne résistance à cet endroit qui subit plus de pression. L'os compact entoure l'os spongieux. À l'œil nu, l'os compact paraît très dense, mais le microscope permet de distinguer une multitude de canaux et de passages contenant les nerfs et les vaisseaux sanguins.

Le **canal médullaire** ou **cavité médullaire** est l'espace à l'intérieur de la diaphyse qui contient la moelle osseuse jaune. La moelle jaune entrepose le tissu graisseux. Cet espace contribue à ne pas trop alourdir l'os, particulièrement lors de la croissance en épaisseur ou en diamètre de l'os.

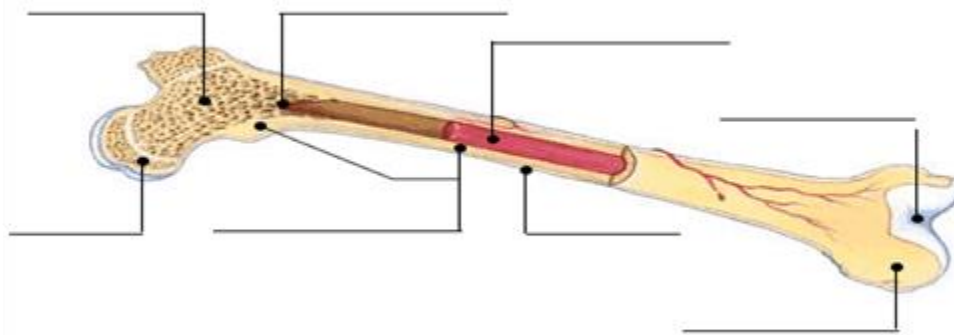
Les composants de la diaphyse : périostes, os compact et canal médullaire, permettent à celle-ci d'obtenir une grande force malgré sa faible masse. Cette architecture confère à la diaphyse une solidité importante en torsion et en flexion. En revanche, la faiblesse de la diaphyse se situe dans l'écrasement.



1.1-1 Quelle est la principale fonction des os?

1.1-2 Nommez les quatre classes d'os du corps humain.

1.1-3 Identifiez, sur le schéma, les composantes indiquées.



1.1-4 Complétez les phrases suivantes en inscrivant le ou les mots manquants.

- a) Le _____ est la membrane qui recouvre l'os long au niveau de la diaphyse.
- b) La première couche d'os sous le périoste se nomme _____
- c) L'os _____ se retrouve un peu partout à l'intérieur de l'os long sauf au niveau de la cavité médullaire.
- d) La _____ contient de la moelle jaune.
- e) C'est dans la moelle rouge que sont produit les _____ du sang.
- f) Lors de la croissance de l'os long, le _____
_____ est le responsable de l'allongement.
- g) La croissance en diamètre de l'os long se fait sous le _____
- h) Les travées forment un assemblage poreux nommé _____

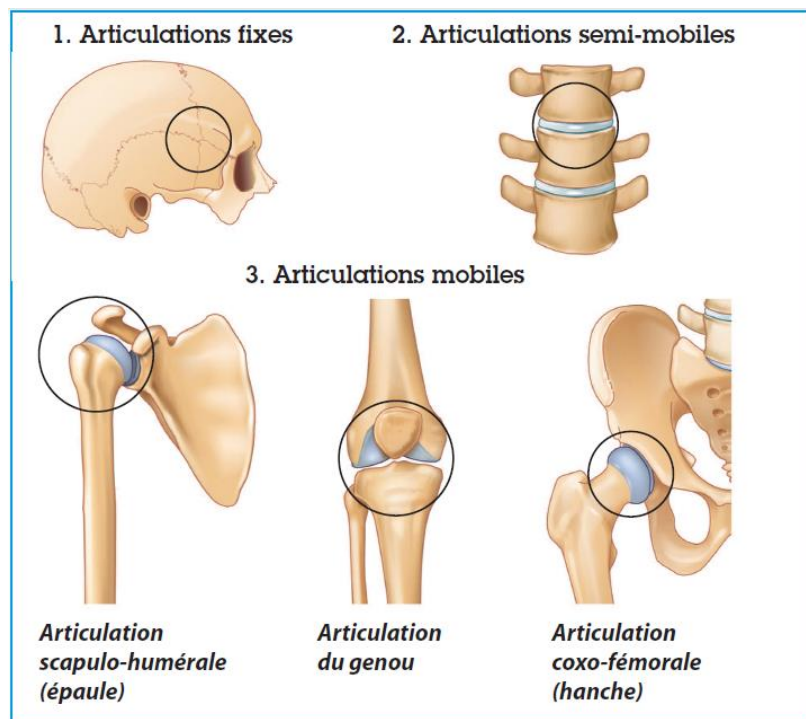
Section 1.2 : Anatomie des articulations

Une articulation est le point de jonction entre deux os. Les deux fonctions essentielles des articulations sont de relier les os ensemble et d'assurer une certaine mobilité des membres. Plusieurs éléments sont présents dans une articulation : on retrouve notamment du cartilage qui recouvre les articulations mobiles, des ligaments reliant les os entre eux et de la synovie, un liquide lubrifiant qui facilite les mouvements. Les articulations les plus connues sont mobiles, comme celles de la hanche, du genou ou de la cheville aux membres inférieurs, de l'épaule, du coude ou du poignet aux membres supérieurs, mais aussi entre chaque vertèbre de la colonne vertébrale. Ces articulations mobiles confèrent une certaine mobilité à notre squelette composé d'os rigides et rendent possibles une grande variété de mouvements. Si nous avions moins d'articulations, nos mouvements ressembleraient à ceux d'un robot. Par ailleurs, leur fonction d'union des os est tout aussi importante. Les articulations ne sont pas tous mobiles. Par exemple, c'est grâce aux articulations rigides du crâne que notre précieuse « matière grise » se trouve abritée dans un réceptacle résistant.

Les articulations peuvent être classées selon leur structure ou leur fonction. La classification structurelle est fondée sur les matériaux qui unissent les os et sur la présence ou l'absence d'une cavité articulaire. On parle alors d'articulations fibreuses, cartilagineuses et synoviales. Pour ce cours, nous utiliserons la classification fonctionnelle qui prend en compte le degré du mouvement permis par l'articulation.

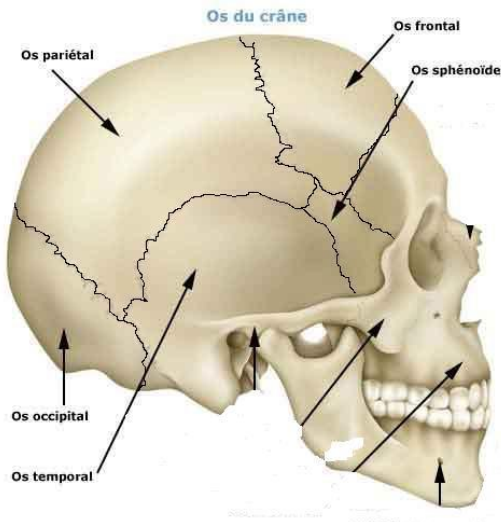
Il y a trois types d'articulations :

1. l'articulation fixe
2. l'articulation semi-mobile
3. l'articulation mobile



1.2 : Anatomie des articulations

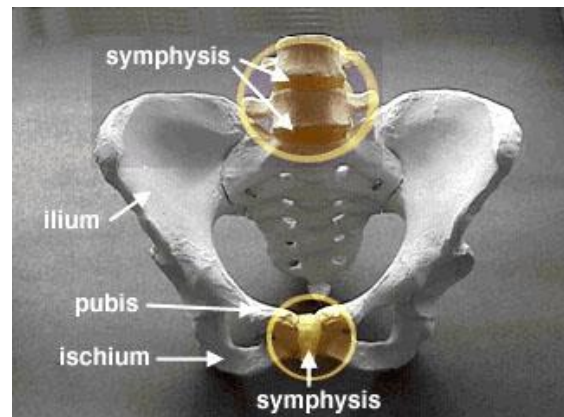
Les articulations fixes et semi-mobiles se rencontrent en grande partie dans le squelette axial où les liaisons osseuses solides et la protection des organes comptent avant tout, tandis que les articulations mobiles sont plus nombreuses dans les membres supérieurs et inférieurs.



1. L'articulation fixe se retrouve, par exemple, dans les jonctions des os du crâne. Ces articulations sont fixes et ne bougent pas. Les os ainsi reliés sont soudés par des sutures. À la naissance, nous pouvons observer sur la tête du bébé que ces sutures sont encore à l'état de cartilage. Ces cartilages s'ossifient lentement pour finalement disparaître presque complètement à l'âge adulte. Il ne restera que des marques ossifiées des sutures. Tout mouvement des os crâniens pourraient endommager gravement l'encéphale : l'immobilité de leurs articulations est donc tout à fait adaptée à leur fonction de protection.

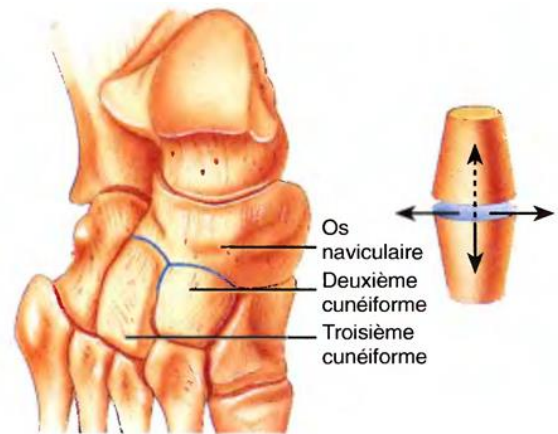
L'articulation qui unit la première côte au sternum est un autre exemple d'articulation fixe ne permettant aucun mouvement. À l'âge adulte, le cartilage de cette articulation s'ossifie et l'articulation devient immobile.

2. L'articulation semi-mobile est une articulation qui permet un minimum de mouvements. Pour ces articulations, les surfaces articulaires des os sont couvertes de cartilage, un tissu compressible qui agit comme un amortisseur et assure un certain degré de mouvement au niveau de l'articulation. Ces articulations semi-mobiles, aussi appelées symphyses sont des articulations cartilagineuses conçues pour allier force et flexibilité. Les articulations intervertébrales et la symphyse pubienne du bassin en sont des exemples.

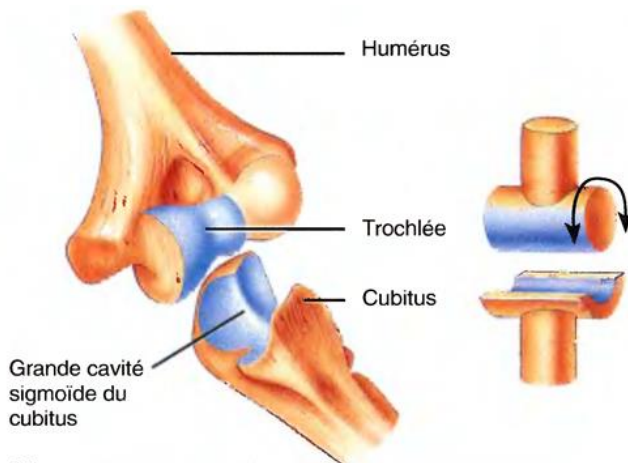


3. L'articulation mobile (articulation synoviale) est le type d'articulation le plus fréquent. Dans les articulations mobiles, les os s'unissent par l'intermédiaire d'une cavité remplie de liquide synovial. Cette disposition offre une grande liberté de mouvement. La majorité des articulations dont toutes les articulations des membres appartiennent à ce type d'articulation. On peut les subdiviser en six catégories principales, selon leur structure et les mouvements qu'elles peuvent décrire : à glissement, à charnière, à pivot, angulaire, en selle et à surface sphérique.

3.1. Les articulations à glissement appelées aussi articulations planes sont les articulations mobiles permettant le moins de mouvement. La surface articulaire des os d'une articulation à glissement est généralement plate. Ce type d'articulation ne permet que les mouvements latéraux et d'avant en arrière. Les articulations entre les os carpiens ou entre l'os naviculaire et les deuxième et troisième cunéiformes du tarse du pied sont des exemples d'articulations à glissement.



3.1 Articulation plane entre l'os naviculaire et les deuxième et troisième cunéiformes du tarse du pied



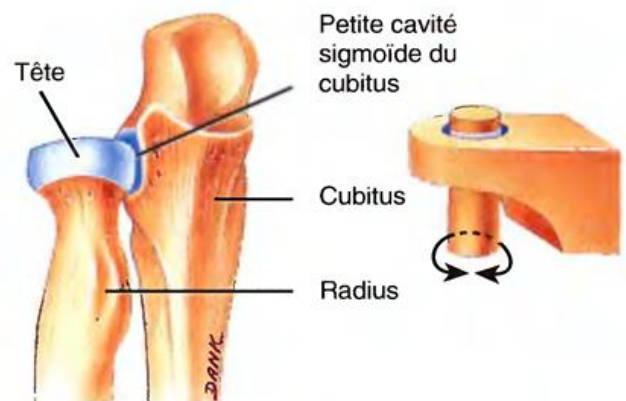
3.2 Articulation à charnière entre la trochlée humérale et la grande cavité sigmoïde du cubitus

3.2 Les articulations à charnières sont les articulations dans lesquelles un os de surface convexe vient s'emboîter dans un autre de surface concave. Le mouvement s'effectue dans un seul plan et est semblable à celui d'une charnière mécanique. Seules la flexion et l'extension sont possibles dans les articulations à charnières comme celles du genou ou du coude. Pouvez-vous penser à une autre articulation de votre corps qui fonctionne de la même façon ?



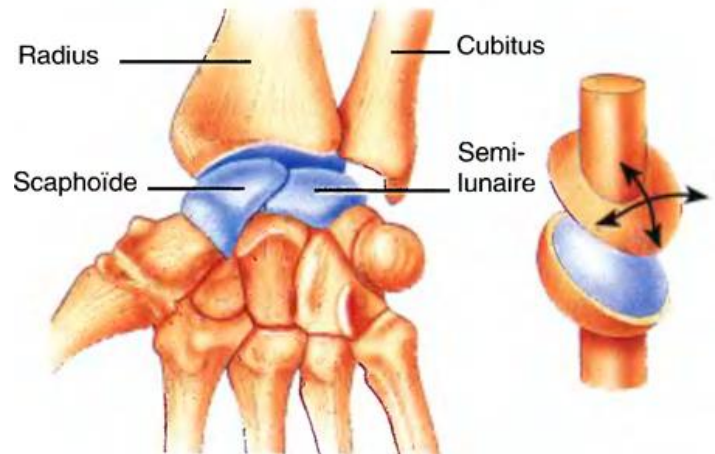
Faites marcher vos doigts, faites une recherche sous « articulations interphalangiennes ».

3.3 Les articulations à pivot sont les articulations dans lesquelles la partie arrondie d'un os s'articule à l'intérieur d'un anneau formé par un autre os et un ligament. Le mouvement que permet cette articulation est une rotation sur un seul plan. L'articulation entre l'atlas et l'axis, qui permet de bouger la tête de chaque côté pour signifier « non », est une articulation à pivot, de même que l'articulation radio-cubitale supérieure dans laquelle la tête du radius tourne dans un ligament annulaire attaché au cubitus.

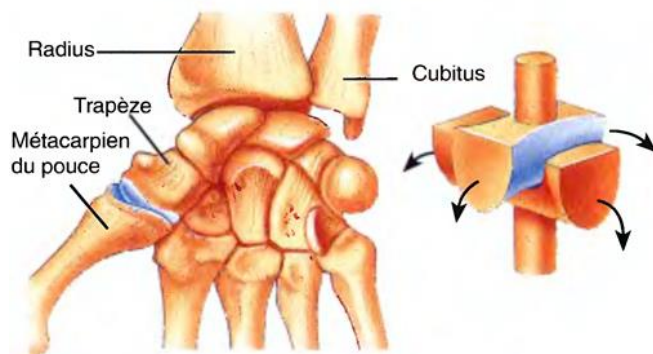


3.3 Articulation à pivot entre la tête du radius et la petite cavité sigmoïde du cubitus

3.4 Les articulations angulaires sont les articulations dans lesquelles la surface articulaire convexe d'un os s'ajuste dans la cavité concave complémentaire d'un autre os. La forme ovale de chacune des deux surfaces articulaires distingue ce type d'articulation. Les articulations angulaires rendent possibles tous les mouvements angulaires dont la flexion et l'extension ainsi que l'abduction et l'adduction. Les articulations radio-carpiales (du poignet) et les articulations métacarpo-phalangiennes (des jointures) sont des articulations angulaires.



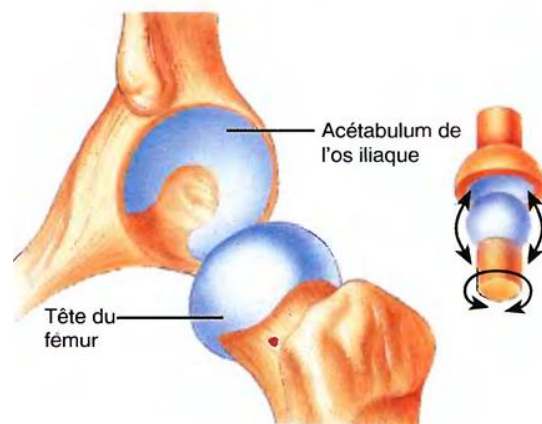
3.4 Articulation angulaire entre l'extrémité distale du radius, le scaphoïde et le semi-lunaire du carpe (poignet)



3.5 Articulation en selle entre le trapèze du carpe (poignet) et le métacarpien du pouce

3.5 Les articulations en selle ressemblent aux articulations angulaires mais elles accordent une plus grande liberté de mouvement. Chacune des deux surfaces articulaires possède à la fois une partie concave et une partie convexe, c'est-à-dire qu'elle présente la forme d'une selle. La surface convexe d'un des os peut donc s'articuler dans la surface concave de l'autre os. L'articulation entre le trapèze du carpe (poignet) et le métacarpien du pouce illustre particulièrement bien l'articulation en selle.

3.6 Les articulations à surfaces sphériques sont formées par la tête sphérique d'un os qui vient s'emboîter dans la cavité concave d'un autre os. Ces articulations multiaxiales sont celles qui autorisent la plus grande liberté de mouvement. Elles favorisent un mouvement universel, c'est-à-dire le long de tous les axes et dans tous les plans, y compris la rotation. Les articulations de l'épaule (ceinture scapulaire) et de la hanche (ceinture pelvienne) sont les seules articulations à surfaces sphériques du corps.



3.6 Articulation à surfaces sphériques entre la tête du fémur et l'acétabulum de l'os iliaque

1.2 : Anatomie des articulations

Toutes les articulations mobiles de notre corps sont entourées par une gaine constituée de plusieurs couches. L'articulation est ainsi renforcée et constamment nourrie. Nous avons vu à la section 1.1 que les deux extrémités d'un os long sont formées par l'épiphyse qui elle est recouverte d'un cartilage articulaire. Ce sont donc **deux cartilages articulaires** qui vont frotter l'un sur l'autre pour assurer le mouvement.

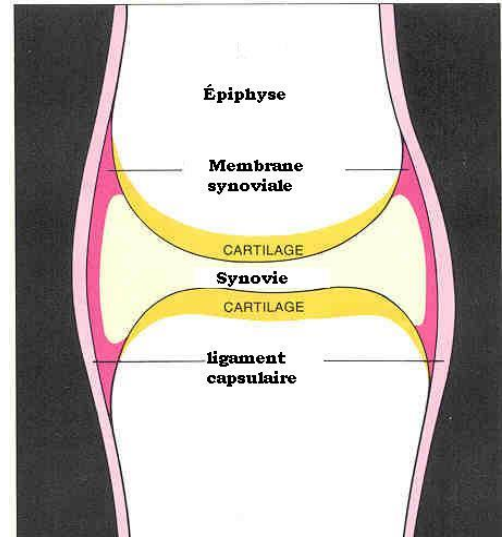
Il y a une cavité entre les os, c'est la **cavité synoviale** qui contient le liquide synovial (ou synovie). Celui-ci a comme rôle de lubrifier les cartilages articulaires, de les nourrir et de débarrasser cette cavité des débris cellulaires pouvant s'y retrouver.

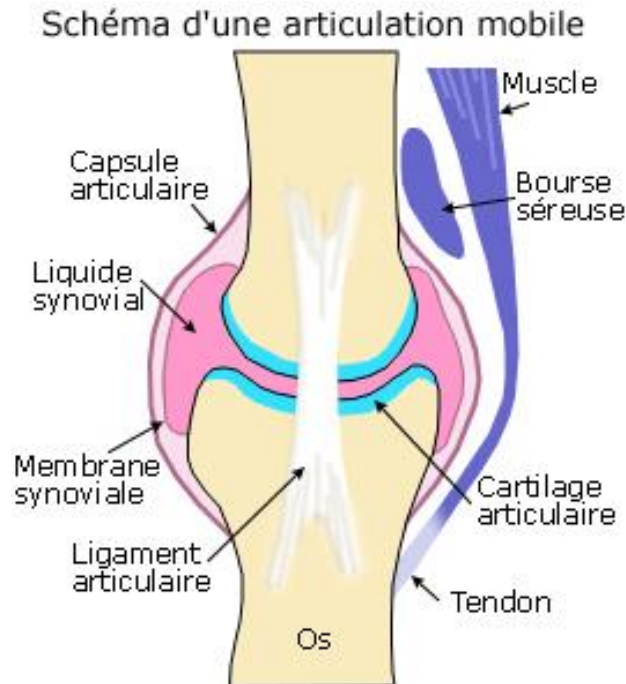
La paroi intérieure de la cavité synoviale se nomme **membrane synoviale**. C'est cette membrane qui sécrète le liquide synovial qui est si important à l'articulation.

Dans certaines articulations, on retrouve également une **bourse**. Cette structure a comme rôle la production du liquide synovial en plus de protéger l'articulation (*coude, genou, épaule, hanche*).

Les articulations mobiles sont renforcées par un certain nombre de **ligaments** entourant la membrane synoviale. Les ligaments unissent les os au niveau des articulations. Ils sont formés de tissu conjonctif dense orienté. Les ligaments possèdent plus de fibres élastiques que les tendons. Ils sont donc légèrement plus extensibles.

Les ligaments des articulations mobiles assument plusieurs fonctions : ils unissent les os, participent à l'orientation du mouvement d'un os et empêchent tout mouvement excessif ou non souhaitable. En règle générale, plus les ligaments sont nombreux, plus l'articulation est renforcée. Si les autres facteurs de stabilité ne sont pas suffisants, les ligaments peuvent toutefois être soumis à une tension excessive qui provoquera leur étirement. Des ligaments étirés ne reviennent jamais à leur position initiale et ils se déchirent si l'étirement dépasse 6% de leur longueur. Par conséquent, une articulation n'est pas très stable si ce sont des ligaments qui en constituent le principal moyen de soutien ou de renforcement.

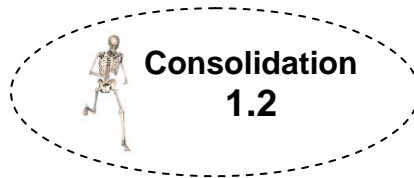




Les **tendons** sont les structures qui fixent les muscles sur les os. Ils sont formés, comme les ligaments, de tissu conjonctif dense orienté, mais leur capacité élastique est moindre que celle des ligaments. Dans la plupart des cas, les tendons des muscles qui traversent les articulations représentent le facteur de stabilisation des articulations le plus important. Les tendons débutent aussi au périoste et sont solidement ancrés dans les muscles responsables de la traction. Les tendons transmettent aux os la force de traction fournie par les muscles ce qui permet le mouvement. Les tendons sont constamment maintenus sous tension par le tonus des muscles qu'ils rattachent aux os. (Le tonus musculaire se définit comme une légère contraction des muscles au repos qui leur permet de réagir à une stimulation nerveuse.) Le tonus musculaire joue un rôle essentiel dans le renforcement des articulations de l'épaule et du genou.

La capsule articulaire et les ligaments sont riches en terminaisons nerveuses sensibles qui règlent indirectement la position des articulations et contribuent au maintien du tonus musculaire. L'étirement de ces structures envoie des influx nerveux au système nerveux central, qui va analyser ces informations et envoyer une commande motrice produisant la contraction appropriée des muscles entourant l'articulation. (Voir : BIO-5068-2 : *Le système nerveux chez l'humain*)

1.2 : Anatomie des articulations



1.2-1 Quels sont les trois types d'articulations contenus dans le corps humain?

1.2-2 Vrai ou faux? Corrigez les énoncés fautifs.

a) Les os du crâne sont soudés ensemble à la naissance. _____

b) Une articulation sert à joindre deux os ensemble. _____

c) La plus mobile des articulations est celle à pivot _____

d) Le genou contient une articulation de type sphéroïde. _____

e) C'est une articulation en selle que contient le coude. _____

f) L'articulation à charnière est une articulation semi-mobile. _____

g) Les vertèbres sont immobiles. _____

h) Le poignet est un exemple d'articulation angulaire. _____

1.2-3 Comment se nomme le liquide lubrifiant d'une articulation?

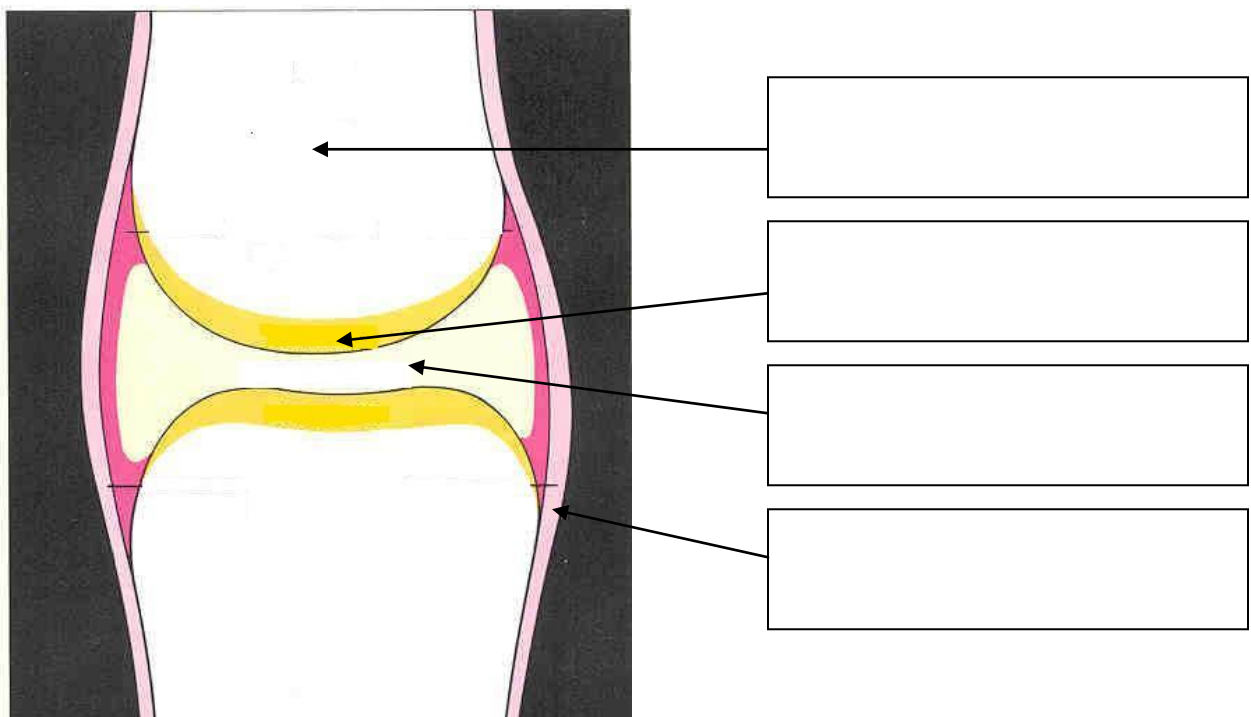
1.2-4 Les bourses sont aussi des structures lubrifiantes. Quelles sont les articulations qui en contiennent?

1.2 : Anatomie des articulations

1.2-5 Quels sont les deux rôles principaux des ligaments?

1.2-6 Quelles sont les ressemblances et les différences entre un ligament et un tendon?

1.2-7 Complétez le schéma suivant :



1.2 : Anatomie des articulations

1.2-8 a) Choisissez, parmi les énoncés suivants ceux qui expliquent avec justesse le rôle des structures anatomiques associées aux articulations.

- 1) Les ligaments, formés de tissu conjonctif dense dont des fibres élastiques, unissent les os au niveau des articulations.
- 2) Les tendons, formés de tissu conjonctif dense dont peu de fibres élastiques, fixent les muscles sur les os.
- 3) Les jonctions entre les os du crâne sont des articulations semi-mobiles assurant ainsi la protection de l'encéphale tout en permettant un minimum de mouvements.
- 4) L'atlas, en tant que première vertèbre du cou, est une articulation mobile à charnière.
- 5) La cavité entre les os des articulations mobiles est remplie de liquide lymphatique qui lubrifie et nourrit les cartilages articulaires.

b) Corriger les énoncés qui sont faux de façon à les rendre valides.

Énoncés fautifs	Corrections

Section 1.3 : Le squelette

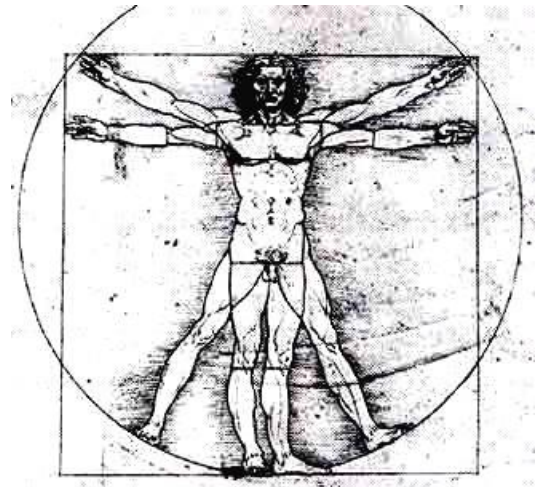
Le squelette humain est composé de 206 os chez l'adulte. Nous n'en ferons pas la liste complète dans ce cours. Nous nous limiterons à l'étude de certains os qui composent les principales régions anatomiques du corps humain; soit la tête, le tronc (squelette axial) et les membres (squelette appendiculaire).

Étant donné que le squelette est formé d'os et que ceux-ci contiennent beaucoup de moelle spongieuse, il en résulte une structure légère et très résistante. En fait, le squelette compte pour environ 20 % de la masse corporelle.

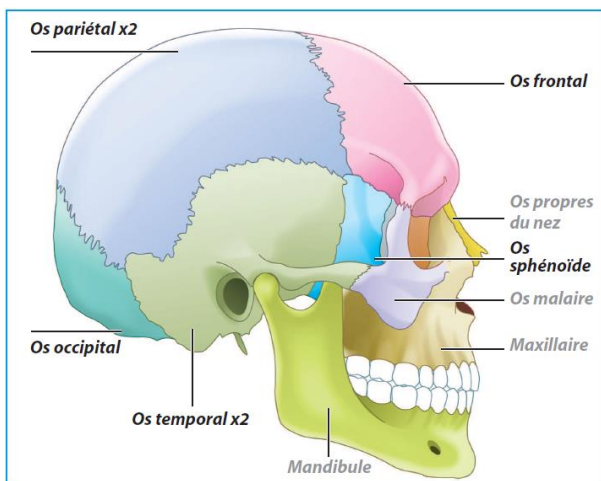
Le squelette humain se divise en deux grandes parties: le squelette axial (crâne, colonne vertébrale et cage thoracique) et le squelette appendiculaire (bras, jambes, épaules et hanches).

Le squelette appendiculaire tire son nom de sa composition. En effet, un appendice est une partie secondaire rattachée à une autre qui elle est principale, c'est un prolongement. Donc, les membres supérieurs (les bras et les mains) et les membres inférieurs (les jambes et les pieds) sont les appendices de l'axe principal et composent le squelette appendiculaire.

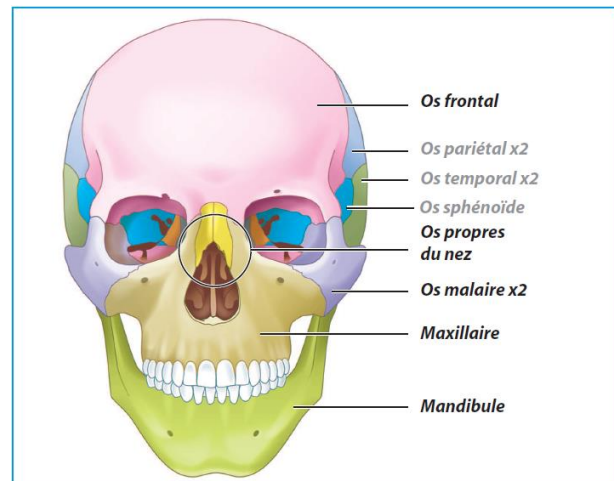
Le squelette axial est la portion de notre squelette qui comprend l'axe principal et longitudinal (de haut en bas). Il comprend deux régions, **la tête et le tronc**.



Débutons l'étude du squelette par le squelette axial en commençant d'abord par la tête qui contient beaucoup de petits os et d'os plats. Ces os sont regroupés en deux régions, **la voûte crânienne** (ou boîte crânienne) et **les os faciaux**. Dans ce cours, l'évaluation sur le squelette de la tête porte seulement sur les os de la voûte crânienne.



Des os du squelette de la tête
Vue latérale droite



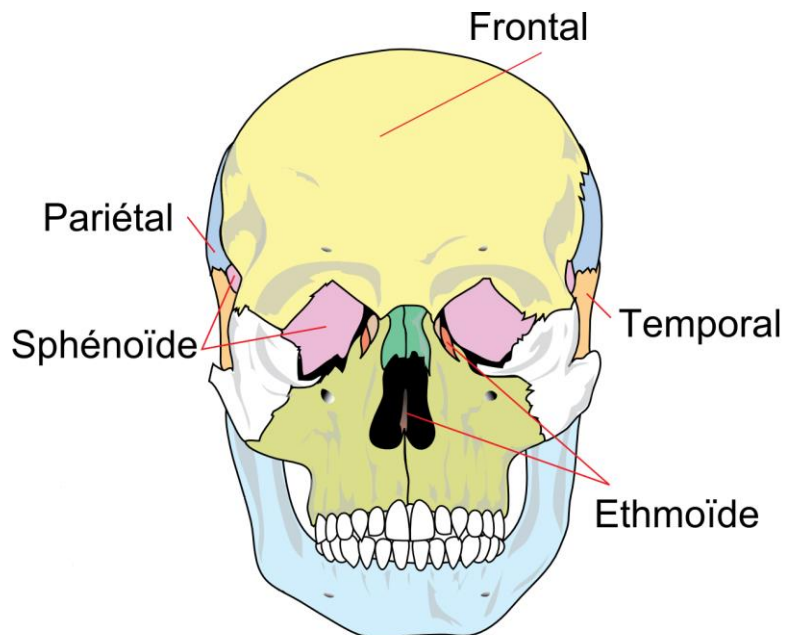
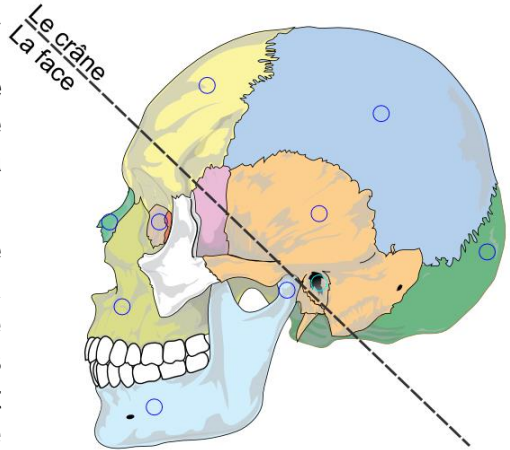
Des os du squelette de la tête
Vue antérieure

1.3 : Le squelette

Les os du crâne forment le squelette de la tête, la forme du visage dépend des os. Le crâne est la partie supérieure du squelette. Il se divise en deux parties : **la boîte crânienne** qui protège le cerveau et **les os de la face**. La boîte crânienne comporte **huit os**, alors que le squelette de la face se compose de quatorze os.

Les os sont soudés entre eux, empêchant toute mobilité sauf l'os de la mâchoire. Les os de la face sont percés de nombreux orifices et de canaux pour laisser passer des vaisseaux ou des nerfs. Les oreilles et l'extrémité du nez peuvent se plier, parce qu'elles sont constituées de cartilage. Les yeux, fragiles, sont encastrés dans des orbites protectrices.

Les **os de la voûte crânienne** protègent le cerveau ainsi que les organes responsables de l'ouïe, de la vue et de l'odorat tout en servant de points d'attache aux muscles faciaux. Ces os sont courbés et plats. Comme nous l'avons vu auparavant, les articulations de ces os sont soudées à l'âge adulte par des sutures qui se sont ossifiées. C'est grâce à cette ossification des articulations et aussi grâce à la forme courbée des os plats que la voûte crânienne résiste si bien aux divers chocs que nous pouvons recevoir au cours de notre vie. La boîte crânienne comprend **l'os frontal** en avant, **deux os pariétaux** sur le dessus, **deux os temporaux** sur les côtés, **l'os occipital** en arrière, l'os sphénoïde et l'os ethmoïde.



Les os de la voûte crânienne
Vue antérieure

L'**os frontal** est plat et forme le front, l'arcade sourcilière et le plafond des cavités orbitaires et des fosses nasales.

L'**os ethmoïde** possède une forme très compliquée, tout comme l'os sphénoïde et les os temporaux. Il est situé en arrière de l'os frontal entre l'os sphénoïde et les os nasaux de la face. C'est l'os de la tête le plus profond. Il entre dans la constitution des fosses nasales et des cavités orbitaires.

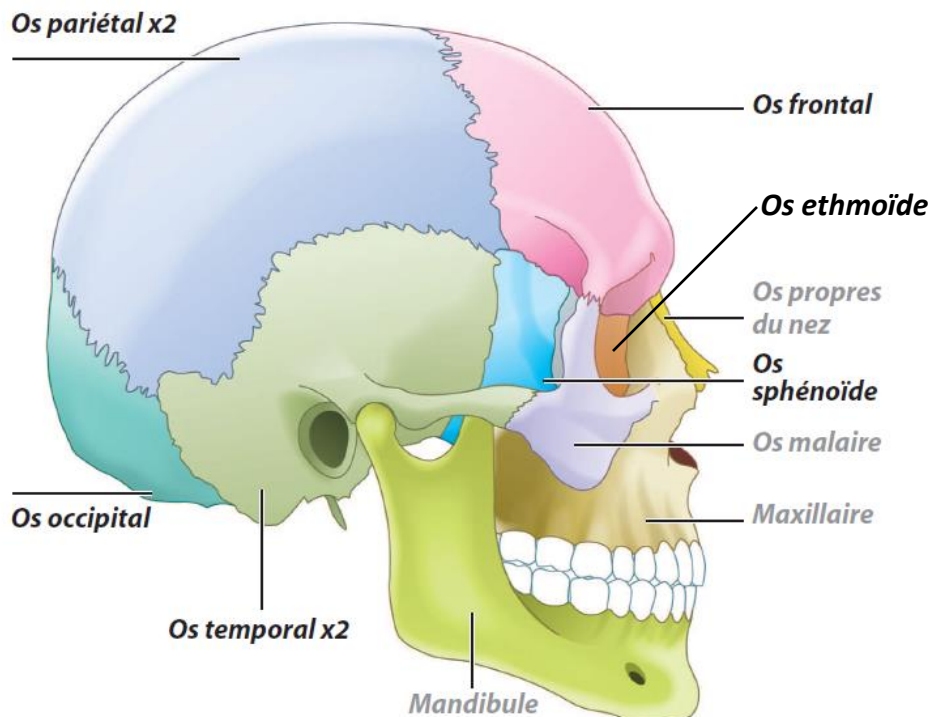
1.3 : Le squelette

L'**os sphénoïde** est un os en forme de papillon ; il est situé en arrière de l'os frontal et de l'ethmoïde et occupe toute la largeur du plancher crânien. On le considère comme l'os clé du crâne parce que sa situation centrale lui permet de s'articuler avec tous les autres os crâniens. L'os sphénoïde présente plusieurs ouvertures. Les canaux optiques offrent un passage aux nerfs optiques et aux artères ophtalmiques. La fissure orbitaire supérieure permet aux nerfs crâniens régissant les mouvements oculaires et aux glandes lacrymales de pénétrer dans l'orbite. Son corps est creusé d'une cavité, la selle turcique, dans laquelle se trouve une glande endocrine importante, l'hypophyse. L'os sphénoïde contribue à former la partie reculée des fosses nasales.

L'**os occipital** situé complètement à l'arrière du crâne s'articule avec les deux os pariétaux et les deux os temporaux. Il est creusé d'un large orifice, le trou occipital, par lequel la cavité crânienne communique avec le canal rachidien et qui livre passage au bulbe rachidien unissant encéphale et moelle épinière. De part et d'autre du trou occipital, l'os présente 2 surfaces articulaires pour la première vertèbre cervicale, sur laquelle il repose ; c'est en effet au niveau de l'occipital que se fait l'articulation du crâne avec la colonne vertébrale.

Les **os temporaux** : au nombre de 2, pairs et latéraux, sont situés en arrière du sphénoïde. Le temporal résulte de la soudure de 3 os qui sont distincts chez l'embryon : l'écaille, le tympanal et le rocher. Les temporaux sont creusés de nombreuses cavités : canal de passage de l'artère carotide interne, canal de passage du nerf facial, cavité de l'oreille moyenne et de l'oreille interne.

Les **os pariétaux** : au nombre de 2, pairs et latéraux, sont situés en arrière du frontal, au-dessus des temporaux. Les 2 pariétaux s'articulent entre eux sur la ligne médiane du sommet du crâne.



Les os de la voûte crânienne
Vue latérale droite

1.3 : Le squelette

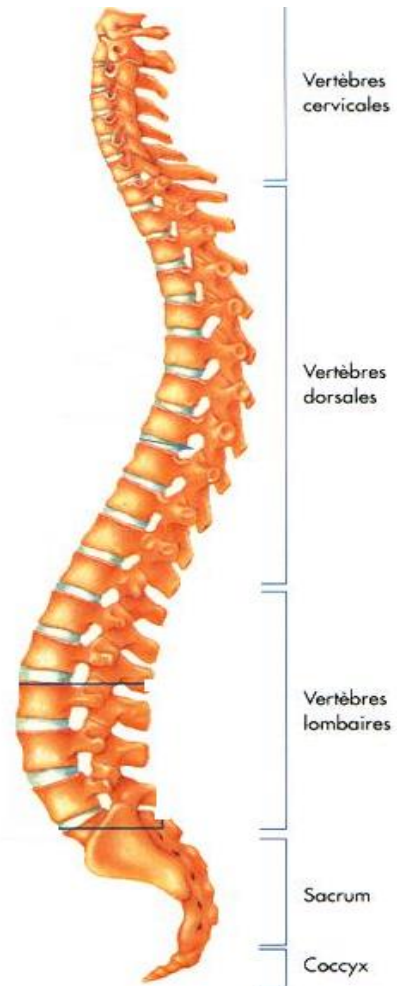
L'une des régions du *squelette axial*, le tronc, est composée des os de la colonne vertébrale et des os de la cage thoracique.

La colonne vertébrale assume un rôle important dans notre corps. C'est à l'intérieur des os de la colonne vertébrale que passe le circuit principal de notre système nerveux. C'est en quelque sorte la ligne à haute tension de notre corps. C'est aussi à ce niveau que plusieurs cellules sanguines sont sécrétées. Pour tout dire, c'est un endroit qui nécessite beaucoup de protection.

La forme complexe des vertèbres est relative aux rôles assurés par celles-ci. Ainsi, il faut que la colonne vertébrale soit souple et puisse bouger selon plusieurs orientations tout en demeurant résistante. La forme courbée de notre colonne vertébrale confère au squelette axial une résistance aux chocs relatifs à la marche, à la course et aux sauts. La colonne vertébrale fonctionne davantage comme un ressort (forme courbée) que comme une tige rectiligne afin d'absorber les chocs dus à notre position verticale.

La colonne vertébrale, appelée également épine dorsale, est un empilement d'os appelés vertèbres. Chaque vertèbre s'articule avec la vertèbre du dessous et du dessus. La colonne vertébrale permet la mobilité du crâne, la flexion du cou et du dos et elle supporte la tête. C'est sur la colonne vertébrale que sont fixées les côtes. Elle contient et protège la moelle épinière, la voie nerveuse principale, qui descend dans un canal situé en son centre. La colonne vertébrale du fœtus et du bébé comprend 33 os distincts, ou vertèbres. Neuf d'entre elles vont fusionner pour donner deux os, le sacrum et le coccyx. Les 24 autres demeurent des vertèbres distinctes, séparées par des disques intervertébraux de tissu conjonctif. La colonne vertébrale est subdivisée en cinq régions :

- ✓ **La région cervicale formée des sept (7) premières vertèbres;**
- ✓ **La région thoracique (dorsale) formée des 12 vertèbres suivantes;**
- ✓ **La région lombaire formée de cinq (5) vertèbres;**
- ✓ **La région sacrée formée aussi de cinq (5) vertèbres;**
- ✓ **La région coccygienne composée de quatre (4) vertèbres.**

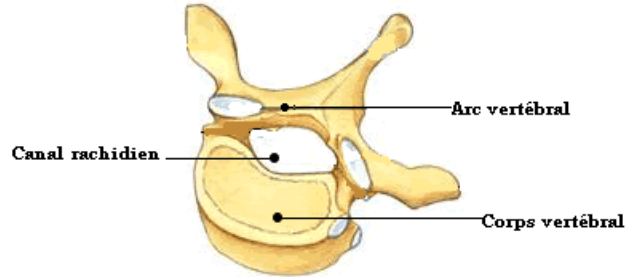


Colonne vertébrale
Vue latérale gauche

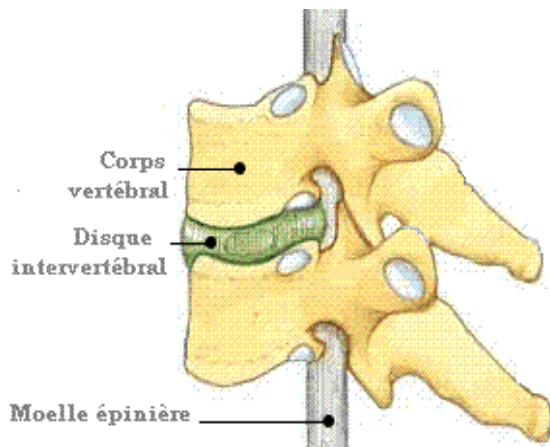
1.3 : Le squelette

Certaines **vertèbres sont soudées** ensemble à l'âge adulte. Ainsi, les cinq (5) vertèbres sacrées forment un seul os nommé le **sacrum** et les quatre (4) vertèbres coccygiennes forment le **coccyx**. Par contre, toutes les vertèbres ont la même structure de base. Voici les composantes de base d'une vertèbre : le **corps vertébral** et l'**arc vertébral**.

Ces deux composantes forment un trou au centre de la vertèbre. C'est dans ce trou, appelé trou vertébral, qu'est le **canal rachidien** qui contient la moelle épinière si importante.



Les autres composantes des vertèbres assurent un support aux muscles et aux ligaments conférant ainsi à la colonne vertébrale sa souplesse, son élasticité et sa résistance.



Les vertèbres sont reliées ensemble par des ligaments et des muscles. Entre deux vertèbres, il y a un coussin. C'est le **disque intervertébral**. Ce disque est composé de cartilage fibreux qui assure un certain degré de mouvement au niveau de l'articulation intervertébrale (articulation semi-mobile). Il agit comme un **coussin amortisseur** tout en permettant à la colonne vertébrale de **fléchir dans plusieurs directions**.

Ces disques sont plus ou moins épais selon leur position dans la colonne. Ainsi, dans la région lombaire et cervicale, ils sont plus épais permettant une meilleure flexibilité à ces endroits. L'épaisseur de tous ces disques intervertébraux constitue, à elle seule, près de 25 % de la longueur de la colonne vertébrale.

1.3 : Le squelette

La cage thoracique est une cavité formée par **les côtes, le sternum et les vertèbres thoraciques**. Son rôle est de protéger les organes vitaux s'y trouvant : le cœur, les poumons ainsi que les gros vaisseaux sanguins. Les os qui la composent seront aussi des points d'attache aux muscles des épaules et du dos. Les muscles situés entre les côtes (muscles intercostaux) assurent les mouvements de la cage thoracique lors de la respiration.

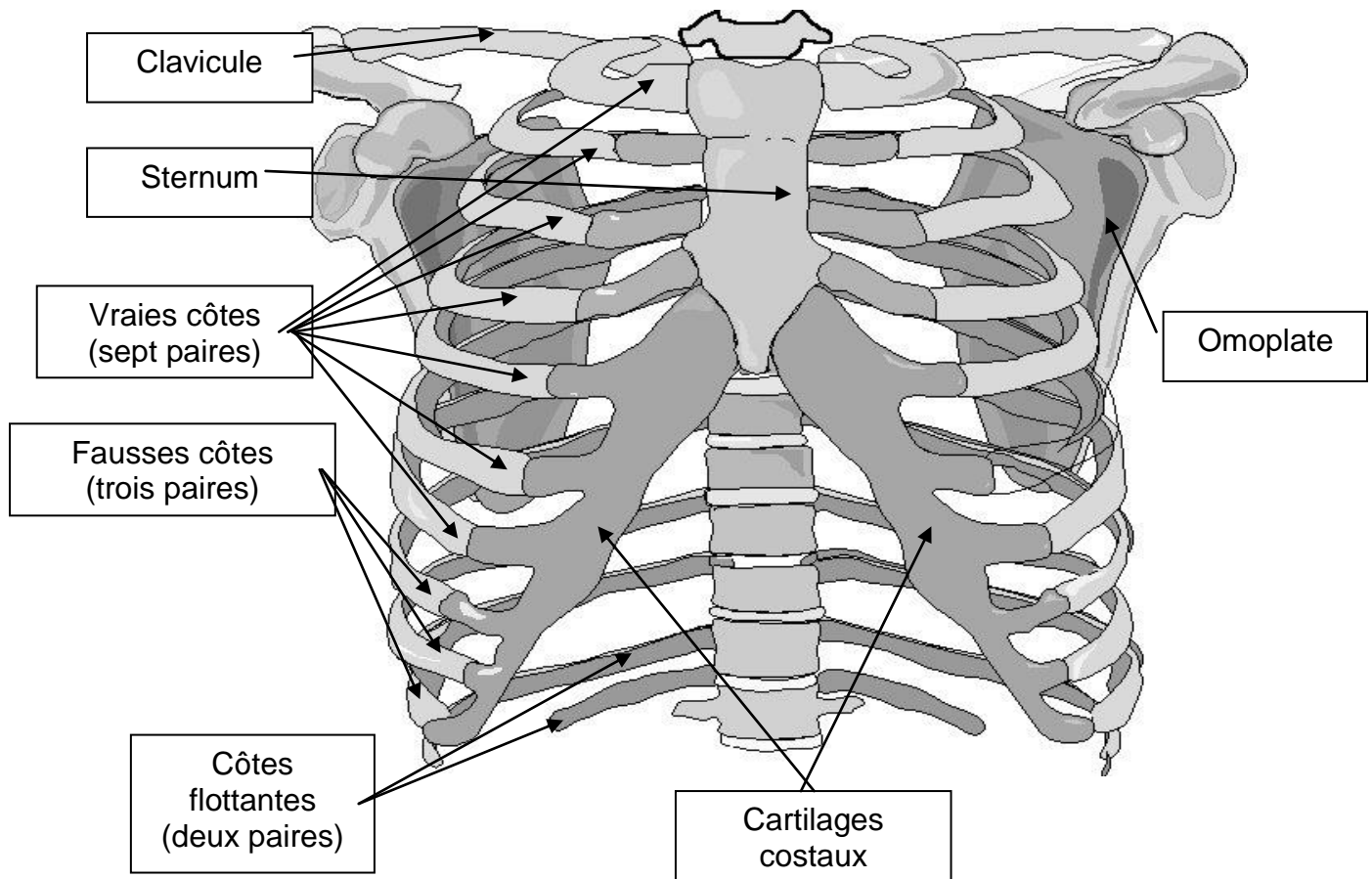
Nous avons déjà parlé des vertèbres thoraciques de façon générale. Il serait cependant important de mentionner qu'elles ont une forme un peu différente des autres vertèbres à cause de la fonction de rattachement aux côtes.

Les côtes, au nombre de **12 paires**, sont courbées et se rattachent toutes aux vertèbres thoraciques à l'arrière. Elles sont divisées en trois groupes : **les vraies côtes, les fausses côtes et les côtes flottantes**.

Les **vraies côtes (sept paires)** sont rattachées directement au sternum par une articulation semi-mobile formée de cartilage costal.

Les **fausses côtes (trois paires)** ne sont pas directement reliées au sternum. Elles sont plutôt rattachées à un cartilage commun (cartilage costal) qui lui, est relié au cartilage costal du sternum.

Les **côtes flottantes (deux paires)** ne sont pas rattachées au sternum du tout. Elles flottent sous les fausses côtes.

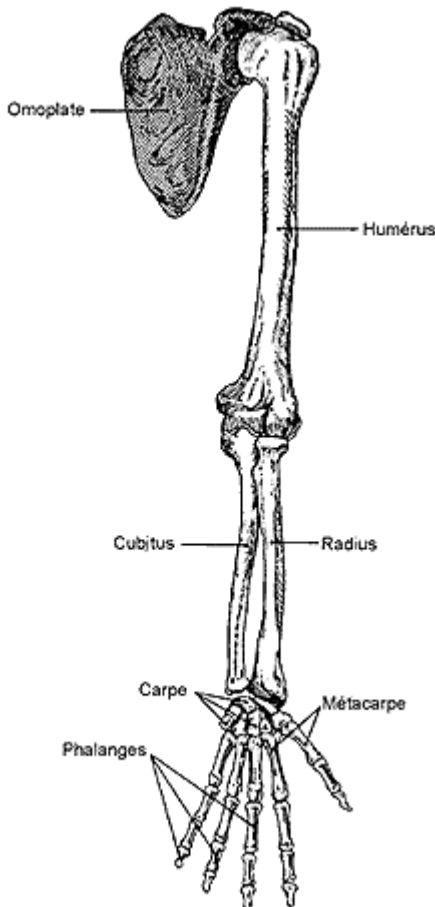
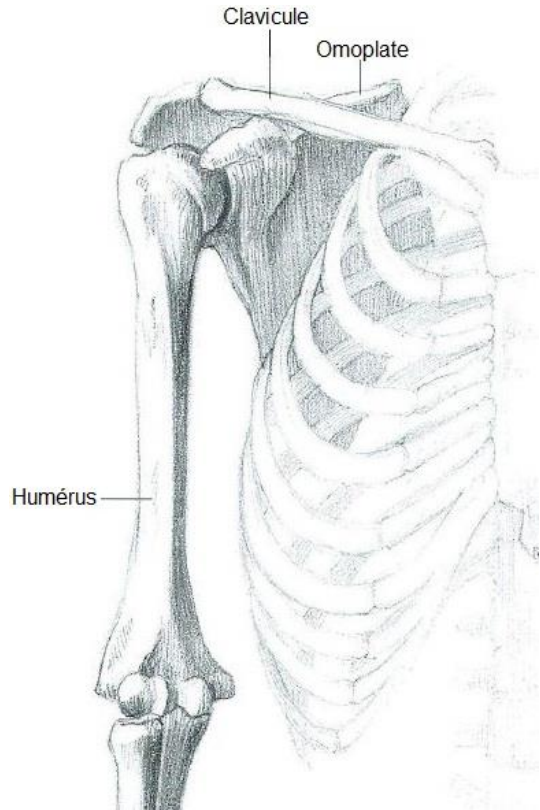


1.3 : Le squelette

Comme nous l'avons mentionné précédemment, le *squelette appendiculaire* est formé de deux parties: **Les membres supérieurs et les membres inférieurs.**

Les os qui forment les **membres supérieurs** sont les **os de la ceinture scapulaire, des bras, des avant-bras et des mains.**

La **ceinture scapulaire** est la région de l'épaule. Les os la composant sont les **omoplates**, appelées aussi scapulas, et les **clavicules**. Ces os servent de point d'attache aux muscles responsables des mouvements des bras et des épaules. Ils sont tous de la catégorie des os plats. Les omoplates sont de forme triangulaire tandis que les clavicules sont en forme de tubes aplatis.



Le bras est formé d'un seul os, l'**humérus**. C'est un os de type long. Il est le plus long des os des membres supérieurs.

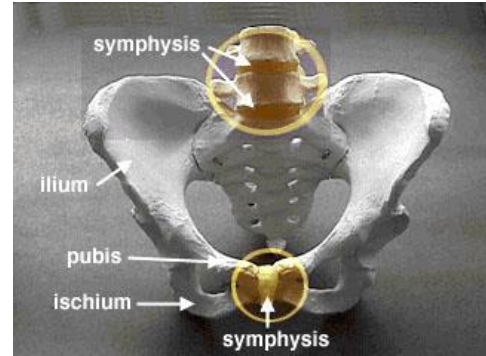
L'avant-bras est formé de deux os longs, **le radius et le ulna** (aussi nommé **cubitus** dans l'ancienne appellation). Ces deux os sont parallèles, mais peuvent facilement se croiser pour effectuer un mouvement de rotation de l'avant-bras. Le radius est externe (du côté du pouce) tandis que le ulna/cubitus est interne. Celui-ci est légèrement plus long que le radius. De plus la partie supérieure de l'ulna (ou cubitus) est épaisse et participe, avec l'humérus, à la formation de l'articulation du coude.

La main est formée quant à elle de plusieurs petits os divisés en trois séries. D'abord, **les os carpiens (huit os)** forment le poignet. Ensuite, la paume est constituée des **cinq os métacarpiens**, et finalement, **les doigts** sont constitués de **14 os** soit trois phalanges par doigt sauf pour le pouce qui en compte deux.

1.3 : Le squelette

L'autre groupe d'os du squelette appendiculaire forme les **membres inférieurs**. Ce sont les os de la **hanche, de la cuisse, de la jambe et du pied**. Tout comme pour les membres supérieurs, ces os ont un seul point d'attache au tronc. Ici, ce point d'attache est assuré par **la ceinture pelvienne**.

La **ceinture pelvienne** est formée des **deux os iliaques**. Ce sont les os de la hanche. Chez l'adulte, il n'y a que deux os. Chez les enfants, ces os ne sont pas encore complètement formés et ce sont trois os de chaque côté de la hanche qui forment la ceinture pelvienne (l'ilion, l'ischion et le pubis). Sur le schéma, nous conservons les noms de ces os pour désigner les régions de l'os iliaque.

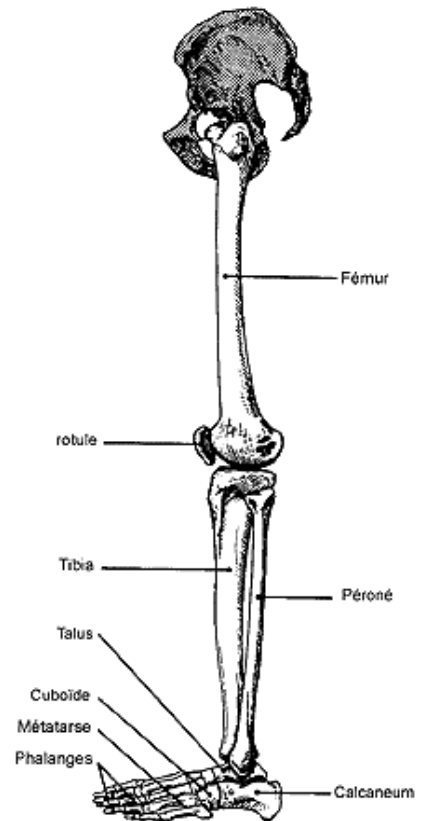
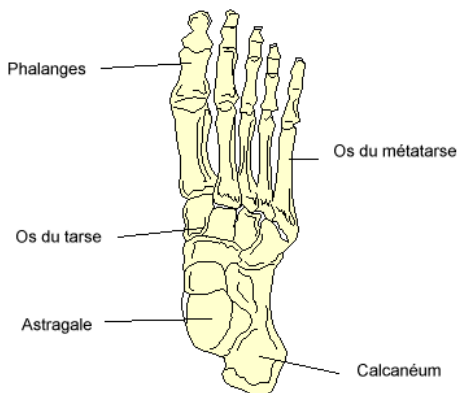


La cuisse est composée du plus grand os du corps, le **fémur**. C'est un os long typique.

La jambe est constituée de deux os longs, **le tibia et le fibula** (ou **péroné** dans l'ancienne appellation). La rotule du genou fait partie de la jambe. C'est un os triangulaire et plat qui est proéminent sur le devant du genou lorsque la jambe et la cuisse forment un angle droit (position assise).

Le pied, au point de vue structural, est très semblable à la main. Il possède lui aussi trois séries d'os qui le composent.

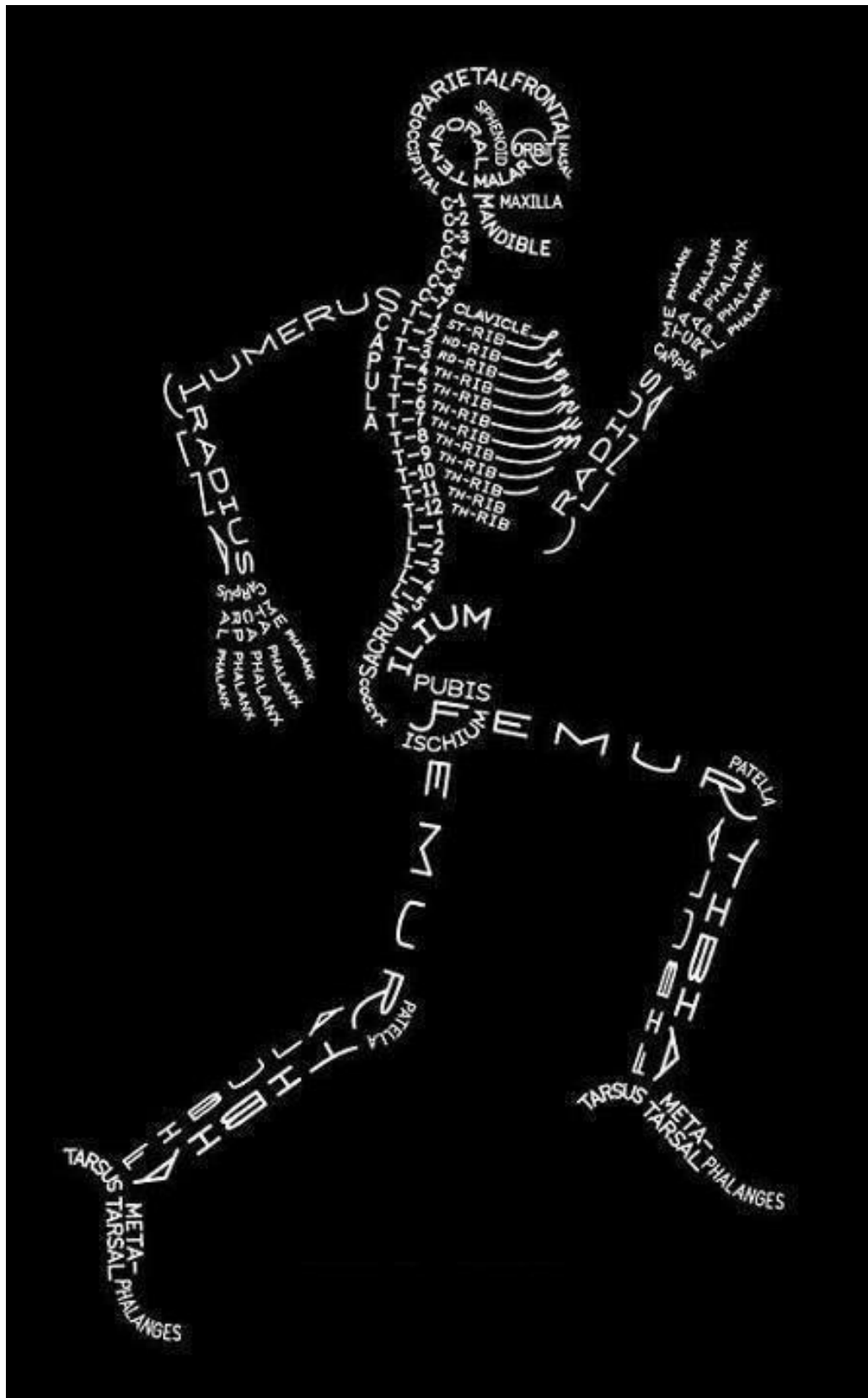
D'abord, les **os tarsiens** de la cheville se comparent aux os carpiens du poignet. Il y en a sept. Les deux principaux qui nous intéressent sont le **calcaneum (le talon)** et **l'astragale**.



Ensuite, les **cinq métatarses** sont l'équivalent des cinq métacarpes de la paume de la main.

Finalement, les **14 phalanges** des orteils complètent le pied, tout comme les 14 phalanges des doigts complètent la main.

1.3 : Le squelette





Le squelette d'un être humain adulte comprend 206 os identifiés.

Le laboratoire qui suit vise à situer sur un squelette grandeur réelle certains os vus dans cette section.

À l'aide d'indices, vous aurez à nommer l'os ou le groupe d'os et à le situer sur un modèle anatomique du squelette humain.

Vous devez manipuler le squelette avec soin.

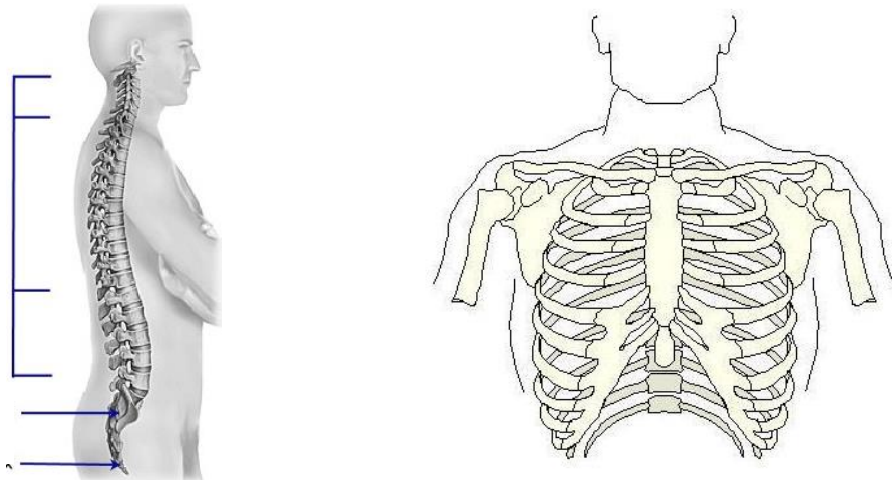
Il est demandé de trouver le nom de la structure décrite et d'indiquer le numéro de cette structure sur le schéma avant de vous présenter au laboratoire.



Structure osseuse du crâne	
Nom	Indices
1-	Os (2) comprenant le conduit auditif externe
	Comprend une fosse mandibulaire qui reçoit la mâchoire inférieure
2-	Os comprenant les cornets nasaux supérieurs et moyens
	Il est percé de trous olfactifs
3-	Os (2) qui forment la plus grande partie de la face supérieure du crâne
	Ils sont soudés ensemble sur le dessus du crâne
4-	Os qui forme le front et l'arcade sourcilière
	Forme le plafond des fosses nasales
5-	Os qui forme le derrière de la tête
	Il comprend le trou du même nom qui permet le passage de la moelle épinière
6-	Os traversé des canaux optiques
	Il est situé à l'arrière des yeux

1.3 : Le squelette

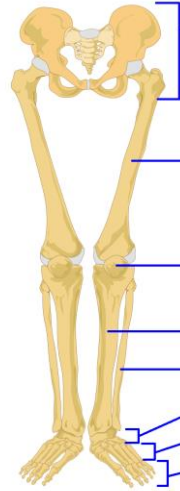
Structure osseuse de la colonne vertébrale	
Nom	Indices
1-	Vertèbres (7) qui composent le cou La première, l'atlas, supporte la tête
2-	Vertèbres (12) formant le haut du dos Chacune de ces vertèbres est reliée à une paire de côtes (vraies ou fausses)
3-	Vertèbres (5) formant le bas du dos Leur structure robuste supporte une lourde charge
4-	Vertèbres soudées (5) formant le bas du dos Se joignent aux deux os des hanches
5-	Vertèbres soudées (4) formant un petit os triangulaire Os quasiment inutile chez l'humain, vestige de la queue des mammifères



Structure osseuse de la cage thoracique	
Nom	Indices
1-	Os (2) plats et triangulaires S'articule avec l'humérus pour former l'épaule
2-	Os (2) longs et incurvés Relient le sternum aux omoplates
3-	Os plat de 15 cm en forme de cravate Tous les cartilages costaux y sont reliés
4-	En 7 paires, elles protègent le cœur et les poumons Elles sont reliées directement au sternum par des cartilages costaux.
5-	En 3 paires, elles protègent le cœur et les poumons Reliées indirectement au sternum par un cartilage costal commun
6-	En 2 paires, situées sous les fausses côtes Ne sont pas rattachées au sternum
7-	Structures de cartilage, non osseuses Relient les côtes au sternum

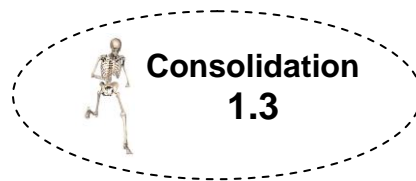
1.3 : Le squelette

Structure osseuse des membres supérieurs	
Nom	Indices
1-	Os unique du bras
	Le plus long des os des membres supérieurs
2-	Le plus court des 2 os de l'avant-bras
	Du côté du pouce
3-	Le plus long des 2 os de l'avant-bras
	Son extrémité supérieure forme le coude
4-	Ensemble de 8 petits os courts
	Ils forment le poignet
5-	5 os allongés reliés au poignet
	Ils forment la paume et sont reliés aux doigts
6-	Ces 14 os forment 5 doigts
	Le pouce n'en compte que 2

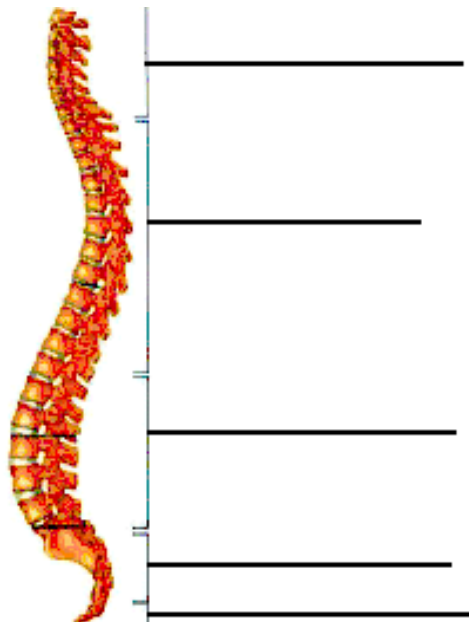
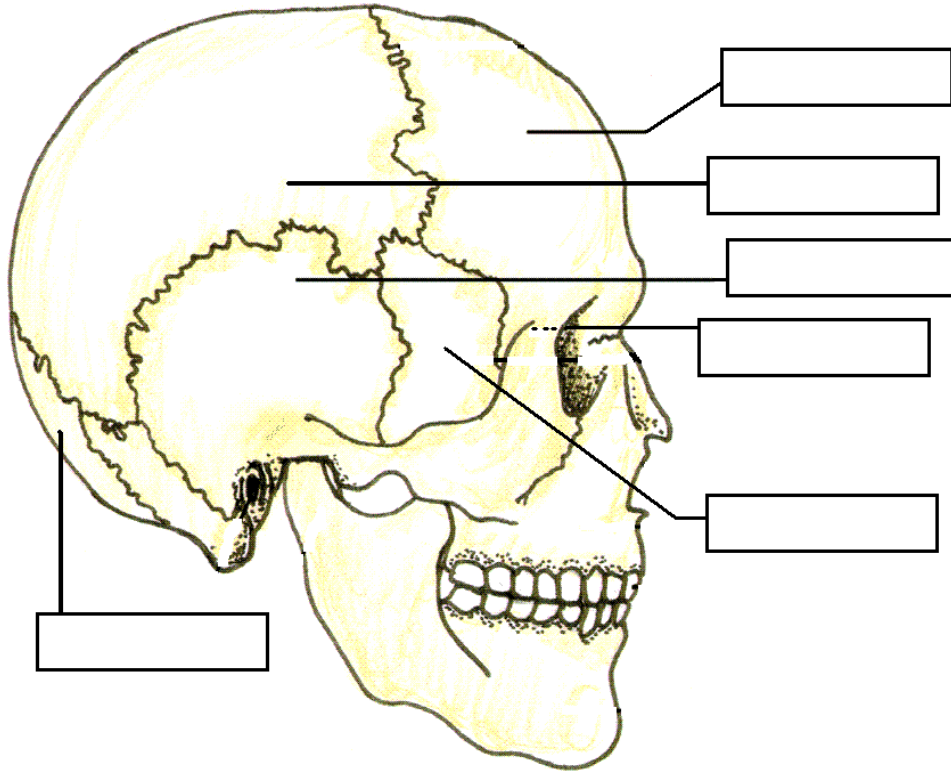


Structure osseuse des membres inférieurs	
Nom	Indices
1-	Os unique de la cuisse
	Le plus gros os du corps
2-	Os triangulaire logé dans le tendon des muscles à l'avant de la cuisse
	Il protège l'articulation du genou
3-	Le plus gros et le plus interne des 2 os de la jambe
	Os situé entre le genou et le pied
4-	Os latéral de la jambe
	En forme de bâton
5-	Ensemble de 7 os courts de formes diverses
	Forment la cheville
6-	5 os allongés reliés à la cheville
	Ils forment la plante du pied et sont rattachés aux orteils
7-	Ces 14 os forment 5 orteils
	Le gros orteil n'en compte que 2

1.3 : Le squelette



1.3-1 Indiquez le nom des os pointés sur les schémas suivants.



1.3 : Le squelette

1.3-2 Combien de vertèbres compte le sacrum ? _____
Combien de vertèbres compte le coccyx ? _____

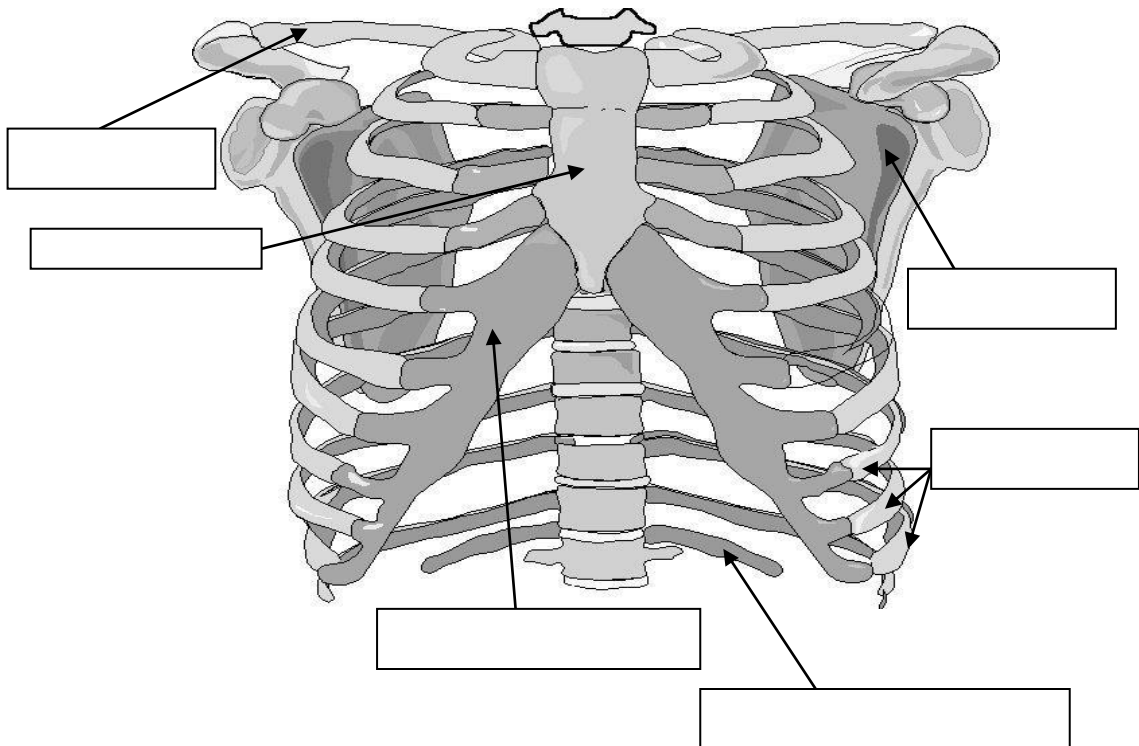
1.3-3 Comment se nomme le contenu du canal rachidien ?

1.3-4 Comment appelle-t-on le coussin entre deux vertèbres ?

1.3-5 Qu'est-ce qui fait que la colonne vertébrale est flexible ?

1.3-6 Nommez les os qui forment la cage thoracique.

1.3-7 Complétez le schéma suivant.

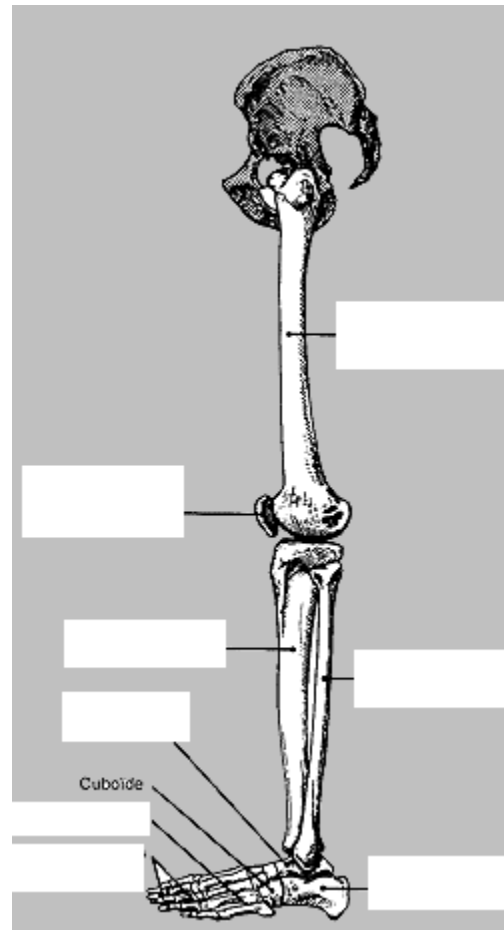
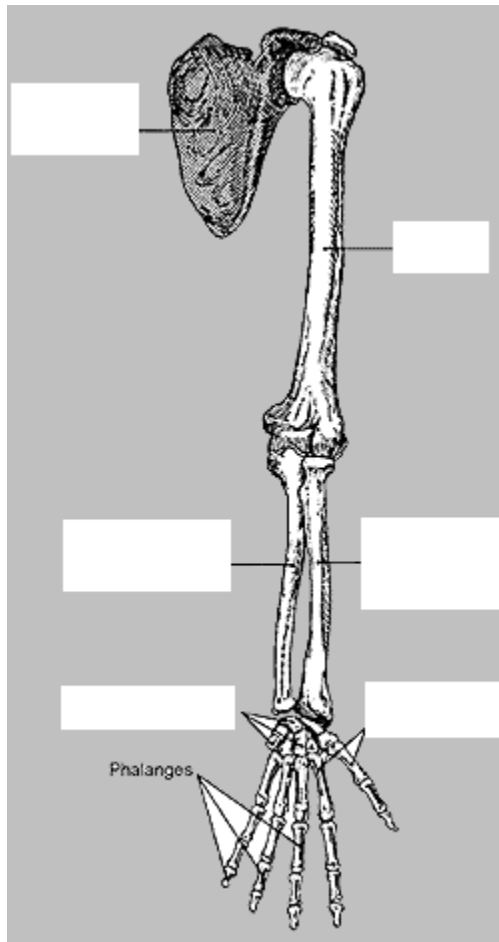


1.3 : Le squelette

1.3-8 Nommez les trois groupes dans lesquels les 12 paires de côtes sont divisées. _____

1.3-9 Le sternum sert de point d'attache à quelles côtes ? _____

1.3-10 Indiquez le nom des os sur les schémas suivants.



1.3-11 Nommez les os qui forment l'épaule. _____

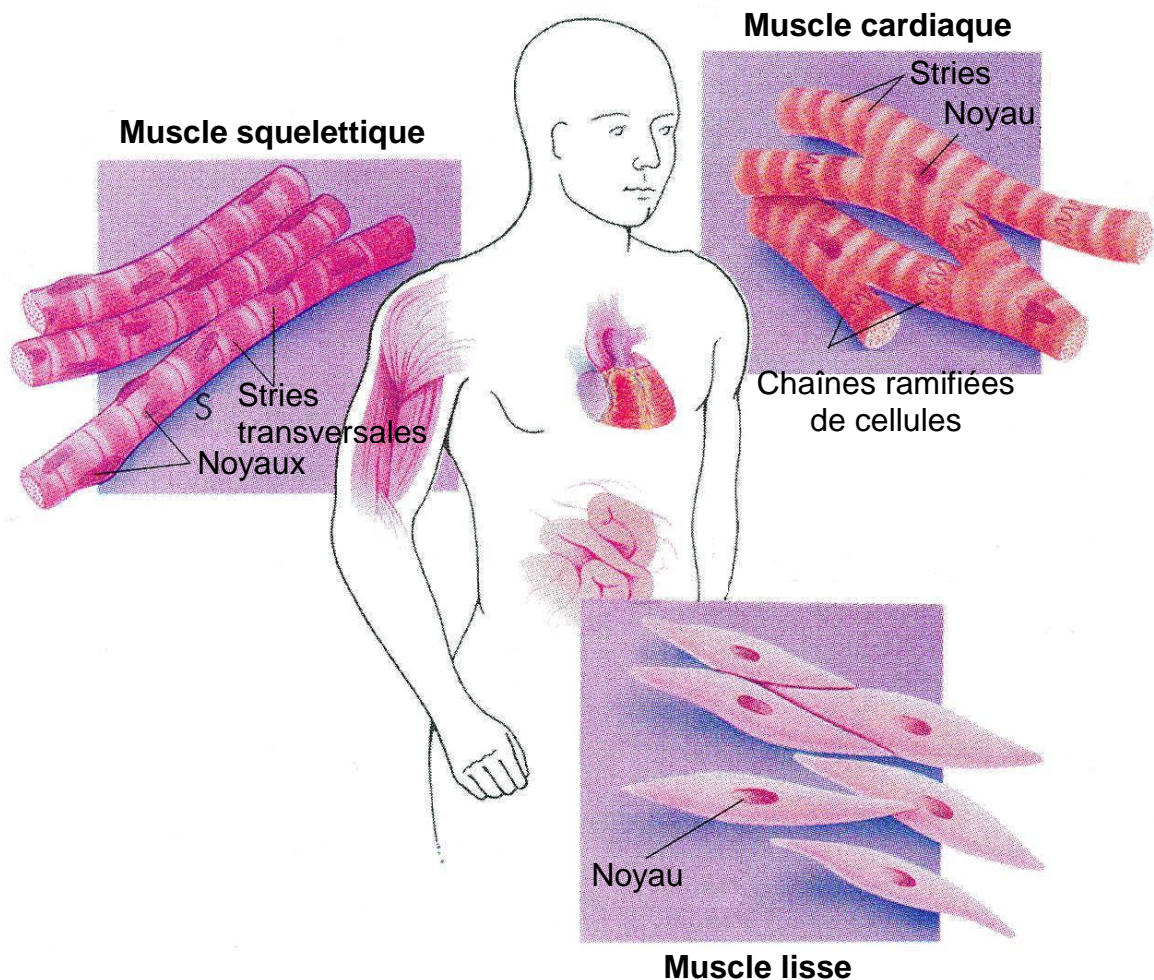
1.3-12 Nommez les os qui forment le bassin. _____

Section 1.4 : Anatomie des muscles

Les muscles squelettiques, qui soutiennent le squelette et permettent les mouvements, représentent 40 % de la masse corporelle. Ces muscles sont qualifiés de volontaires, car on peut les contrôler. Ils sont reliés aux os par des tendons robustes et flexibles. Le corps en compte plus de 600, de tailles et de formes variées. Le cœur et les parois des autres organes creux contiennent aussi une certaine proportion de tissu musculaire. Sous ses différentes formes, le tissu musculaire représente presque la moitié de notre masse corporelle.

Il existe trois types de tissu musculaire :

- ✓ **Les muscles squelettiques (ou muscles striés)**
- ✓ **Le muscle cardiaque**
- ✓ **Les muscles lisses**



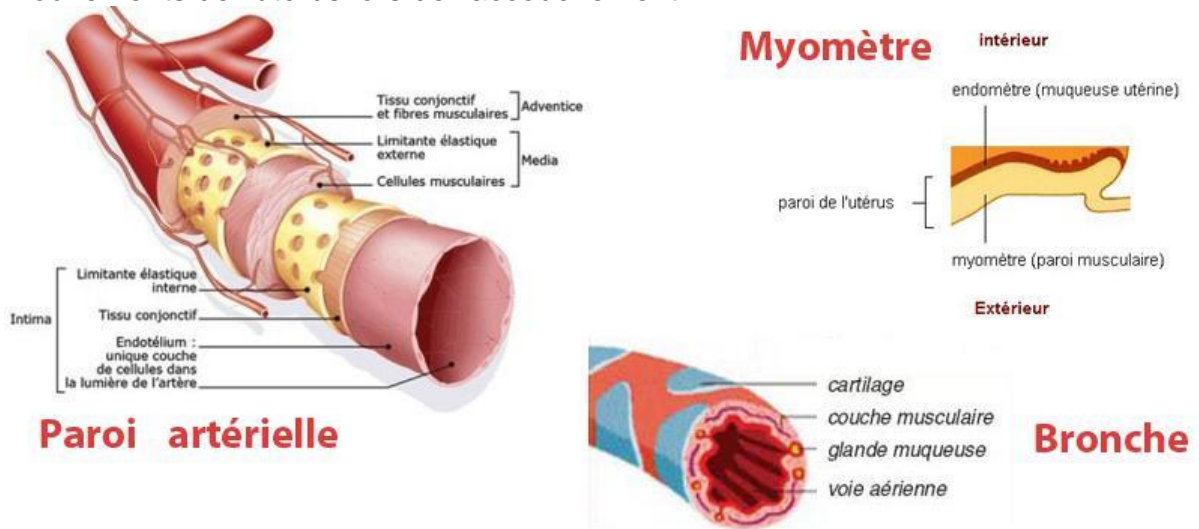
Toutes les cellules musculaires ont une forme allongée. C'est pour cette raison qu'on les nomme fibres musculaires. Ces trois types de tissu musculaire diffèrent par la structure de leurs cellules, leur situation dans le corps, leur fonction et par le mode de déclenchement de leurs contractions.

1.4 : Anatomie des muscles

Les muscles lisses sont, comme leur nom l'indique, lisses et ne possèdent pas de stries. Ces muscles aussi sont involontaires. C'est-à-dire que nous n'exerçons généralement aucun contrôle sur leurs activités. Les muscles lisses sont situés dans notre corps et constituent nos organes. Ce ne sont pas des muscles responsables de la motricité et du mouvement, mais ils sont présents pour effectuer certaines tâches organiques. Ils assurent certains mouvements des organes internes. Parmi cette catégorie musculaire on peut citer les parois artérielles, les bronches, les muscles utérins, comme le myomètre ou encore les parois des organes viscéraux creux comme l'estomac et la vessie.

Souvent reliés aux muqueuses, les muscles lisses ont pour but principal d'apporter les éléments extérieurs aux divers organes.

Par exemple, les fibres musculaires de la paroi artérielle ont pour but d'ajuster le diamètre de l'artère afin de permettre une élasticité et par conséquent faciliter le transport du sang vers les organes cibles. La couche musculaire des bronches a une fonction égale à celle des artères, mais sont chargés de faire passer les gaz. Enfin, le myomètre, sous contrôle hormonal, a pour but quant à lui d'effectuer des contractions musculaires afin de dégager les débris d'ovocyte s'il n'y a pas eu de fécondation après l'ovulation, il est de même responsable des mouvements de l'utérus lors de l'accouchement.



Exemples de muscles lisses

Leur contraction ou leur relâchement ne sont pas soumis à des ordres volontaires du cerveau, mais à des réflexes (nerveux) ou à des stimulations hormonales. Les muscles lisses, contrairement aux muscles squelettiques, ne se fatiguent pas : ils sont capables de fonctionner en continu, mais n'offrent pas, chez l'humain, la puissance des muscles striés.

Au microscope, les fibres musculaires lisses sont petites, fusiformes et mononucléées (chaque cellule possède un seul noyau); elles ne sont pas striées.

1.4 : Anatomie des muscles

Le muscle cardiaque, appelé myocarde, est aussi un muscle qui possède des stries, mais il n'est pas volontaire. La plupart d'entre nous n'exerçons aucune maîtrise consciente sur notre rythme cardiaque. C'est un muscle involontaire. C'est ce qui le différencie des muscles squelettiques (muscles striés). Le myocarde est un muscle épais et creux se contractant de manière rythmique. Ce muscle est responsable de la circulation sanguine.



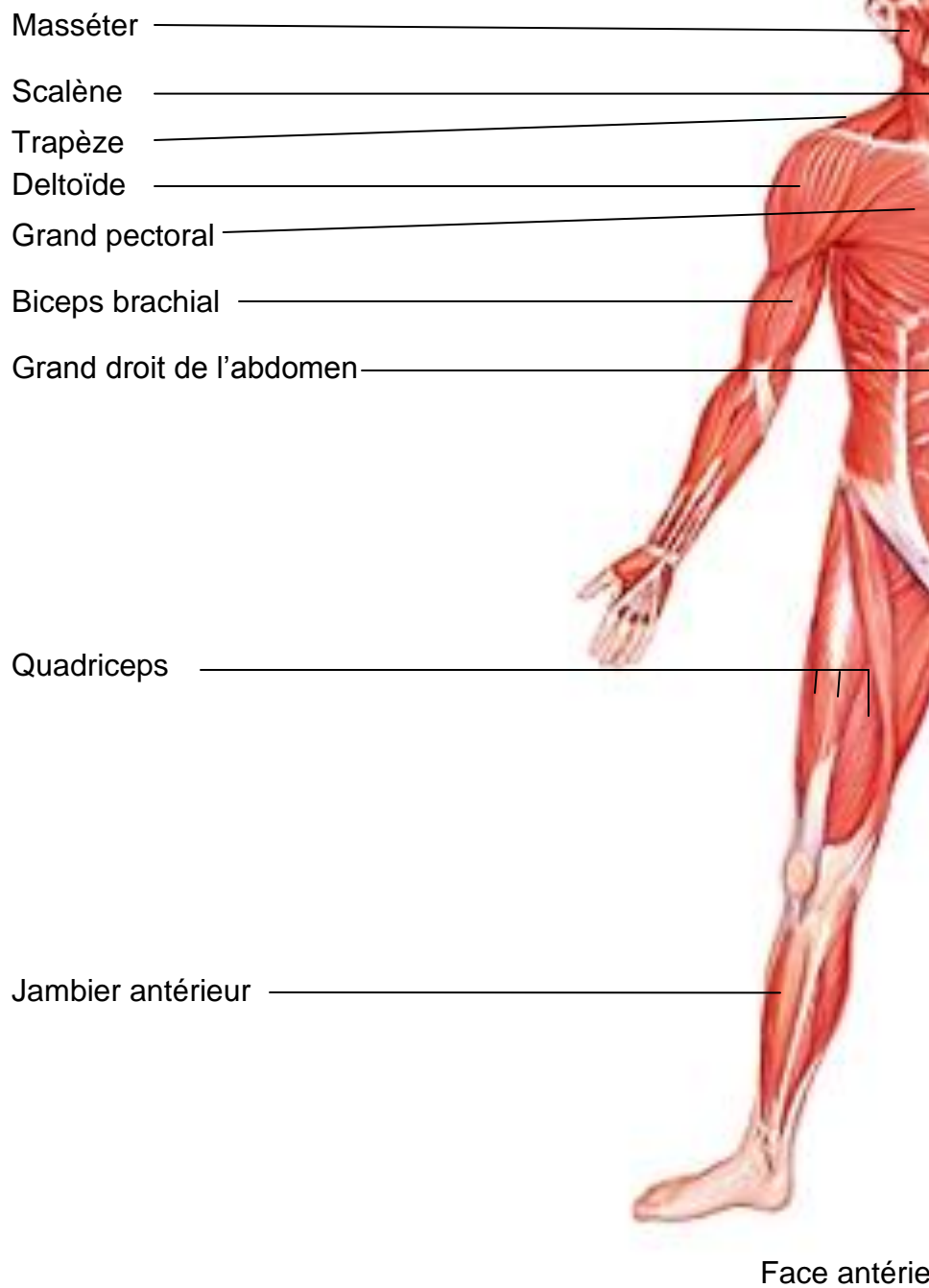
Les **muscles squelettiques** sont les plus nombreux dans notre corps, il y en a plus de 600. Ce sont les muscles rattachés aux os de notre squelette par les tendons. Ils sont responsables des mouvements que nous effectuons. Ils se contractent selon notre volonté, quoique certains se contractent par réflexe à l'occasion. Ainsi, le diaphragme est un muscle squelettique. Les fibres musculaires squelettiques sont les fibres musculaires les plus longues et ont une structure striée. Ils se contractent rapidement et peuvent développer une force considérable. Par contre, ils se fatiguent plus ou moins rapidement et ont besoin de repos régulièrement. Au microscope, les fibres musculaires squelettiques sont longues, striées (on remarque une alternance de bandes foncées et claires) et multinucléées.

Il est évident que la mémorisation du nom, de la situation et des actions de tous les muscles squelettiques serait une tâche énorme. Pour ce cours, vous devez être en mesure de : « classer certains muscles selon qu'ils sont lisses, squelettiques ou cardiaque et de justifier le classement. »¹ Voici donc, aux deux prochaines pages, quelques-uns des principaux muscles squelettiques situés d'abord sur une figure en vue antérieure et ensuite en vue postérieure.

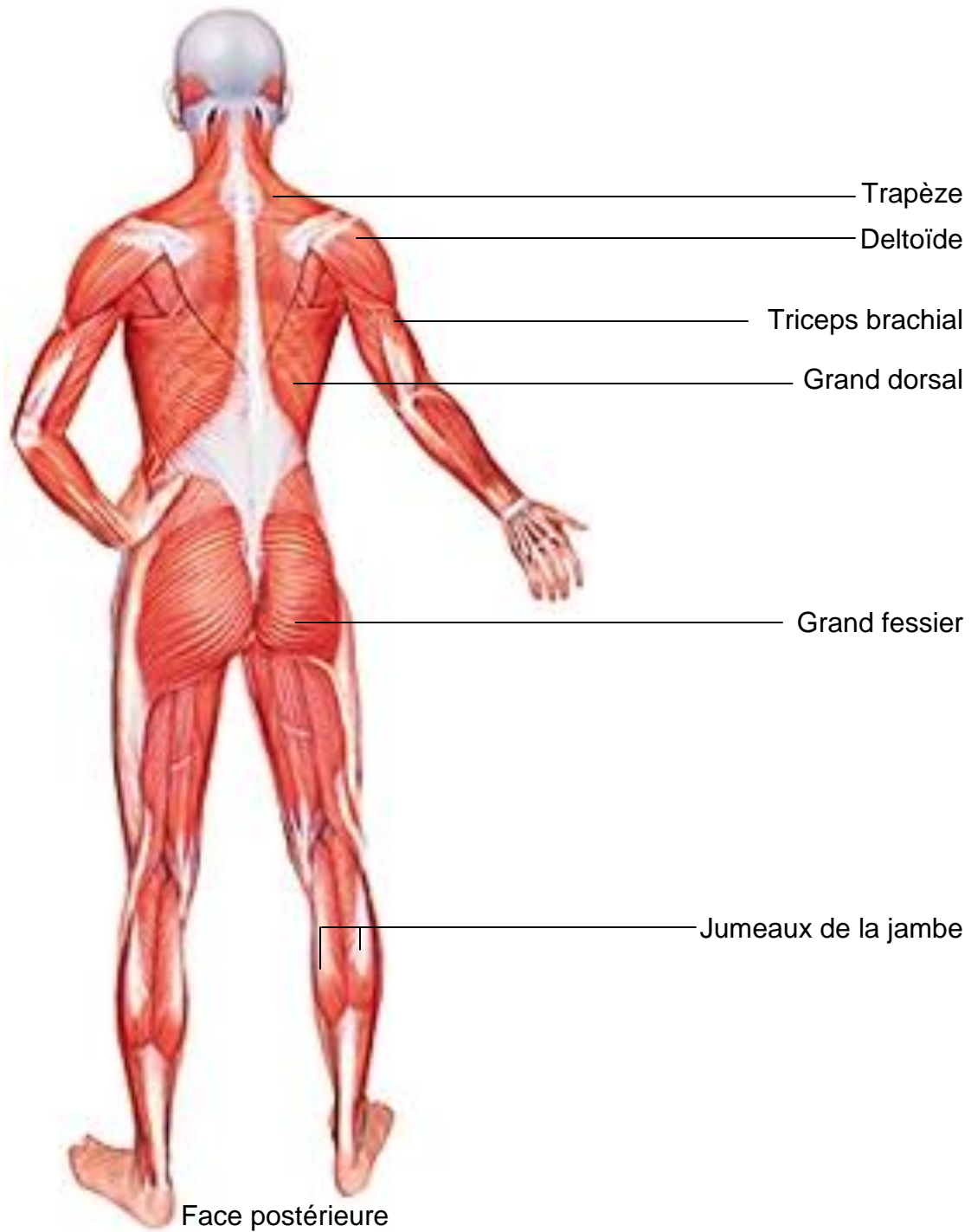


¹ Québec, Ministère de l'Éducation, 2004, Définition du domaine d'examen BIO-5066-1, Biologie 5^e secondaire, formation générale des adultes p. 6.

Quelques-uns des muscles squelettiques



Quelques-uns des muscles squelettiques

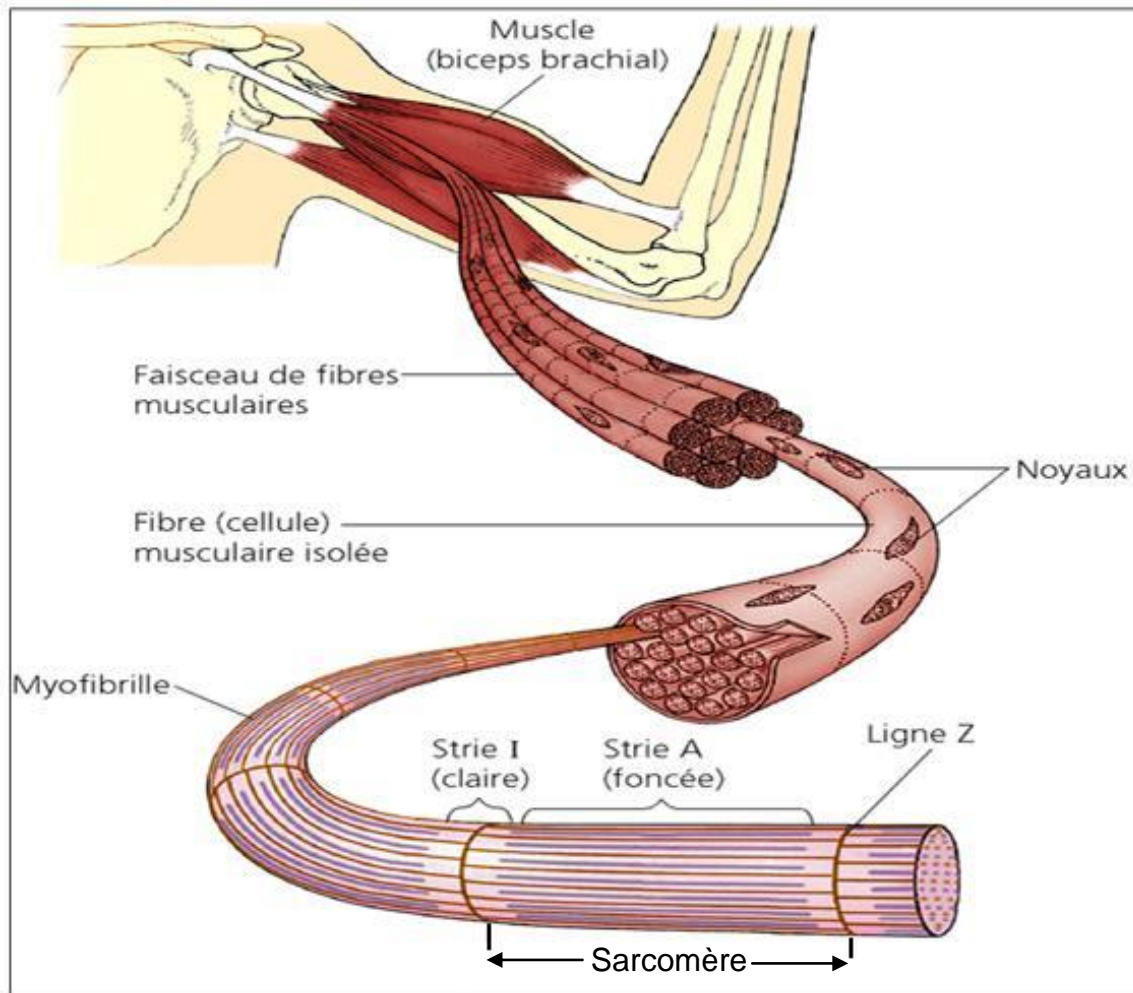


Les tissus entrant dans la composition du muscle

Le muscle (la chair) est constitué de trois types de tissus : musculaire, conjonctif et nerveux. Le tissu musculaire comprend l'ensemble des protéines permettant la contraction du muscle. Le **tissu conjonctif** assure le maintien de la structure du muscle et permet la transmission de la force développée par celui-ci aux pièces osseuses. Le tissu nerveux participe tant à la production qu'à la régulation de la force et du tonus musculaire.

La structure des muscles squelettiques

Le muscle squelettique est rattaché aux os par des **tendons**. Le muscle squelettique est composé de faisceaux de fibres bien visibles à l'œil nu (pensez aux « fibres » du bœuf bouilli). Le muscle squelettique en lui-même est un ensemble de faisceaux, enveloppé dans ce qu'on appelle du tissu conjonctif. Le tissu conjonctif enveloppe le muscle et se poursuit jusqu'aux extrémités de celui-ci: les tendons sont en fait du tissu conjonctif, qui attache le muscle à l'os. Le tissu conjonctif assure donc le maintien de la structure du muscle et il transmet le mouvement aux pièces osseuses, grâce aux tendons.



1.4 : Anatomie des muscles

Chaque faisceau est lui-même entouré d'un tissu séparateur. Entre les **faisceaux de fibres musculaires** se trouvent des vaisseaux sanguins, ils permettent l'approvisionnement des matières nécessaires à la production d'énergie utilisée pour la contraction.

Un faisceau est un ensemble de **fibres musculaires**. Ces fibres sont dites striées. Il existe des différences de structure entre les muscles striés (squelettiques) et les muscles lisses. Comme le montre le schéma de la page 35 les cellules du muscle strié sont mal définies. Il n'y a pas de cloison entre les cellules. Le muscle strié, contrairement au muscle lisse, comprend des bandes appelées stries.

Les fibres musculaires constituant le faisceau sont des cellules dont les mesures se situent entre quelques millimètres et plusieurs centimètres pour la longueur, 10 à 100 μm pour le diamètre. Les fibres musculaires s'étendent en général sur toute la longueur du muscle et se terminent à ses extrémités dans les tendons du tissu conjonctif. Les fibres musculaires contiennent des structures protéiques contractiles étroitement rassemblées en filaments longitudinaux nommées **myofibrilles**.

Observées au microscope, les fibres musculaires squelettiques présentent une striation latérale et transversale caractéristique d'où le qualificatif de muscle strié.

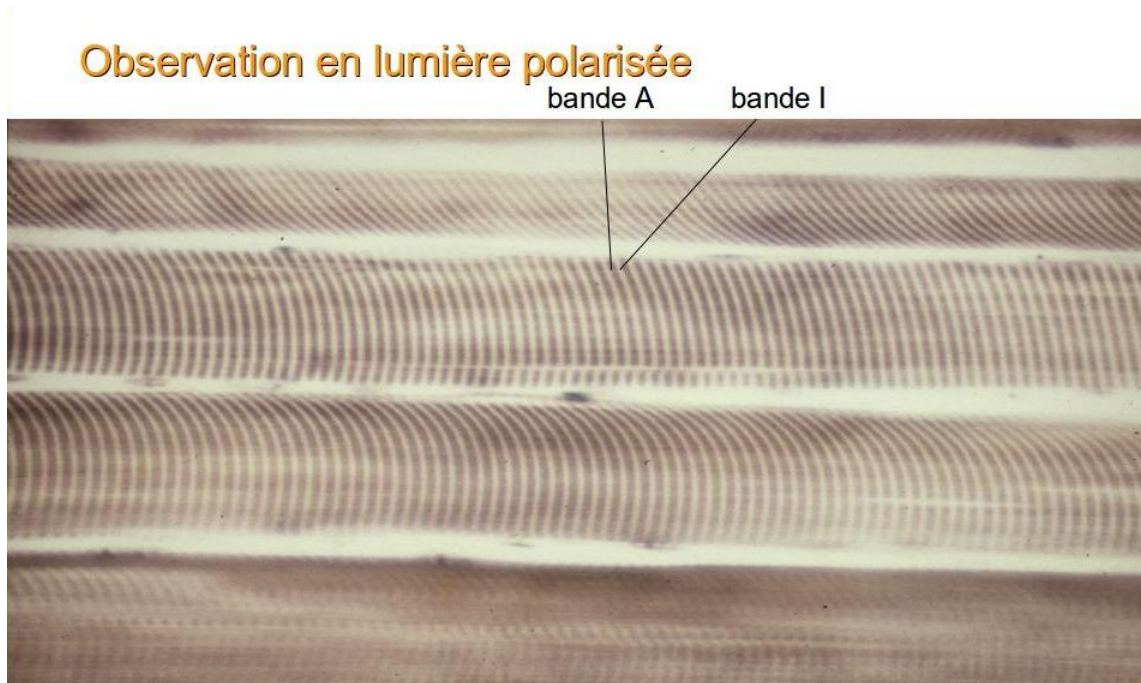


Image du muscle observé en lumière polarisée

L'observation en lumière polarisée met en évidence des zones Isotropes (bande I) et des zones Anisotropes (bande A). C'est à cette alternance et à la juxtaposition des myofibrilles qu'on doit le qualificatif de muscle strié.

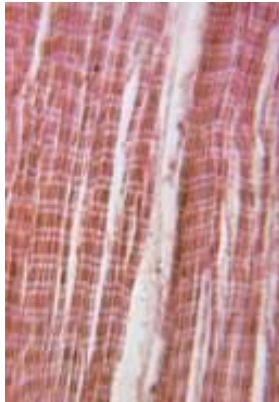
1.4 : Anatomie des muscles

La juxtaposition des myofibrilles en colonnettes correspond aux stries latérales observées au microscope. Cette striation est due aux myofibrilles qui sont elles-mêmes striées et rassemblées de telle sorte que leurs striations se trouvent en regard les unes des autres.

La striation transversale des myofibrilles adjacentes est due à l'alternance régulière sur leur longueur de parties fortement réfringentes (anisotropes) et faiblement réfringentes (isotropes). En lumière transmise, les stries fortement réfringentes apparaissent plus sombres et les autres apparaissent plus claires. On les appelle respectivement bandes A et bandes I. On observe une mince barre sombre au milieu de la bande I que l'on nomme strie Z. La région d'environ 2 μm comprise entre deux lignes Z constitue la plus petite unité fonctionnelle de la myofibrille : le **sarcomère**. La sarcomère est la plus petite unité contractile de la fibre musculaire. Chaque unité fonctionnelle du muscle squelettique est donc une très petite portion de myofibrille. On peut se représenter chaque myofibrille comme une chaîne de sarcomères placés bout à bout.

En résumé, notre corps fonctionne grâce à l'intervention des trois types de muscles. Les muscles lisses pour les organes internes, le myocarde pour le cœur, et les muscles squelettiques pour le mouvement et la motricité. Le myocarde et le muscle squelettique ont une structure fibreuse identique, leurs fibres musculaires sont striées.

La fibre musculaire est la cellule de base du muscle, et ses composants sont d'origines protéiques, tout cela relié à un système nerveux. Ces éléments vont nous permettre d'étudier la contraction musculaire dans la section 2.3.



Vue microscopique d'un muscle squelettique. On distingue bien les stries caractéristiques qui correspondent à la juxtaposition des sarcomères.

1.4 : Anatomie des muscles



1.4-1 Nommez les types de muscles volontaires et involontaires.

Muscles volontaires : _____

Muscles involontaires : _____

1.4-2 Classez chacun des muscles ci-dessous selon le type de muscle et justifiez votre classement.

Muscles	Type de muscle			Justification
	Lisse	Cardiaque	Squelettique	
Biceps brachial				
Bronches				
Diaphragme				
Grand dorsal				
Grand droit de l'abdomen				
Grand fessier				
Grand pectoral				
Jambier antérieur				
Masséter				
Muscle deltoïde				

1.4 : Anatomie des muscles

1.4-3 Classez chacun des muscles ci-dessous selon le type de muscle et justifiez votre classement.

Muscles	Type de muscle			Justification
	Lisse	Cardiaque	Squelettique	
Muscles de la vessie				
Muscles intestinaux				
Muscles jumeaux de la jambe				
Muscles stomacaux				
Muscles utérins				
Myocarde				
Parois artérielles				
Quadriceps				
Scalène				
Trapèze				
Triceps brachial				

1.4-4 Nommez les trois types de tissus qui constituent le muscle et précisez le rôle de chacun.

Type de tissu	Rôle

1.4 : Anatomie des muscles

1.4-5

a) Parmi les énoncés suivants, choisissez les énoncés qui décrivent adéquatement l'organisation d'un muscle squelettique.

1. Le muscle est constitué de trois types de tissus : le tissu de soutien, le tissu de sécrétion et le tissu nourricier.
2. Le tissu conjonctif est le tissu constitutif du muscle qui contient des structures protéiques contractiles nommées myofibrilles.
3. Entre les faisceaux de fibres musculaires se trouve des axones permettant l'approvisionnement des matières nécessaires à la production d'énergie utilisée pour la contraction.
4. Lors de la contraction, le sarcomère se raccourcit.
5. Les myofibrilles présentent une striation transversale due à la présence de zones claires et de zones sombres.
6. Les stries latérales des muscles squelettiques vues au microscope correspondent à la disposition parallèle des myofibrilles.

b) Corrigez les énoncés qui sont faux de façon à les rendre valides.

Énoncés fautifs	Corrections

1.4 : Anatomie des muscles

1.4-6

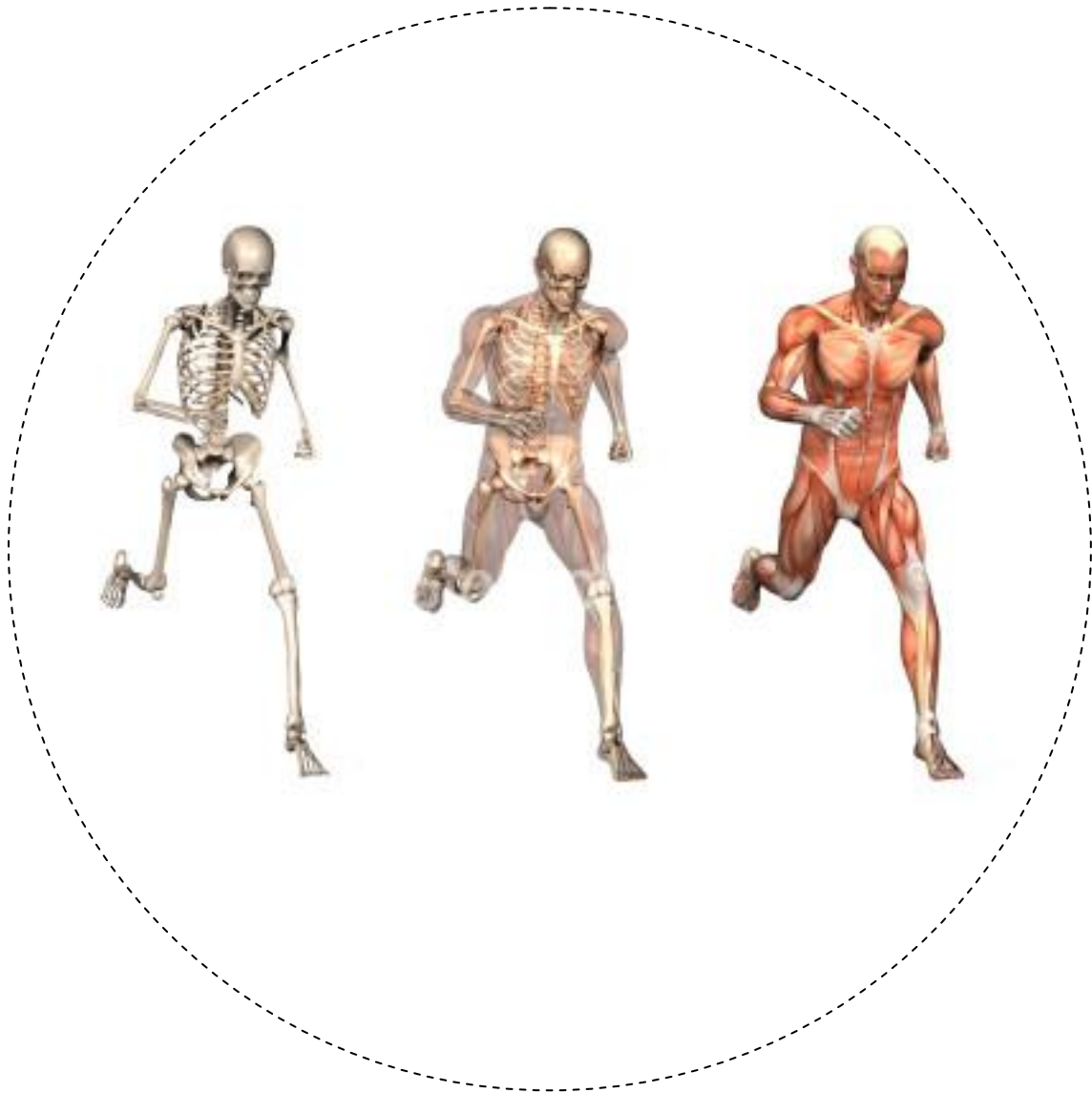
a) Parmi les énoncés suivants, choisissez les énoncés qui décrivent adéquatement l'organisation d'un muscle squelettique.

1. Le muscle est constitué de trois types de tissus : le tissu musculaire, le tissu conjonctif et le tissu nerveux.
2. Le tissu musculaire est le tissu constitutif du muscle qui participe à la production et à la régulation de la force et du tonus musculaire.
3. Les ligaments, formés de tissu conjonctif, rattachent le muscle squelettique aux os.
4. Les sarcomères sont les unités structurales des myofibrilles et ceux-ci sont placés bout à bout.
5. Les muscles lisses observés au microscope présentent des stries latérales et transversales dues respectivement à l'assemblage des myofibrilles en colonnettes et à l'alternance régulière sur les myofibrilles de zones claires et de zones sombres.

b) Corrigez les énoncés qui sont faux de façon à les rendre valides.

Énoncés fautifs	Corrections

Chapitre 2 : Physiologie du système squelettique et musculaire



Chapitre 2 : Physiologie du système squelettique et musculaire

Voici la liste des différents objectifs intermédiaires¹ du cours BIO 5066-1 traités dans chaque section du chapitre 1.

Section	Objectifs intermédiaires
2.1	1.5 Comprendre les différentes étapes de la formation et de la croissance d'un os long.
	1.6 Préciser les principaux éléments nutritifs nécessaires à l'élaboration et au maintien d'une bonne ossature, ainsi que les principales sources alimentaires de ces éléments nutritifs.
2.2	3.8 Décrire les principales articulations des membres supérieurs.
	3.10 Décrire les principales articulations des membres inférieurs.
	3.11 Énumérer les mouvements de base que permet chacune des principales articulations des membres supérieurs et des membres inférieurs.
2.3	4.2 Illustrer, à l'aide d'exemples, les quatre fonctions des muscles.
	4.3 Décrire brièvement les quatre propriétés des muscles.
	4.5 Décrire le mécanisme de la contraction musculaire.
	4.6 Définir l'expression «tonus musculaire».
	4.7 Expliquer les phénomènes de la fatigue musculaire et du téтанos.
2.4	5.1 Décrire le mouvement des muscles engendré par la flexion et l'extension de l'avant-bras.
	5.2 Indiquer, sur un schéma, les points d'origine et les points d'insertion du biceps et du triceps.
	5.3 Expliquer l'expression « muscles antagonistes ».

¹ Québec, Ministère de l'Éducation, 2003, PROGRAMME D'ÉTUDES BIOLOGIE, 5^e secondaire, formation générale des adultes p. 53-60.

Section 2.1 : Physiologie des os

À la naissance, le bébé a déjà des os formés. C'est donc dire que le processus de formation des os a débuté chez le fœtus. En fait, dès la septième semaine de grossesse, on peut apercevoir un début de squelette. Les membres ainsi visibles ne contiennent pas de véritables os. Ce sont plutôt des cartilages hyalins qui seront à l'origine du processus d'ossification. Le cartilage est un tissu résistant mais très élastique. Chez le nouveau-né, presque tout le squelette est constitué de cartilages, qui s'ossifient au fur et à mesure de la croissance.

Le développement du tissu osseux se fait soit directement au sein d'un tissu fibreux, soit au sein d'un cartilage temporaire.

Os de membrane

Les os de la voûte du crâne et la majorité des os de la face ne passent pas par l'état cartilagineux : le tissu conjonctif qui les constitue au début est envahi par de la substance osseuse que sécrètent les cellules de ce tissu conjonctif, qui évoluent tout de suite en ostéoblaste. On appelle des os de membrane les os dont le tissu osseux se fait directement au sein d'un tissu fibreux, par opposition aux autres qui sont des os de cartilage.

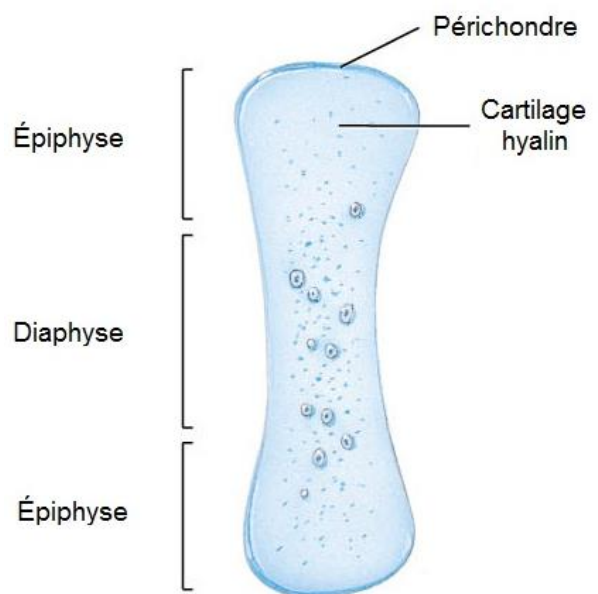
Os de cartilage

Les os longs, comme la majorité des os du squelette, se forment à partir de cartilage hyalin, c'est-à-dire de cartilage qui a l'aspect et la transparence du verre.

Passage de l'état cartilagineux à l'état osseux

Quand l'os n'est encore qu'à l'état de cartilage, il a la forme d'un bâtonnet ou d'une lame, suivant qu'on aura plus tard un os long ou un os plat; ces deux formations sont encore absolument pleines, dépourvues de tout vaisseau et entourées d'une membrane conjonctive particulièrement riche en cellules appelée le périchondre (chondros = cartilage).

Le processus d'ossification débute au troisième mois du développement du fœtus. La formation d'un os long s'amorce habituellement à mi-longueur du bâtonnet de cartilage hyalin. Le périchondre, la membrane qui recouvre le cartilage, est pénétré par des vaisseaux sanguins et se transforme ainsi en périoste vascularisé.



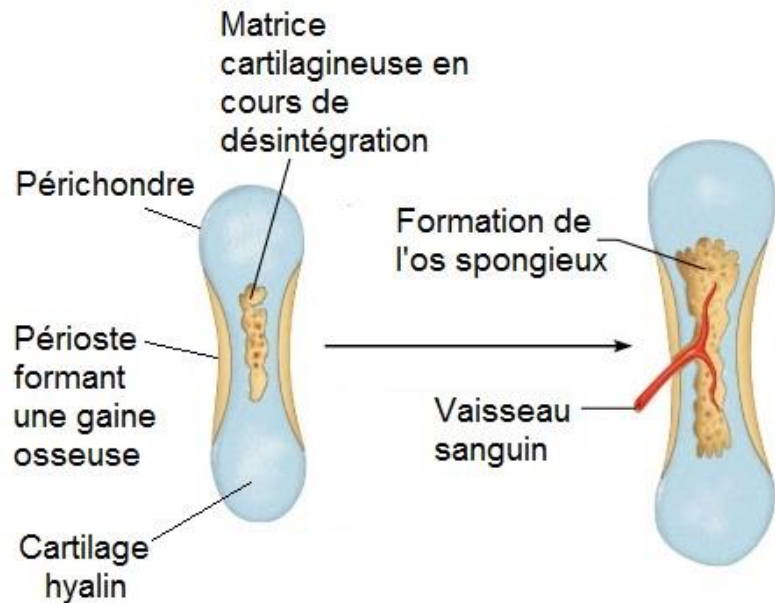
2.1 : Physiologie des os

Sous l'effet des changements de nutrition, des **ostéoblastes** prennent naissance à la face interne du périchondre et commencent à produire de la matière osseuse sous forme de couches osseuses sur la face externe du bâtonnet de cartilage hyalin, l'enfermant ainsi dans une sorte de cylindre appelé gaine osseuse.

Les ostéoblastes sont de jeunes cellules de la moelle osseuse ou du périoste qui produisent de la matière osseuse fondamentale dans laquelle elle finit par être emprisonnée.

Le cartilage maintenant calcifié est imperméable à la diffusion de nutriments et les cellules au centre de la matrice cartilagineuse meurent. Le centre de la matrice cartilagineuse se désintègre et laisse place aux capillaires qui croissent à l'intérieur du cartilage en

voie de désintégration et dont la calcification s'effectue par les ostéoblastes. Au centre de l'os, la masse cartilagineuse est alors remplacée par de l'**os spongieux**. C'est la formation du centre d'ossification primaire.



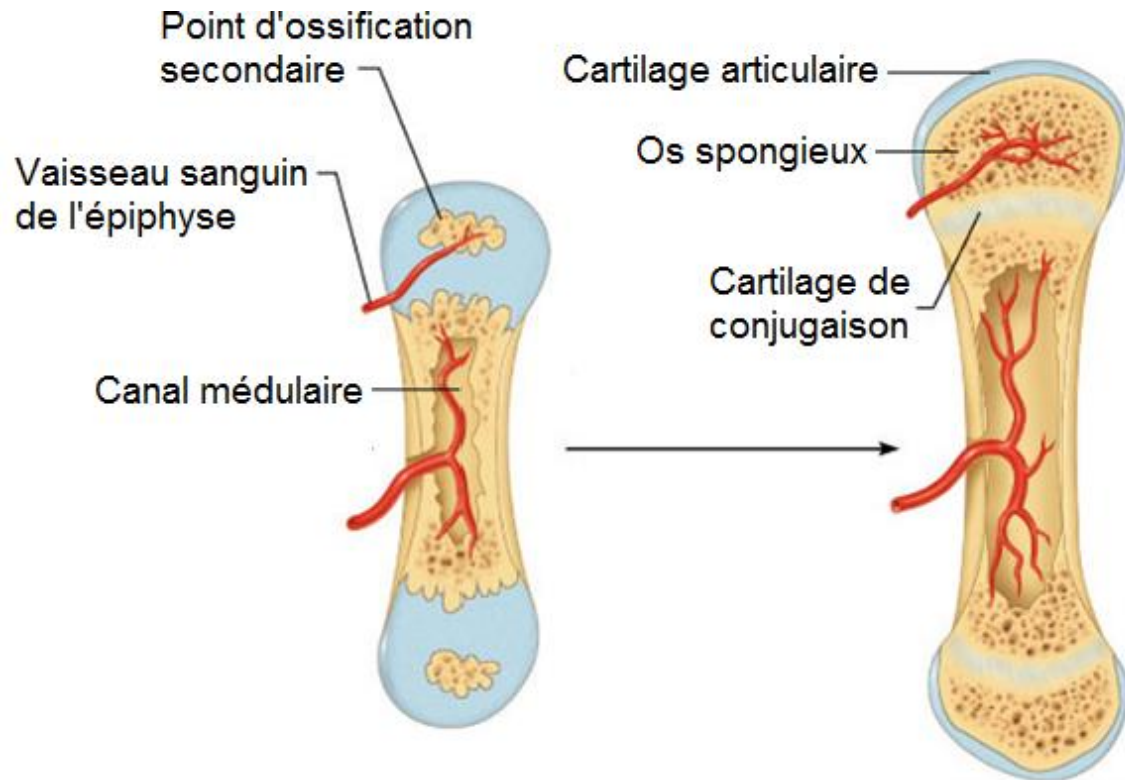
À mesure que le centre d'ossification primaire grossit en direction des épiphyses (extrémités de l'os), des **ostéoclastes** dégradent l'os spongieux récemment formés. À la fin du processus il ne reste qu'une cavité, appelée canal médullaire, dans la diaphyse (corps de l'os). Finalement, la plus grande partie de la paroi de la diaphyse est remplacée par du tissu osseux compact.

Les ostéoclastes sont de grandes cellules qui, en réaction à certaines hormones, sécrètent des enzymes et des acides qui digèrent les protéines et minéraux formant la matière osseuse.

À notre naissance, la plupart de nos os longs possèdent deux épiphyses cartilagineuses, un canal médullaire croissant ainsi qu'une diaphyse osseuse à l'intérieur de laquelle se trouvent des restes d'os spongieux. Peu avant la naissance et juste après, des points d'ossification secondaire apparaissent dans une épiphyse ou dans les deux. Le cartilage situé au centre des épiphyses se calcifie et se désintègre, ouvrant ainsi des cavités qui permettent l'entrée de vaisseau sanguin. Puis les ostéoblastes nouvellement arrivés sécrètent une matrice osseuse autour des derniers fragments de cartilage. L'ossification des épiphyses suit presque exactement les étapes de l'ossification diaphysaire, à

2.1 : Physiologie des os

cela près que l'os spongieux reste en place et qu'il n'apparaît pas de canal médullaire dans les épiphyses. À la fin de cette ossification, on ne trouve du cartilage hyalin que sur les surfaces de l'épiphyse, où il porte le nom de **cartilage articulaire**, et à la jonction de la diaphyse et de l'épiphyse, où il forme le **cartilage de conjugaison**.



Croissance des os

Au cours de l'enfance et de l'adolescence, les os longs s'allongent uniquement sous l'effet de la croissance des cartilages de conjugaison et tous les os s'épaississent sous l'effet de l'activité du périoste. La plupart des os cessent de croître pendant l'adolescence ou au début de l'âge adulte. Cependant, certains os de la face comme ceux du nez et de la mâchoire continuent leur croissance de manière imperceptible pendant toute la vie.

Croissance en longueur des os longs

Le processus de croissance en longueur des os longs s'effectue au niveau du cartilage de conjugaison. Les cellules de cartilage hyalin se divisent rapidement, provoquant ainsi un épaissement du cartilage de conjugaison et un allongement de l'os dans son ensemble. Dans le même temps, la matrice de cartilage près de la diaphyse se calcifie par l'action des ostéoblastes du canal médullaire produisant de l'os spongieux. Cet os spongieux finit par être digéré

2.1 : Physiologie des os

par les ostéoclastes permettant au canal médullaire de croître en longueur en même temps que l'os long.

La croissance en longueur s'accompagne d'un remaniement presque continu des extrémités des épiphyses, ce qui permet de conserver des proportions adéquates entre la diaphyse et les épiphyses. Le remaniement osseux inclut à la fois la formation et la résorption (destruction) de matière osseuse.

Vers la fin de l'adolescence, les cellules des cartilages de conjugaisons se divisent de moins en moins souvent et les cartilages s'amincissent au point d'être entièrement remplacés par du tissu osseux. La croissance en longueur se termine avec la fusion de la matière osseuse de la diaphyse et des épiphyses. Cette fusion survient vers l'âge de 18 ans chez la femme et vers 21 ans chez l'homme. Cependant, le périoste peut faire croître les os en diamètre ou en épaisseur si l'activité musculaire ou le poids corporel engendrent de fortes contraintes.

Croissance des os en épaisseur ou en diamètre

Les ostéoblastes qui se trouvent sous le périoste forment de la matière osseuse sur la surface extérieure de l'os. Cet épaississement de l'os compact s'accompagne habituellement de la destruction de matière osseuse par des ostéoclastes à la surface du canal médullaire. La désintégration est en général moins importante que l'apport de matière osseuse. Ce processus produit donc un os plus épais et plus solide sans trop l'alourdir.

Nous ne perdons pas la faculté de régénérescence de nos os à l'âge adulte. Nous en avons besoin au cas où une réparation serait nécessaire. Ainsi, tout au long de notre vie, nos os se régénèrent constamment, mais de plus en plus lentement. Par exemple, il sera plus difficile pour une personne âgée de guérir d'une fracture que pour un jeune enfant.

Régulation hormonale de la croissance osseuse

La croissance osseuse qui s'opère tout au long de l'enfance et jusqu'au début de l'âge adulte est réglée de façon très précise par un ensemble d'hormones qui agissent de concert. Au cours de l'enfance, le stimulus qui a le plus d'effet sur l'activité des cartilages de conjugaisons est l'hormone de croissance sécrétée par l'hypophyse, une glande située sous le cerveau. À la puberté, une quantité accrue d'hormones sexuelles mâles et femelles (testostérones et œstrogènes) se trouve libérée. Ces hormones sexuelles provoquent dans un premier temps la poussée de croissance typique de l'adolescence, de même que la masculinisation ou la féminisation de certaines parties du squelette. Puis elles entraînent l'ossification complète des cartilages de conjugaison, mettant ainsi fin à la croissance en longueur des os.

2.1 : Physiologie des os

Nous venons de voir que les os sont des structures bien vivantes de notre corps. Nous avons donc besoin de bien les nourrir. De quoi ont besoin nos os pour se garder en santé et pour bien croître?

L'alimentation, un facteur important pour la bonne ossature

Les os servent de charpente à notre corps, protègent les organes internes et nous permettent de bouger. La moelle osseuse qui se trouve à l'intérieur de l'os produit les cellules (globules blancs et rouges) et plaquettes sanguines. En outre, les os jouent un rôle important dans le métabolisme du calcium et peuvent servir au stockage des minéraux. Voyons les principaux éléments nutritifs nécessaires à l'élaboration et au maintien d'une bonne ossature, ainsi que les principales sources alimentaires de ces éléments nutritifs.

La nourriture est un élément essentiel à la vie. Afin d'avoir un développement harmonieux de nos os, nous avons besoin minimalement de **calcium (Ca)**, de **phosphore (P)** et des **vitamines A, C et D**. Ce sont là les nutriments principaux à la croissance et le maintien d'une bonne ossature.

Le corps humain formant un tout, plusieurs autres organes sont impliqués dans la bonne santé de nos os. Ainsi, la glande thyroïde, l'hypophyse, les glandes surrénales, les gonades et les parathyroïdes sont toutes des glandes qui sécrètent des hormones régularisant la formation et le maintien de nos os.

Nous pouvons obtenir tous les nutriments nécessaires à la bonne santé de nos os dans une **alimentation saine et équilibrée**. Cela veut entre autre dire manger des aliments variés. Chaque aliment est plus ou moins riche en certains nutriments. Par exemple, le **sel de table** contient de l'**iode** qui est nécessaire au bon fonctionnement de la glande thyroïde. En consommant des aliments variés, nous augmentons nos chances d'obtenir plusieurs nutriments.

Le Calcium : un élément vital

Le calcium est un minéral fondamental pour notre corps et celui qui est présent en plus grande quantité dans notre organisme. On trouve du calcium dans quatre parties du corps : le sang, le squelette, les cellules et les dents. Les os renferment la presque totalité du calcium du corps, soit 90%. Il joue un rôle déterminant dans le développement, le maintien et la solidité des os qui se développent jusqu'à l'âge d'environ 30 ans. Par la suite, la masse osseuse commence à diminuer. C'est pourquoi un apport constant et suffisant en calcium est capital à tout âge, et ce, particulièrement pour les femmes.

Même lorsque la croissance des os est terminée, il est important de consommer des aliments riches en calcium, puisque ceux-ci constituent une réserve pour l'organisme. Par contre, si notre alimentation est pauvre en calcium, l'organisme ira puiser ce dont il a besoin dans les os. Heureusement, si notre alimentation

2.1 : Physiologie des os

est riche en calcium, notre corps entreposera le calcium dans nos os. Avec le temps, si les réserves ne suffisent pas à combler les besoins, les os peuvent devenir plus fragiles et se fracturer plus facilement.

Le rôle du calcium dans notre corps :

- Le calcium normalise les battements du cœur et régularise la pression sanguine. De plus, il peut réduire les risques d'hypertension (élévation anormale de la pression sanguine).
- Il joue un rôle important dans la coagulation sanguine, laquelle est essentielle à la cicatrisation des blessures.
- Il est essentiel à la formation des os et des dents.
- Il est nécessaire au bon fonctionnement du système nerveux.
- Il est nécessaire à la contraction et à la relaxation musculaire, qui nous permettent de bouger.

En savoir plus

Pour en savoir plus sur le rôle du calcium dans le développement d'os plus solides :

Dès l'enfance, le calcium devient un élément essentiel à la formation d'une saine ossature afin qu'elle puisse supporter un corps en constante croissance. Dès l'âge de 20 ans chez les hommes et de 16 ans chez les femmes, les os cessent de croître, car le pic de masse osseuse est presque atteint. La densité minérale osseuse dépendra alors de l'apport de calcium ayant été absorbé durant l'enfance et l'adolescence. Plus le pic de masse osseuse est élevé, moins les os risquent de devenir poreux et fragiles avec le temps.

L'os est un tissu vivant qui se renouvelle continuellement. Bien que les os soient solides et relativement souples, l'usure quotidienne cause de minuscules failles structurales, semblables à celles qui endommagent les fondations d'un immeuble. Notre organisme comporte deux groupes de cellules spécialisées qui exécutent le travail d'une « équipe d'entretien ». Les ostéoclastes creusent les zones où il y a de l'os effrité ou affaibli pour l'en retirer, et les ostéoblastes remplissent ensuite les cavités avec un matériel qui se calcifie pour former de l'os nouveau. Il s'agit d'un processus à deux phases appelé remodelage osseux, ce processus recommence à tous les trois à quatre mois chez un jeune adulte en santé.

Lorsque nous vieillissons, les deux groupes cellulaires ne travaillent plus au même rythme, les ostéoclastes enlèvent le vieil os plus rapidement que les ostéoblastes n'arrivent à reconstruire le nouvel os. En plus, le calcium, de même que plusieurs nutriments, est absorbé de manière moins efficace quand nous vieillissons. Chez les personnes dont les os sont relativement en santé, une consommation adéquate en calcium les aiderait à préserver l'équilibre lié au processus de remodelage. Des études faites auprès d'une clientèle plus âgée ont démontré qu'un apport adéquat en calcium pouvait ralentir la perte osseuse et diminuer le risque de fracture.

Sources alimentaires en calcium

Les produits laitiers, comme le lait, le fromage et le yogourt, sont une excellente source de calcium, car ils contiennent de grandes quantités de calcium facilement absorbable par l'organisme. Certains légumes comme le brocoli et le chou frisé de même que les noix, graines et haricots secs ainsi que les poissons en conserve avec les arêtes, comme le saumon et la sardine contiennent également du calcium mais en plus petite quantité que les produits laitiers.



Le lait est considéré comme la meilleure source alimentaire de calcium, car la vitamine D, qui est ajoutée au lait, aide également notre organisme à absorber le calcium qu'il contient. Le lait est aussi une importante source de riboflavine et de potassium.

Certaines études suggèrent que la consommation excessive de sel et de caféine peut accroître l'excrétion du calcium par l'urine. Assurez-vous de consommer une quantité adéquate de calcium tous les jours en consultant un tableau nutritionnel fiable qui indique la teneur en calcium de certains aliments. Consultez au besoin les sites : <http://www.osteoporosecanada.ca/>
<http://www.msss.gouv.qc.ca/sujets/santepub/nutrition/index.php?calcium>

La vitamine D : un élément clé pour une bonne absorption du calcium

La vitamine D est nécessaire au métabolisme osseux normal. L'organisme a deux sources de provenance de vitamine D : une partie est apportée par l'alimentation, l'autre est synthétisée par la peau sous l'action des rayons solaires. La principale fonction de cette vitamine est de maintenir une bonne capacité d'absorption de l'intestin pour le calcium. Ainsi, elle participe à la consolidation des os et des dents.



Il est important de s'exposer un minimum au soleil (mais sans excès) chaque jour afin de permettre la synthèse de la moitié des apports quotidiens en vitamine D. Les aliments tels que la margarine, les œufs, le foie de poulet, le saumon, la sardine, le hareng, le maquereau, l'espadon et les huiles de poisson (telles que les huiles de foie de morue et de flétan) en contiennent tous de petites quantités.

La vitamine A

La vitamine A intervient dans le développement et le renouvellement des cellules, à commencer par la croissance de l'embryon, mais aussi dans le renouvellement de la peau et des muqueuses... La vitamine A joue aussi un rôle important dans le système de défense immunitaire. Elle joue aussi une fonction essentielle dans la vision et permet notamment une bonne adaptation à

l'obscurité. On observe une dégradation de la vue, voire une cécité en cas de carence grave en vitamine A.

Bêta-carotène



L'organisme peut transformer en vitamine A certains caroténoïdes provenant des végétaux. On qualifie ces caroténoïdes de provitamines A. Parmi eux, le bêta-carotène est de loin la provitamine A la plus importante. Cela s'explique par son abondance dans les aliments et le fait qu'elle est celle dont la conversion en vitamine A est la plus efficace.

Sources alimentaires de vitamine A et de bêta-carotène

La vitamine A proprement dite (aussi appelée vitamine A préformée) ne se trouve que dans les produits d'origine animale : foie, viande, poisson, lait entier (le lait écrémé est enrichi en vitamine A), beurre, œufs, fromages, etc.



Le bêta-carotène (provitamine A) est fourni par certains légumes et fruits qui en contiennent de grandes quantités : carottes, abricots, mangues, légumes vert foncé, patates douces, persil, etc. Le bêta-carotène ne se transforme en vitamine A que dans la mesure où l'organisme en a besoin.

La vitamine C

Avez-vous déjà entendu parler du scorbut, cette maladie qui a décimé l'équipage du navigateur Christophe Colomb? Le scorbut, provoqué par un manque de vitamine C, était une importante cause de mortalité chez les marins. L'acide ascorbique, autre nom de la vitamine C, présente des propriétés indispensables au bon fonctionnement du corps humain, en particulier dans la constitution des fibres collagènes présentes dans de nombreux tissus de l'organisme, à commencer par la peau. Au niveau digestif et métabolique, la vitamine C permet une bonne absorption du fer dans le corps.

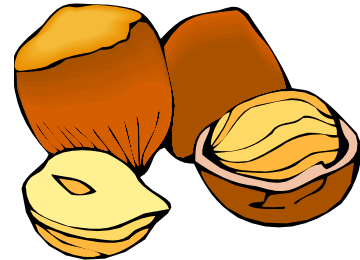


Nous croyons à tort que la vitamine C se retrouve uniquement dans les oranges et autres agrumes. Pourtant, plusieurs aliments sont d'excellentes sources de vitamine C. Le poivron rouge, par exemple, en contient davantage que l'orange! Les plus forts apports en vitamine C se trouvent dans les fruits et légumes crus. La cuisson de ces aliments détruit en partie la vitamine C. On en trouve surtout dans, par ordre décroissant : le cassis, le persil frais, les poivrons, le kiwi, la fraise, les agrumes (citron, orange, clémentine...), les légumes de la famille des choux, les épinards crus, la laitue, les bleuets, les nectarines.

Le phosphore

Le phosphore intervient dans presque toutes les réactions chimiques à l'intérieur des cellules. Il joue en particulier un rôle dans la production d'énergie. C'est sans doute pour cela que le phosphore a la réputation d'être très bénéfique pour le cerveau. Il est en fait essentiel à tous les niveaux de l'organisme, dans toutes ses cellules. Il participe aussi à maintenir un degré d'acidité normal dans l'organisme. Le phosphore joue un rôle majeur dans la minéralisation des os et des dents.

On trouve du phosphore dans des aliments très différents. Tous les aliments végétaliens contiennent de belles quantités de phosphore, encore plus les céréales, les graines et les noix. Parmi les meilleures sources de phosphore, on retrouve les graines de citrouille, de chanvre et de tournesol, les poissons, le cacao, l'avoine, le lait, le yogourt, les fromages.

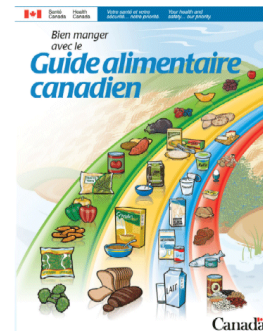


Le guide alimentaire canadien contient toutes les informations nécessaires aux gens qui veulent maintenir une bonne santé par l'intermédiaire de leur alimentation. Consultez-le sur le site :

<http://www.hc-sc.gc.ca/fn-an/food-guide-aliment/index-fra.php>

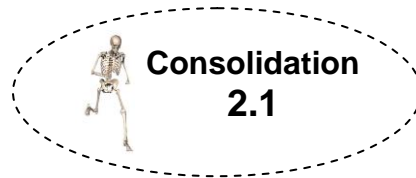
On y classe les aliments en quatre groupes :

- ✓ **Les fruits et légumes**
- ✓ **Les viandes et leurs substituts**
- ✓ **Les produits laitiers**
- ✓ **Les céréales et leurs dérivés**



Chacun de ces groupes donne un apport particulier en certains nutriments. De façon générale, les légumes et les fruits contiennent beaucoup de vitamines, les produits laitiers contiennent des protéines et des minéraux (phosphore, magnésium et calcium), les viandes ont beaucoup de fer et minéraux alors que les céréales sont une bonne source de minéraux et de vitamines. En les combinant et en variant notre alimentation, nous obtenons ainsi toutes les vitamines et minéraux nécessaires au développement harmonieux de notre corps.

2.1 : Physiologie des os



2.1-1 Pour chacune des descriptions d'étapes de formation et de croissance d'un os long, associer la partie de l'os (épiphyse, diaphyse ou cartilage de conjugaison) à laquelle la description correspond.

- | | |
|---|--|
| a) C'est dans cette partie de l'os long que débute le processus d'ossification. | |
| b) Du cartilage reste présent à la surface de cette partie de l'os même à la fin de l'ossification réduisant ainsi le frottement des surfaces osseuses entre elles. | |
| c) La division rapide des cellules de cette partie de l'os est responsable de l'allongement de l'os. | |
| d) La surface de cette partie de l'os est formé à la fin du processus d'ossification par du tissu osseux compact. | |
| e) Dans cette partie de l'os, la dégradation de l'os spongieux par les ostéoclastes laisse place à une cavité nommée canal médullaire. | |
| f) La dégradation de l'os spongieux lors de la croissance de l'os permet l'allongement de cette partie de l'os. | |
| g) À la fin du processus d'ossification, de l'os spongieux reste en place et il n'apparaît pas de canal médullaire dans cette partie de l'os. | |

2.1-2 Quel est le nom des cellules qui produisent la matière osseuse fondamentale ?

2.1-3 Quel est le rôle des ostéoclastes ?

2.1 : Physiologie des os

2.1-4 Ordonner les étapes suivantes qui décrivent la formation des os long.

1. Le cartilage situé au centre des épiphyses se calcifie et se désintègre permettant le développement de vaisseau sanguin.
2. Des vaisseaux sanguins pénètrent la membrane qui recouvre le cartilage de la diaphyse.
3. La masse cartilagineuse de la diaphyse est alors remplacée par de l'os spongieux.
4. Le cartilage hyalin se forme.
5. La paroi de la diaphyse est remplacée par du tissu osseux compact.
6. Des ostéoblastes se développent et produisent la matière osseuse dans la diaphyse.
7. Les ostéoblastes sécrètent une matrice osseuse permettant l'ossification des épiphyses laissant du cartilage hyalin uniquement sur les surfaces des épiphyses.
8. Les ostéoclastes dégradent l'os spongieux. Dans la diaphyse, il se forme une cavité au centre de l'os appelée canal médullaire.

--	--	--	--	--	--	--	--

2.1-5 À partir de quel moment le périchondre change-t-il de nom pour s'appeler le périoste ?

2.1-6 Quel évènement marque la fin de la croissance ?
Vers quel âge survient-il ?

2.1-7 Pourquoi nos os conservent-ils leur capacité de régénérescence tout au long de notre vie?

2.1 : Physiologie des os

2.1-8 Au cours de la vie, les os subissent des changements.

a) Parmi les énoncés suivants, choisissez les énoncés qui décrivent correctement les étapes associées à la formation, à la croissance ou au maintien d'une bonne ossature.

1. Le processus de formation des os débute à la naissance.
2. Les ostéoclastes sécrètent des enzymes et des acides qui digèrent les protéines et minéraux formant la matière osseuse.
3. À l'âge adulte, nos os cessent de se régénérer.
4. La croissance en longueur d'un os long s'effectue au centre de la diaphyse.
5. La fusion de la matière osseuse de la diaphyse et des épiphyses marque la fin de la croissance d'un os long.
6. Un ensemble d'hormones règle la croissance osseuse qui s'opère tout au long de l'enfance et jusqu'au début de l'âge adulte.

b) Corrigez les énoncés qui sont faux de façon à les rendre valides.

Énoncés fautifs	Corrections

2.1-9 Quels sont les principaux nutriments nécessaires à la bonne santé de nos os ?

2.1 : Physiologie des os

2.1-10 Nommez les quatre groupes alimentaires.

2.1-11 Pourquoi doit-on varier notre alimentation?

2.1-12 Nommez deux des principales sources des nutriments suivants :

Vitamine A :	
Vitamine C :	
Vitamine D :	
Calcium :	
Phosphore :	



2.1 : Physiologie des os

2.1-13 L'alimentation est un facteur important pour garantir une bonne ossature.

- a) Parmi les énoncés suivants, choisissez les énoncés qui décrivent correctement les éléments nutritifs associés à la formation, à la croissance ou au maintien d'une bonne ossature.
1. Un apport suffisant et constant en calcium est capital à tout âge pour permettre la croissance ou le maintien d'une bonne ossature.
 2. Un apport suffisant et constant en calcium est capital uniquement lors de la croissance.
 3. Une consommation régulière et suffisante de lait, de fromage ou de yogourt fournit le calcium nécessaire à l'organisme.
 4. Une alimentation variée et un minimum d'exposition au soleil chaque jour fournit la vitamine D qui permet une bonne absorption du calcium. La vitamine D est ainsi nécessaire au métabolisme osseux normal.
 5. Le poulet est une excellente source de vitamine A qui intervient dans le développement et le renouvellement des cellules et joue un rôle important dans le système de défense immunitaire.
 6. Les céréales, les poissons et les noix sont d'excellentes sources de phosphore, un minéral intervenant dans la production d'énergie dans l'organisme et dans la minéralisation des os et des dents.

-
- b) Corrigez les énoncés qui sont faux de façon à les rendre valides.

Énoncés fautifs	Corrections

Section 2.2 : Physiologie des articulations

Les principales **articulations** que l'on retrouve dans les membres supérieurs sont **l'épaule, le coude et le poignet**.

L'épaule est l'une des articulations les plus polyvalentes du corps humain. Elle est formée de l'humérus, de la clavicule et de l'omoplate. La forme des os qui la constituent assure une rotation presque parfaite du bras autour de l'épaule. C'est une **articulation sphéroïde** (sphérique). L'épiphyse supérieure de l'humérus roule très bien dans la cavité glénoïde de l'omoplate. Comme cette cavité ne reçoit que le tiers environ de l'épiphyse, cela permet une grande mobilité.



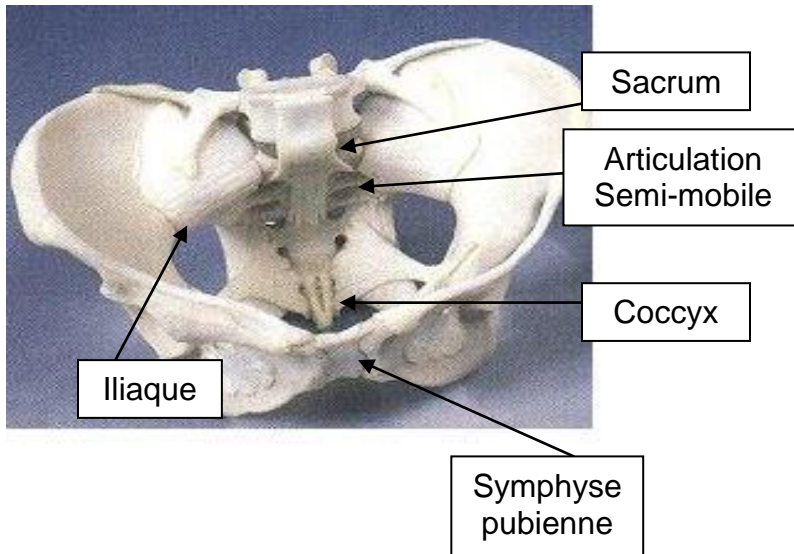
Le coude est une **articulation à charnière**. Ce type d'articulation ne peut assurer que des mouvements dans une seule direction. On ne peut donc pas plier le bras vers l'arrière au niveau du coude. La forme particulière de la tête de l'épiphyse inférieure de l'humérus encastre bien les têtes arrondies des deux épiphyses supérieures du ulna (ou cubitus) et du radius. C'est cette partie (olécrane) que l'on nomme communément «la boule du coude».

Le poignet est l'articulation qui relie le radius et le ulna (cubitus) aux quatre os carpiens de la main (articulation radio-carpienne). Cette articulation permet les **mouvements angulaires** (flexion, extension, abduction et adduction). Nous verrons ces mouvements plus en détails aux pages suivantes.



Les articulations des doigts (angulaires et à charnière) et du pouce (en selle) complètent les articulations des membres supérieurs.

Voici maintenant les **principales articulations des membres inférieurs**.



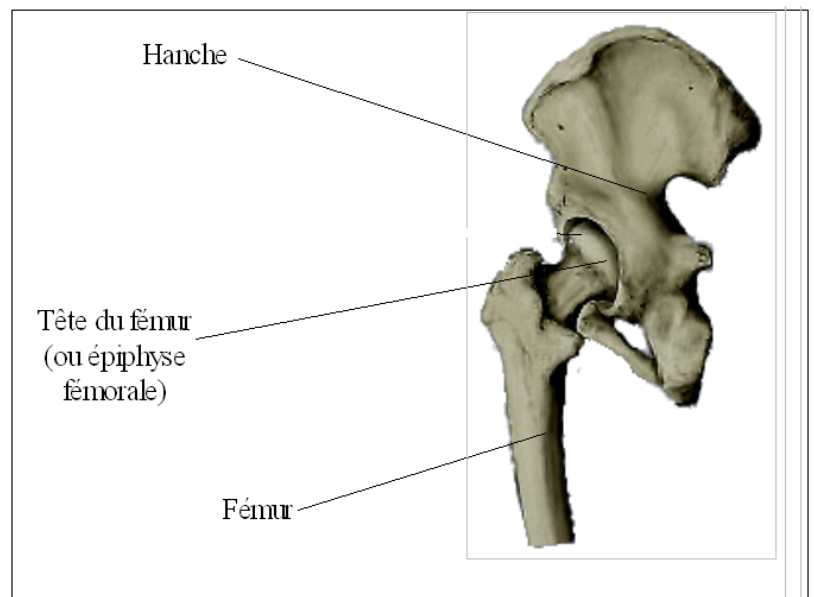
L'articulation la plus importante et la plus forte du corps se trouve au niveau de la ceinture pelvienne. **Le bassin** qui est formé des os suivants : *iliaques, sacrum et coccyx*, est la région du corps qui supporte les plus grandes pressions. La forme arrondie du bassin protège les organes internes de la région pelvienne et permet surtout de bien redistribuer le poids des membres supérieurs et du tronc aux jambes.

Les articulations que l'on retrouve dans le bassin sont les suivantes:

D'abord, il y a **l'articulation semi-mobile** qui relie l'os iliaque au sacrum à l'arrière du bassin.

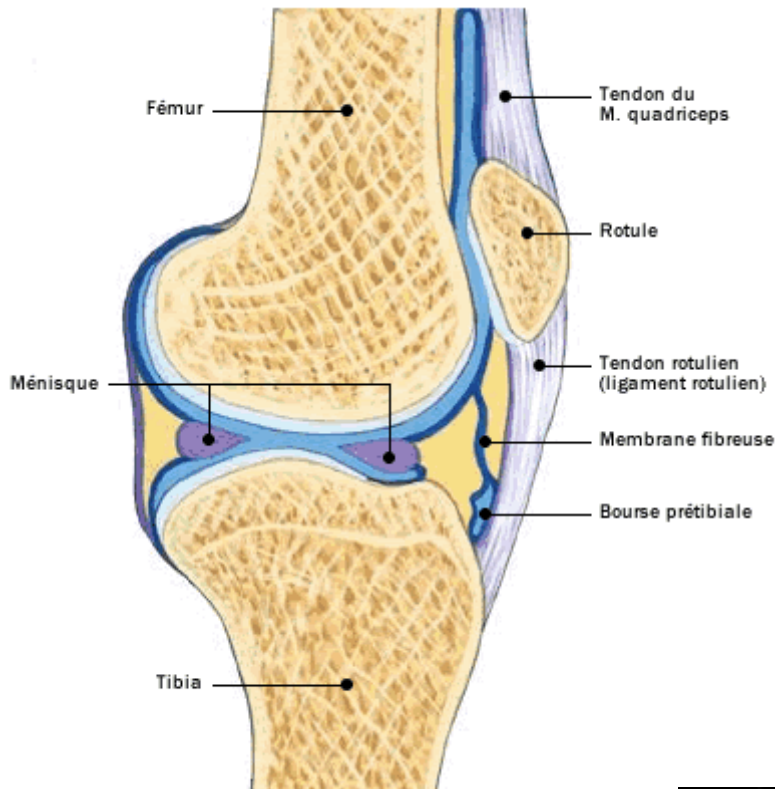
Ensuite, il y a l'articulation nommée la **symphyse pubienne** qui relie les deux régions pubiennes ensemble.

Finalement, il y a l'articulation principale du bassin qui est celle de **la hanche**. Elle est de type sphéroïde comme l'épaule. Elle devrait normalement assurer autant de liberté d'action que l'épaule, mais il faut beaucoup d'entraînement pour y arriver. Les ligaments et les tendons qui y sont associés sont les plus résistants et les plus forts du corps humain. Ils relient le fémur à l'os iliaque afin d'assurer les mouvements nécessaires à la marche, au saut, à la course, etc.



2.2 : Physiologie des articulations

De son côté, **le genou** est l'articulation la plus complexe du corps. Celle-ci compte deux différentes articulations et une douzaine de bourses associées à ces articulations.

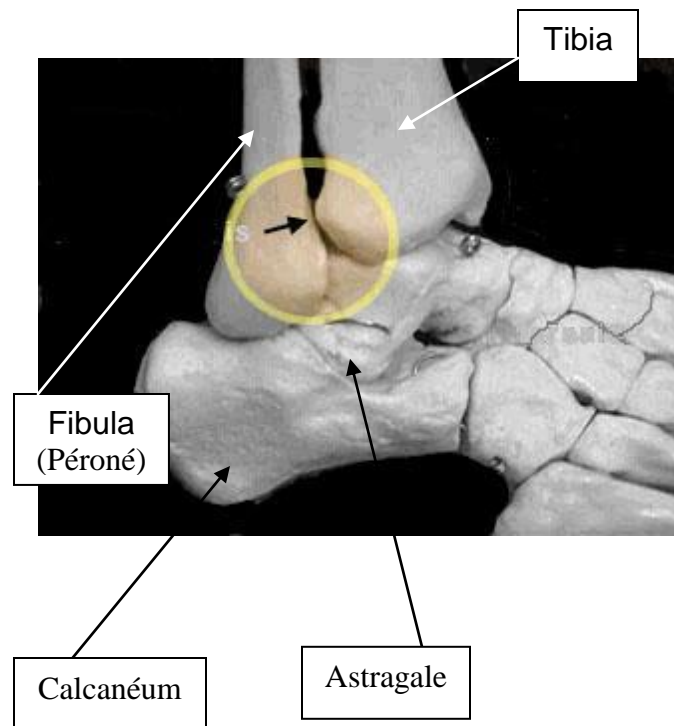


Dans un premier temps, l'articulation entre le fémur et la rotule (fémoro-patellaire) est une **articulation plane** ou de glissement. En effet, la rotule ne fait que glisser sur la partie inférieure du fémur lors des mouvements du genou.

Dans un deuxième temps, l'articulation fémoro-tibiale qui relie le fémur au tibia est une **articulation à charnière** qui permet quand même une certaine rotation lorsque le genou est plié mais qui l'interdit lorsque la jambe est droite.

Quant à elle, la **cheville** est une articulation qui relie le tibia et le péroné à l'astragale (ou talus). C'est une articulation de type **charnière** fortement ligamenteuse. En effet, elle représente une articulation cruciale lors de la marche et le maintien de l'équilibre.

Les dernières articulations rattachées aux membres inférieurs sont celles des orteils. Les articulations des orteils sont du même type que celles des doigts (angulaires et à charnière). Voilà qui termine la liste des articulations des membres inférieurs.



2.2 : Physiologie des articulations

Nous avons vu dans la section 1.2 sur l'*anatomie des articulations* que dans les articulations mobiles (ou articulations synoviales), les os s'unissent par l'intermédiaire d'une cavité remplie de liquide synovial. La majorité des articulations du corps, dont toutes les articulations des membres, appartiennent à cette classe. Cette disposition offre une grande liberté de mouvement. L'amplitude des mouvements peut varier de manière considérable d'une personne à l'autre. Chez certaines personnes, tels les gymnastes ou les acrobates bien entraînés, l'amplitude des mouvements articulaires peut être exceptionnelle.

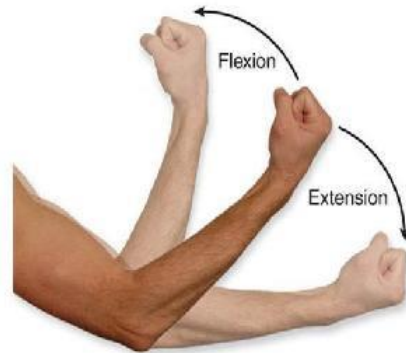
Les sept mouvements de base étudiés dans ce cours sont les suivants :

- ✓ **Flexion**
- ✓ **Extension**
- ✓ **Abduction**
- ✓ **Adduction**
- ✓ **Rotation**
- ✓ **Supination**
- ✓ **Pronation**

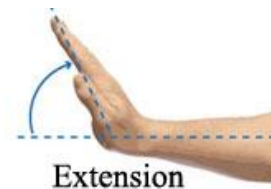
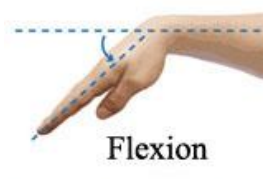


Les mouvements angulaires modifient (augmentent ou diminuent) l'angle entre deux os réunis par une articulation. Les mouvements angulaires peuvent se dérouler dans tout plan du corps et comprennent, entre autres, la **flexion**, l'**extension**, l'**abduction** et l'**adduction**.

La **flexion** est un mouvement de repli qui diminue l'angle de l'articulation et rapproche deux os l'un de l'autre. Pencher la tête en avant sur la poitrine et fléchir le tronc ou le genou d'une position droite à une position formant un angle en sont des exemples.



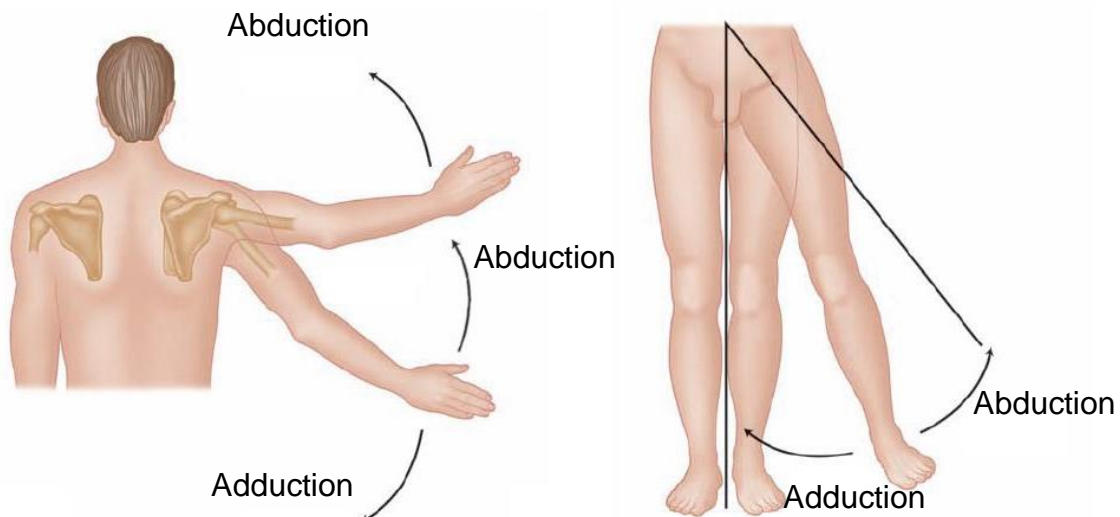
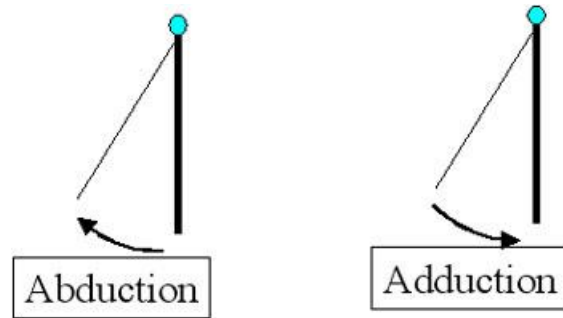
L'**extension** est le mouvement inverse de la flexion et il se produit aux mêmes articulations. Ce type de mouvement augmente l'angle entre deux os, par exemple dans l'action de redresser le cou, le tronc, les coudes ou les genoux après une flexion.



2.2 : Physiologie des articulations

L'**abduction** est le mouvement qui écarte un membre de l'axe médian du corps. L'élévation latérale du bras ou de la cuisse est un exemple d'abduction.

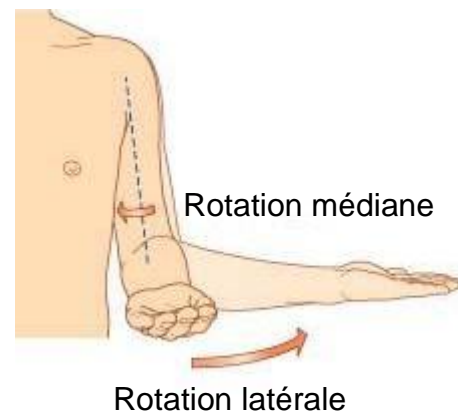
L'**adduction** est l'opposé de l'abduction ; il s'agit donc du mouvement d'un membre vers la ligne médiane du corps.



Outre les mouvements angulaires, la rotation est aussi un des principaux types de mouvement permis par les articulations mobiles.



La **rotation** est le mouvement d'un os autour de son axe longitudinal. Le mouvement de rotation est le seul mouvement possible entre les deux premières vertèbres cervicales, l'atlas (vertèbre C₁) et l'axis (vertèbre C₂). La rotation se produit aussi aux articulations de la hanche et de l'épaule.

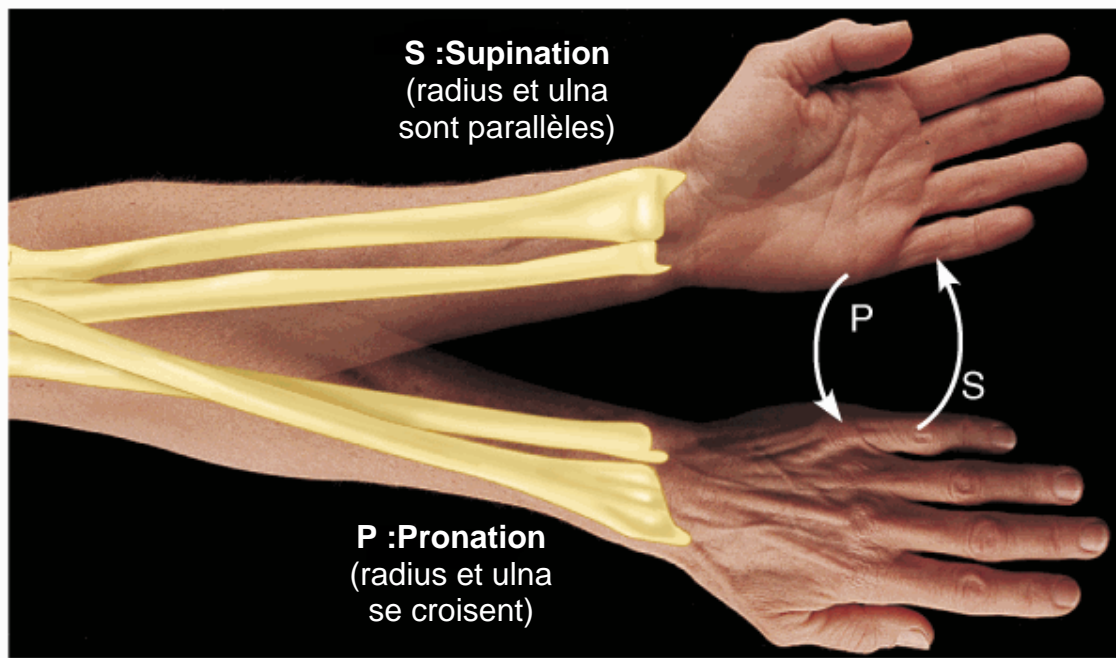
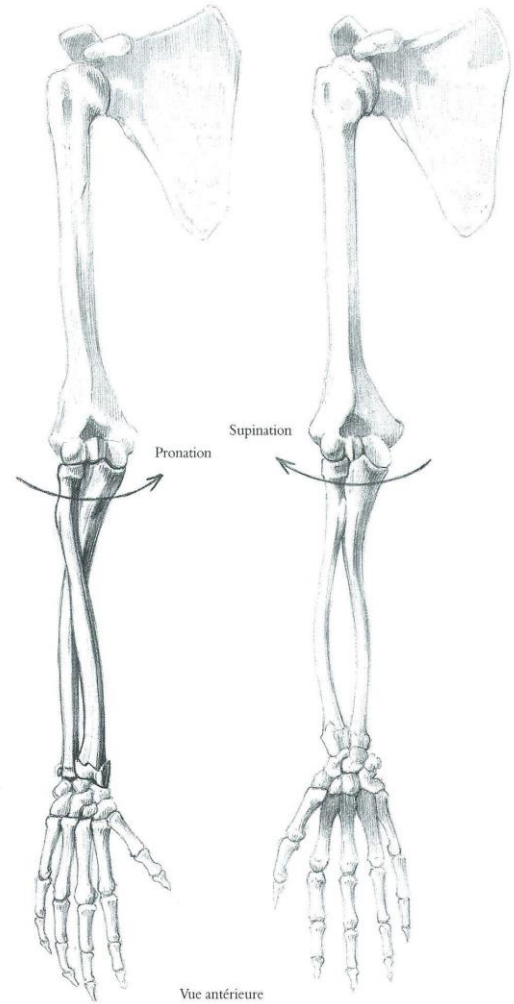


La rotation peut se faire en direction de la ligne médiane ou elle peut s'en éloigner. Par exemple, dans la *rotation médiane* de la cuisse, la face antérieure du fémur se déplace vers l'intérieur du corps ; la *rotation latérale* est le mouvement opposé.

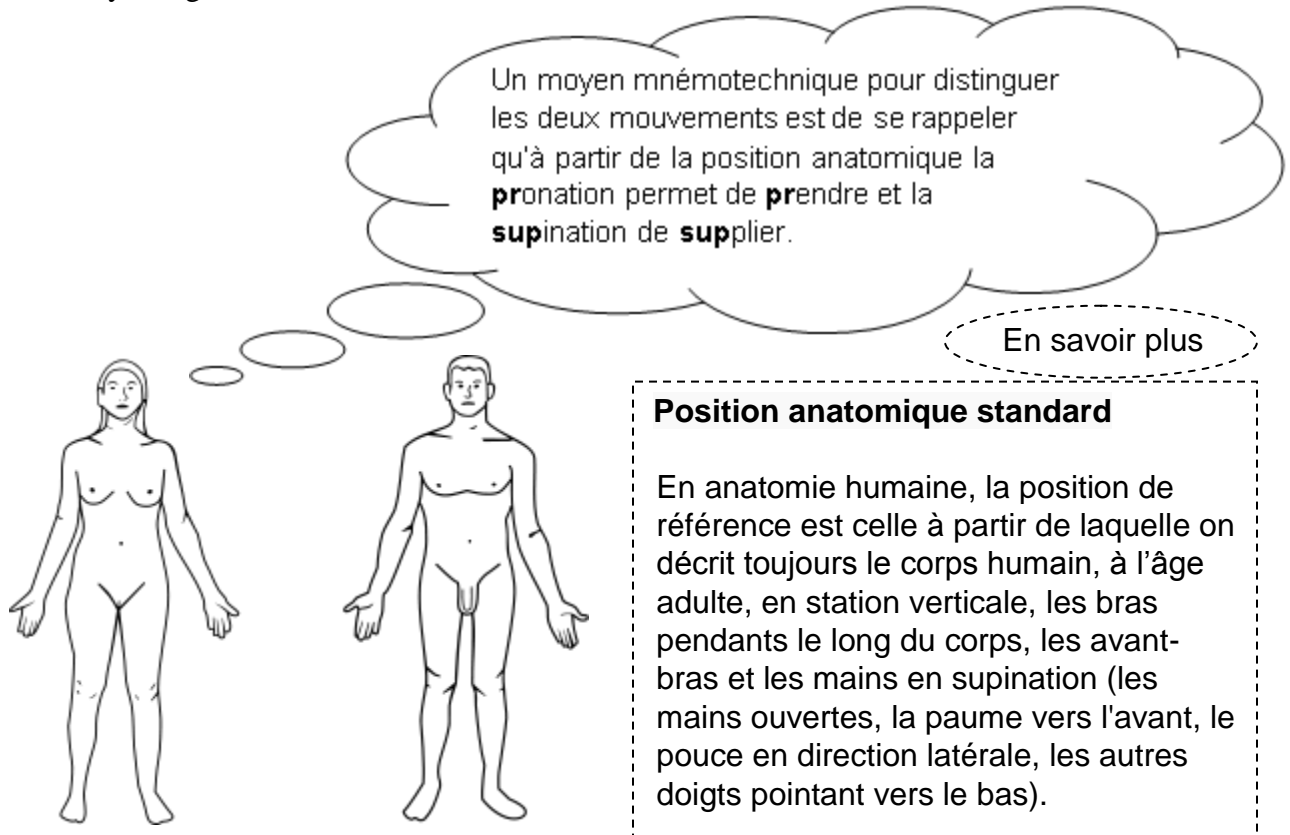
2.2 : Physiologie des articulations

Certains mouvements ne sont possibles qu'au niveau de certaines articulations et sont classés parmi les mouvements spéciaux. La **supination** et la **pronation**, qui sont des mouvements uniquement destinés à la main, ne peuvent pas être considérés comme un des mouvements déjà décrits et font parti des mouvements spéciaux.

Supination et pronation. Les termes supination et pronation ne désignent que les mouvements du radius autour de l'ulna (ou cubitus). La **supination** est le mouvement de l'avant-bras pour tourner la paume en position antérieure ou supérieure. C'est le mouvement qu'une personne droitère effectue pour serrer une vis. Dans la position anatomique, la main est en supination et le radius et l'ulna sont parallèles. Dans la **pronation**, la paume se trouve en position postérieure ou inférieure ; l'extrémité distale du radius se déplace par rapport à l'ulna vers la ligne médiane du corps de sorte que les deux os se croisent. C'est la position de détente de l'avant-bras. La pronation nous permet de desserrer une vis ; ce type de mouvement est beaucoup plus faible que la supination.



2.2 : Physiologie des articulations



Mouvements permis par les principales articulations mobiles

Principales articulations des membres supérieurs			
Articulation	Os qui s'articulent	Type d'articulation	Mouvements permis
Épaule	Scapula (ou omoplate) et humérus	Sphéroïde	Flexion, extension, abduction, adduction, rotation.
Coude	Humérus avec le radius et l'ulna (ou cubitus)	À charnière	Flexion, extension.
Poignet	Radius et carpiens proximaux	Angulaire	Flexion, extension, abduction, adduction.
Principales articulations des membres inférieurs			
Articulation	Os qui s'articulent	Type d'articulation	Mouvements permis
Hanche	Os iliaque et fémur	Sphéroïde	Flexion, extension, abduction, adduction, rotation.
Genou : Fémoro-patellaire	Fémur et rotule	Plane	Glissement. (Non abordé dans ce cours)
Genou : Fémoro-tibiale	Fémur et tibia	À charnière	Flexion, extension, une certaine rotation.
Cheville	Tibia et péroné avec l'astragale (ou talus)	À charnière	Flexion, extension.

2.2 : Physiologie des articulations

Le tableau de la page précédente présente les mouvements de base permis par les principales articulations des membres supérieurs et inférieurs.

Articulation de l'épaule (scapulo-humérale)

L'articulation de l'épaule est la plus mobile de toutes les articulations du corps, la stabilité y étant sacrifiée au profit de la mobilité. Cette articulation sphéroïde est composée de la tête de l'humérus et de la cavité petite et peu profonde de la scapula. Les mouvements de base permis par l'articulation de l'épaule sont la flexion, l'extension, l'abduction, l'adduction et la rotation. Les luxations de l'épaule sont passablement fréquentes. Les tendons et les ligaments sont principalement situés dans les régions supérieure et antérieure de l'articulation de l'épaule. C'est la raison pour laquelle sa partie inférieure est relativement faible et que l'humérus a tendance à se déplacer vers le bas en cas de luxation de l'épaule.

Articulation du coude

L'ajustement précis des extrémités de l'humérus et de l'ulna (ou cubitus) qui forment cette articulation produit une articulation à charnière stable qui fonctionne en souplesse et permet la flexion et l'extension. La flexion du coude est limitée par la présence des tissus mous de l'avant-bras et du bras. L'extension est arrêtée par la tension du ligament latéral interne et par les tendons des muscles fléchisseurs de l'avant-bras.

Articulation du poignet

L'articulation angulaire du poignet qui réunit l'avant-bras à la main permet les mouvements de flexion et d'extension (voir p.66) et des mouvements latéraux d'abduction, et d'adduction. La combinaison, à divers degrés, de ces mouvements va permettre au poignet un large secteur de mobilité.

Articulation de la hanche (coxo-fémorale)

L'articulation de la hanche, comme celle de l'épaule, est une articulation sphéroïde ; elle possède une bonne amplitude de mouvement qui est cependant moins importante que celle de l'épaule. Les mouvements s'effectuent dans tous les plans possibles mais sont limités par les ligaments de l'articulation et par sa cavité profonde. Les mouvements de base permis par l'articulation de la hanche sont la flexion, l'extension, l'abduction, l'adduction et la rotation.

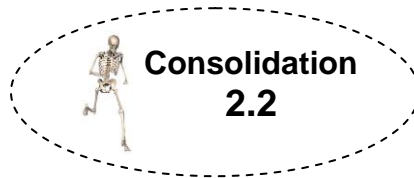
Articulation du genou

L'articulation du genou est la plus volumineuse et la plus complexe de toutes les articulations. Elle permet l'extension, la flexion et un peu de rotation. Le genou comporte en fait trois articulations malgré son unique cavité articulaire : l'articulation intermédiaire entre la rotule et la partie inférieure du fémur (l'articulation fémoro-patellaire) et les articulations interne et externe (qui constituent l'articulation fémoro-tibiale).

Articulation de la cheville

L'articulation à charnière de la cheville permet de relever les orteils vers le tibia et de faire le mouvement inverse (flexion et extension). Les autres mouvements que nous pouvons faire avec le pied proviennent des articulations des os tarsiens.

2.2 : Physiologie des articulations



2.2-1 Associez à chaque os, une articulation de la liste suivante :
(Parfois un même os peut être associé à plus d'une articulation.)

Liste d'articulations	
Épaule, coude, poignet, hanche, genou, cheville	

Os	Articulation
Fémur	
Ulna (Cubitus)	
Tibia	
Radius	
Humérus	

Os	Articulation
Carpes	
Tarses	
Iliaque	
Coccyx	

2.2-2 Complétez les phrases suivantes :

- La _____ est le mouvement que permet l'articulation à pivot des deux premières vertèbres cervicales (axis et atlas).
- La supination et la pronation sont deux mouvements exclusifs à la _____
- Monter un escalier demande aux jambes de faire une _____ suivie d'une _____
- Si vous indiquez la direction à quelqu'un en soulevant le bras, vous faites un mouvement _____ avec le bras.
- Se pencher pour ramasser un objet implique une _____ de la part de votre colonne vertébrale.
- Le mouvement qui consiste à rapprocher un membre de l'axe médian du corps se nomme _____

2.2 : Physiologie des articulations

2.2-3 a) Choisissez, parmi les énoncés suivants ceux qui expliquent avec justesse le rôle des articulations.

- 1) Le bassin est la région du corps qui supporte les plus grandes pressions. Sa principale articulation, la hanche, est semi-mobile. Les ligaments et les tendons qui y sont associés sont les plus résistants et les plus forts du corps humain. Ils relient le fémur à l'os iliaque pour assurer les mouvements de la marche, du saut, de la course, etc.
- 2) La forme arrondie du bassin protège les organes internes de la région pelvienne et permet surtout de bien redistribuer le poids des membres supérieurs et du tronc aux jambes.
- 3) Le genou est l'articulation à charnière qui relie le tibia et le péroné à l'astragale.
- 4) L'épaule est l'une des articulations les plus polyvalentes du corps humain. Elle est formée de l'humérus, de la clavicule et de l'omoplate. La forme des os qui la constituent assure une rotation presque parfaite du bras autour de l'épaule. C'est une articulation sphéroïde.
- 5) Le genou est une articulation complexe qui compte deux articulations : une articulation plane entre le fémur et la rotule et une articulation à charnière entre le fémur et le tibia.

b) Corriger les énoncés qui sont faux de façon à les rendre valides.

Énoncés fautifs	Corrections

Section 2.3 : Physiologie des muscles

La principale caractéristique du tissu musculaire, du point de vue fonctionnel, est son aptitude à transformer une énergie chimique en énergie mécanique dirigée. Les muscles sont donc capables d'exercer une force. On peut considérer les muscles comme les « moteurs » de l'organisme. La mobilité du corps dans son ensemble résulte de l'activité des muscles squelettiques. Par exemple, les muscles du dos contrôlent une grande partie des mouvements. Ils bougent la tête, le cou, la colonne vertébrale et les bras. Les muscles de l'arrière des cuisses et des mollets permettent de marcher, de courir et de sauter. Les muscles squelettiques se distinguent des muscles des organes internes, dont la plupart font circuler des liquides et d'autres substances dans les canaux de notre organisme.

Les muscles de notre organisme exercent quatre fonctions importantes :

- ✓ **La production de mouvement**
- ✓ **Le maintien de la posture**
- ✓ **La stabilisation des articulations**
- ✓ **Le dégagement de chaleur**

Mouvement

La première fonction qui nous semble logique pour nos muscles est la production de mouvements. Les muscles squelettiques nous permettent de nous déplacer, de soulever ou de manipuler un objet. Ils nous permettent de réagir rapidement aux événements qui surviennent dans notre environnement. Par exemple, grâce à la rapidité de nos muscles, nous pourrions bondir au dernier moment pour éviter une voiture folle. Ce sont aussi nos muscles squelettiques qui sont responsables de nos expressions faciales. La contraction des muscles faciaux nous permet d'exprimer notre joie ou notre colère sans recourir à la parole.

Notre circulation sanguine est assurée par le battement régulier du muscle cardiaque et par le travail des muscles lisses présents dans les parois de nos vaisseaux sanguins, ce qui a pour effet de maintenir une pression artérielle normale. C'est également la pression exercée par les muscles lisses qui déplace substances et objets le long des organes et des conduits des systèmes digestif, urinaire et génital (aliment, urine, foetus).

Maintien de la posture

Le maintien de la posture serait impossible si nos muscles n'y veillaient pas de façon constante. Nous n'y prêtons pas souvent attention, mais certains ajustements de notre posture se font automatiquement. Il nous arrive de réaliser que notre posture est inadéquate et nous corrigeons alors la situation. Rappelez-vous la fameuse phrase si souvent entendue lorsque vous étiez plus jeune : «Tiens-toi le dos droit!». Ce sont nos muscles qui agissent alors pour corriger notre posture par un bon tonus musculaire.

Stabilité des articulations

La stabilisation des articulations est aussi assurée par des muscles. Nous avons vu précédemment que les articulations sont composées de cartilages, de bourses lubrifiantes, de ligaments et de tendons. Toutes les articulations mobiles et semi mobiles sont soutenues et renforcées par des muscles rattachés aux os impliqués dans l'articulation.

Dégagement de chaleur

Les muscles, lors de leur contraction, dégagent de la chaleur. Ce dégagement de chaleur est dû à la perte d'énergie qui survient lorsque celle-ci se transforme d'une forme à une autre. Cette chaleur revêt une importance vitale parce qu'elle maintient l'organisme à une température adéquate.

Les muscles ont aussi des propriétés communes. Les voici :

- ✓ **L'excitabilité**
- ✓ **La contractilité**
- ✓ **L'extensibilité**
- ✓ **L'élasticité**

L'**excitabilité** est la propriété qui fait en sorte qu'un muscle peut être stimulé à se contracter. L'origine de cette excitabilité peut être chimique (normalement une hormone ou un neurotransmetteur) ou électrique (par une décharge de nature extérieure). On peut ainsi déclencher la contraction d'un muscle en laboratoire en utilisant des impulsions électriques.

La **contractilité** est la capacité d'un tissu à se contracter, donc de diminuer de longueur. C'est la contraction des myofibrilles (voir la page suivante pour une brève définition) qui agit sur le membre impliqué pour le faire bouger.

L'**extensibilité** est la propriété qui fait en sorte qu'une cellule musculaire peut s'étirer, donc devenir plus longue que lorsqu'elle est au repos.

L'**élasticité** de la cellule musculaire se résume en la capacité à se contracter pour ensuite se détendre et revenir à sa position et à sa longueur initiales.

Innervation et irrigation sanguine

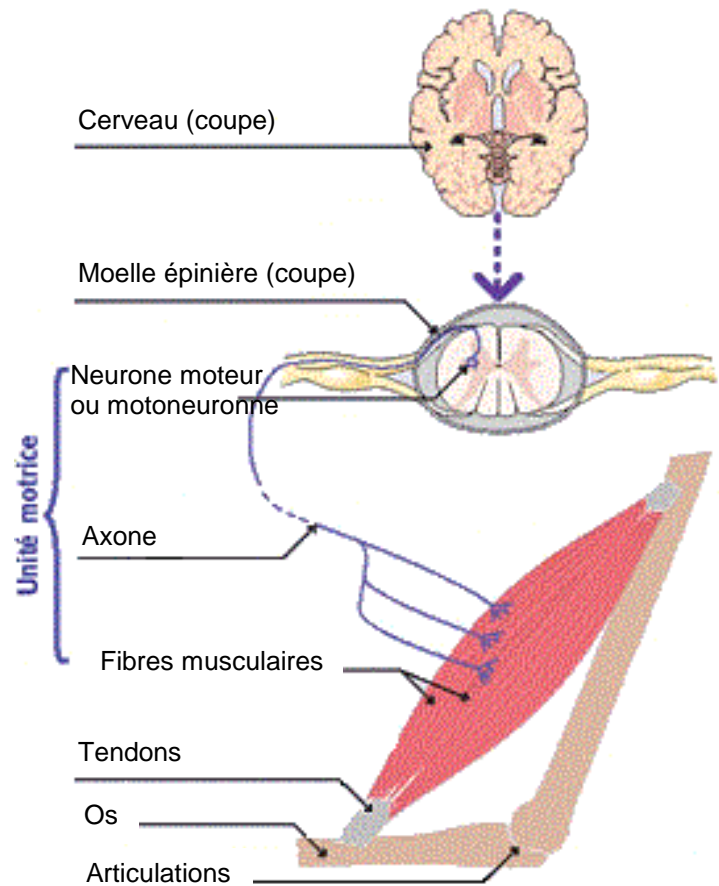
L'activité normale d'un muscle squelettique est tributaire de son innervation et d'un approvisionnement sanguin abondant. Le cerveau, par le biais du système nerveux contrôle la contraction des muscles squelettiques. Contrairement aux fibres musculaires cardiaques et lisses, qui peuvent se contracter en l'absence de toute stimulation nerveuse, chaque fibre musculaire squelettique est dotée d'une terminaison nerveuse qui régit son activité. Les muscles squelettiques ou striés sont des muscles volontaires et ont besoin d'être stimulés par le système nerveux somatique pour se contracter.

Voyons maintenant comment la contraction musculaire s'effectue.

L'activité musculaire est contrôlée par le système nerveux.

Le cerveau, par le biais du système nerveux contrôle la contraction des muscles squelettiques. Par l'intermédiaire de ses millions de récepteurs sensoriels du système nerveux, le cerveau reçoit de l'information sur les changements qui se produisent tant à l'intérieur qu'à l'extérieur de l'organisme. Ces changements sont appelés stimulus. Le cerveau traite l'information sensorielle et détermine l'action à entreprendre à tout moment. Il fournit ensuite une réponse motrice (commande) qui active des muscles. Cette réponse motrice se propage vers le muscle au moyen de signaux électriques rapides et spécifiques, l'**influx nerveux**.

L'influx nerveux se propage par les unités motrices formées par les motoneurones (neurones moteurs) situés dans la moelle épinière jusqu'à leurs longs prolongement, les axones qui se rendent, regroupés en nerfs, jusqu'aux muscles qu'ils desservent.



En savoir plus

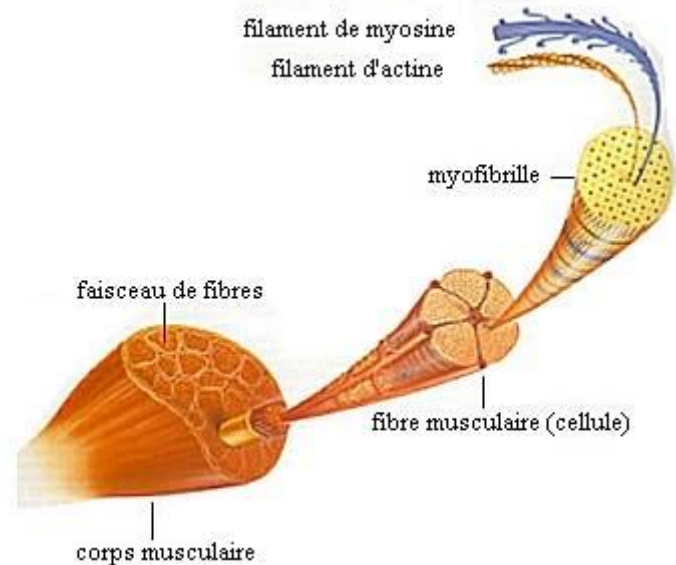
Chaque axone moteur se divise en un certain nombre de ramifications, chacune d'elles innervant une seule fibre musculaire. Ainsi au niveau du muscle biceps brachial, un motoneurone innerve en moyenne 100 fibres musculaires qu'il active de façon synchrone. Lors d'un mouvement, le contrôle de la force de contraction est lié au nombre d'unités motrices recrutées.

Stimulus nerveux à la jonction neuromusculaire (voir la figure à la page 77)

À son entrée dans le muscle, chacune de ses terminaisons des axones (ou terminaison nerveuse synaptique) forment une **jonction neuromusculaire** (synapse) avec une seule fibre musculaire. La terminaison de l'axone contient des mitochondries et des vésicules synaptiques remplies d'un neurotransmetteur appelé acétylcholine. Lorsqu'un influx nerveux atteint la terminaison de l'axone,

2.3 : Physiologie des muscles

l'acétylcholine est libérée et se diffuse alors à travers la fente synaptique puis se lie aux récepteurs de l'acétylcholine sur le sarcolemme de la fibre musculaire. La liaison de l'acétylcholine déclenche l'ouverture des canaux du sodium, la propagation d'un potentiel d'action dans le sarcolemme et la contraction de la fibre musculaire stimulée. La contraction se fait par un glissement des filaments minces formés d'**actine** le long des filaments épais formés de **myosine**, de telle sorte que les myofibrilles se chevauchent davantage. Comme ce phénomène se déroule simultanément dans les sarcomères de toutes les myofibrilles, les fibres musculaires raccourcissent tout en augmentant leur diamètre. Ce raccourcissement du muscle agit sur les os et produit le mouvement.



Destruction de l'acétylcholine

Aussitôt après la libération de l'acétylcholine à la jonction neuromusculaire et sa liaison aux récepteurs de l'acétylcholine sur le sarcolemme, l'acétylcholine est détruite par la cholinestérase, une enzyme qui est située sur le sarcolemme au niveau de la jonction neuromusculaire. La contraction de la fibre musculaire ne peut donc pas se poursuivre en l'absence de stimulation nerveuse.

En savoir plus

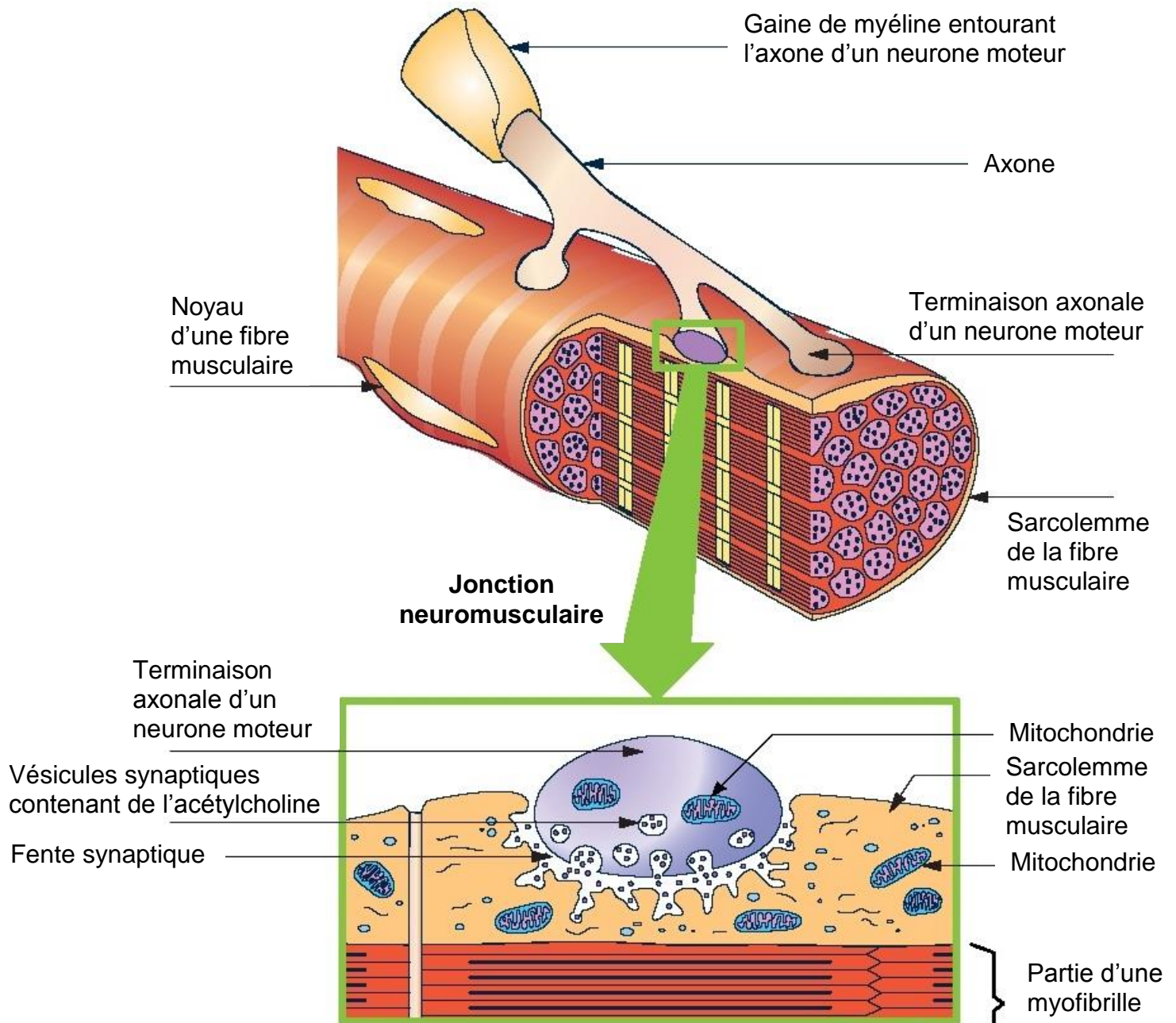
Irrigation sanguine

Assurée par des artères et des veines, la vascularisation est essentielle au fonctionnement musculaire. Les artères fournissent au tissu musculaire les nutriments et l'oxygène nécessaire à son fonctionnement. Les veines suivent le chemin inverse de celui des artères. La circulation de retour débarrasse le muscle des déchets provenant du travail musculaire (acide lactique, dioxyde de carbone ou CO_2). L'accumulation de l'acide lactique nuit à la poursuite de l'effort musculaire.

Mitochondries

Le muscle est une véritable usine métabolique consommant de l'énergie. Le sarcoplasme d'une fibre musculaire contient de très nombreuses mitochondries. Ce sont elles qui produisent de l'énergie (ATP) directement utilisable par la fibre musculaire pour contracter ses myofibrilles.

2.3 : Physiologie des muscles



Propagation d'un potentiel d'action, seuil d'excitabilité et loi du tout ou rien

Comme toutes les membranes plasmiques des cellules, le sarcolemme au repos est polarisé, c'est-à-dire qu'il existe un voltage de part et d'autre de la membrane, et l'intérieur est négatif. L'acétylcholine déclenche l'ouverture des canaux du sodium. Cette ouverture entraîne la diffusion des ions sodium (Na^+) de l'extérieur vers l'intérieur de la cellule musculaire, si bien que l'intérieur de la cellule devient progressivement moins négatif. Au départ, la dépolarisation est purement locale

2.3 : Physiologie des muscles

(limitée au site du récepteur), mais si l'influx nerveux est assez fort, la dépolarisation du sarcolemme atteint un niveau critique appelé **seuil d'excitabilité**. Le processus de dépolarisation se poursuit grâce à la diffusion des ions le long du sarcolemme, la membrane du muscle. Cette dépolarisation et cette inversion de polarités rapides de la membrane musculaire permet la propagation d'un potentiel d'action dans le sarcolemme. Ce potentiel d'action se transmet sur le sarcolemme dans toutes les directions à partir de la jonction neuromusculaire.

Une fois amorcé, le potentiel d'action ne peut être arrêté et il mène à la contraction complète de la cellule musculaire. Ce phénomène est appelé **loi du tout-ou-rien**, ce qui signifie que les fibres musculaires se contractent au maximum de leur capacité ou ne se contractent pas du tout.

Tonus musculaire

Nous avons vu auparavant que les muscles squelettiques sont volontaires, c'est-à-dire qu'ils s'activent selon notre volonté. Par contre, même lorsque nous n'y pensons pas, une petite dose d'influx nerveux provenant de la colonne vertébrale stimule les muscles squelettiques constamment. Cette légère stimulation produit ce que l'on appelle le **tonus musculaire**. Quoique très petites, les contractions musculaires en résultant sont suffisantes pour assurer au corps un maintien constant de la posture ainsi qu'un état d'alerte afin que les muscles puissent répondre rapidement à une demande. Le tonus musculaire assure également une stabilité des articulations.

Fatigue musculaire et tétanos

Une contraction musculaire est plus ou moins forte selon la quantité de fibres musculaires sollicitées. En effet, ce ne sont pas toujours tous les axones qui fonctionnent en même temps, cela varie selon la demande de notre volonté. Si nous voulons soulever un poids lourd, plus de motoneurones seront stimulés, plus d'axones entreront en jeu et une plus grande quantité de fibres musculaires seront activées donnant ainsi la force requise.

La contraction musculaire à la suite d'une stimulation se prête bien à l'observation en laboratoire, et la plupart de ces études sont faites in vitro (hors de l'organisme) sur le muscle d'une patte de grenouille. Le muscle est prélevé, puis fixé à un appareil qui produit un enregistrement graphique de la contraction appelé myogramme.

La secousse musculaire est la réponse d'un muscle à un seul stimulus liminaire (un stimulus dont la valeur correspond au **seuil d'excitabilité**) de courte durée. Pour que la fibre musculaire se contracte, il faut qu'elle soit suffisamment stimulée. Dès que le seuil d'excitation est atteint, la fibre musculaire se contracte. Quelle que soit l'intensité de la stimulation au-dessus du seuil d'excitabilité, la contraction d'une fibre reste de la même intensité. Ainsi, pour augmenter la force musculaire, plus de motoneurones doivent être stimulés, sollicitant ainsi davantage de fibres musculaires. Lors d'une secousse musculaire, le muscle se contracte rapidement, puis se relâche. Une secousse peut être plus ou moins

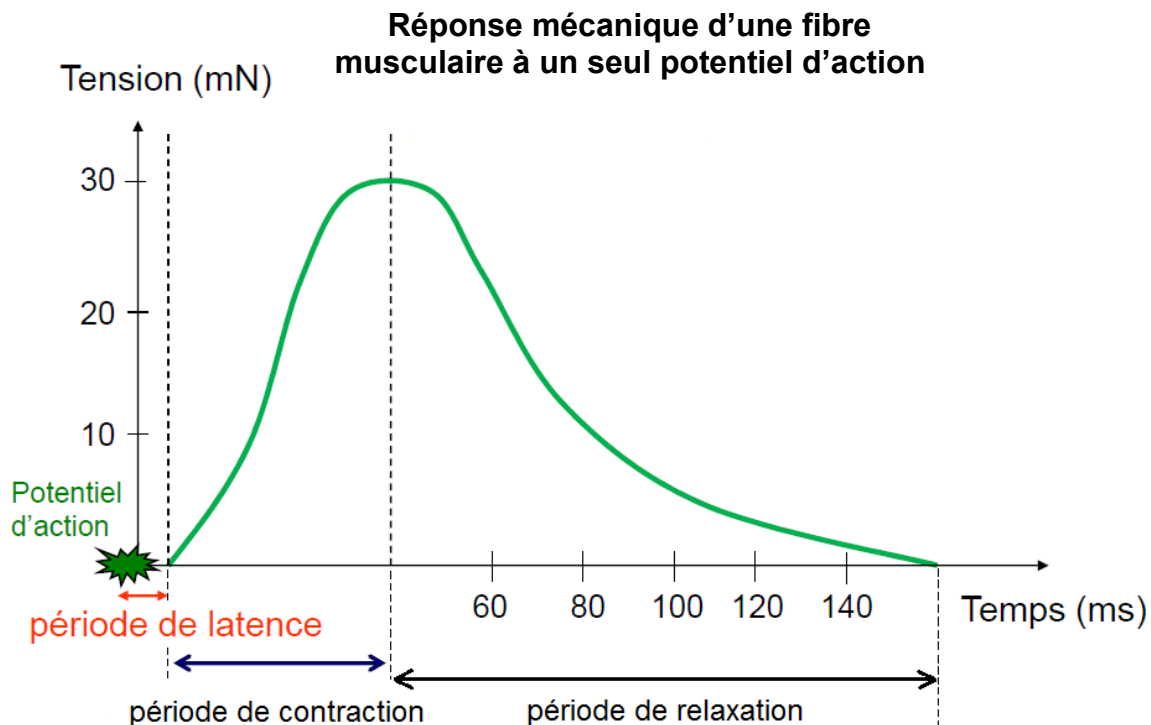
2.3 : Physiologie des muscles

vigoureuse, suivant le nombre d'unités motrices qui ont été activées. Sur le tracé du myogramme de toute secousse musculaire, on reconnaît facilement trois phases de contraction distinctes : la période de latence, la période de contraction et la période de relaxation.

Après l'application du stimulus, le potentiel d'action se propage. Il existe un délai de réponse entre le potentiel d'action et le début de la contraction. Cette période se nomme **période de latence** et dure pendant les quelques millisecondes qui suivent la stimulation jusqu'au moment où l'on observe une contraction. Durant la période de latence, le myogramme n'enregistre aucune réponse.

Il se produit ensuite la **période de contraction** qui correspond à l'intervalle de temps qui s'écoule entre le début du raccourcissement et le maximum de la force de tension, pendant lequel le tracé du myogramme forme un pic. Cette étape dure de 10 à 100 ms. Si la tension est suffisante, le muscle raccourcit.

La période de contraction est suivie d'une période de relâchement ou **période de relaxation**, au cours de laquelle la force de contraction ne s'exerce plus; la tension du muscle diminue, puis disparaît complètement, et le tracé revient à sa valeur d'origine. Si le muscle s'est raccourci pendant la contraction, il reprend sa longueur initiale.



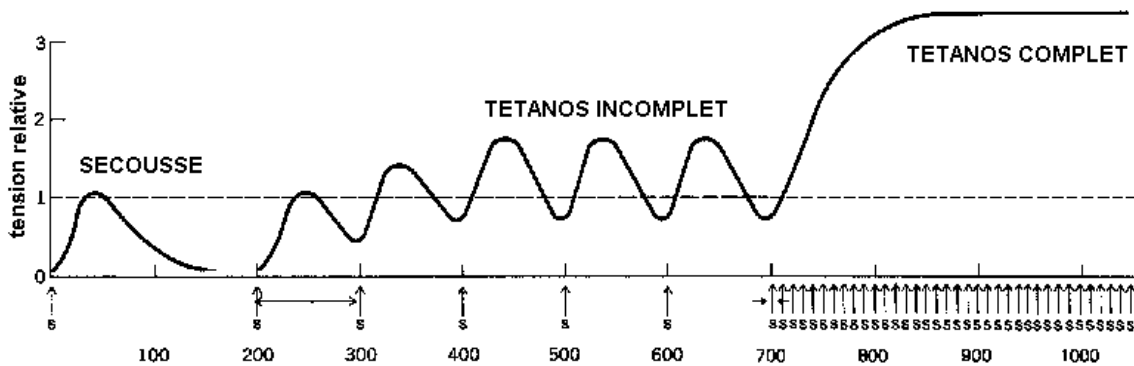
La réponse d'une fibre n'est pas graduelle : elle se comporte en suivant la **loi du tout ou rien**. En d'autres termes, si la stimulation est d'une intensité suffisante, c'est-à-dire qu'elle atteint ou dépasse le seuil d'excitabilité, la fibre répondra d'emblée par une tension maximale. Néanmoins, l'amplitude des réponses n'est pas toujours identique : elle peut varier en fonction de la fréquence, du nombre de stimulation et de la fatigue.

2.3 : Physiologie des muscles

Au niveau du muscle, il en va tout autrement. En effet, on n'observe jamais de muscle qui se contracte entièrement dès qu'il est stimulé. Généralement, la réponse musculaire apparaît après un certain seuil d'intensité, puis elle augmente progressivement à mesure que l'intensité augmente, et ce, jusqu'à un maximum correspondant à l'excitation de la totalité des fibres qui composent ce muscle.

Cette augmentation progressive de la tension musculaire en parallèle à celle de l'intensité du stimulus n'est possible que par une propriété du muscle qui consiste en la capacité d'additionner les réponses mécaniques de stimuli successifs si ceux-ci apparaissent à des moments bien précis de la secousse.

Si l'intensité du stimulus (voltage) ne varie pas et si la fréquence de la stimulation s'accélère, la période de relaxation entre les contractions devient de plus en plus courte et leur sommation de plus en plus importante. Pour finir, tout signe de relâchement disparaît et les contractions fusionnent en une longue contraction régulière appelée **tétanos** (tetanus = rigidité, tension).



On nomme tétanos (à ne pas confondre avec la maladie bactérienne du même nom) une contraction longue et forte d'un muscle. Le tétanos est le mode habituel de contraction musculaire dans notre organisme. Un seul potentiel d'action (1 à 2 ms) n'est pas suffisant pour déclencher une contraction longue et forte d'un muscle. Pour que le muscle se contracte longtemps et fortement, il faut le téтанiser ; c'est-à-dire lui envoyer plusieurs potentiels d'actions se suivant à une fréquence minimale précise (qui dépend du type de muscle). Ainsi pour provoquer un tétanos, les neurones moteurs doivent envoyer des volées d'influx (influx se succédant rapidement) et non des influx isolés provoquant des secousses. Du coup, on peut sommer les contractions et recruter l'ensemble des fibres musculaires d'un muscle pour que la contraction de ce muscle soit longue et forte. C'est cela le tétanos.

Une activité musculaire intense ne peut pas se poursuivre indéfiniment. Lors d'un tétanos prolongé, le muscle perd inévitablement sa capacité à se contracter et sa tension retombe à une valeur nulle ; c'est ce qu'on appelle la **fatigue musculaire**. La fatigue musculaire est l'incapacité physiologique d'un muscle à se contracter. Elle est provoquée par des changements qui s'opèrent à l'intérieur des fibres musculaires. Avant que la fatigue musculaire ne commence à se manifester, une personne peut ressentir des signes de lassitude et l'envie de

cesser l'activité, c'est un mécanisme de protection contre les lésions du muscle. La contraction musculaire a besoin d'énergie pour alimenter le cycle de glissement des brins d'actine et de myosine, pour pomper le Ca^{+2} et pour d'autres réactions métaboliques. La fatigue musculaire est principalement due au fait que le muscle ne peut pas produire assez d'ATP, l'énergie chimique utilisable par le muscle, pour alimenter la contraction.

En savoir plus

Adénosine triphosphate (ATP)

L'ATP (adénosine triphosphate) est la seule énergie chimique utilisable par le muscle. Cette molécule fournit par hydrolyse l'énergie nécessaire aux réactions chimiques du métabolisme de tous les organismes vivants connus.

Le rôle principal de l'ATP est de stocker et transporter l'énergie pour fournir lorsque nécessaire l'énergie dont les cellules ont besoin pour les réactions chimiques. Par l'hydrolyse, la molécule d'ATP se dissocie en ions dans l'eau sous forme d'ADP et de phosphate et libère l'énergie utilisée dans l'activité de la cellule animale.

Les stocks d'ATP de l'organisme ne dépassent pas quelques secondes de consommation. En principe, l'ATP est produite en permanence.

L'adénosine triphosphate est un élément clé de la contraction musculaire, sans lequel nous serions incapables d'effectuer le moindre mouvement. En effet, c'est sa présence et sa déphosphorylation (perte d'un groupement phosphate) qui permet la contraction musculaire par transformation de l'énergie chimique de la réaction en énergie mécanique. Il y a un déplacement physique des filaments, composants des fibres musculaires, les uns par rapport aux autres réduisant la taille des sarcomères et produisant ainsi la contraction du muscle.

Fatigue musculaire

Le glycogène (glucide facilement utilisable) emmagasiné dans les cellules musculaires permet à ces dernières de se passer, dans une certaine mesure, du glucose apporté par le sang; cependant, en cas d'effort soutenu, ces réserves s'épuisent elles aussi. Lorsque la production d'ATP ne suffit plus à la demande, la fatigue musculaire fait son apparition et l'activité s'arrête, même si le muscle reçoit encore des stimuli. La **fatigue musculaire** est une incapacité physiologique de se contracter. Remarquez que la fatigue musculaire est due à un manque relatif d'ATP, et non à son absence totale. Lorsqu'il n'y a plus d'ATP, il se produit des contractions continues (crampe). Une trop grande accumulation d'acide lactique et le déséquilibre ionique contribuent également à la fatigue musculaire.

Dettes d'oxygène

Même en l'absence de fatigue musculaire, un travail musculaire vigoureux provoque d'importants changements des propriétés chimiques du muscle. Pour qu'un muscle revienne à l'état de repos, ses réserves d'oxygène et de glycogène doivent être reconstituées, l'acide lactique qui a été accumulé doit être reconverti en acide pyruvique et de nouvelles réserves d'ATP et de créatine phosphate doivent être établies. De plus, le foie doit reconvertir en glucose l'acide lactique créé par l'activité musculaire et le retourner au muscle; ce glucose sert à la synthèse de glycogène dans le muscle. Lors d'une contraction musculaire anaérobie, toutes ces activités consommatrices d'oxygène se déroulent plus lentement et sont reportées (au moins en partie) jusqu'au moment où l'oxygène redevient disponible. Il se produit donc une **dettes d'oxygène** qui doit être remboursée avant que l'état de repos puisse être rétabli. La dette d'oxygène est définie comme la quantité d'oxygène supplémentaire qui devra être consommée par l'organisme pour que ces processus de rétablissement puissent avoir lieu.

La dette d'oxygène peut être illustrée par un exemple simple : si vous devez courir le 100 m en 12 secondes, votre organisme aura besoin d'environ 6 L d'oxygène pour que la respiration cellulaire soit totalement aérobie. Cependant, la quantité d'oxygène qui peut être acheminée et consommée par vos muscles pendant ces 12 secondes est d'environ 1,2 L, beaucoup moins que ce dont ils ont besoin. Vous établirez donc une dette d'oxygène d'environ 4,8 L qui devra être remboursée au moyen d'une respiration rapide et profonde pendant un certain temps après l'exercice musculaire. Cette respiration profonde est due en premier lieu à la concentration élevée d'acide lactique dans le sang, qui stimule indirectement le centre de la respiration situé dans le bulbe rachidien de l'encéphale. La consommation d'oxygène pendant un exercice musculaire est fonction de plusieurs facteurs, dont l'âge, la taille, l'entraînement et l'état de santé. En règle générale, plus une personne est habituée à faire de l'exercice physique, plus elle consommera d'oxygène pendant une activité et plus sa dette d'oxygène sera faible. Par exemple, le taux de consommation d'oxygène de la plupart des sportifs est supérieur d'environ 10% au moins à celui des personnes sédentaires et celui d'un marathonien bien entraîné peut le dépasser de 45%.

Dégagement de chaleur pendant l'activité musculaire

Tout comme dans les meilleures machines, seule une proportion de 20 à 25 % de l'énergie libérée par la contraction musculaire est convertie en travail utile. Le reste est transformé en chaleur, ce qui doit être pris en compte dans le maintien de la température et de l'homéostasie de l'organisme. Au début d'un exercice musculaire intense, la chaleur vous incommoder parce que votre sang s'échauffe. D'habitude, plusieurs processus homéostatiques, dont la transpiration et le rayonnement de chaleur par la peau, empêchent la température d'atteindre un niveau dangereux. Les frissons représentent l'autre extrême de l'ajustement homéostatique, puisque les contractions musculaires ont alors pour rôle de produire un supplément de chaleur.

2.3 : Physiologie des muscles



2.3-1 Nommez les quatre fonctions des muscles en y ajoutant un exemple pour chacune.

Fonction	Exemple

2.3-2 Nommez, en donnant une brève description, les quatre propriétés des muscles.

2.3-3 Quelles sont les deux protéines qui composent les myofibrilles?

2.3-4 Donnez deux façons d'exciter un muscle.

2.3 : Physiologie des muscles

2.3-5 Quelle est la structure qui transporte l'influx nerveux jusqu'au muscle?

2.3-6 Comment se nomme le complexe formé à partir de la myosine et de l'actine?

2.3-7 Comment se nomme l'endroit où les nerfs et le muscle sont en contact?

2.3-8 Comment se nomme la plus petite partie d'un muscle qui se contracte?

2.3.9 Ordonnez les affirmations suivantes de manière à expliquer le phénomène de la contraction musculaire.

1. L'acétylcholine est libérée à la jonction neuromusculaire.
2. La cholinestérase est libérée à la jonction neuromusculaire et détruit l'acétylcholine.
3. La moelle épinière assure la propagation de l'influx nerveux vers le muscle.
4. Les myofilaments se chevauchent davantage lorsque les filaments minces formés d'actine glissent sur les filaments épais formés de myosine.
5. Le muscle se relâche.
6. Le cerveau traite l'information sensorielle, les stimuli et fournit une réponse motrice sous forme de signaux électriques rapides et spécifiques, l'influx nerveux.
7. Le potentiel d'action se propage dans le sarcolemme.
8. Les fibres musculaires raccourcissent tout en augmentant leur diamètre.
9. Le stimulus atteint la terminaison de l'axone.

--	--	--	--	--	--	--	--	--

2.3 : Physiologie des muscles

2.3-10 Qu'est-ce que la loi du tout ou rien?

2.3-11 Décrivez le phénomène de la fatigue musculaire.

2.3-12 Qu'est-ce que le téτανos au niveau d'un muscle?

2.3 : Physiologie des muscles

2.3-13

- a) Parmi les énoncés suivants, choisissez les quatre qui expliquent adéquatement le processus de contraction musculaire et les phénomènes de la fatigue musculaire ou du téτανos.
1. Pour augmenter la force musculaire, plus de motoneurones doivent être stimulés, sollicitant ainsi davantage de fibres musculaires.
 2. Quel que soit l'intensité de la stimulation au-dessus du seuil d'excitabilité, la contraction d'une fibre musculaire reste de la même intensité. Si le potentiel d'action n'atteint pas le seuil d'excitabilité, la fibre n'est pas du tout contractée.
 3. Les trois phases de contraction qui suivent le potentiel d'action sont dans l'ordre : la période de contraction, la période de relaxation et la période de latence.
 4. On appelle, la fatigue musculaire, les légères tensions des muscles causé par de faibles contractions involontaire des unités motrices. La fatigue musculaire assure la fermeté des muscles, mais il ne fournit pas une force assez grande pour produire un mouvement.
 5. La contraction musculaire nécessite de l'énergie. La fatigue musculaire résulte du manque d'ATP, l'énergie chimique utilisable par le muscle.
 6. La sommation des contractions et le recrutement de l'ensemble des fibres musculaires d'un muscle amène le muscle en état de téτανos.

-
- b) Corrigez les énoncés qui sont faux de façon à les rendre valides.

Énoncés fautifs	Corrections

Section 2.4 : Les mouvements

Selon l'endroit de l'attache du muscle sur l'os, les muscles et les os forment plusieurs sortes de leviers. Ceux-ci sont plus ou moins performants selon le niveau de la force développée. Or, ce n'est pas toujours la même force qui est demandée. Les doigts sur un clavier de piano n'exigent pas la même puissance que la jambe qui supporte le poids du corps.

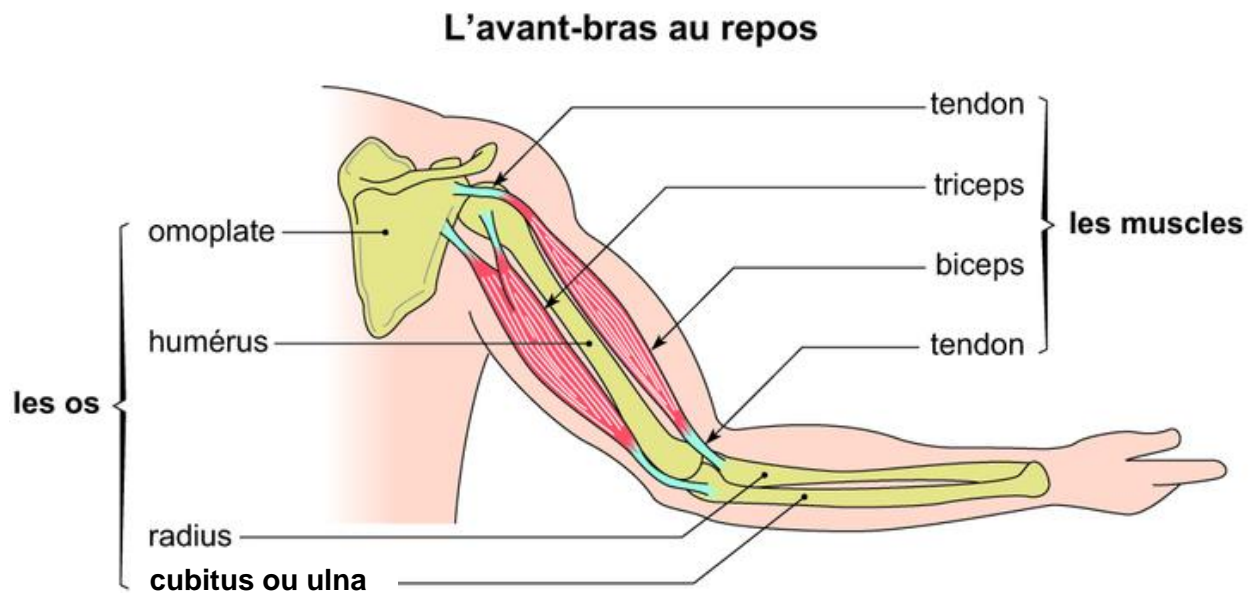
Les muscles agissent sur les os en les tirant. Cependant, un muscle ne pousse pas sur ces derniers, il les tire en se contractant. Afin de pouvoir effectuer un mouvement, il faut donc que les muscles ne travaillent pas en même temps, mais de façon complémentaire.

Un muscle s'attache à un os par un tendon ou directement sur le périoste. Les deux points d'attache d'un muscle se nomment l'**origine** et l'**insertion**. De façon générale, on nomme le point d'attache le plus mobile l'*insertion* et le point d'attache le plus fixe est l'*origine*. Lors de la contraction musculaire, l'insertion se rapproche de l'origine, diminuant ainsi la longueur du muscle.



Flexion et extension de l'avant-bras

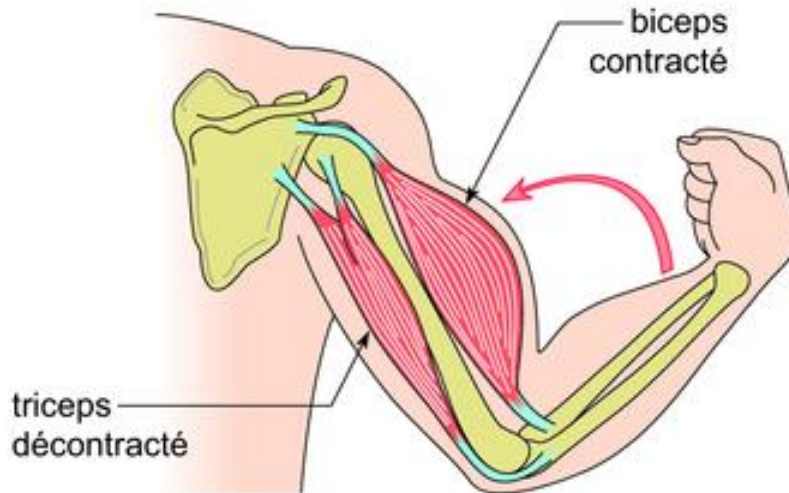
Dans ce cours, l'accent est mis sur le mouvement des muscles engendré par la flexion et l'extension de l'avant-bras.



2.4 : Les mouvements

Pour pouvoir fléchir le bras au niveau du coude, il faut que le biceps (muscle antérieur du bras) se contracte. L'insertion du biceps est attachée au radius de l'avant-bras. Ainsi, lorsque le biceps se contracte, il tire sur le radius et produit une flexion de l'avant-bras vers le haut.

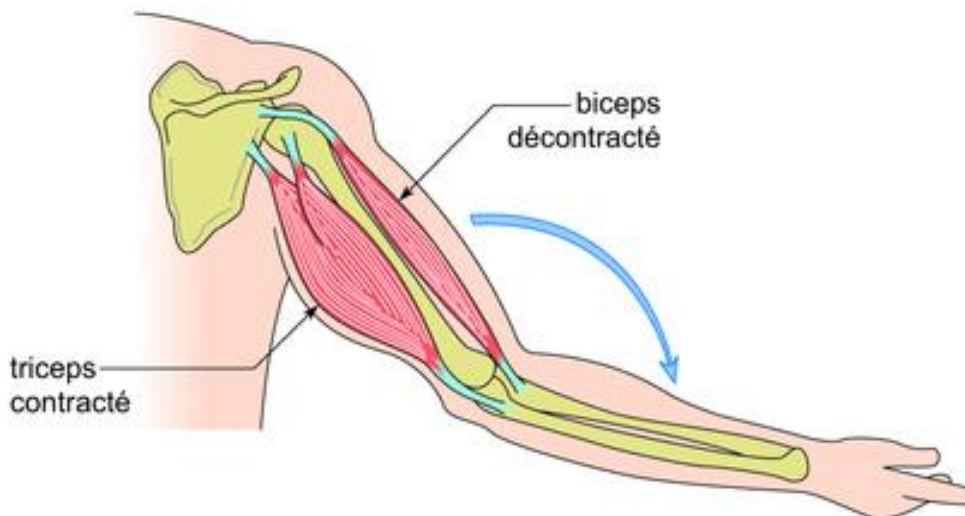
La flexion de l'avant-bras



L'avant-bras se rapproche du bras car le biceps contracté tire sur le radius sur lequel il est fixé par un tendon.

Pour faire le mouvement contraire, l'extension, il faut que le biceps se relâche et qu'à son tour le triceps (muscle postérieur du bras) se contracte. L'insertion du triceps étant sur le ulna (ou cubitus) de l'avant-bras, le bras s'allonge vers le bas, on parle alors d'une l'extension.

L'extension de l'avant-bras



Interactions entre les muscles squelettiques

Les muscles squelettiques ne peuvent que tirer (raccourcir). Ils sont placés en groupes opposés de chaque côté des articulations de telle sorte qu'un groupe peut s'opposer à l'action de l'autre ou la modifier.

Nous venons de voir que pour pouvoir fléchir le bras au niveau du coude, il faut que le biceps se contracte et en même temps que le triceps soit au repos. Des mouvements contraires se traduisent donc par la contraction et le relâchement de muscles qui s'opposent. Il en est ainsi pour tous les mouvements. Les muscles travaillent toujours minimalement en paires. C'est ce que l'on nomme les **muscles antagonistes**. Pour tout dire, ces muscles ne peuvent pas travailler simultanément, sinon, aucun mouvement ne serait possible (le travail de l'un inhibe le travail de l'autre).

Les muscles antagonistes sont presque toujours situés de part et d'autre d'un os afin d'être le plus efficace possible pour effectuer des mouvements contraires. En réalité, il y a plus de deux muscles impliqués dans un mouvement. Plusieurs autres muscles interviennent pour stabiliser l'articulation ou pour modérer l'effet d'une contraction musculaire trop brusque.

Les muscles peuvent être classés en groupe fonctionnels : agonistes et antagonistes. Les muscles **agonistes** sont les principaux responsables des mouvements. Dans la flexion du coude, l'agoniste est le biceps brachial qui recouvre la face antérieure du bras et qui s'insère sur le radius. Les muscles qui s'opposent à un mouvement ou produisent un effet contraire sont appelés **antagonistes**. Lorsqu'un agoniste est en activité, les muscles antagonistes sont souvent en extension et relâchés. Des antagonistes peuvent aussi être agonistes. Par exemple, le muscle triceps brachial, antagoniste du biceps brachial, devient l'agoniste dans le mouvement d'extension du coude.

En savoir plus

Il existe deux autres groupes fonctionnels : synergiques, qui aident les agonistes à stabiliser les articulations ou à empêcher les mouvements indésirables; et fixateurs, dont le rôle principal est d'immobiliser un os ou l'origine d'un muscle.

2.4 : Les mouvements



2.4-1 Comment se nomment les deux points d'attache des muscles aux os?

2.4-2 Quelle est la différence entre ces deux points d'attache?

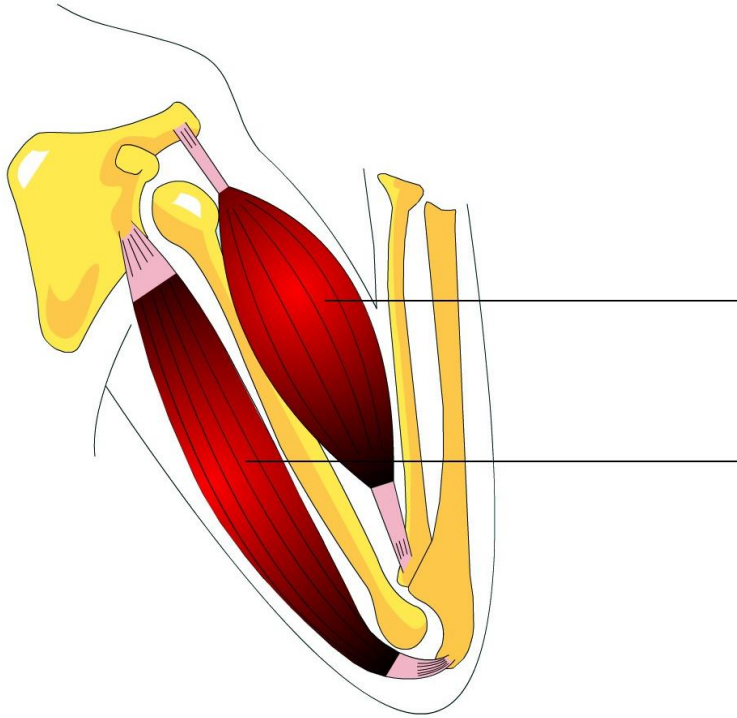
2.4-3 Qu'est-ce que produit un déplacement des points d'attache des muscles?

2.4-4 Expliquez, dans vos mots, le fonctionnement de la flexion de l'avant-bras. Quels sont les muscles impliqués?

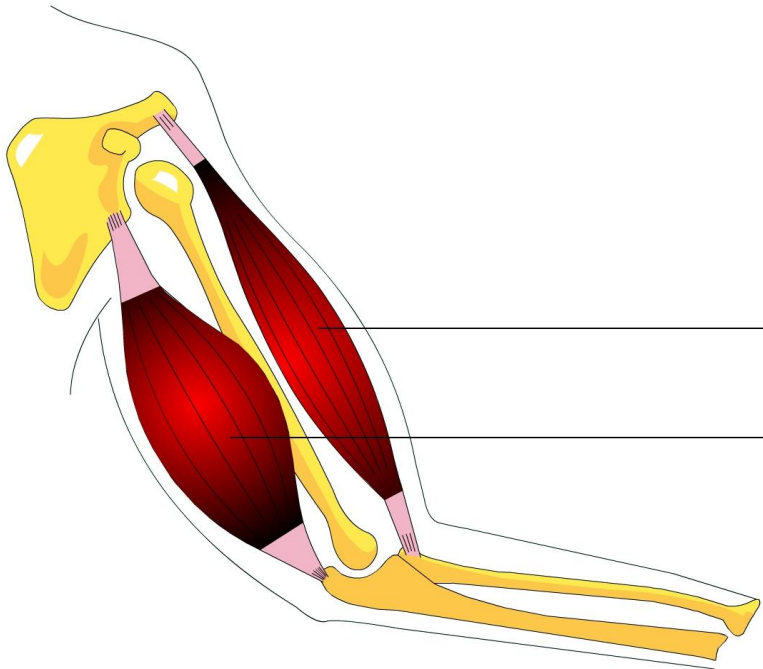
2.4-5 Nommez les deux muscles **antagonistes** engendrant les mouvements de l'avant-bras.

2.4 : Les mouvements

2.4-6 Identifiez, sur le schéma de la **flexion de l'avant-bras**, les muscles impliqués et précisez pour chacun des muscles son groupe fonctionnel (agoniste ou antagoniste).



2.4-7 Identifiez, sur le schéma de l'**extension de l'avant-bras**, les muscles impliqués et précisez pour chacun des muscles son groupe fonctionnel (agoniste ou antagoniste).



2.4 : Les mouvements

2.4-8 Quels sont les points d'attache des deux muscles engendrant les mouvements de l'avant-bras? (voir le schéma de l'avant-bras au repos à la page 87)

	Points d'attache	
	à l'origine	à l'insertion
biceps		
triceps		

2.4-9 Associez chacun des énoncés suivants au mouvement de l'avant-bras qu'il décrit. (flexion ou extension)

Énoncé	Mouvement
1. Le biceps agira comme muscle agoniste dans ce mouvement.	
2. Le biceps agira comme muscle antagoniste dans ce mouvement.	
3. Le triceps agira comme muscle agoniste dans ce mouvement.	
4. Le triceps agira comme muscle antagoniste dans ce mouvement.	
5. L'insertion du biceps est attachée au radius de l'avant-bras et permettra ce mouvement de l'avant-bras.	
6. L'insertion du triceps étant sur le ulna (ou cubitus) de l'avant-bras, le bras s'allonge vers le bas, la partie la plus mobile, le ulna (ou cubitus) est alors ramenée dans l'axe de l'humérus.	
7. Le triceps a ses origines à l'omoplate (et à l'humérus)*, ceux-ci étant les parties les plus fixes.	
8. Le biceps a ses origines à l'omoplate, celle-ci étant la partie la plus fixe.	
9. Le biceps permet le mouvement vertical du coude et la supination de l'avant-bras donc le mouvement rotatoire du poignet.	
10. Le triceps est un extenseur puissant de l'avant-bras, il permet de ramener le cubitus dans l'axe de l'humérus.	

* la mention de l'humérus comme origine du triceps n'est pas obligatoire dans ce cours.

2.4 : Les mouvements

2.4-10 Lors de la **flexion de l'avant-bras**, quels sont : le muscle agoniste, les points d'attache à l'origine et à l'insertion, l'action permise par le muscle agoniste, et le muscle antagoniste de ce mouvement?

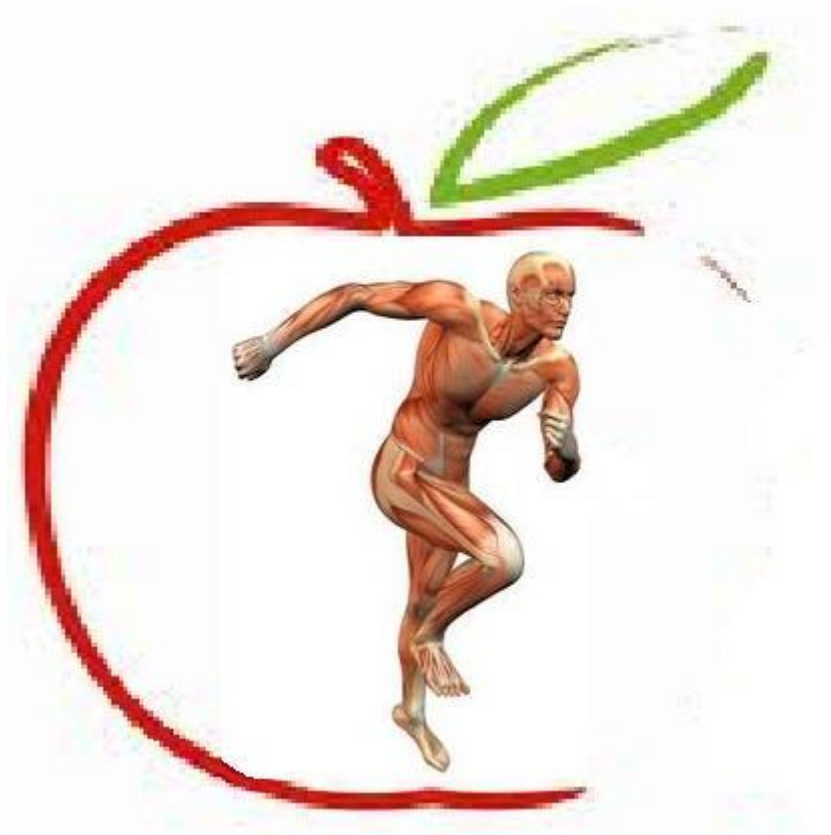
muscle agoniste	points d'attache		action	muscle antagoniste
	à l'origine	à l'insertion		

2.4-11 Lors de l'**extension de l'avant-bras**, quels sont : le muscle agoniste, les points d'attache à l'origine et à l'insertion, l'action permise par le muscle agoniste, et le muscle antagoniste de ce mouvement?

muscle agoniste	points d'attache		action	muscle antagoniste
	à l'origine	à l'insertion		



Chapitre 3 : Hygiène et santé



Chapitre 3 : Hygiène et santé du système squelettique et musculaire

Voici la liste des différents objectifs intermédiaires¹ du cours BIO 5066-1 traités dans chaque section du chapitre 3.

Section	Objectifs intermédiaires
3.1	6.1 Décrire les effets de l'exercice musculaire sur l'organisme humain. 6.2 Expliquer les habitudes de vie qui contribuent au bon fonctionnement du système squelettique et musculaire.
3.2	6.3 Distinguer les différents types de fractures. 6.4 Décrire les méthodes utilisées pour immobiliser un os fracturé. 6.5 Décrire le processus de réparation d'une fracture.
3.3	6.6 Décrire le traitement approprié dans le cas d'une déchirure d'un muscle.
3.4	6.7 Décrire les principales maladies associées au système squelettique et musculaire et les traitements appropriés à chacune.

¹ Québec, Ministère de l'Éducation, 2003, PROGRAMME D'ÉTUDES BIOLOGIE, 5^e secondaire, formation générale des adultes p. 53-60.

Section 3.1 : L'exercice et les habitudes de vie

Le corps humain est fait pour bouger. Notre mode de vie actuel, avec tous ses bons côtés, a largement fait de nous des sédentaires. Nous prenons la voiture pour aller travailler, nous nous asseyons devant un écran d'ordinateur, nous roulons jusqu'à la maison et nous nous écrivons devant la télévision. La conséquence de cette vie sédentaire n'est pas simplement une condition physique qui laisse à désirer. La vie sédentaire menace réellement notre santé. Paradoxalement, alors que l'effort musculaire diminue, l'alimentation de l'homme moderne est de plus en plus riche. Les conséquences qui en résultent sont gravement dommageables à notre santé : les articulations se rouillent, faute de mouvement ; les masses musculaires ont tendance à s'atrophier ; l'ostéoporose, c'est à dire la décalcification osseuse, s'installe. Ces conséquences négatives sont aussi observées de façon amplifiée sur la physiologie des cosmonautes lors de leur séjour dans l'espace en absence de pesanteur. Il en va de même pour l'immobilisation prolongée. Quelles que soient ses causes, l'inactivité amène toujours un affaiblissement et une diminution du volume des muscles.

Pour demeurer sains, les muscles doivent être actifs. La somme de travail effectuée par un muscle engendre des modifications du muscle lui-même. Lorsqu'on les utilise souvent ou de façon soutenue, les muscles peuvent gagner en taille ou en force, ou devenir plus efficaces et résistants à la fatigue.

Les effets de l'entraînement aérobique ou d'endurance sur l'organisme

Un entraînement en endurance, ou aérobie (qui a besoin d'oxygène), est habituellement une activité locomotrice comme la marche rapide, la natation, le cyclisme et la course à pied.

Un des plus importants changements en réponse à l'entraînement aérobie est l'augmentation du nombre de capillaires entourant chaque fibre musculaire; cet ajustement survient dans les premières semaines ou premiers mois d'entraînement. Ainsi l'approvisionnement des cellules musculaires en oxygène est accru. La diffusion de l'oxygène s'effectue depuis les capillaires sanguins jusqu'aux mitochondries dans les cellules musculaires.



Les exercices aérobiques agissent aussi sur le fonctionnement des systèmes cardiovasculaire et respiratoire, facilitant ainsi le transport d'oxygène et de nutriments vers tous les tissus. Le cœur s'hypertrophie et acquiert un plus grand volume systolique (chaque battement expulse une plus grande quantité de sang), les parois des vaisseaux sanguins sont débarrassées de leurs dépôts de graisses, et les échanges gazeux qui ont lieu dans les poumons deviennent plus efficaces.

3.1 : L'exercice et les habitudes de vie

Ces transformations permettent un métabolisme musculaire plus efficace, une endurance accrue, une force plus grande et une meilleure résistance à la fatigue. Ces avantages peuvent être permanents ou temporaires, suivant la durée et l'intensité de l'exercice physique. L'activité modérée, mais de longue durée, que représente un exercice d'endurance, n'amène pas une hypertrophie notable des muscles squelettiques, même si l'exercice dure des heures.

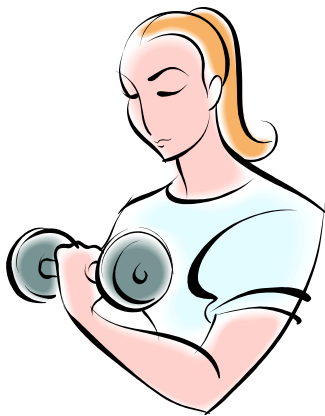
En savoir plus

Lorsque l'intensité de l'effort est maximale, la consommation et l'utilisation de dioxygène atteint une valeur seuil maximale appelée **VO₂ max**. A partir de cette valeur, l'organisme utilise d'autres ressources énergétiques, limitées, qui ne font pas appel à la consommation de dioxygène. L'effort ne peut être maintenu au-delà de quelques minutes à des puissances égales ou supérieures au palier correspondant à la VO₂ max. Pour être en aérobie, les besoins en oxygène d'un exercice doivent demeurer en dessous du VO₂ max. En aérobie, puisque les muscles sont correctement approvisionnés en oxygène, l'ATP nécessaire à leur fonctionnement ne provient, théoriquement, que du métabolisme aérobie, lequel ne produit pas d'acide lactique. Une telle activité peut être maintenue sur une longue durée.

ATP

Une partie de l'énergie potentielle contenue dans les aliments que vous ingérez se transformera éventuellement en énergie cinétique et permettra, par exemple, à vos bras de bouger. Les aliments ne peuvent pas être employés directement pour accomplir les activités corporelles. En effet, une partie de l'énergie stockée dans les amidons et les sucres des aliments est temporairement retenue dans les liaisons d'une substance appelée adénosine-triphosphate, ou ATP. Les liaisons de l'ATP seront rompues et l'énergie nécessaire libérée en fonction des besoins relatifs au travail cellulaire.

Entraînement en résistance



L'hypertrophie musculaire (grossissement), comme celle des biceps et des pectoraux des haltérophiles professionnels, est surtout la conséquence d'exercices intenses comme le lever de poids. L'entraînement en résistance vise à augmenter la force maximale musculaire et/ou la puissance musculaire. Pour y arriver on utilise le principe de la surcharge progressive, c'est-à-dire qu'on oblige les muscles à s'activer en déplaçant une charge légèrement supérieure à ce qu'ils déplacent habituellement. La charge est augmentée progressivement au cours du programme d'entraînement. Il n'est pas nécessaire que les exercices contre résistance soient longs; quelques minutes tous les deux jours peuvent suffire.

3.1 : L'exercice et les habitudes de vie

L'augmentation du volume musculaire qui en résulte semble refléter une dilatation de chaque fibre musculaire et non une multiplication du nombre de fibres. Les fibres musculaires soumises à un travail intensif contiennent plus de mitochondries, forment un plus grand nombre de myofilaments et de myofibrilles et établissent des réserves de glycogène plus importantes. L'activité musculaire fait augmenter le volume du cytoplasme de chaque cellule des muscles. La quantité de tissu conjonctif présent entre les cellules augmente aussi. Ensemble, ces changements provoquent une augmentation notable du volume, de la masse et de la force du muscle.

Atrophie due à l'inactivité

Pour demeurer sains, les muscles doivent être actifs. L'immobilisation complète, pendant un séjour forcé au lit ou à la suite de la perte de stimulation nerveuse, entraîne une *atrophie* musculaire (dégénérescence et perte de masse), qui s'amorce presque aussitôt que les muscles se trouvent immobilisés. Dans de telles conditions, la force musculaire peut décroître de 5% par jour !

Adaptations à l'exercice physique

Lors d'un effort physique, le fonctionnement de l'organisme est modifié. Essoufflements, palpitations, fatigue sont les signes qui indiquent que tout l'organisme est mis à contribution. La pratique d'une activité physique nécessite une bonne santé générale. Ce sont les muscles qui sont sollicités pour réaliser les mouvements indispensables à la pratique de toute activité sportive.

Un exercice physique se traduit au niveau de l'organisme par :

- une augmentation du rythme respiratoire
- une augmentation du rythme cardiaque
- une augmentation de la sudation
- une augmentation de la sensation de faim quelques heures après l'effort

Augmentation du rythme respiratoire

Les cellules musculaires sollicitées lors d'un effort physique ont des besoins accrus en dioxygène et en nutriments que l'organisme doit assurer en modifiant de nombreux paramètres physiologiques comme l'activité cardiaque et le rythme respiratoire qui augmentent.

Lors d'un exercice physique, certains muscles travaillent plus qu'au repos. Ce surplus d'activité nécessite un apport énergétique supérieur aux cellules musculaires en activité.

Le muscle en activité, et donc les cellules musculaires, utilisent la respiration cellulaire pour prélever l'énergie des aliments simples (glucides ou lipides). Ainsi, le dioxygène permet au niveau cellulaire de prélever une partie de l'énergie d'un nutriment (glucose par exemple) pour permettre de produire de l'ATP, l'énergie nécessaire à la contraction musculaire et donc au travail musculaire. Une partie de l'énergie des nutriments est dissipée sous forme de chaleur. L'activité des cellules musculaires produit des déchets, comme le dioxyde de carbone, qui sont éliminés par l'organisme.

3.1 : L'exercice et les habitudes de vie

Plus l'effort physique est intense, plus l'apport en dioxygène et en nutriments est important. Les muscles ont besoin de plus d'énergie. L'effort physique se traduit par une consommation plus importante de nutriments et de dioxygène. L'obésité est souvent la conséquence d'un apport en nutriments énergétiques supérieurs aux dépenses énergétiques de l'individu. L'effort physique permet d'augmenter la consommation par l'organisme de nutriments et de lutter contre l'obésité.

Respiration cellulaire anaérobie et production d'acide lactique

Tant qu'elle dispose d'assez d'oxygène et de glucose, la cellule musculaire fabrique de l'ATP au moyen de réactions aérobies. Mais lorsque les muscles se contractent vigoureusement pendant un temps assez long, l'approvisionnement en glucose et en oxygène par le système cardiovasculaire ne suffit plus et les voies métaboliques sont trop lentes pour répondre à la demande. En cas de déficit en oxygène la fabrication d'ATP libère de l'**acide lactique**. En présence d'acide lactique, le muscle est intoxiqué et perd sa capacité à se contracter, ce qui contribue à la **fatigue musculaire**. L'acide lactique sera éliminé lorsque l'oxygène sera à nouveau disponible.

Augmentation du rythme cardiaque

Lors d'un effort physique, l'augmentation rapide de l'activité des fonctions cardiaque et respiratoire est une adaptation qui permet le transport accru d'oxygène et de nutriments aux cellules musculaires. Le rythme des battements cardiaques augmente rapidement lors de la pratique d'une activité physique. Ensuite, ce rythme accru reste constant jusqu'à la fin de l'exercice. Au cours de l'effort, le débit cardiaque, c'est à dire le volume de sang transporté par



l'organisme à chaque minute, augmente jusque d'un facteur 8. La quantité de sang passant par l'aorte et expulsée du cœur peut doubler à chaque battement. En ajustant le volume de sang et la vitesse à laquelle il est acheminé à travers l'organisme, le système circulatoire tente de combler le besoin en oxygène des cellules musculaires.

Augmentation de la sudation

La contraction musculaire permet de produire de l'énergie mécanique, mais elle s'accompagne aussi d'une forte production de chaleur. Cette chaleur se ressent parfaitement lorsqu'on entreprend un effort physique. On se met à avoir chaud puis à transpirer... À l'inverse lorsqu'on a froid, nos muscles se mettent à trembler pour produire de la chaleur; il s'agit de contractions réflexes pour lutter contre l'hypothermie. Si notre température corporelle au repos est d'environ 37°C, elle grimpe à 39 et même à 40°C lors de l'effort.

L'augmentation de la température des muscles améliore la conduction nerveuse et l'arrivée de l'oxygène jusqu'au muscle. Les capacités contractiles des muscles sont également améliorées. La chaleur ainsi produite permet de réduire la

3.1 : L'exercice et les habitudes de vie

viscosité du muscle, de favoriser son relâchement et la tension musculaire. Toutefois la température corporelle ne peut pas dépasser une certaine limite au-delà de laquelle la santé et la vie sont en danger. Notre organisme est donc pourvu de mécanisme de régulation de la température.

Transpirer est un phénomène physiologique normal qui permet de réguler la température corporelle et de maintenir une température constante d'environ 37°C. La transpiration permet au corps de se refroidir. La régulation de la température du corps est effectuée par la sueur produite par les glandes sudoripares. L'activité physique ou une chaleur humide augmentent la température du corps. Le corps réagit afin d'abaisser sa température en produisant de la sueur. La sueur produite par les glandes sudoripares traverse les pores de la peau puis s'évapore. C'est cette évaporation qui fait baisser la température corporelle.



La seconde fonction essentielle de la transpiration est la détoxification. Toutes proportions gardées, la sueur est assez proche de l'urine en termes de contenu minéral et organique. Si ce contenu est moins concentré que dans l'urine, il permet lui aussi la sortie des toxines et déchets du métabolisme hors de l'organisme. Cette excrétion est essentielle pour éviter une intoxication de l'organisme.



Les saines habitudes de vie

Les habitudes de vie comme l'exercice, une saine alimentation et une bonne posture contribuent au bon fonctionnement du système squelettique et musculaire.

Privilégier les exercices d'endurance

L'exercice physique, pour être vraiment bénéfique, doit être pratiqué de façon régulière, au moins 3 fois par semaine, et en séances d'assez longue durée, pour brûler les graisses en excès de l'organisme. Il faut privilégier l'exercice dynamique, où la souplesse l'emporte sur la force, et surtout les exercices d'endurance par rapport aux exercices statiques de force. Autant l'effort brutal est dangereux pour le cœur, autant les exercices d'endurance le protègent.

3.1 : L'exercice et les habitudes de vie

Tout exercice doit, bien entendu, être adapté à l'état de santé de l'individu. La progressivité dans l'effort est indispensable. Un entraînement régulier permet de prolonger la durée de l'activité physique et d'en accroître l'efficacité. De tous les exercices, la marche représente l'activité la plus naturelle et la plus nécessaire. Elle est à la portée de tous, et de toutes les bourses ! Faire régulièrement des exercices comme la marche, la course ou la natation assure un métabolisme musculaire plus efficace, augmente notre endurance et diminue les risques de dysfonctionnement de certains organes. En outre, le tonus musculaire s'en trouve augmenté, ce qui favorise un meilleur support de notre posture corporelle. Le système digestif aussi fonctionnera mieux si les muscles lisses impliqués lors de la digestion des aliments sont alertes et ont un bon tonus. Renforcer les muscles abdominaux permet de prévenir les maux de dos et assure un maintien optimal du corps.

Saine alimentation

À la section 2.1, nous avons vu que les os sont vivants. Ils ont besoin pour croître et pour se maintenir en bonne santé de certains nutriments (calcium, phosphore, vitamines A, C et D). Une saine alimentation tout au cours de la vie est la meilleure garantie d'un apport constant de ces nutriments. Les muscles aussi nécessitent des nutriments comme le phosphore pour se contracter.



Ergonomie

Formé des racines grecques ergon (ergon: travail) et nomos (nomos: règles), le terme signifie littéralement « les règles appliquées au travail » ou « ce qu'il convient de faire au travail ». Au sens plus large, il s'agit de la science qui étudie les relations entre l'homme et son environnement et qui s'efforce de les améliorer. Cette discipline scientifique axée sur les systèmes ne se limite pas au domaine du travail et touche tous les aspects des activités humaines, y compris les activités de la vie privée. L'objectif de cette discipline est d'adapter le travail au travailleur et le produit à l'utilisateur.

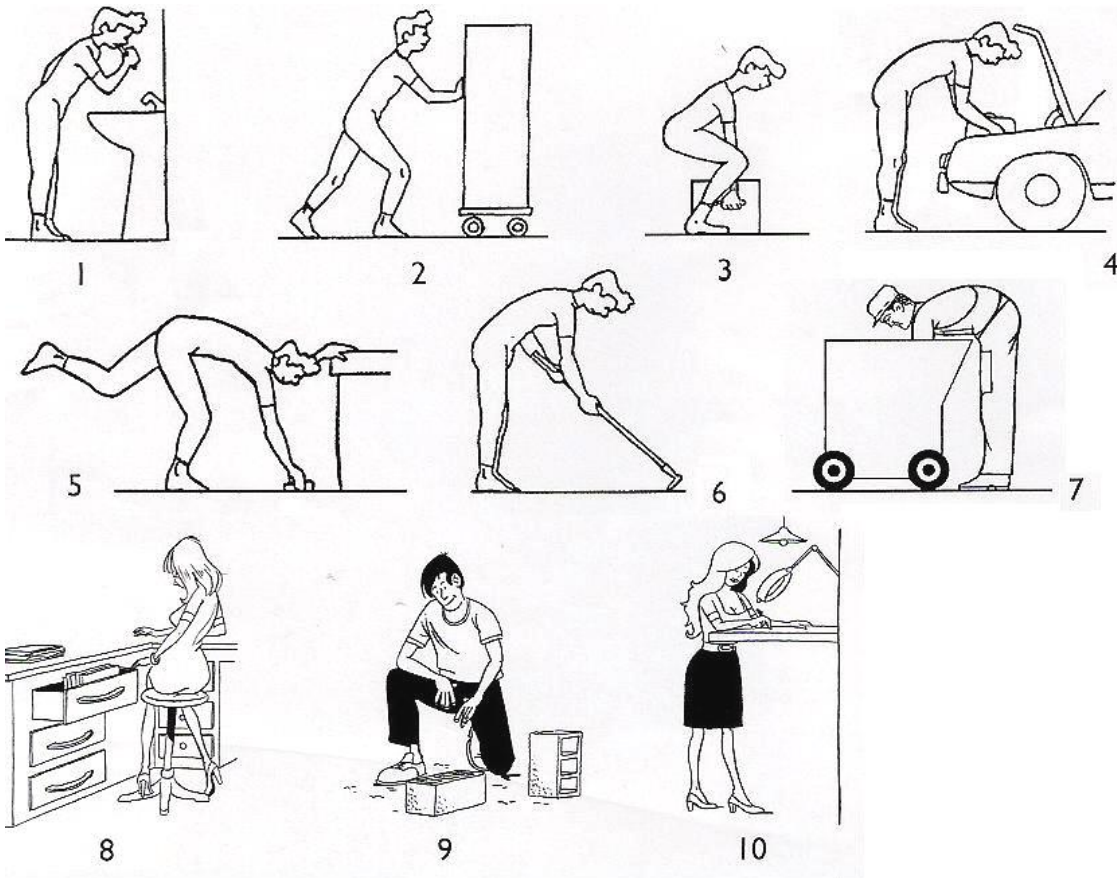
3.1 : L'exercice et les habitudes de vie

Aujourd'hui, l'ergonomie est de plus en plus mise en valeur. Les gens réalisent enfin qu'un milieu et des outils adaptés permettent de prendre soin d'eux-mêmes et d'éviter les problèmes physiques. Un environnement ergonomique contribue à éviter la fatigue musculaire et les douleurs engendrées par le mouvement. Il est aussi de la responsabilité de chaque individu d'adopter des comportements sains et sécuritaires en changeant au besoin ses habitudes de positions malsaines. Il faut porter une attention particulière aux gestes répétés à de multiples reprises jour après jour, car ils sollicitent toujours les mêmes muscles, tendons et articulations.



Mal de dos

Petit test préalable : Notez pour chaque dessin : **oui** si la position est bonne ou **non** si elle est mauvaise.



Réponses au test : **1 non / 2 oui / 3 oui / 4 non /
5 oui / 6 non / 7 non /
8 non / 9 oui / 10 oui**

9 à 10 réponses justes : vous savez ménager votre colonne vertébrale.

7 à 8 réponses justes : attention au lumbago !

Moins de 7 réponses justes : vous êtes le candidat idéal au mal de dos.

Le mal de dos est un véritable fléau social, économique et individuel qui touche non seulement les adultes, mais également les adolescents. Si le mal de dos n'est parfois qu'une gêne passagère, il peut aussi constituer une véritable pathologie. Deux tiers des maux de dos sont causés par des contraintes mécaniques exagérées ou par des gestes ou postures inadaptés. Pourtant, le mal de dos n'est pas une fatalité : on peut s'en préserver à condition de respecter quelques règles simples de prévention et d'économie de la colonne vertébrale.

On l'a dit, pour 2 cas sur 3, les douleurs ont une origine mécanique. Une souffrance cervicale et dorsale est souvent liée à de mauvaises positions prolongées entraînant des contractures musculaires, des tiraillements ligamentaires et un surmenage articulaire. Des douleurs lombaires peuvent survenir lors d'efforts violents au cours de la manipulation de charges lourdes. Elles peuvent également affecter les personnes dont la profession impose une station assise prolongée (dentistes, personnel de bureau, chauffeurs...).

L'apprentissage de gestes et de postures simples économisant la colonne vertébrale au quotidien, permettront souvent de se prémunir du mal de dos.



Bonne posture



Conserver une bonne posture contribue aussi grandement au bien-être général. Les muscles qui supportent la colonne vertébrale travaillent mieux si la posture est bonne. La compression de certains disques intervertébraux peut survenir si la posture générale est mauvaise. Résultat: des maux de dos et une diminution de notre circulation sanguine qui elle entraîne une diminution de notre capacité d'échange gazeux aux poumons.

Une position droite du corps, en rentrant le ventre et en projetant les épaules vers l'arrière, permet d'obtenir une meilleure position de la colonne vertébrale, permet une meilleure circulation sanguine, augmente par le fait même la capacité pulmonaire et aide à prévenir des déformations de la colonne vertébrale.

Pour se prémunir du mal de dos :

<p>Lors des tâches ménagères</p> <ul style="list-style-type: none"> - régler selon sa taille les manches des balais, pelles et aspirateurs ; - bouger les jambes dans le sens du mouvement ; - plier les genoux ou prendre la position du « chevalier servant » pour faire son lit. 	<p>Jardinage</p> <ul style="list-style-type: none"> - régler selon sa taille les manches de bêche, de pelle, de râteau ...; - proscrire les mouvements de torsion du tronc, jambes immobiles ; - se mettre à genoux ou à quatre pattes pour travailler au sol ; - changer souvent d'activité (1 h 30 maximum) ;
<p>Bricolage</p> <ul style="list-style-type: none"> - pas de travail en porte-à-faux pour scier, peindre, limer, etc. - adapter la hauteur de l'établi à la taille de l'utilisateur ; - éviter les positions acrobatiques ou en torsion du buste ; - libérer son espace de travail. 	<p>En position assise</p> <ul style="list-style-type: none"> - pas de position assise prolongée, (aucune position n'est bonne si elle est longtemps maintenue) ; - alterner les appuis, varier les positions, (appui du dos contre le dossier; ou appui des avant-bras sur le bureau) ; - utiliser un siège pivotant et réglable (adopter la hauteur du siège à la taille du sujet et au poste de travail) ; - faire des pauses ; changer d'activité, (se lever pour déverrouiller les articulations) ;
<p>Sport</p> <ul style="list-style-type: none"> - le sport est excellent mais sa pratique excessive peut être préjudiciable ; - faire l'apprentissage des bons gestes techniques avant de commencer un nouveau sport (ski, golf, tennis, parapente...). 	<ul style="list-style-type: none"> - s'étirer ; se grandir, (pratiquer toutes les heures des étirements. - éviter les fauteuils bas et mous. - pas de torsion du tronc sans bouger les jambes ;
<p>En position couchée</p> <ul style="list-style-type: none"> - choisir une literie dont la fermeté sera adaptée à son poids et sa corpulence ; - éviter de se coucher totalement à plat, utiliser un oreiller ou un traversin. 	

Soulever et transporter une charge lourde

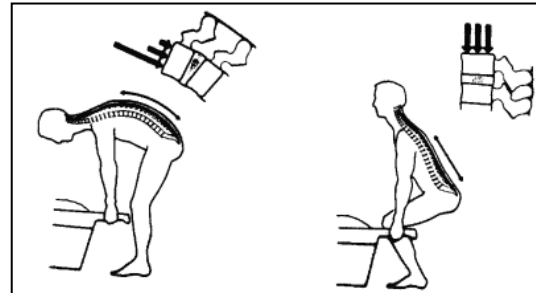
L'attention que l'on devrait porter lorsqu'on effectue un travail est très importante. En dépit de sa grande résistance, la charnière lombaire reste une structure vulnérable face à certaines contraintes. Soulevée le plus loin possible vers l'avant, jambes tendues et dos arrondi, une charge de 20 kilogrammes exerce sur les vertèbres une force multipliée approximativement par 40, soit presque 800 kilogrammes. Plus que suffisant pour venir à bout de la résistance du disque si les muscles abdominaux, dorsaux et des membres inférieurs n'absorbent que partiellement cette contrainte. Le tiers des blessures dorsales arrive par hasard : chutes imprévues, faux mouvements, coups ou accidents. Par contre, les deux autres tiers des blessures graves du dos



3.1 : L'exercice et les habitudes de vie

proviennent des contraintes sur le muscle, le disque ou les facettes. Voici une raison pour se sensibiliser aux risques encourus à cause de ces charges dangereuses et ces embûches prévisibles. Si vous avez à soulever une charge lourde, **faites travailler vos muscles les plus puissants** (les cuisses). En gardant le dos droit, vous épargnez ainsi les muscles moins puissants du dos.

Dans le cas du soulevé d'une charge, si le dos est courbé, il se produit une augmentation brutale de la pression à l'intérieur des disques, ce qui amène vite une surcharge pour l'anneau fibreux situé entre les vertèbres. De plus, lorsque le dos est courbé et que la colonne vertébrale s'arrondit au niveau des vertèbres lombaires, les charges imposées aux disques sont très importantes et asymétriques, c'est-à-dire beaucoup plus importante sur l'avant du disque que sur l'arrière. Les charges résultantes sont alors très nuisibles et constituent un élément important dans la détérioration du disque. Le dos rond entraîne une pression plus élevée sur le bord avant des disques, ce qui peut engendrer une augmentation du risque de rupture. Tandis que le dos droit permet une bonne répartition de la pression sur la totalité du disque, réduisant par le fait même les risques d'usure et de dégradation de l'anneau.



Répartition de la pression sur les disques intervertébraux pendant la levée d'une charge. Dos courbé à gauche et dos droit à droite.

Pour soulever des charges tout en évitant un risque de surcharge

1. Le corps doit se trouver le plus près possible de la charge (écarter les pieds, encadrer la charge)
2. Corps droit avec une base solide (largeur des pieds plus grande que largeur des épaules)
3. Empoigner la charge de telle façon que l'on puisse la déplacer en laissant le dos droit.
4. Bassin verrouillé (contracter les muscles stabilisateurs du bassin, abdominaux et dorsaux)
5. Les genoux légèrement fléchis
6. Bras tendus
7. Le dos droit, disques bien placés
8. Bonne respiration, oxygénation des muscles fournissant l'effort.

Si la charge est très lourde :

- Fractionner et faire plusieurs trajets.
- Pousser, faire glisser, faire rouler.
- Se faire aider

Effort musculaire statique

Nous nous devons d'éliminer les positions statiques maintenues trop longtemps. L'effort musculaire statique entraîne une sensation de fatigue pénible dans les muscles sollicités. Si les positions statiques sont répétées quotidiennement sur une longue période, une détérioration des articulations, des ligaments et des tendons peuvent se manifester.

Dans la position statique, les déchets ne sont pas évacués, ils s'accumulent et provoquent douleur et fatigue, d'où la nécessité de varier ses postures ou positions pendant la journée. Nous ne sommes vraiment pas faits pour rester assis de longues heures à rentrer des données informatiques.

Si vous devez demeurer debout longtemps, ne restez pas en place, bougez, marchez. La station debout immobile fait supporter beaucoup de pression à la colonne vertébrale. Soulevez une jambe en l'appuyant contre quelque chose de surélevé comme une marche.

Effort musculaire dynamique

L'effort dynamique caractérisé par une alternance rythmique de contractions et d'extensions, de tension et de relâchement, est sans contredit, l'effort musculaire le plus adéquat pour l'humain. Dans une situation dynamique, l'effort s'exprime par le raccourcissement



du muscle et par la puissance visible développée. Le muscle, dans un effort dynamique, se comporte comme une pompe dans le système sanguin. L'alimentation sanguine devient rapidement supérieure à la normale. Le muscle peut ainsi retenir le sucre et l'oxygène fournisseurs d'énergie. L'activité physique modérée devient donc un facteur important de protection dans notre mode de vie sédentaire.

Postures assises

Il existe certains avantages d'être assis lors d'un travail. Les jambes supportent moins le poids du corps, les mauvaises postures semblent plus rares, la consommation d'énergie est réduite et le système sanguin est moins sollicité. La position statique assise permet d'être moins fatigué que la position debout statique (effort musculaire moins grand pour maintenir l'individu assis statique que debout statique).

Cependant, la position assise prolongée entraîne des inconvénients. Le relâchement des muscles abdominaux protecteurs et indispensables dans le verrouillage du bassin en sont un exemple. Une déviation de la colonne vertébrale (dos rond) altère le fonctionnement des systèmes digestif et respiratoire. De plus, dans un grand nombre de postures assises, les muscles du dos semblent trop souvent contractés.

3.1 : L'exercice et les habitudes de vie

Les travailleurs assis placent souvent leurs dos en position arrondie. Cette posture ainsi prise sur de longues périodes peut contribuer à de sérieux malaises au bas du dos de l'individu.

Aucune position assise maintenue longtemps n'est bonne. Cependant, il existe des angles d'inclinaison du dossier par rapport à l'assise où la pression discale est moindre. À cet effet, une ouverture supérieure à 90°, c'est-à-dire de 95° à 115° permet de réduire les pressions discales. Les sujets doivent prendre le temps de bien s'appuyer sur leur dossier. En position assise, le fait d'appuyer convenablement le bas du dos permet de soutenir la région lombaire.

Si vous avez à travailler en position assise, assurez-vous d'avoir une chaise qui supporte bien votre dos. Les hanches, les genoux, les chevilles et les coudes devraient former des angles de 90 degrés.

La bonne position assise de travail

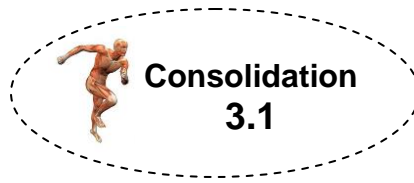
Une position ergonomique, c'est d'abord une posture dynamique qui permet de bouger. La mobilité sur le siège favorise la circulation sanguine. Se pencher régulièrement vers l'arrière limite la pression sur les disques intervertébraux et soulage la tension musculaire.



Quelques points essentiels dans la position assise :

- 1 La distance œil-écran doit être supérieure à 40 cm.
- 2 Bien caler le dos contre le dossier afin de profiter des galbes prévus à cet effet. Toutefois les épaules ne doivent pas rester collées contre le dossier.
- 3 Le dossier est bien réglé en hauteur afin de soutenir les lombaires et le bassin.
- 4 Assis au fond du siège afin d'utiliser l'appui du dossier.
- 5 Les avant-bras sont à l'horizontal, le coude forme un angle à 90°. Les accoudoirs pour être bien réglés doivent favoriser cette position.
- 6 Les genoux forment un angle de 90° minimum. La distance entre les genoux et le bureau est d'environ 10 cm.
- 7 Les pieds reposent à plat sur le sol ou si besoin est un repose pied.

3.1 : L'exercice et les habitudes de vie



3.1-1 Vrai ou faux? Justifiez votre réponse.

a) Un athlète possède plus de muscles qu'un individu qui ne s'entraîne pas.	
b) L'exercice physique a des effets sur les muscles seulement.	
c) Lors d'un exercice, le volume de sang drainé par un muscle peut être multiplié par huit.	
d) L'ATP est un transporteur chimique qui fournit de l'énergie au muscle.	

3.1-2 D'où provient la chaleur lorsqu'on effectue un exercice violent?

3.1 : L'exercice et les habitudes de vie

3.1-3 a) Choisissez les énoncés où l'on explique adéquatement les effets de l'exercice musculaire sur l'organisme humain.

1. L'hypertrophie musculaire résulte de l'inactivité.
2. Il y a augmentation du rythme respiratoire lors d'un effort physique afin de répondre au besoin accru en dioxygène qui sert à libérer l'énergie des nutriments.
3. Lors d'un entraînement léger en endurance, il y a libération d'acide lactique dans le muscle, ce qui contribue à la fatigue musculaire.
4. Pratiquer au moins trois fois par semaine la course à pied pendant 30 minutes améliore le fonctionnement du système cardiovasculaire, accroît l'endurance et permet de brûler les graisses en excès de l'organisme.
5. Lorsque les cellules musculaires ne disposent pas d'assez d'oxygène, elles libèrent de l'acide lactique qui contribue à la fatigue musculaire.
6. Un entraînement intense en résistance produit une hypertrophie musculaire par l'augmentation du nombre de cellules musculaires.

b) Corriger les énoncés fautifs de façon à les rendre valides.

Énoncés fautifs	Corrections

3.1 : L'exercice et les habitudes de vie

3.1-4 En quoi la sueur nous est-elle utile?

3.1-5 Comment une saine alimentation contribue-t-elle à garder nos os et nos muscles en santé?

3.1-6 Les personnes ayant une mauvaise posture corporelle risquent plusieurs problèmes à long terme. Nommez-en deux.

3.1-7 Nommez les effets bénéfiques d'une bonne position verticale ?

3.1 : L'exercice et les habitudes de vie

3.1-8 a) Choisissez les énoncés où l'on explique adéquatement l'importance d'une bonne posture.

1. L'activité physique permet de renforcer les muscles. Les muscles abdominaux permettent au corps de maintenir une bonne posture droite.
2. Des accidents sont à l'origine de la majorité des maux de dos, il y a donc peu de moyen pour se préserver des maux de dos.
3. Lorsque l'on soulève une charge, le dos doit rester courbé, les genoux droits et le corps doit se trouver le plus loin possible de la charge pour ne pas se salir.
4. S'asseoir au fond du siège en appuyant le bas du dos sur le dossier permet de soutenir la région lombaire.
5. Les positions statiques sont les plus adéquates pour l'humain, car la pression y est alors bien répartie sur l'ensemble de la colonne vertébrale.
6. En position assise, les hanches, les genoux, les chevilles et les coudes devraient former des angles de 90 degrés pour réduire les tensions musculaires.

b) Corriger les énoncés fautifs de façon à les rendre valides.

Énoncés fautifs	Corrections

Section 3.2 : Fracture

Malgré leur grande résistance due à la calcification, les os peuvent se rompre et ainsi causer des fractures. Au cours de l'enfance, la plupart des fractures sont dues à un traumatisme exceptionnel lors duquel l'os a été tordu ou fracassé. Chez les personnes âgées, les os s'amincissent et perdent leur solidité, et les fractures sont de plus en plus fréquentes. Il y a une multitude de fractures possibles. Nous étudierons les plus courantes.

Les fractures sont classées en deux grands groupes : les fractures ouvertes et les fractures fermées.

La majorité des fractures sont fermées. L'os présente alors une cassure nette, mais ne pénètre pas la peau.

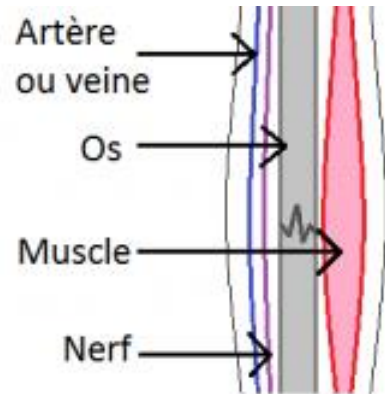
La fracture ouverte est très douloureuse et plus complexe parce qu'elle implique une plaie ouverte. Il y a donc dès le départ un risque d'infection. De plus, l'os en sortant de sa position initiale peut déchirer des muscles, endommager des ligaments ou des tendons, des nerfs et de la peau. Autant de blessures que l'organisme aura à réparer.

Les **fractures fermées** sont subdivisées selon leur type.

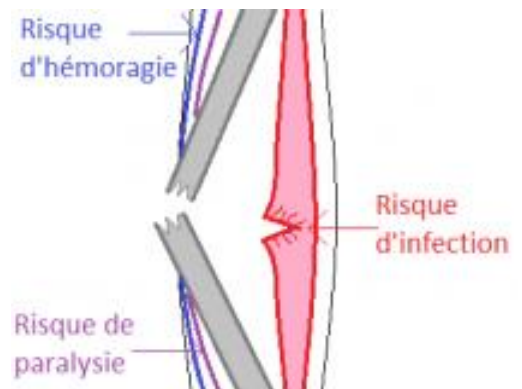
Voici les principales fractures fermées :

- ✓ **Par tassement**
- ✓ **Engrenée (ou enfoncée)**
- ✓ **En spirale**
- ✓ **Plurifragmentaire**
- ✓ **En bois vert**

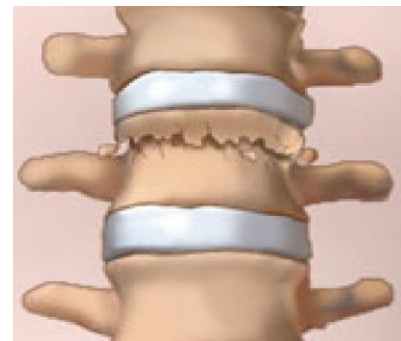
Les fractures par tassement se produisent généralement à la colonne vertébrale. Elles sont dues à une chute violente sur les fesses la plupart du temps. Elles peuvent aussi survenir sur les têtes épiphysaires de certains os.



Fracture fermée simple

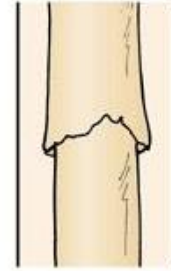


Fracture ouverte



Fracture par tassement

La fracture engrenée (ou *enfoncée*) est une fracture où l'une des extrémités de l'os fracturé est poussée violemment à l'intérieur de l'autre. Elle se produit souvent lorsqu'on tente d'amortir une chute avec les bras tendus. C'est le type de fracture courante pour la hanche ainsi que des os du crâne et de la face.



Fracture engrenée



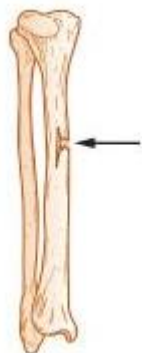
La fracture en spirale est une cassure irrégulière qui se produit lorsqu'une trop grande force tend à faire tourner l'os sur lui-même. Cette fracture est courante chez les sportifs.

Fracture en spirale

La fracture plurifragmentaire est une fracture où l'os est brisé en de nombreux fragments. Ce type de fracture est plus courant chez les personnes âgées dont les os sont plus cassants.



Fracture plurifragmentaire



La fracture en bois vert est une fracture où l'os est fracturé de façon incomplète, à la façon d'une brindille de bois vert. Une extrémité de l'os est fracturée, tandis que l'autre n'est que fléchie. Ce type de fracture est courante chez l'enfant, car l'ossification des enfants n'est pas entièrement terminée. Les os des enfants sont plus flexibles que chez les adultes et contiennent plus de matière organique que de matière inorganique.

Fracture en bois vert



LE DIAGNOSTIC

Le diagnostic peut être établi en grande partie par la description de l'événement ayant mené à la fracture et par l'examen direct des signes et symptômes qui l'accompagnent :

- l'œdème (une accumulation anormale de liquide provenant du sang dans les espaces intercellulaires d'un tissu.);
- la sensibilité au toucher;
- l'angulation;
- l'incapacité de bouger ou d'utiliser le membre ou l'articulation;
- la douleur aiguë au mouvement;
- les plaies ouvertes, etc.

Il faut toutefois pour poser un diagnostic formel procéder à une analyse aux rayons X, qui permettra de connaître avec précision la nature et l'étendue de la lésion, et de décider de la méthode de réduction convenant le mieux au patient.



LES PREMIERS SOINS

Les premiers soins à prodiguer à une personne susceptible d'avoir une fracture consistent à immobiliser et à soutenir le membre affecté au moyen d'une écharpe ou d'une attelle improvisée. Pour prévenir l'œdème, glissez des oreillers ou des coussins sous le membre affecté jusqu'à la hauteur de la poitrine du patient. La glace peut contribuer à soulager la douleur et à prévenir l'œdème. L'acétaminophène est le seul analgésique recommandé. Évitez les anti-inflammatoires (aspirine, ibuprofène, etc.), qui ont un effet inhibiteur sur la coagulation sanguine et peuvent aggraver l'hémorragie interne. Composez le 911 et demandez que l'on vous envoie immédiatement une ambulance.



LE TRAITEMENT DES FRACTURES

Les fractures doivent être traitées d'urgence. Les objectifs du traitement sont le réalignement des fragments osseux et l'immobilisation de l'os pour maintenir cet alignement. Le réalignement des fragments osseux consiste à rapprocher les fragments et à restaurer la longueur et l'alignement normaux du membre affecté.

3.2 : Fracture

Pour réunir correctement les bouts d'os cassé, on procède d'abord à leur réalignement par **réduction**. Dans la **réduction à peau fermée**, on replace de façon manuelle les extrémités de l'os dans leur position normale et la peau demeure intacte. Dans la **réduction chirurgicale** (ou **ouverte**), on relie au cours d'une intervention chirurgicale les deux extrémités fracturées en utilisant divers dispositifs de fixation internes (vis, plaques, broches, tiges ou fils). Après la réduction, on immobilise l'os fracturé dans un plâtre, une écharpe, une attelle, un pansement élastique, un dispositif de retenue externe ou toute combinaison de ces moyens.

Il est à noter que le médecin orthopédiste ne fait que replacer les morceaux et s'assurer que ceux-ci soient maintenus en place afin de favoriser la guérison ainsi que le rétablissement des fonctions de l'os. C'est le corps qui fait le reste du travail. Alors, comment se fait la reconstitution d'un os?

LE PROCESSUS DE RÉPARATION DUNE FRACTURE

Lorsqu'il y a lésion des tissus mous, une couche de tissu fibreux cicatriciel doit se former vis-à-vis de la lésion pour protéger les tissus mous jusqu'à la guérison. Ce n'est pas le cas pour le tissu osseux. Celui-ci présente la capacité unique de guérir en se reformant, c'est-à-dire en produisant de nouvelles cellules osseuses vivantes. Lorsque l'os fracturé est convenablement immobilisé, même les fragments libres peuvent se rattacher au corps de l'os. Ce processus comporte trois stades se chevauchant.

Les étapes de la consolidation d'une fracture sont les suivantes :

1. Le stade inflammatoire



1. Formation d'un hématome

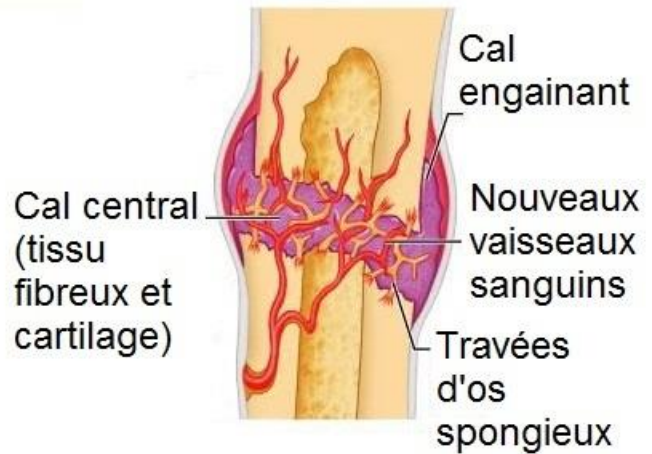
Pendant le premier stade, dit inflammatoire, les vaisseaux sanguins croisant le trait de fracture ont été rompus lors de la fracture. Le sang qui s'écoule des vaisseaux déchirés, soit les vaisseaux sanguins présents à l'intérieur de l'os et aussi dans les tissus voisins, coagule autour de la fracture. Cette masse de sang coagulé, appelée hématome (du grec haima : sang et ome : tumeur), se forme habituellement dans les six à huit heures suivant la fracture. L'hématome interrompt la circulation du sang, ce qui entraîne la mort des cellules osseuses au point de fracture. Les cellules immunitaires (macrophages) nettoient les débris (cellules endommagées, particules osseuses, caillots sanguins) du site de la fracture. Lorsque le stade inflammatoire atteint son apogée, au bout d'un jour ou deux, la région périphérique de la fracture est enflée, raide et chaude au toucher, et même la pression la plus légère peut provoquer une douleur aiguë. Le stade inflammatoire, qui dure plusieurs semaines, prend fin graduellement.

2. Formation du cal

2a. Formation du cal fibrocartilagineux

Pendant le deuxième stade, qui débute plusieurs jours après la fracture, du nouveau tissu osseux (cal) commence à se former aux extrémités des fragments de l'os. Des fibroblastes et les ostéoblastes (respectivement des cellules du tissu conjonctif et des cellules osseuses capables de reconstruire le tissu osseux) issus du périoste envahissent le point de fracture et produisent des fibres collagènes, qui facilitent la soudure des deux bouts d'os fracturé. Ce processus se poursuit pendant au moins un mois.

Au début, le cal ne contient pas de calcium. Il est souple et flexible. Ce cal se nomme **cal fibrocartilagineux**. À ce stade, le cal est vulnérable et peut se rompre si les fragments sont déplacés. C'est pourquoi l'immobilisation est si importante.



2a. Formation du cal fibrocartilagineux



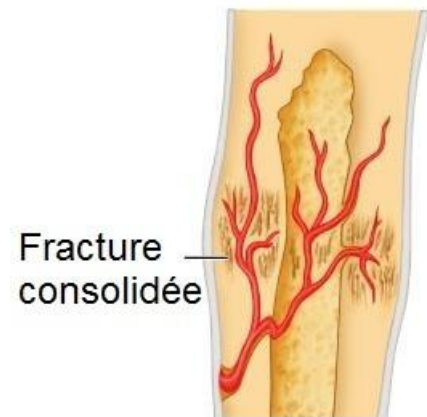
2b. Formation du cal osseux

2b. Formation du cal osseux

Après une période de trois à six semaines, le cal durcit, se calcifie et devient plus résistant. Le cartilage fibreux est converti en tissu osseux spongieux; le cal fibrocartilagineux est alors appelé **cal osseux**. Durant tout le processus de la formation du cal, des cellules immunitaires (macrophages) continuent l'évacuation des déchets cellulaires. La formation du cal se poursuit jusqu'à ce que l'os soit fermement soudé, environ deux ou trois mois après l'accident.

3. Remaniement osseux.

L'étape finale de la consolidation d'une fracture est le remaniement osseux du cal. Les sections mortes des fragments d'os fracturé sont graduellement résorbées par les ostéoclastes. (Les ostéoclastes sont les cellules de l'os qui détruisent le tissu osseux vieilli.) Des cellules immunitaires (macrophages) continuent l'évacuation des déchets cellulaires. Pendant le troisième stade, des cellules



3. Remaniement osseux

3.2 : Fracture

spécialisées (ostéoblastes et fibroblastes) restaurent l'os en surface pour lui redonner sa forme initiale, ce qui peut nécessiter plusieurs mois. Le cal formé de tissu osseux spongieux est remplacé graduellement par du tissu osseux plus dur et plus résistant, le tissu osseux compact. Lorsque ce processus est achevé, les risques de désunion sont écartés. La structure de la région est alors semblable à celle d'un os normal non fracturé et réagit au même ensemble de stimuli mécaniques.

Bien que l'os soit abondamment vascularisé, le processus de consolidation peut durer plusieurs mois. Le calcium et le phosphore nécessaires à la consolidation et au durcissement de la nouvelle matière osseuse ne se déposent que graduellement, et les cellules osseuses croissent et se reproduisent lentement en général. Qui plus est, il arrive que l'apport sanguin vers l'os fracturé soit temporairement interrompu, ce qui explique pourquoi les fractures graves guérissent si difficilement.

La durée du processus de reconstruction de l'os dépend aussi de l'état de santé général et l'âge de la personne. L'os se reforme plus rapidement chez les enfants que chez les adultes. Une fracture simple, qui guérit au bout de quatre à six semaines chez un tout petit, mettra plusieurs mois pour le faire chez l'adulte. Il arrive parfois chez les personnes âgées qu'une fracture ne guérisse pas parce que l'organisme n'a plus assez de réserve de phosphore entre autres.

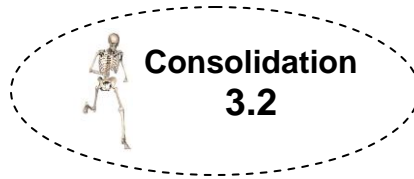
En savoir plus



LA RÉADAPTATION

Il suffit de quelques semaines de port d'un plâtre long pour que le volume musculaire, sous l'effet de l'inaction, diminue à un point tel que le patient peut passer la main sous le plâtre, pourtant étroitement ajusté au moment de la pose. Les muscles et les tendons des articulations immobilisées par le plâtre perdent non seulement du volume, mais développent également de la raideur qui les empêche de s'étendre et de fléchir complètement. Lorsque du retrait du plâtre, la plupart des patients doivent se soumettre, sous la supervision d'un physiothérapeute, à des séances d'exercices spécifiques visant à restaurer l'amplitude articulaire et la force musculaire. De plus, des exercices quotidiens seront requis pour que le membre affecté retrouve entièrement sa force et son amplitude normales.

3.2 : Fracture



3.2-1 Nommez les deux grands types de fractures.

3.2-2 Quelle est le type de fracture la plus dangereuse? Dites pourquoi.

3.2-3 Quel est le rôle du médecin orthopédiste lorsqu'une fracture survient?

3.2-4 Nommez deux moyens qu'un médecin peut utiliser pour traiter une fracture?

3.2-5 Qu'est-ce que le cal osseux?

3.2-6 Qu'arrive-t-il normalement aux muscles lors de la réparation d'un os et comment traitons-nous cela?

3.2 : Fracture

3.2-7 a) Choisissez les énoncés où l'on décrit adéquatement les types de fractures des os.

1. Dans une fracture en bois vert, les bouts d'os cassés percent les tissus mous et la peau.
2. Une fracture dont l'os est fractionné au point d'impact en deux grands fragments séparés par de petits fragments est nommée fracture dispersée.
3. Une fracture engrenée est une fracture dont les fragments sont imbriqués l'un dans l'autre au niveau du trait de fracture.
4. Une fracture à une vertèbre lombaire qui se traduit par une diminution de sa hauteur est nommée fracture par tassement.
5. Une fracture provoquée par un mouvement de torsion et dont le trait est similaire à une spirale s'appelle une fracture en spirale.
6. Les fractures des os longs des enfants sont rarement complètes. Il s'agit le plus souvent de fractures par tassement, c'est-à-dire que la rupture touche un seul côté de l'os, l'autre côté étant simplement courbé.

b) Corriger les énoncés fautifs de façon à les rendre valides.

Énoncés fautifs	Corrections

3.2 : Fracture

- 3.2-8 a) Choisissez le ou les énoncés où l'on décrit adéquatement les méthodes utilisées pour les immobiliser les os.
1. Le réalignement des fragments osseux et l'immobilisation de l'os sont les objectifs du traitement des fractures.
 2. Le réalignement par réduction consiste à immobiliser l'os fracturé.
 3. L'injection de cortisone dans l'os fracturé assurera l'immobilisation de l'os fracturé.

-
- b) Corriger le ou les énoncés fautifs de façon à les rendre valides.

Énoncés fautifs	Corrections

- 3.2-9 a) Choisissez le ou les énoncés où l'on décrit adéquatement le processus de réparation d'une fracture.
1. Le processus de réparation d'une fracture s'amorce par la formation d'un hématome. La région périphérique de la fracture est enflée, raide, chaude et douloureuse au toucher.
 2. Plusieurs jours après la fracture, du nouveau tissu osseux, le cal osseux commence à se former aux extrémités des fragments de l'os.
 3. Durant l'ensemble du processus de réparation d'une fracture, des cellules immunitaires (macrophages) évacuent des déchets cellulaires.

-
- b) Corriger le ou les énoncés fautifs de façon à les rendre valides.

Énoncés fautifs	Corrections

Section 3.3 : Déchirure musculaire

Chaque année au Québec, environ 514 000 personnes subissent une blessure d'origine récréative ou sportive qui nécessite une consultation auprès d'un professionnel de la santé¹. Ce nombre représente près de 9% des Québécois de 6 à 74 ans qui ont participé à au moins une activité récréative et sportive pendant la dernière année. Parmi les blessures d'origine récréative ou sportive, les blessures musculaires sont fréquentes. Plus de quatre blessures sur dix sont associées à des entorses (« foulures »). Suivent ensuite les tendinites-bursites-périostites (15 %), les fractures (13 %) et les claquages musculaires (10 %)².

Distribution de la nature des blessures au cours de la pratique d'activités récréatives et sportives au Québec²

Nature de la blessure ^a	%
Entorse (« foulure »)	40,8
Tendinite-bursite-périostite	14,6
Fracture	12,7
Claquage musculaire	9,7
Dislocation	5,7
Coupure-perforation-plaie ouverte	5,6
Éraflure-meurtrissure-cloque	5,5
Commotion ou autre traumatisme cérébral	3,2

Distribution des parties du corps atteintes, au cours de la pratique d'activités récréatives et sportives au Québec²

Partie du corps ^a	%
Genou, partie inférieure de la jambe	21,0
Chevilles, pied	18,8
Épaule, bras	13,2
Partie inférieure du dos ou de la colonne vertébrale	9,7
Poignet, main	8,3
Tête (sauf yeux)	8,3
Coude, avant-bras	4,4
Partie supérieure du dos ou de la colonne vertébrale	3,1
Cuisse	3,1

a : D'autres types de blessures et d'autres parties du corps ont été mentionnés mais ils sont marginaux.

À la lumière de ces statistiques, nous pouvons constater que les blessures d'origine récréative ou sportive touchent particulièrement le système squelettique et musculaire.

¹ Ministère de l'Éducation, du Loisir et du Sport. Portrait des traumatismes d'origine récréative et sportive au Québec (édition 2007) p.10. Texte intégral : www.mels.gouv.qc.ca [Consulté le 20 octobre 2014].

² Institut national de santé publique du Québec. Étude des blessures subies au cours de la pratique d'activités récréatives et sportives au Québec en 2009-2010 (édition 2012) p.26. Texte intégral : www.inspq.qc.ca [Consulté le 20 octobre 2014].

Blessures des articulations

Les entorses et les luxations sont les blessures les plus courantes des articulations.

Une **entorse** est une élongation ou une déchirure des **ligaments** qui résulte d'une violente torsion de l'articulation. Le rôle des ligaments est de permettre aux surfaces articulaires de rester bien en contact lors des mouvements. Ils assurent ainsi la stabilité de l'articulation. Les entorses les plus courantes sont celles de la cheville, suivies par celles de la région lombaire (bas du dos). On confond souvent entorse et foulures, car les deux types de blessures ont des causes, symptômes et traitements semblables. Ainsi, les entorses bénignes sont communément appelées foulures. En fait, la distinction repose sur le type de tissus mous qui a été endommagé. Une foulure est une élongation ou une déchirure partielle d'un muscle.

On appelle **luxation** (luxare : déboîter) le déplacement d'un os d'une articulation accompagné de la déchirure de ligaments, de tendons et des capsules articulaires. La luxation est généralement causée par un coup ou une chute, mais elle peut être aussi provoquée par un effort physique inhabituel.

Inflammation des articulations

Les inflammations qui frappent les articulations comprennent la tendinite, la bursite et les diverses formes d'arthrite.

Les tendons sont des bandes de tissu qui rattachent les muscles aux os. Ils glissent vers l'avant et vers l'arrière lors de la contraction des muscles et de la flexion des articulations. Afin de minimiser les frottements et de garder les tendons en place, ils sont enfermés dans des *gaines spéciales* qui sont lubrifiées. Lorsque qu'un problème surgit et que le tendon ne peut plus se déplacer librement, il en résulte une rigidité et des douleurs. Lorsque les tendons sont endommagés et enflammés, il s'agit d'un trouble appelé **tendinite**. Les causes les plus courantes de la tendinite sont un effort excessif, une surutilisation, une blessure, des mouvements répétitifs ou des mouvements soudains inhabituels.

La **bursite** est l'inflammation d'une bourse. Les bourses sont des structures en forme de sac qui réduisent la friction dans certaines articulations, notamment celle du genou. La bursite est habituellement causée par une pression ou une friction excessive au niveau d'une articulation, mais elle est aussi parfois provoquée par un traumatisme, une infection aiguë ou chronique, ou la polyarthrite rhumatoïde. Les symptômes comprennent la douleur, l'œdème (accumulation anormale de liquide provenant du sang dans les espaces intercellulaires d'un tissu), la sensibilité au toucher et la perte de mobilité.

La **périostite** tibiale se caractérise par l'apparition de douleur le long du tibia à la face interne de la jambe. La **périostite** est une inflammation affectant le périoste. C'est une blessure de type « *surutilisation* ». La périostite est une blessure très courante chez les coureurs. Elle est souvent le résultat d'une augmentation

3.3 : Déchirure musculaire

soudaine de l'intensité ou de la fréquence d'entraînement ou encore d'une mauvaise progression dans la vitesse de course (trop vite trop tôt).

La déchirure musculaire : de la foulure au claquage et à la déchirure

Le muscle en pleine contraction est un ensemble puissant et fragile en même temps. Les chocs qui l'affectent sont externes (contusions) ou internes (élongations ou foulure, claquages et déchirures).

L'**élongation** ou la **foulure** est la déchirure partielle d'un muscle. Elle survient sur un muscle mal échauffé, soumis à un effort trop rapide ou violent. Le muscle n'est pas lésé gravement. Il n'y a pas d'hémorragie. Il est simplement étiré. La douleur est vive mais disparaît au repos.

Le **claquage** est la déchirure de quelques fibres musculaires. Cette déchirure s'accompagne généralement d'une contusion (formation d'une ecchymose), et de la rupture de vaisseaux sanguins, entraînant un hématome (accumulation de sang) et une vive douleur.

La **déchirure** est la lésion musculaire la plus intense et la plus grave. Elle se caractérise par une douleur vive, généralement en pleine effort, s'apparentant à un coup de poignard soudain et violent ainsi que par l'incapacité de bouger le muscle. La déchirure s'accompagne d'une contusion (formation d'une ecchymose violette), de l'enflure et de la rupture de vaisseaux sanguins, entraînant un hématome (accumulation de sang) et une vive douleur.



Symptômes de déchirure musculaire

Lorsque la foulure (élongation musculaire) ou l'entorse (élongation de ligaments) est bénigne, il y a en général peu de douleur et d'enflure. Il peut aussi ne pas y avoir d'ecchymoses. La personne blessée peut être capable d'utiliser son articulation sans grimacer de douleur; si c'est le cas, il ne devrait pas être nécessaire de consulter un médecin ou de faire prendre des radiographies, à moins que l'on ait des doutes quant à la blessure.

Certains symptômes viennent toutefois confirmer la nécessité d'une consultation médicale : la personne blessée a de la difficulté à faire ne serait-ce que quelques pas; l'application d'une pression même minime sur une articulation est pratiquement impossible; elle ne peut pas bouger l'articulation; ou il y a une grande douleur, de l'enflure et des ecchymoses bien évidentes.

Il faut également consulter un médecin si la zone touchée a un aspect inhabituel, à part l'enflure (articulation tordue ou bosselée, c'est-à-dire qui n'a pas le même aspect que l'articulation non blessée).

Enfin, si la personne blessée est inquiète ou qu'elle doute de la gravité de la blessure, ou encore si ce n'est pas la première blessure subie par l'articulation touchée, il est préférable de consulter un médecin.

Traitement de déchirure musculaire

Le traitement d'une élongation musculaire se base sur 4 éléments principaux dont l'acronyme est GREC :

- **Glace** : Appliquer sans tarder de la glace sur la partie du corps atteinte. La glace soulage la douleur et réduit l'inflammation en resserrant les vaisseaux sanguins. Appliquer de la glace aide à réduire l'enflure, mais il faut cependant être prudent. Afin de prévenir les engelures et brûlures par le froid, on doit enrouler la glace dans une serviette mince et ne pas la laisser sur la blessure plus de 10 minutes à la fois, en attendant au moins 10 minutes entre chaque application.
- **Repos** : Le repos est important afin de prévenir l'aggravation de la blessure. Il faut cesser l'activité qui a causé le traumatisme, sans toutefois immobiliser complètement le membre atteint.
- **Élévation** : L'élévation de l'articulation blessée permet d'en drainer les fluides et de réduire l'enflure, ce qui soulage la douleur et accélère la guérison. Il faut élever l'articulation aussi souvent que possible pendant les premières journées suivant la blessure, idéalement de 20 à 30 cm (de 8 à 12 po) au-dessus du niveau du cœur.
- **Compression** : On peut appliquer une compression sur l'articulation à l'aide d'un bandage élastique, ce qui contribue à réduire l'enflure. Il faut par contre s'assurer de ne pas trop serrer le bandage pour ne pas nuire à la circulation sanguine.

3.3 : Déchirure musculaire

Attention. Toute application de chaleur, tout étirement et tout massage sont formellement proscrits. La chaleur dilate les vaisseaux sanguins, donc amplifie le saignement et l'inflammation. Les étirements musculaires risquent d'aggraver les blessures d'élongation. Quant au massage (et même la palpation), il peut intensifier la douleur, aggraver les lésions et provoquer une hémorragie.

Médicaments : En cas de douleur importante, prendre des médicaments analgésiques de type acétaminophène (Tylenol®). Ils ne remplacent toutefois pas la compression et l'application de glace. Lorsque la réaction inflammatoire est importante, des anti-inflammatoires non stéroïdiens (AINS), comme l'ibuprofène (Advil®, Motrin®), peuvent être consommés sur une courte période : 2 ou 3 jours seulement. Il faut toujours surveiller leurs effets indésirables possibles sur l'estomac, qui peuvent être majeurs (brûlures d'estomac, hémorragie digestive, ulcères, etc.). S'informer également de leurs contre-indications.

Exercice physique : S'il existe un exercice pouvant être pratiqué sans exercer de tension sur la partie blessée, le sportif peut s'y adonner pour se maintenir en forme, mais il ne doit pas faire usage de la partie blessée.

Les foulures et entorses modérées et graves peuvent nécessiter une forme ou une autre d'imagerie (radiographie, tomodensitométrie ou imagerie par résonance magnétique) afin de voir s'il y a fracture d'un des os de l'articulation blessée ou de déterminer à quel point les tissus mous ont été étirés ou déchirés et s'il faut faire un plâtre pour stabiliser l'articulation.

La guérison d'une foulure ou entorse très grave, soit de niveau III, qui comprend un déchirement complet des tissus mous, peut nécessiter plus de temps. Dans certains cas, la personne blessée peut devoir consulter un spécialiste et passer d'autres examens. Il arrive même, rarement toutefois, que le traitement d'une entorse demande une chirurgie. Les attelles pneumatiques, bottes et bottes de marche sont très utiles dans le traitement de toutes les entorses de la cheville, y compris celles de niveau III, plus particulièrement pendant la guérison et la réadaptation.

Sauf dans les cas les plus bénins, les foulures et entorses nécessitent souvent une certaine réadaptation, qui consiste habituellement en une série d'exercices d'étirement et de renforcement bien précis qui visent à ce que l'articulation blessée retrouve sa pleine capacité fonctionnelle et toute son amplitude. La durée du rétablissement complet dépend de la gravité de la blessure.



Prévention des déchirures musculaires

La prévention passe par la pratique d'un échauffement adapté, avant de commencer la séance d'exercice physique. L'échauffement permet de préparer le muscle à l'effort qu'il va fournir.

Maintenir une bonne hygiène de vie au quotidien qui comprend une alimentation équilibrée et suffisamment de sommeil. Boire de l'eau régulièrement. Boire davantage d'eau lorsqu'il fait chaud ou que nous sommes plus actifs. (Le risque de déshydratation est plus élevé chez les jeunes enfants et les personnes âgées. Il faut leur faire penser de boire tout au long de la journée.)

Penser également à s'étirer après l'exercice. Cela permet de décontracter les muscles, qui seront ainsi bien préparés pour les séances futures.

Ces règles de vie permettent d'éviter les blessures, en général.



En savoir plus

Les contractions anormales des muscles squelettiques

La **crampe** est une contraction intense brutale, involontaire et douloureuse. Les crampes peuvent être causées par une insuffisance de l'apport sanguin aux muscles, une utilisation excessive d'un muscle, la déshydratation, une blessure, le maintien prolongé d'une position donnée, ou un faible taux sanguin d'électrolytes tels que le potassium.

3.3 : Déchirure musculaire



3.3-1 Associer à chacune des descriptions le nom de la blessure approprié.

Description de la blessure	Nom approprié	Liste de nom
a) Diminution de l'amplitude articulaire du coude et de la force musculaire lors de l'exécution de certains mouvements en raison de la douleur.		1) bursite
b) Durant un effort physique intense, le sportif ressent une douleur vive. Il est presque incapable de mobiliser le muscle atteint.		2) foulure
c) Douleur importante à l'épaule et gonflement local avec une accumulation de liquide dans la bourse. Difficulté à bouger l'articulation.		3) fracture
d) Suite à un coup puissant à l'épaule, l'épiphyse supérieure de l'humérus s'est déplacé par rapport à la cavité glénoïde de l'omoplate.		4) claquage
e) À la suite d'une sollicitation excessive ou d'une contraction trop forte, le sportif ressent une douleur vive aux muscles de l'arrière de la cuisse (les ischio-jambiers). Le blessé marche difficilement. La douleur disparaît après quelques minutes de repos.		5) entorse
f) Rupture brutale d'un os suite à un choc violent.		6) tendinite
g) Suite à la torsion d'une cheville, un coureur s'est étiré des ligaments et marche avec difficulté.		7) luxation

3.3 : Déchirure musculaire

- 3.3-2 a) Choisissez les énoncés où l'on décrit un traitement approprié dans le cas d'une déchirure d'un muscle.
1. L'application de glace directement sur la peau appliquée à chaque heure pendant une demi-heure permet de réduire l'inflammation.
 2. Appliquer une compression sur la partie atteinte du corps contribue à réduire l'enflure.
 3. Suspendre l'effort et imposer un repos de trois ou quatre jours du muscle blessé.
 4. Une application en alternance de glace et de chaleur sur la partie du corps atteinte soulage la douleur, réduit l'inflammation et détend les muscles.
 5. L'application de crème ou de pommade offertes en vente libre (Antiphlogistine®, Bengay®, Tiger Balm®, etc.) permet de soulager les douleurs musculaires par un effet de chaleur.
 6. Un massage délicat de la partie du corps atteinte favorise la circulation du sang et ainsi la guérison du tissu musculaire.
 7. Si la blessure se situe à la jambe ou à la cheville, maintenir la jambe élevée le plus possible aide l'enflure à se résorber en favorisant le retour veineux.

b) Justifiez pourquoi les autres énoncés sont inappropriés.

Énoncés inappropriés	Justification

Section 3.4 : Maladies du système squelettique et musculaire

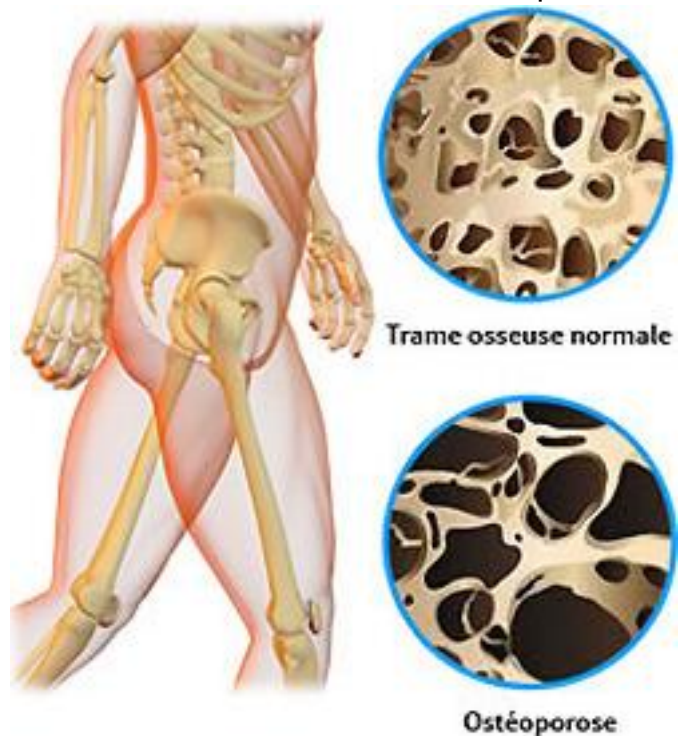
Les maladies du système squelettique et musculaire sont habituellement causées par le dérèglement d'un organe ou d'un mécanisme de régulation du corps. Les principales blessures accidentelles affectant le système squelettique et musculaire sont décrites dans les sections précédentes du chapitre 3.

Maladies touchant les os

Les problèmes de santé qui touchent le squelette peuvent être de nature accidentelle comme les fractures ou être causés par les troubles du remaniement osseux, c'est-à-dire les déséquilibres qui peuvent survenir entre l'ossification et la résorption osseuse. Les **fractures des os** ont été présentées à la section 3.2.

Ostéoporose

L'**ostéoporose** désigne un groupe de maladies dans lesquelles la résorption se fait plus rapidement que le dépôt de matière osseuse. Le terme ostéoporose (poros : pore; ose : affection chronique) désigne littéralement la porosité des os. Ce trouble rend les os plus poreux et plus légers. La masse osseuse diminue à un point tel que les os se fracturent, souvent spontanément, sous l'effet des sollicitations mécaniques de la vie quotidienne. Par exemple, bien que le processus de l'ostéoporose touche l'ensemble du squelette, l'os spongieux de la colonne vertébrale est le plus vulnérable et les fractures par tassement des vertèbres sont courantes. La hanche est aussi de plus en plus exposée aux fractures chez les personnes atteintes d'ostéoporose.



L'ostéoporose affecte le plus souvent les adultes d'âge moyen et les personnes âgées, dont 80% sont des femmes. L'ostéoporose est la principale cause de fractures chez les femmes de plus de 50 ans. Les œstrogènes contribuent au maintien de la densité des os. Cependant, après la ménopause, la production d'œstrogène diminue. Ce changement hormonal joue un grand rôle dans l'ostéoporose chez la femme ménopausée. D'autres facteurs peuvent favoriser l'ostéoporose: des antécédents familiaux de la maladie, l'ascendance européenne ou asiatique, une constitution morphologique mince ou

3.4 : Maladies du système squelettique et musculaire

petite, l'inactivité physique, le tabagisme, un régime pauvre en calcium et en vitamine D, la consommation de plus de deux verres d'alcool par jour et la prise de certains médicaments. De plus, l'ostéoporose peut se manifester à n'importe quel âge à la suite d'une période d'immobilité.

Le traitement consiste habituellement à ajouter du calcium et de la vitamine D au régime alimentaire de la patiente et à lui recommander de faire davantage d'exercice physique, ainsi que de porter des chaussures plates pour réduire les contraintes qui s'exercent sur la colonne vertébrale. Dans certains cas, le traitement peut inclure une œstrogénothérapie (faibles doses d'œstrogènes).

La prévention de l'ostéoporose demeure toutefois la meilleure stratégie. Il est possible d'empêcher l'apparition de l'ostéoporose, ou tout au moins de la retarder. Il s'agit d'abord d'absorber une quantité suffisante de calcium pendant que la densité des os s'accroît encore (les os longs atteignent leur densité maximale entre 35 et 40 ans, ceux qui renferment relativement plus d'os spongieux entre 25 et 30 ans). Boire de l'eau fluorée favorise aussi le durcissement des os (et des dents). Enfin une bonne dose d'exercice physique pour les articulations portantes (marche, course à pied, tennis, etc.) pendant le jeune âge et le reste de la vie provoque l'augmentation de la masse osseuse au-delà des valeurs normales et fournit de meilleures réserves pour faire face à la perte de matière osseuse à un âge plus avancé.

Ostéomalacie et rachitisme

L'**ostéomalacie** englobe un certain nombre de perturbations qui se traduisent par une minéralisation insuffisante des os. Bien que la production de matrice organique se poursuive, les sels de calcium ne se déposent pas et les os deviennent mous et fragiles. La matière osseuse formée pendant le remaniement ne se calcifie pas. Ce trouble occasionne des douleurs plus ou moins intenses et une sensibilité des os, surtout aux hanches et aux jambes. Bon nombre de ces symptômes et de ces signes (jambes tordues, bassin déformé) se retrouve également dans le **rachitisme**, qui est l'équivalent de l'ostéomalacie chez les enfants. Cependant, comme les os sont encore en croissance rapide, le rachitisme est bien plus grave. Parce que la matière osseuse formée dans les plaques aux épiphyses ne s'ossifie pas, les cartilages de conjugaison, qui ne peuvent pas se calcifier, continuent de croître et les extrémités des os longs grossissent nettement. Ainsi on remarque les jambes arquées, le crâne, la cage thoracique et le bassin difformes chez l'enfant atteint de rachitisme.

Le rachitisme et l'ostéomalacie sont généralement causés par une carence en vitamine D découlant soit d'un manque d'exposition au soleil, soit d'un apport alimentaire insuffisant en vitamine D.



Maladies touchant les articulations

Compte tenu du travail que nous imposons tous les jours à nos articulations, il est étonnant qu'elles nous causent si peu d'ennuis. Les douleurs et le dysfonctionnement des articulations peuvent être dus à un certain nombre de facteurs, mais la plupart des problèmes résultent de blessures plus ou moins graves, d'inflammations ou de maladies dégénératives. Les blessures les plus courantes des articulations : **entorses** et **luxation**, sont décrites à la section 3.3. Les inflammations des articulations causées par une pression ou une friction excessive : **tendinite** et **bursite**, sont également présentées à la section 3.3. Les inflammations qui frappent les articulations peuvent aussi être causées par l'arthrite, une dégénérescence des articulations.

Rhumatisme et arthrite

Le terme **rhumatisme** désigne toutes les affections douloureuses des structures formant la charpente du corps : os, ligaments, tendons et muscles, qui ne sont pas attribuables à une infection ou à un traumatisme. L'**arthrite** est une forme de rhumatisme caractérisée par un œdème, de la raideur et de la douleur au niveau des articulations. Le terme « arthrite » (formé d'« arthro » qui signifie articulation et d'« itis » qui signifie inflammation) désigne plus de 100 affections touchant les articulations. L'arthrite occasionne des douleurs et une invalidité qui représentent un fardeau quotidien pour ceux qui vivent avec la maladie. Les principaux symptômes de l'arthrite : douleur articulaire chronique, raideur et enflure, peuvent causer des incapacités considérables et nuire gravement à la qualité de vie. Plus de 4,6 millions d'adultes canadiens (une personne sur six âgée de 15 ans ou plus) déclarent être atteints d'arthrite.¹

L'**arthrose** est la forme d'arthrite la plus courante. Cette maladie dégénérative des articulations est caractérisée par la perte graduelle de cartilage articulaire. Elle est causée par un ensemble de facteurs comprenant le vieillissement, l'obésité, l'irritation des articulations, la faiblesse des muscles, l'usure et l'abrasion.

L'arthrose attaque progressivement les articulations synoviales, en particulier celles qui supportent le poids du corps. Elle se caractérise par la détérioration du cartilage articulaire et la formation de nouvelle matière osseuse. Le cartilage se dégrade lentement, et, à mesure que les extrémités osseuses sont exposées, des excroissances faites de nouveau tissu osseux s'y déposent, ce qui représente un effort mal orienté du corps pour réduire la friction. Ces excroissances réduisent l'espace dans la cavité articulaire et limitent les mouvements. Contrairement à l'arthrite rhumatoïde (décrite à la page suivante), l'arthrose s'attaque principalement au cartilage articulaire, bien que la membrane synoviale s'enflamme souvent dans les derniers stades de la maladie. Par

¹ La société de l'arthrite. Faits et chiffres sur l'arthrite. www.arthrite.ca [Consulté le 8 décembre 2014].

3.4 : Maladies du système squelettique et musculaire

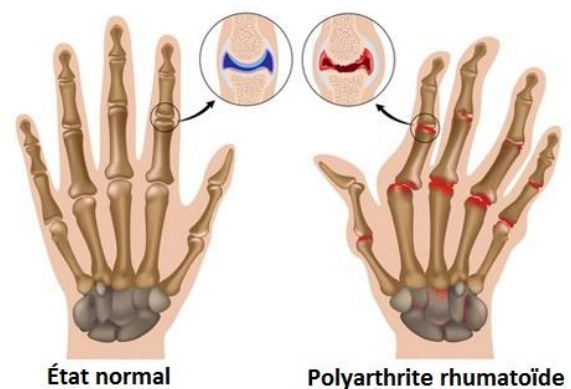
ailleurs, l'arthrose touche d'abord les grandes articulations (genou, hanche) et elle est due à l'usure, tandis que l'arthrite rhumatoïde, affection évolutive du cartilage, s'attaque d'abord aux petites articulations. L'arthrose est ce qui motive le plus souvent l'arthroplastie de la hanche ou du genou, aussi appelée « remplacement articulaire ». En plus des articulations qui supportent le poids du corps (genoux et hanches) les articulations les plus souvent touchées par l'arthrose sont celles des doigts et des vertèbres cervicales et lombaires. L'évolution de l'arthrose est généralement lente et irréversible. Dans la plupart des cas, l'aspirine soulage les symptômes.

La **polyarthrite rhumatoïde** ou arthrite rhumatoïde est une forme d'arthrite inflammatoire de type auto-immune. Dans les maladies dites « auto-immunes », le système immunitaire se dérègle et se met à « attaquer » des tissus appartenant au corps. Au Canada, cette affection touche un pour cent de la population, soit environ 300 000 personnes. La polyarthrite rhumatoïde peut survenir à tout âge, mais elle se déclare le plus souvent entre 25 et 50 ans. Cette maladie touche trois fois plus de femmes que d'hommes.¹

En général, la polyarthrite rhumatoïde se déclare progressivement, apparaissant d'abord dans quelques articulations puis en touchant d'autres au cours des semaines ou des mois qui suivent. Au fil du temps, la polyarthrite rhumatoïde atteint de plus en plus d'articulations des deux côtés du corps, selon un schéma symétrique. Autrement dit, si les articulations de la main droite sont enflées, celles de la main gauche le seront sans doute également.

Les symptômes de la polyarthrite rhumatoïde varient d'une personne à l'autre. Dans certains cas, l'inflammation est bénigne ou ne touche que quelques articulations, tandis que dans d'autres cas, l'inflammation est aiguë ou touche un grand nombre d'articulations. Les manifestations de cette maladie varient également d'un jour à l'autre : parfois, les articulations vont bien tandis qu'à d'autres moments (souvent sans raison), elles s'ankylosent, enflent et font plus mal.

La polyarthrite rhumatoïde se manifeste par une inflammation de la membrane synoviale des articulations atteintes, mais par la suite, tous les tissus articulaires peuvent être atteints. Sans traitement, la membrane synoviale épaissit peu à peu. Le liquide synovial s'accumule et entraîne le gonflement de l'articulation. La pression qui en résulte cause de la douleur et une sensibilité au toucher. La membrane produit ensuite un tissu de granulation anormal, appelé pannus, qui adhère à la surface du cartilage articulaire et entraîne parfois l'érosion



¹ La société de l'arthrite. Polyarthrite rhumatoïde. www.arthrite.ca

3.4 : Maladies du système squelettique et musculaire

complète de ce dernier. En l'absence de cartilage, le tissu fibreux se soude aux extrémités osseuses exposées, puis il s'ossifie et fusionne avec l'articulation, qui devient alors immobile. Il s'agit de l'effet invalidant le plus grave de l'arthrite rhumatoïde. La croissance du tissu de granulation provoque la déformation des doigts caractéristique chez les personnes atteintes de cette maladie. Tous les cas de polyarthrite rhumatoïde n'évoluent pas jusqu'au stade de l'ankylose invalidante, mais ils se caractérisent tous par une restriction du mouvement de l'articulation et une douleur intense.

La plupart des médicaments utilisés dans le traitement de la polyarthrite rhumatoïde sont des anti-inflammatoires (aspirine, cortisone, par exemple) ou des médicaments qui suppriment les réactions immunologiques (immunosuppresseurs). Les immunosuppresseurs affaiblissent le système immunitaire, ce qui peut réduire quelque peu la capacité de l'organisme à combattre les infections. Une certaine activité physique est recommandée pour tenter de conserver la mobilité de l'articulation. Les compresses froides diminuent le gonflement et la douleur, tandis que la chaleur contribue à soulager la raideur matinale.

L'arthrite goutteuse

La **goutte** est une forme d'arthrite inflammatoire causée par un trouble du métabolisme de l'acide urique. L'acide urique est un déchet produit normalement par le métabolisme des acides nucléiques et habituellement éliminé sans problème dans l'urine. Cependant, lorsque le taux d'acide urique dans le sang devient excessif, cet acide (sous forme de cristaux d'urate) peut se déposer dans les tissus mous des articulations. Ces dépôts provoquent des attaques de goutte douloureuses. L'attaque initiale touche le plus souvent l'articulation de la base du gros orteil. Les cristaux irritent le cartilage et entraînent son érosion, ce qui cause une inflammation, un œdème et une douleur aiguë.



La goutte est plus fréquente chez les hommes que chez les femmes. Au Canada, selon les estimations, cette maladie survient chez 2 pour cent des hommes de plus de 30 ans et des femmes de plus de 50 ans.¹ L'estrogène réduit le taux d'acide urique et donc le risque de goutte chez les femmes non ménopausées. Après la ménopause, les femmes voient leur risque de goutte atteindre un niveau semblable à celui des hommes. Des facteurs environnementaux jouent un rôle non négligeable dans sa survenue : surpoids, consommation régulière d'alcool, alimentation riche en purines (viande rouge et abats notamment). Certaines victimes de la goutte produisent trop d'acide

¹ La société de l'arthrite. Goutte. www.arthrite.ca

3.4 : Maladies du système squelettique et musculaire

urique. Pour d'autres, c'est l'excrétion de l'acide urique dans l'urine qui est plus lente que la normale.

Si la goutte n'est pas traitée, les extrémités des os se soudent et immobilisent les articulations. Parmi les traitements pour les crises de goutte aiguë, on trouve le repos, la glace, les antiinflammatoires non stéroïdiens, la colchicine et la cortisone.

Le traitement médical de la goutte comporte ordinairement deux volets : le soulagement des crises de goutte aiguë et la diminution du taux d'acide urique. Pour soulager la crise de goutte on utilise en général des antiinflammatoires ou un analgésique. Un traitement pour diminuer la teneur du sang en acide urique n'est pas toujours nécessaire, mais il l'est en général pour les personnes qui subissent des crises fréquentes. Les médicaments utilisés pour réduire le taux d'acide urique ont pour effet soit d'entraver la formation de l'acide urique soit d'en augmenter l'excrétion dans les reins. Il est conseillé aux patients d'éviter les aliments à forte teneur en purines, éléments constitutifs de l'acide urique. Ces aliments comprennent la viande rouge et certains fruits de mer. L'alcool ainsi que le fructose qui entre dans la composition de certaines boissons rafraîchissantes peuvent également augmenter le taux d'acide urique.

Épanchement de synovie

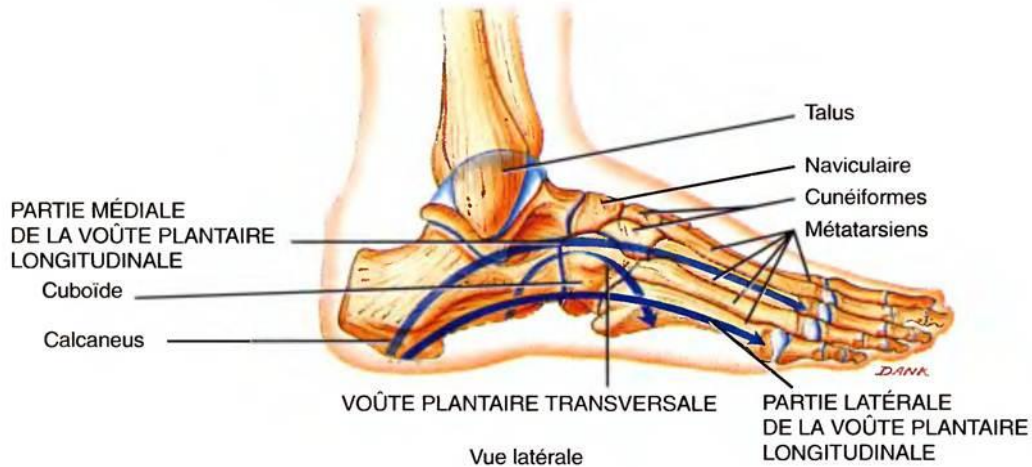
Épanchement de liquide séreux à l'intérieur d'une articulation. Le liquide séreux sert à lubrifier l'intérieur de l'articulation. Il est sécrété par la membrane synoviale. L'épanchement de synovie, ou hydarthrose, peut être due à une lésion traumatique vieille de quelques jours (fracture articulaire, entorse grave, lésion méniscale), à une arthrose ou à une maladie inflammatoire de l'articulation. Une ponction de l'articulation permet de soulager le patient et de déterminer la cause de l'hydarthrose (par analyse du liquide séreux prélevé), qui sera alors soignée.

De saines habitudes de vie pour prendre soin de nos articulations

Tout comme les os ont besoin de tension pour garder leur force, les articulations demandent à être exercées avec prudence de sorte que les cartilages articulaires puissent préserver leur mobilité. La prudence est vraiment essentielle, car l'usage excessif et abusif des articulations est la garantie de l'apparition prématurée d'arthrose. L'exercice physique n'empêchera pas l'apparition de l'arthrite, mais il renforce les muscles qui contribuent au maintien et à la stabilité des articulations. La poussée de l'eau allège beaucoup la tension sur les articulations qui supportent le poids du corps. Ainsi, la natation ou l'exercice en piscine sont à privilégier pour conserver un bon fonctionnement articulaire durant toute la vie.



3.4 : Maladies du système squelettique et musculaire

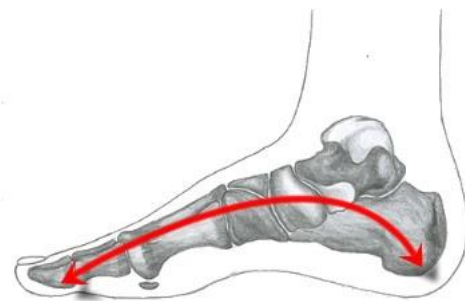


Problèmes de pieds

Les os du pied forment des voûtes (arches) qui permettent au pied de supporter le poids, de le répartir de façon optimale sur l'ensemble des structures du pied et d'assurer un effet de levier pendant la marche. Les voûtes plantaires sont mobiles. Elles s'affaissent lors de la mise en charge ce qui aide à absorber les chocs.

Un affaissement des arches ou au contraire, une cambrure trop prononcées peuvent entraîner des douleurs diverses. Ces douleurs peuvent devenir très intenses dans les régions surchargées.

Le **pied plat** résulte de l'affaissement de l'arche plantaire longitudinal. Des ligaments et des tendons maintiennent en place les os qui composent les voûtes. Lorsque qu'ils s'affaiblissent, la partie centrale de l'arc longitudinal peut s'affaisser. Il arrive que l'affaissement des arches entraîne une inflammation de l'aponévrose profonde de la plante du pied (fasciite plantaire) ou du tendon calcanéen, des fractures de stress, des oignons et des callosités. L'utilisation d'orthèses plantaires, d'anti-inflammatoire ou de la physiothérapie permettent de soulager la douleur en répartissant le poids de façon plus équilibrée et en réduisant l'inflammation.



Arc longitudinal médial



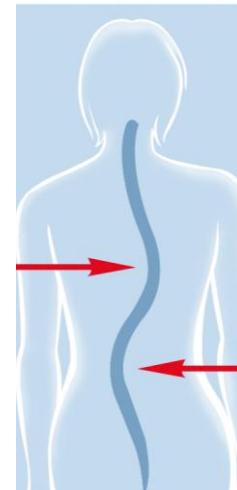
Pied plat



Pied normal

Scoliose

Normalement, la colonne vertébrale est droite, lorsqu'on regarde le dos. Une **scoliose** est une déformation latérale de la colonne, remarquable en position debout, habituellement dans la région thoracique. Elle peut être détectée de face en constatant une épaule plus haute que l'autre. C'est une des courbures anormales les plus courantes. La scoliose peut être due à une malformation congénitale d'une vertèbre, à l'inégalité de longueur des jambes, à une mauvaise posture, ou encore survenir sans cause décelable. Selon la zone de la colonne touchée par la scoliose, cette torsion peut entraîner alors une déformation du thorax, de l'abdomen ou du bassin.



Différents traitements peuvent être proposés en fonction de la cause de la scoliose, de son importance, de son évolution prévisible ou encore de l'âge. La kinésithérapie (renforcement musculaire par des exercices spécifiques) peut être envisagée. Elle permet non seulement de diminuer la déformation, mais vous apprend aussi à adopter les bonnes postures pour qu'elle ne réapparaisse pas. Un traitement orthopédique, avec notamment le port d'un corset, peut aussi être conseillé. La chirurgie, souvent utilisée en dernier recours, peut tendre à la réduction de la courbure.

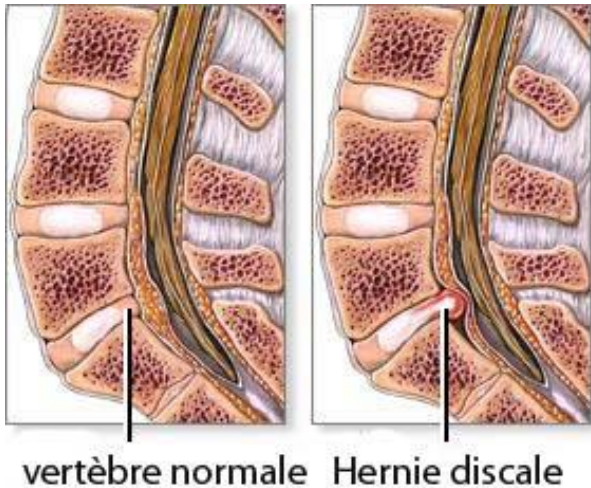
Hernie

Une hernie est la saillie d'un organe ou d'une partie d'organe (le plus souvent l'intestin) hors de sa position habituelle. Elle peut être d'origine congénitale, mais, dans la majorité des cas, elle est causée par un effort violent ou l'affaiblissement musculaire qui accompagne l'obésité.

Hernie discale

En raison de leur rôle d'amortisseur, les disques intervertébraux sont constamment soumis à la compression. Lorsqu'un disque s'affaiblit, il peut se fissurer ou se rompre laissant la partie interne plus molle, soit le noyau gélatineux du disque, faire irruption hors de sa position habituelle. Une **hernie discale** est une saillie anormale d'une portion d'un disque intervertébral situé dans le canal rachidien de la colonne vertébrale. Une fois l'irruption produite, une compression peut s'effectuer sur certaines racines nerveuses provoquant de l'inconfort, de l'insensibilité ou de la douleur plus ou moins intense selon le cas. Bien qu'une hernie discale puisse toucher n'importe quelle région de la colonne vertébrale, la grande majorité des hernies discales surviennent au bas du dos, dans la région lombaire. Dans ce cas la hernie peut provoquer une lombalgie (douleur au bas du dos). Si la hernie comprime l'une des racines du nerf sciatique, elle peut s'accompagner de douleurs le long d'une jambe : c'est la sciatique. Une hernie peut aussi passer inaperçue lorsqu'elle ne comprime pas de racine nerveuse.

3.4 : Maladies du système squelettique et musculaire



La dégénérescence des disques intervertébraux, qui s'affaiblissent avec l'âge, est une cause fréquente pour le développement d'une hernie discale. Outre la dégénérescence des disques de la colonne vertébrale, il existe d'autres facteurs potentiels pouvant éventuellement amener une hernie discale : mauvaises chutes, efforts répétés, soulèvement fréquent d'objets lourds d'une mauvaise façon, excès de poids corporel, grossesse (excès de poids), tabagisme, anomalies génétiques amenant une faiblesse héréditaire de

la structure vertébrale, négligence du dos de façon fréquente, masse musculaire faible, mauvais mouvements à répétition.¹

Un simple mauvais mouvement, surtout en vieillissant, peut provoquer une hernie discale dû à l'assèchement des disques vertébraux avec l'âge. Un exercice régulier, une alimentation saine et équilibrée et un mode de vie sain favorisent grandement la santé des disques de la colonne vertébrale comme du reste de l'organisme prévenant ainsi plusieurs maladies et réduisant ainsi le risque de les développer.

Le traitement des hernies discales comporte le repos complet, la traction et une médication antalgique pour diminuer la douleur. En cas d'échec, il faut procéder à l'ablation chirurgicale du disque hernié ou à sa « dissolution » à l'aide d'enzymes.

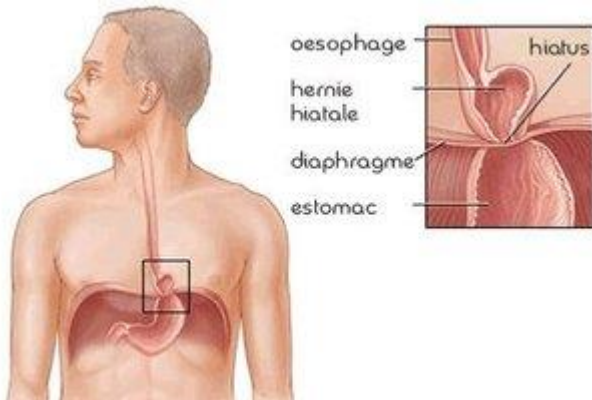
Hernie inguinale

La région inguinale est le point faible de la paroi abdominale. Elle est souvent le siège d'une **hernie inguinale**, c'est-à-dire une rupture ou séparation d'une partie de la paroi de l'abdomen qui entraîne la saillie d'un segment de l'intestin grêle. Les hernies inguinales sont beaucoup plus fréquentes chez les hommes que chez les femmes parce que leurs canaux inguinaux, qui contiennent le cordon spermatique et le nerf ilio-inguinal, sont plus gros. Le traitement d'une hernie est, la plupart du temps, de nature chirurgicale. On refoule l'organe faisant saillie dans la cavité abdominale, puis on répare la partie défectueuse des muscles abdominaux. On met aussi souvent en place un filet prothétique servant à renforcer la région faible de la paroi de l'abdomen.



¹ <http://www.chiropraticien.com/>

Hernie hiatale



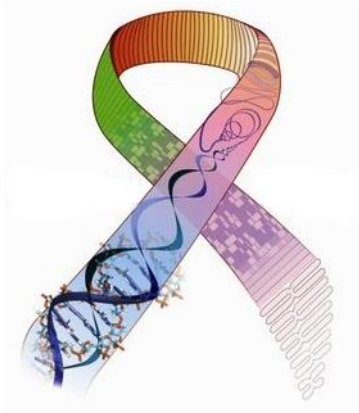
Une **hernie hiatale** est une anomalie structurale caractérisée par une légère saillie de la partie supérieure de l'estomac dans la cage thoracique, au-dessus du diaphragme. Comme le diaphragme ne renforce plus l'action de la valvule du cardia, le suc gastrique (qui est extrêmement acide) peut refluer ou être régurgité dans l'œsophage.

Cancer

Le terme cancer ne s'applique pas seulement à une maladie, mais bien à un ensemble de maladies différentes. Le cancer se manifeste lors de la division incontrôlable de cellules anormales qui ont subi diverses mutations. Ces cellules acquièrent aussi le potentiel d'envahir d'autres tissus.

Il existe près de 200 types de cancer différents, mais ils prennent tous leur origine dans la croissance incontrôlée de cellules anormales.

Le corps est formé de milliards de cellules vivantes. Généralement, ces cellules croissent, se divisent et meurent de manière harmonieuse. Un cancer prend naissance lorsque, dans une partie du corps, des cellules se mettent à proliférer de façon incontrôlable. Plutôt que de suivre le cycle de vie normal d'une cellule (croissance, division et mort), les cellules cancéreuses prolifèrent et se divisent continuellement en formant de nouvelles cellules cancéreuses. Dans la plupart des cas, cette croissance incontrôlée est à l'origine d'une tumeur.



Les tumeurs cancéreuses sont classées de deux façons : par le type de tissu à partir duquel le cancer prend naissance (classification histologique) ou par l'emplacement ou l'organe où le cancer s'est d'abord développé.

La plupart des personnes identifient le cancer selon l'organe où il est d'abord apparu. Par exemple, le cancer qui se développe dans le côlon est appelé cancer du côlon. Les médecins et les professionnels de la santé emploient cependant la classification histologique, car elle indique comment le cancer évoluera. Par exemple, le carcinome épidermoïde évolue de façon semblable qu'il provienne du poumon ou de la prostate.

Statistiques et facteurs de risque sur le cancer¹

Près d'un canadien sur deux sera touché par le cancer au cours de sa vie. 70 % des nouveaux cas de cancer touchent les personnes de 60 ans et plus. Plus de la moitié des cas nouvellement diagnostiqués seront des cancers du poumon, des cancers colorectaux, des cancers de la prostate et des cancers du sein. Le cancer est la principale cause de décès au Canada depuis 2005. Un canadien sur quatre mourra du cancer. 83 % des décès par cancer touchent les personnes de 60 ans et plus. Environ 30 % des décès par cancer pourraient être évités puisqu'ils sont dus aux cinq principaux facteurs de risque comportementaux et alimentaires suivants:

- tabagisme
- indice élevé de masse corporelle
- faible consommation de fruits et légumes
- manque d'exercice physique
- consommation d'alcool

D'après les projections, d'ici à l'an 2030 au Canada, l'incidence et la mortalité due au cancer vont continuer à augmenter pour atteindre près de 300 000 nouveaux cas et plus de 100 000 décès par année. Cette augmentation est due en grande partie à l'accroissement de la population canadienne et à son vieillissement.

Cancers secondaires ou métastases

Parfois, les cellules cancéreuses se propagent de leur lieu d'origine (le foyer tumoral primitif) à un autre endroit où de nouvelles tumeurs dites secondaires se développent. Ces tumeurs secondaires sont appelées métastases. La formation de métastases dépend de nombreux facteurs :

- le type et le grade du cancer;
- la durée du cancer;
- la capacité des cellules cancéreuses à créer le réseau sanguin nécessaire à la croissance et à la propagation de la tumeur (un processus appelé angiogénèse);
- l'emplacement de la tumeur primitive.

Certains types de cancer ont tendance à se propager à certaines régions de l'organisme. Bien que les cellules cancéreuses puissent migrer à peu près n'importe où dans l'organisme, les sites les plus fréquents de métastases sont les os, le cerveau, le foie et les poumons.

Le cancer primitif des os (cancer qui débute dans l'os) est rare. Les os sont toutefois un des sites les plus fréquents de métastases (cancer secondaire).²

¹ Société de recherche sur le cancer : <http://www.societederecherchesurlecancer.ca/>

² Statistique détaillée sur : Comité consultatif de la Société canadienne du cancer : Statistiques canadiennes sur le cancer 2014. Toronto (Ontario) : Société canadienne du cancer, 2014 : <http://www.cancer.ca/>

Traitements du cancer

Selon le type de cancer et son évolution, diverses options de traitement peuvent être considérées (seules ou en combinaison) par les médecins traitants (oncologue, chirurgien, etc.) et le patient.

L'intervention chirurgicale est souvent le premier niveau d'intervention et parfois la seule thérapie efficace pour traiter le cancer. La chirurgie est privilégiée pour extraire une tumeur lorsque celle-ci est facilement accessible et qu'elle est toujours localisée dans le tissu d'origine et qu'il n'y a aucune métastase. Parfois, il sera nécessaire d'utiliser d'autres types de traitement afin de réduire la taille de la tumeur avant de procéder à une intervention chirurgicale.

La chimiothérapie utilise des médicaments pour détruire les cellules cancéreuses. En général, l'effet des médicaments est systémique, mais permet d'atteindre des tumeurs qui ne le seraient pas par chirurgie ou par radiothérapie.

La radiothérapie utilise des radiations à haute énergie (rayons X, rayons gamma, particules chargées) pour endommager l'ADN des cellules cancéreuses dans le but de les détruire pour réduire la taille d'une tumeur ou l'éliminer complètement.

Les méthodes alternatives incluent la thérapie génique, le traitement par laser, la thérapie hormonale et la transplantation de cellules souches de la moelle osseuse et du sang périphérique. Certaines de ces méthodes sont toujours au stade expérimental.

Les doses et la fréquence des traitements dépendent de plusieurs facteurs tels que le type de cancer, le type de traitement, la réaction de la tumeur au traitement et la tolérance du patient aux doses utilisées.

Maladies touchant les muscles

Comme ils sont bien irrigués, les muscles squelettiques offrent une résistance étonnante à l'infection. Il suffit d'une bonne alimentation et d'un peu d'exercice pour qu'ils soient relativement bien protégés de la maladie. Le vieillissement est associé à une importante diminution de la masse musculaire qui entraîne aussi une diminution de la force musculaire. La pratique régulière d'exercices physiques permet de contrecarrer en partie les effets du vieillissement sur le système musculaire.

Dystrophie musculaire

Le terme dystrophie musculaire désigne un ensemble de maladies héréditaires qui attaquent les muscles appartenant à certains groupes particuliers. Les muscles touchés grossissent parce qu'il s'y dépose des graisses et du tissu conjonctif, mais les fibres musculaires dégénèrent et s'atrophient. La forme la plus répandue et la plus grave de cette maladie est la *dystrophie musculaire progressive de Duchenne*, qui est héréditaire.

Dystrophie musculaire de Duchenne

La dystrophie musculaire progressive de Duchenne est une maladie héréditaire qui s'exprime presque uniquement chez les garçons. Cette affection très grave est habituellement diagnostiquée entre la deuxième et la dixième année. Au fur et à mesure que l'enfant atteint grandit, ses muscles s'affaiblissent. Cela est dû au fait que son organisme n'est pas capable de produire la protéine musculaire appelée *dystrophine*. Lorsqu'elles manquent de cette protéine, les cellules musculaires s'affaiblissent et dégénèrent progressivement.

Les signes de faiblesse commencent à apparaître entre trois et cinq ans (quelquefois plus tôt). Au début, les symptômes se manifestent surtout au niveau des jambes et des hanches. Voici quelques-uns des symptômes que l'enfant peut présenter : chutes fréquentes; difficultés à courir aussi rapidement que ses amis; difficultés à grimper les escaliers; difficultés à se relever d'une chaise; gonflement progressif des mollets; tendance à marcher souvent sur ses orteils et à se pencher en arrière pour maintenir son équilibre.

Progressivement, cette faiblesse entraînera des difficultés à marcher et l'enfant aura besoin d'un fauteuil roulant. Graduellement, tous les muscles deviendront extrêmement affaiblis y compris le muscle cardiaque et les muscles de la respiration.

Les personnes atteintes de la dystrophie musculaire progressive de Duchenne devront suivre différents types de thérapies pendant leur existence. La plupart de ces interventions seront pratiquées par des physiothérapeutes et des ergothérapeutes, mais d'autres professionnels peuvent également intervenir tels que des psychiatres, des orthésistes, des fournisseurs de fauteuils roulants et d'autres types d'appareils. Des chirurgiens orthopédiques peuvent également être consultés.

La souplesse musculaire et les contractures articulaires sont au centre du suivi en réadaptation. Le but des étirements est de préserver la fonction motrice et d'assurer le confort. Supervisé par un physiothérapeute, le programme d'étirements doit faire partie intégrante de la routine quotidienne de la famille.

Une nouvelle technique très prometteuse appelée *traitement par transfert de myoblastes* consiste à injecter dans les muscles atteints des myoblastes sains, qui fusionnent avec les myoblastes malades. Une fois qu'ils se trouvent à l'intérieur des cellules, les noyaux des myoblastes fournissent le gène normal dont les myocytes ont besoin pour produire la dystrophine et croître de façon normale.

LES MALADIES HÉRÉDITAIRES

Les maladies génétiques récessives liées au chromosome X telles que le daltonisme, l'hémophilie et la dystrophie musculaire progressive de Duchenne affectent généralement les hommes et s'expriment rarement chez la femme. Étant donné que l'homme n'a qu'un seul chromosome X, la dominance est exclue et les gènes récessifs présents sur le X de l'homme s'expriment obligatoirement. La femme peut être porteuse du gène défectueux sans être atteinte. Seule une femme ayant le même gène défectueux sur ses deux chromosomes X est atteinte.

Ces notions de biologie font partie du cours : *BIO-5065-2 La transmission des caractères héréditaires.*

De saines habitudes de vie pour prendre soin du système squelettique et musculaire

Aucune partie de notre organisme ne fonctionne de manière isolée. Certains organes vieillissent plus vite que d'autres, mais les effets du vieillissement d'un système se reflètent toujours plus ou moins sur les autres. Quand nous essayons de maintenir nos muscles, ou n'importe quel autre système de notre organisme, en bonne santé, nous devons nous placer d'un point de vue holistique (global). De l'exercice physique modéré, une bonne alimentation et des habitudes saines devraient rester des priorités pendant toute notre vie.



Les saines habitudes de vie,
c'est bien normal!



3.4 : Maladies du système squelettique et musculaire



3.4–1 a) Choisissez les énoncés qui décrivent adéquatement la prévention de problèmes de santé et des faits sur des maladies reliées au système squelettique et musculaire.

1. La natation est l'exercice physique à privilégier pour prévenir l'ostéoporose.
2. L'exercice physique, une bonne alimentation, le maintien d'un poids santé et proscrire l'usage du tabac sont d'importants facteurs de prévention de problèmes de santé du système squelettique et musculaire.
3. Les os sont souvent le lieu où des tumeurs cancéreuses prennent naissance.
4. Une personne dont la raideur et l'enflure diminue la mobilité de l'articulation et qui souffre de douleur articulaire chronique est probablement atteinte d'une forme d'arthrite.
5. Le cancer origine d'une croissance incontrôlée de cellules anormales.

b) Corriger les énoncés qui sont faux de façon à les rendre valides.

Énoncés fautifs	Corrections

3.4 : Maladies du système squelettique et musculaire

3.4–2 Associez les symptômes de la liste suivante se rapportant à chacune des maladies reliées au système squelettique et musculaire du tableau. (Une même réponse peut revenir plus d'une fois.)

Liste des symptômes

- A. Diminution progressive du tonus musculaire (hypotonie).
- B. Enflure, douleur et raideur aux articulations des deux mains.
- C. Lombalgie (douleur au bas du dos).
- D. Predisposition aux fractures.
- E. Déformation latérale de la colonne vertébrale
- F. Douleur progressive localisée au centre du bas-ventre
- G. Douleur vive suite à un effort physique intense.
- H. Diminution de l'équilibre et de la flexibilité.
- I. Inflammation, œdème et douleur aiguë au gros orteil.
- J. Douleur et sensibilité des os.
- K. Les muscles atteints répondent peu ou moins à des stimuli ou sollicitations.
- L. Jambes tordues, bassin déformé.

Maladies	Symptômes
Arthrite goutteuse	
Élongation musculaire	
Ostéoporose	
Dystrophie musculaire	
Polyarthrite rhumatoïde	
Rachitisme	
Hernie discale	

3.4 : Maladies du système squelettique et musculaire

3.4–3 Associez les structures impliquées de la liste suivante se rapportant à chacune des maladies reliées au système squelettique et musculaire du tableau. (Une même réponse peut revenir plus d'une fois.)

Liste des structures impliquées

- A. Les os.
- B. Les muscles et certains groupes de muscles.
- C. Les articulations mobiles (genou, cheville, coude, épaule, hanche, etc.).
- D. Les articulations, principalement celles des extrémités (orteils, doigts).
- E. La région lombaire de la colonne vertébrale.
- F. Les ligaments.

Maladies	Structures touchées
Arthrite goutteuse	
Fracture	
Ostéoporose	
Dystrophie musculaire	
Arthrose	
Rachitisme	
Hernie discale	
Entorse	

3.4 : Maladies du système squelettique et musculaire

3.4–4 Associez les causes de la liste suivante se rapportant à chacune des maladies reliées au système squelettique et musculaire du tableau. (Une même réponse peut revenir plus d'une fois.)

Note : L'expression « causes de maladie » peut être substituée par « facteurs favorisant la survenue ou l'aggravation de la maladie ».

Liste des causes

- A. Traumatismes répétés liés à un sport ou à une activité professionnelle répétitive.
- B. Ménopause.
- C. Tabagisme.
- D. Carence en vitamine C.
- E. La résorption de matière osseuse se fait plus rapidement que le dépôt de matière osseuse.
- F. Vieillesse.
- G. La matière osseuse ne se calcifie pas.
- H. Embonpoint.
- I. Inactivité physique.
- J. Hérité.
- K. Trouble du métabolisme de l'acide urique.
- L. Consommation régulière d'alcool et de viande rouge.

Maladies	Causes
Arthrite gouteuse	
Ostéoporose	
Dystrophie musculaire de Duchenne	
Arthrose	
Ostéomalacie	

3.4 : Maladies du système squelettique et musculaire

3.4–5 Associez les effets de la liste suivante se rapportant à chacune des maladies reliées au système squelettique et musculaire du tableau. (Une même réponse peut revenir plus d'une fois.)

Liste des effets

- | | |
|---|---|
| A. Détérioration de cartilage articulaire et dépôt d'excroissances osseuses. | F. Croissance incontrôlée de cellules anormales. |
| B. Compression du nerf passant dans la colonne vertébrale accompagnée de douleur. | G. Les fibres musculaires dégénèrent et s'atrophient. |
| C. Les os sont mous et fragiles. | H. La masse osseuse diminue. |
| D. Inflammation de la membrane synoviale des articulations atteintes et gonflement de l'articulation. | I. Affaissement des arches plantaires pouvant entraîner des douleurs. |
| E. Déchirure partielle d'un muscle causant une douleur vive. | J. Dépôt de cristaux d'urate dans les articulations. |

Maladies	Effets
Arthrite goutteuse	
Élongation musculaire	
Ostéoporose	
Dystrophie musculaire	
Polyarthrite rhumatoïde	
Rachitisme	
Pied plat	
Hernie discale	
Arthrose	
Cancer	

Définition du domaine d'examen

Contenu du cours aux fins de l'évaluation sommative

Notions

- **Anatomie du système squelettique et musculaire**
 - Description d'un os long :
 - nom des constituants;
 - description des constituants;
 - rôle des constituants;
 - schéma.
 - Types d'articulations :
 - fixes, mobiles et semi-mobiles.
 - Rôle des articulations et des structures anatomiques qui y sont associées :
 - cartilage, bourse, tendons et ligaments.
 - Os du crâne.
 - Colonne vertébrale et cage thoracique.
 - Membres supérieurs et membres inférieurs.
 - Types de muscles.
 - Organisation des muscles squelettiques.
- **Physiologie du système squelettique et musculaire**
 - Formation des os longs :
 - étapes de formation et de croissance;
 - éléments nutritifs nécessaires et leurs sources dans l'alimentation.
 - Articulations des membres et mouvements de base possibles.
 - Fonctions et propriétés des muscles.
 - Contraction musculaire.
 - Fatigue musculaire et tétanos.
 - Flexion et extension de l'avant-bras.
- **Hygiène et santé du système squelettique et musculaire**
 - Effets de l'exercice musculaire sur l'organisme.
 - Importance d'une bonne posture.
 - Fracture des os.
 - Problèmes de santé du système squelettique et musculaire.

Tableau de pondération

Notions Habilités	Anatomie du système squelettique et musculaire 41 %	Physiologie du système squelettique et musculaire 33 %	Hygiène et santé du système squelettique et musculaire 26 %
Décrire 70 %	Description d'un os long (5 %) Types d'articulations (5 %) Os du crâne (5 %) Colonne vertébrale et cage thoracique (5 %) Membres supérieurs et membres inférieurs (5 %) Types de muscles (5 %) Organisation des muscles squelettiques (5 %) (1) 35 %	Formation des os longs (5 %) Articulations des membres et mouvements de base permis (5 %) Fonctions et propriétés des muscles (5 %) (3) 15 %	Effets de l'exercice musculaire (5 %) Fracture des os (5 %) Problèmes de santé du système squelettique et musculaire (10 %) (5) 20 %
Expliquer 30 %	Rôle des articulations et des structures associées (2) 6 %	Contraction musculaire (6 %) Fatigue musculaire et tétanos (6 %) Flexion et extension de l'avant-bras (6 %) (4) 18 %	Importance d'une bonne posture (6) 6 %

Comportements observables

Dimension 1

- Nommer les structures désignées sur un schéma d'os long et associer à chacune de ces structures des rôles et des éléments de description choisis dans une liste. (La liste doit comporter plus de rôles et d'éléments de description que ceux qui sont requis.) (5 %)
- Étant donné le schéma de deux articulations, préciser le type, le rôle et la pertinence de chacune. (5 %)
- Nommer les os désignés sur le schéma d'un crâne. (5 %)
- Préciser le type des côtes et des vertèbres désignées sur un schéma de la colonne vertébrale et de la cage thoracique. (5 %)
- Nommer les os désignés sur un schéma des membres supérieurs et sur un schéma des membres inférieurs. (5 %)
- Classer certains muscles selon qu'ils sont lisses, squelettiques ou cardiaque et justifier le classement. (5 %)
- Choisir, parmi une série d'énoncés, ceux qui décrivent adéquatement l'organisation d'un muscle squelettique. Corriger les énoncés fautifs de façon à les rendre valides. (5 %)

Dimension 2

- Choisir, parmi une série d'énoncés, ceux où l'on explique avec justesse le rôle des articulations et des structures anatomiques qui y sont associées. Corriger les énoncés fautifs de façon à les rendre valides. (6 %)

Dimension 3

- Choisir, parmi une série d'énoncés, ceux où l'on décrit correctement les étapes de formation et de croissance d'un os long ou qui leur associent les éléments nutritifs nécessaires à l'élaboration et au maintien d'une bonne ossature. Corriger les énoncés fautifs de façon à les rendre valides. (5 %)
- Associer, à une articulation des membres supérieurs ou inférieurs, les mouvements de base possibles. (Une liste des mouvements possibles est fournie à l'élève.) (5 %)
- Associer des fonctions et des propriétés des muscles à leur définition et à des exemples concrets qui les illustrent. (Une liste des fonctions et des propriétés des muscles est fournie à l'élève.) (5 %)

Dimension 4

- Ordonner des affirmations vraies de manière à expliquer le phénomène de la contraction musculaire. (6 %)
- Choisir, parmi une série d'énoncés, ceux où l'on explique adéquatement les phénomènes de la fatigue musculaire ou du tétanos en reliant ceux-ci au processus de la contraction musculaire. Corriger les énoncés fautifs de façon à les rendre valides. (6 %)
- Ordonner chronologiquement une série d'affirmations vraies relatives à la flexion ou à l'extension de l'avant-bras de façon à expliquer un cas concret de l'un ou l'autre de ces mouvements. (6 %)

Dimension 5

- Choisir, parmi une série d'énoncés, ceux où l'on explique adéquatement les effets de l'exercice musculaire sur l'organisme humain. Corriger les énoncés fautifs de façon à les rendre valides. (5 %)
- Choisir, parmi une série d'énoncés, ceux qui décrivent adéquatement les types de fractures des os, les méthodes utilisées pour les immobiliser et le processus de réparation d'une fracture. Corriger les énoncés fautifs de façon à les rendre valides. (5 %)
- Associer, à certains problèmes de santé du système squelettique et musculaire, les éléments d'information suivants : symptômes, structures touchées, causes et effets. (Les éléments d'information sont choisis dans une liste qui comporte plus d'éléments que ceux requis.) (10 %)

Dimension 6

- Choisir, parmi une série d'énoncés, ceux où l'on explique et illustre adéquatement l'importance d'une bonne posture. Corriger les énoncés fautifs de façon à les rendre valides. (6 %)

Note : Cette section, *Définition du domaine d'examen*, est un extrait du document : *Définition du domaine d'examen BIO-5066-1*¹.

¹ Québec, Ministère de l'Éducation, 2004, *Définition du domaine d'examen BIO-5066-1*, Biologie 5^e secondaire, formation générale des adultes p. 3-7.

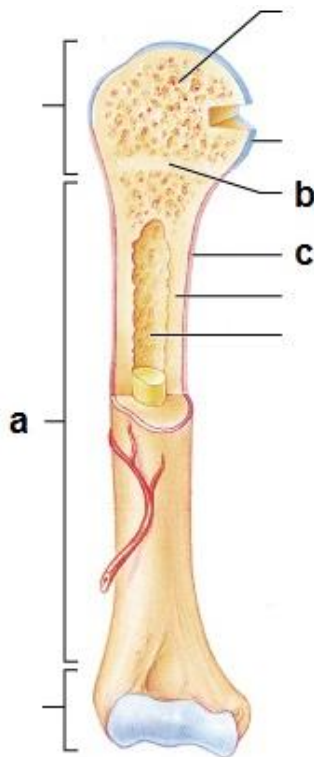
Épreuve d'autoévaluation



1

Nommez les structures désignées sur le schéma d'os long et associez à chacune de ces structures un rôle et un élément de description choisis dans la liste.

/5



Descriptions		Rôles	
A.	Consiste en un cylindre d'os compact qui renferme un canal médullaire.	1.	Agit comme coussin et amortit la pression pendant les mouvements de l'articulation.
B.	Extrémités arrondies de l'os long composés à l'extérieur par une fine couche d'os compact recouvert de cartilage articulaire et formées à l'intérieur d'os spongieux.	2.	Partie de l'os où se concentre la moelle rouge responsable de la production des globules rouges du sang.
C.	Il n'existe que chez l'enfant et sépare le corps de l'os long de ses extrémités renflées.	3.	Permet la croissance en longueur de l'os.
D.	Membrane d'un blanc brillant qui recouvre la surface externe du corps de l'os.	4.	Alimente l'os en éléments nutritifs et sert de points d'ancrage aux tendons et aux ligaments.
E.	Tissu fibreux élastique qui recouvre chaque extrémité de l'os.	5.	Permet d'obtenir une grande force malgré sa faible masse.

Structure	Description	Rôle
a		
b		
c		

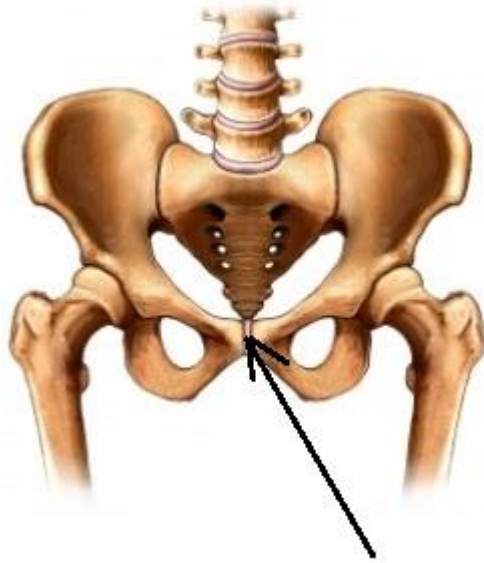
2

Une articulation est la jonction qui unit deux os entre eux.

Nommez les types d'articulations illustrées par les deux schémas ci-dessous et précisez leur rôle.

15

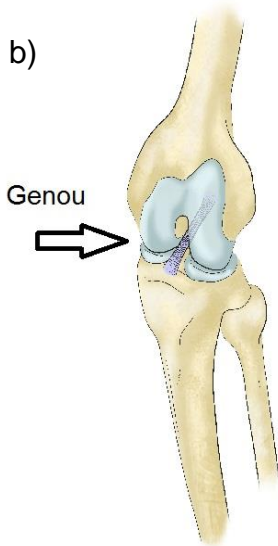
a)



Type d'articulation : _____

Rôle : _____

b)



Type d'articulation : _____

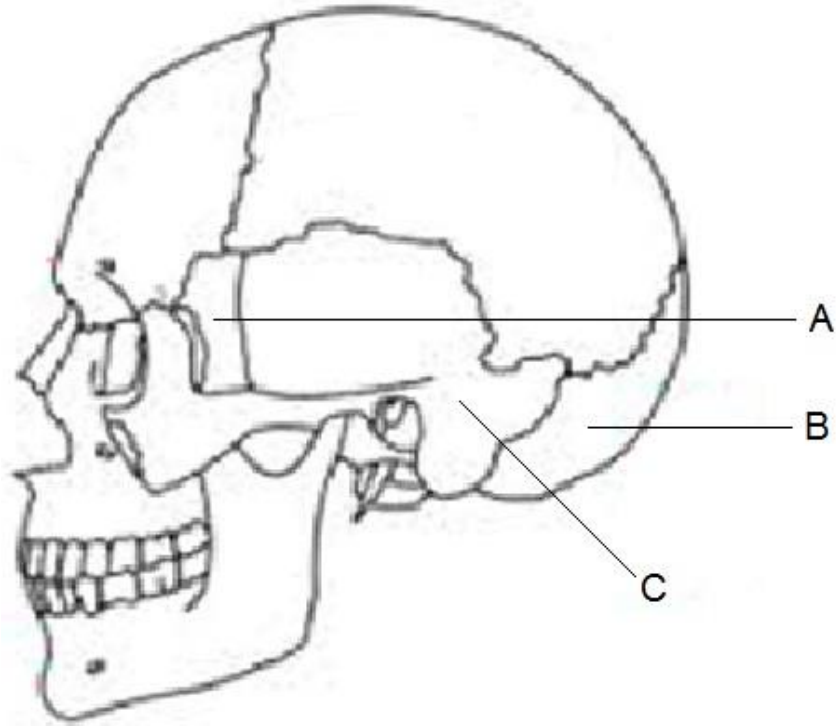
Rôle : _____

3

Les os du crâne protègent le cerveau et ils sont tous de formes irrégulières. Certains sont en paires et d'autres sont uniques.

/5

Nommez les os du crâne désignés par les lettres du schéma suivant.



- A. _____
- B. _____
- C. _____

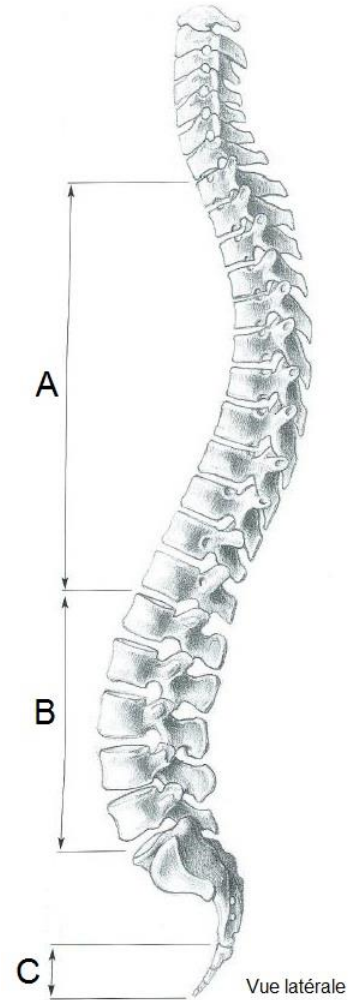
4

La colonne vertébrale est flexible plutôt que rigide parce qu'elle est segmentée en vertèbres. La cage thoracique possède aussi une certaine flexibilité puisqu'elle se rattache aux vertèbres et doit permettre l'expansion des poumons lors de la respiration.

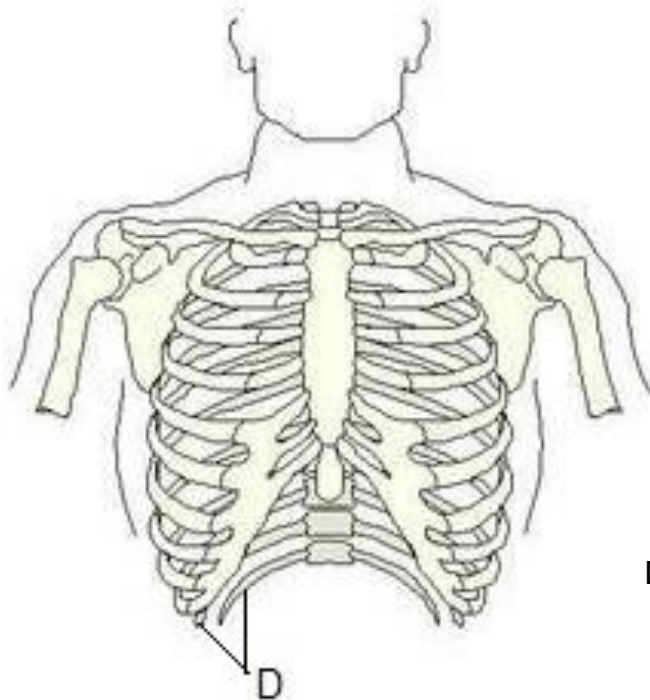
/5

a) Précisez les régions de la colonne vertébrale désignée sur le schéma.

- A. _____
- B. _____
- C. _____



b) Précisez le type de côtes désignées sur le schéma de la cage thoracique.



D. _____

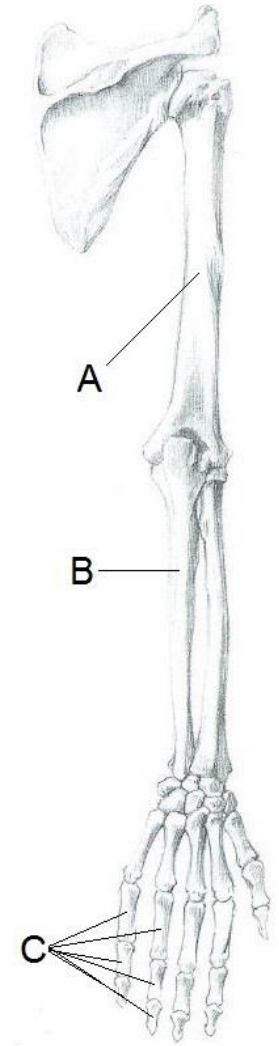
5

Le squelette appendiculaire comprend les membres supérieurs rattachés à la ceinture scapulaire et les membres inférieurs rattachés à la ceinture pelvienne.

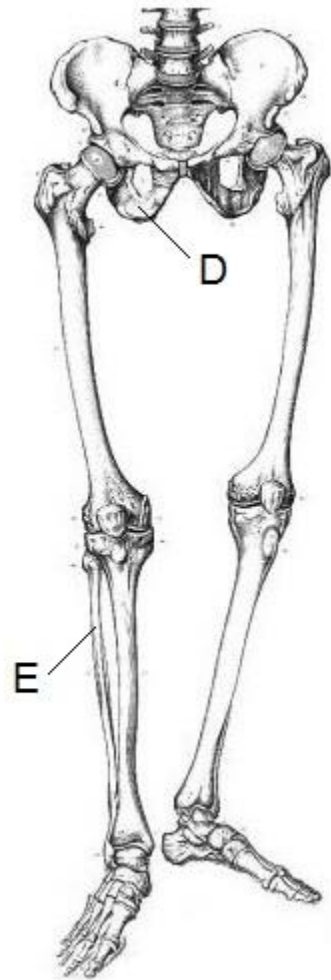
/5

a) Nommez les os des membres supérieurs désignés sur le schéma suivant.

- A. _____
- B. _____
- C. _____



b) Nommez les os des membres inférieurs désignés sur le schéma suivant.



- D. _____
- E. _____

6 Classez chacun des muscles ci-dessous selon le type de muscle et justifiez votre classement.

/5

Muscles	Type de muscle			Justification
	Cardiaque	Lisse	Squelettique (strié)	
Bronches				
Muscle deltoïde				
Muscles de la vessie				
Parois artérielles				
Quadriceps				

7

Le corps compte plus de 600 muscles squelettiques, de tailles et de formes variées.

/5

- a) Parmi les énoncés suivants, choisissez les énoncés qui décrivent adéquatement l'organisation d'un muscle squelettique.
1. Le muscle est constitué entre autre de tissus nerveux qui participe à la production et à la régulation de la force et du tonus musculaire.
 2. Un des tissus constitutifs du muscle est le tissu conjonctif qui assure le maintien de la structure du muscle et permet la transmission de la force développée par celui-ci aux pièces osseuses.
 3. Les matières nécessaires à la production d'énergie acheminées par les vaisseaux sanguins permettent la contraction des plus petites unités contractiles du muscle, les faisceaux de fibres musculaires.
 4. Un muscle est composé de plusieurs faisceaux de fibres musculaires enveloppés de tissu conjonctif.
 5. Les fibres musculaires squelettiques observées au microscope présentent des stries latérales et transversales dues à l'enchevêtrement des myofibrilles à la manière des fils entrelacés d'une étoffe tissée.

- b) Corrigez les énoncés qui sont faux de façon à les rendre valides.

Énoncés fautifs	Corrections

8

La flexibilité d'une articulation dépend des tissus conjonctifs associés à celle-ci.

/6

- a) Choisissez, parmi les énoncés suivants, les trois qui expliquent avec justesse le rôle des articulations et des structures anatomiques qui y sont associées.
- 1) Les deux fonctions essentielles des articulations sont de relier les os ensemble et d'assurer une certaine mobilité des membres.
 - 2) La bourse, que l'on retrouve dans certaines articulations mobiles, protège l'articulation et produit du liquide synovial.
 - 3) Le ligament, qui transmet à l'os la force de traction nécessaire au mouvement, est relié à une extrémité au périoste et, à l'autre extrémité il est fusionné au tissu conjonctif du muscle.
 - 4) Les os du poignet font partie des articulations mobiles dont les mouvements s'effectuent dans deux sens, flexion ou extension et abduction ou adduction.
 - 5) Le coude, le genou et la cheville sont des articulations sphéroïdes et permettent les mouvements de flexion ou d'extension, d'abduction ou d'adduction et même des mouvements de rotation.
 - 6) L'articulation de la première côte avec le sternum comme les autres articulations entre les os de la cage thoracique sont des articulations fixes. Ces articulations protègent les organes internes sans permettre de mouvement.

- b) Corrigez les énoncés qui sont faux de façon à les rendre valides.

Énoncés fautifs	Corrections

9

L'alimentation est un facteur important pour garantir une bonne ossature. Aussi, au cours de la vie, les os subissent des changements.

/5

- a) Parmi les énoncés suivants, choisissez les énoncés qui décrivent correctement les éléments nutritifs ou les étapes associés à la formation, à la croissance ou au maintien d'une bonne ossature.
1. La formation d'un os long débute à partir d'une masse cartilagineuse. Le passage de l'état cartilagineux à l'état osseux s'amorce au centre de la diaphyse.
 2. Le tissu osseux des os longs se fait directement au sein d'un tissu fibreux.
 3. Le remaniement osseux inclut à la fois la formation et la résorption de matière osseuse. Les ostéoblastes produisent de la matière osseuse alors que les ostéoclastes détruisent la matière osseuse.
 4. La croissance en longueur d'un os long s'amorce avec l'épaississement du cartilage de conjugaison.
 5. Le fer, le cobalt et le nickel sont les principaux nutriments nécessaires à la croissance et au maintien d'une bonne ossature.

- b) Corrigez les énoncés qui sont faux de façon à les rendre valides.

Énoncés fautifs	Corrections

Grâce à nos articulations, nous pouvons exécuter une grande quantité de mouvements.

10

Liste des mouvements possibles	
A. Abduction	E. Pronation
B. Supination	F. Adduction
C. Flexion	G. Extension
D. Rotation	

/5

a) À partir de la liste des mouvements possibles, choisissez les mouvements de l'avant-bras permettant de faire tourner la paume de la main.

b) À partir de la liste des mouvements possibles, choisissez les mouvements de base possibles du coude.

11

Les propriétés des muscles sont nombreuses et variées.

Associez les définitions ou exemples de la colonne de gauche à une fonction ou propriété de la colonne droite.

/5

Définitions ou exemples

Fonctions ou propriétés

1. Le tissu musculaire reprend sa forme initiale lorsque s'arrête la contraction.
2. Perte d'énergie lors de la transformation de l'énergie chimique en énergie mécanique.
3. Permet de marcher, de courir et de sauter.
4. Capacité à réagir à une stimulation.
5. Au niveau de l'épaule, des muscles, des tendons et des ligaments retiennent l'humérus à l'omoplate.

- A. Production de mouvements
- B. Maintien de la posture
- C. Stabilisation des articulations
- D. Dégagement de chaleur
- E. Excitabilité
- F. Contractilité
- G. Extensibilité
- H. Élasticité

1. _____ 2. _____ 3. _____ 4. _____ 5. _____

12

Le phénomène de la contraction musculaire est constitué de plusieurs actions successives des différentes structures impliquées.

/6

Ordonnez les affirmations suivantes de manière à expliquer le phénomène de la contraction musculaire.

1. À la jonction neuromusculaire, l'acétylcholine est libérée ce qui entraîne la propagation du potentiel d'action sur le sarcolemme.
2. La cholinestérase produite sur le sarcolemme détruit l'acétylcholine.
3. L'information sensorielle est traitée par le cerveau qui fournit une réponse motrice sous forme de signaux électriques rapides et spécifiques.
4. Dans chaque fibre musculaire, le stimulus est capté par une terminaison nerveuse synaptique.
5. Les filaments minces formés d'actine et les filaments épais formés de myosine se chevauchent.
6. L'influx nerveux se propage vers le muscle par la moelle épinière.
7. Le muscle se décontracte
8. Les fibres musculaires raccourcissent tout en augmentant leur diamètre.

--	--	--	--	--	--	--	--

13

Certains muscles ne se contractent que s'ils sont stimulés.

/6

- a) Parmi les énoncés suivants, choisissez les trois qui expliquent adéquatement le processus de contraction musculaire et les phénomènes de la fatigue musculaire ou du téтанos.
1. Le seuil d'excitabilité correspond à la valeur minimale d'influx nerveux pour déclencher un potentiel d'action amenant à la contraction de la fibre musculaire.
 2. Pour augmenter la force musculaire il faut augmenter l'intensité du stimulus de chacune des fibres musculaires pour que celles-ci se contractent davantage.
 3. Dans les phases de contraction, la période de relaxation correspond à la période d'attente entre le potentiel d'action et le début de la manifestation de la contraction.
 4. Le tonus musculaire correspond aux petites contractions musculaires qui assurent un maintien constant de la posture et une stabilité des articulations.
 5. On nomme téтанos l'arrêt de la contraction du muscle alors que ce dernier reçoit encore des stimuli.
 6. Le téтанos est le mode habituel de contraction musculaire dans notre organisme.

- b) Corrigez les énoncés qui sont faux de façon à les rendre valides.

Énoncés fautifs	Corrections

14

Compléter le tableau suivant en choisissant les affirmations appropriées de façon à expliquer l'extension de l'avant-bras.

/6

1. Le muscle qui se contracte tire sur l'os auquel il est attaché à son insertion et produit une flexion de l'avant-bras vers le haut.
2. Le biceps est le muscle agoniste.
3. Le triceps est le muscle agoniste.
4. Le muscle qui se contracte a ses origines à l'omoplate et son insertion à l'ulna (ou cubitus).
5. Le muscle qui se contracte tire sur l'os auquel il est attaché à son insertion et le bras s'allonge vers le bas.
6. Le biceps se contracte.
7. Le muscle qui se contracte a ses origines à l'omoplate et son insertion au radius de l'avant-bras.
8. Le biceps doit se relâcher pour permettre ce mouvement.
9. Le triceps se contracte.
10. Le triceps est le muscle antagoniste.
11. Le triceps doit se relâcher pour permettre ce mouvement.
12. Le biceps est le muscle antagoniste.

Extension de l'avant-bras

Muscle agoniste	
Muscle contracté	
Origine et insertion	
Mouvement	
Muscle antagoniste	
Muscle relâché	

15

Lorsqu'une personne fait de l'exercice physique, son corps s'ajuste aux changements que les activités entraînent à l'intérieur de son organisme.

/5

- a) Choisissez les énoncés qui expliquent adéquatement les effets de l'exercice musculaire sur l'organisme humain.
1. Lors d'un effort physique, la quantité de sang passant par l'aorte et expulsé du cœur peut doubler à chaque battement et le rythme des battements cardiaques est accru durant tout le temps de l'effort.
 2. Lors d'activité physique intense, le système cardiovasculaire ne suffit plus et les cellules musculaires en déficit d'oxygène libèrent des nutriments qui intoxiquent le muscle et réduisent sa capacité à se contracter.
 3. Un entraînement anaérobie en résistance permet d'accroître la capacité cardiovasculaire. Le cœur s'hypertrophie et permet la circulation d'un plus grand volume de sang favorisant les échanges gazeux et l'apport en oxygène aux cellules.
 4. La sueur produite par les glandes sudoripares traverse les pores de la peau puis s'évapore. Cette évaporation fait baisser la température corporelle pour la maintenir à environ 37°C lors d'activité physique ou de chaleur humide.

- b) Corrigez les énoncés qui sont faux de façon à les rendre valides.

Énoncés fautifs	Corrections

16

Les os sont des structures solides du corps humain. Ils assurent le soutien des muscles et la protection de certains organes fragiles. Cette solidité est cependant limitée et, lorsque les os sont soumis à des efforts ou des chocs trop violents, ils peuvent se briser.

/5

- a) Choisissez les énoncés qui décrivent adéquatement le type de fractures que peuvent subir les os, les méthodes utilisées pour les immobiliser et le processus de réparation d'une fracture.
1. Une fracture plurifragmentaire est une fracture où l'os est brisé en de nombreux fragments. Ce type de fracture est plus fréquent chez les personnes âgées.
 2. Les objectifs du traitement des fractures sont le contrôle de la douleur et l'immobilisation musculaire.
 3. L'évacuation des débris (cellules endommagées, particules osseuses, caillots sanguins) par des cellules immunitaires s'effectue uniquement durant le stade inflammatoire au début du processus de réparation d'une fracture.
 4. Le processus de réparation d'une fracture se termine par le remaniement osseux où le tissu osseux devient graduellement plus dur et plus résistant.

- b) Corrigez les énoncés qui sont faux de façon à les rendre valides.

Énoncés fautifs	Corrections

Associez les symptômes, les structures impliquées, les causes et les effets des listes suivantes se rapportant à chacune des maladies reliées au système squelettique et musculaire du tableau. (Une même réponse peut revenir plus d'une fois.)

Liste des symptômes

- A. Diminution progressive du tonus musculaire (hypotonie).
- B. Enflure, douleur et raideur aux articulations des deux mains.
- C. Douleur lors de l'exécution de certains mouvements articulaires.
- D. Douleur et sensibilité des os.
- E. Diminution de l'équilibre et de la flexibilité.
- F. Douleur abdominales et reflux gastrique.

Liste des causes

- G. Échauffement insuffisant et effort trop rapide ou violent.
- H. Des mouvements répétitifs ou des mouvements soudains inhabituels.
- I. L'estomac est mal positionné.
- J. L'embonpoint.
- K. Dérèglement du système immunitaire.
- L. Inactivité physique.

Liste des structures impliquées

- M. Les muscles et certains groupes de muscles.
- N. La région lombaire de la colonne vertébrale.
- O. L'estomac et la cage thoracique.
- P. Les articulations.
- Q. Les os.
- R. Les ligaments.

Liste des effets

- S. Douleur qui se manifeste au début de l'exercice puis qui disparaît après quelques minutes d'exercice. Peut aussi être accompagné d'une inflammation, voire d'une enflure limitant la mobilité.
- T. Les fibres musculaires dégénèrent et s'atrophient.
- U. Les os sont mous et fragiles.
- V. Inflammation de la membrane synoviale des articulations atteintes et gonflement de l'articulation.
- W. Remontée du suc gastrique à l'intérieur de l'œsophage.

Maladies	Symptômes	Structures touchées	Causes	Effets
Polyarthrite rhumatoïde				
Hernie hiatale				
Tendinite				

18

Bien s'alimenter, faire de l'exercice et maintenir une bonne posture ne peut qu'avoir des effets bénéfiques sur notre santé.

/6

- a) Choisissez les énoncés où l'on explique adéquatement l'importance d'une bonne posture.
1. Les muscles qui supportent la colonne verticale ne travaillent pas si la posture est bonne.
 2. L'apprentissage de gestes et de postures simples économisant la colonne vertébrale au quotidien permet souvent de se prémunir du mal de dos.
 3. Dans une bonne position assise, on doit bien caler le haut du corps contre le dossier afin de profiter des galbes prévus à cet effet.
 4. Lors du soulevé d'une charge, faire travailler les muscles des cuisses en gardant le dos droit permet une bonne répartition de la pression sur les disques de la colonne vertébrale.
 5. Une position statique assise réduit la sensation de fatigue et favorise une bonne circulation sanguine.
 6. Une détérioration des articulations, des ligaments et des tendons peuvent se manifester si les positions statiques sont répétées quotidiennement sur une longue période.

- b) Corrigez les énoncés qui sont faux de façon à les rendre valides.

Énoncés fautifs	Corrections

Corrigé de l'épreuve d'autoévaluation



	Structure	Description	Rôle	
1	a) Diaphyse	A.	5.	/5
	b) Cartilage d'accroissement ou cartilage de conjugaison	C.	3.	
	c) Périoste	D.	4.	

2

a)

Type d'articulation : **Semi-mobile**

Rôle : Cette articulation cartilagineuse agit comme un amortisseur et assure un certain degré de mouvement au niveau de l'articulation de la symphyse pubienne du bassin.

b)

Type d'articulation : **Mobile (articulation à charnière)**

Rôle : Permet le mouvement dans un seul plan, soit la flexion et l'extension.

3

A. **Os sphénoïde**
 B. **Os occipital**
 C. **Os temporal**

/5

4

a) A. **Vertèbres dorsales**
 B. **Vertèbres lombaires**
 C. **Coccyx**

b) D. **Côtes flottantes**

/5

5

a) A. **Humérus**
 B. **Ulna ou Cubitus**
 C. **Phalanges**

b) D. **Ischion**
 E. **Péroné**

/5

6

Muscles	Type de muscle			Justification
	Cardiaque	Lisse	Squelettique (strié)	
Bronches		✓		Muscles involontaires permettant les échanges gazeux (O ₂ , CO ₂).
Muscle deltoïde			✓	Muscle volontaire , il effectue l'extension et la rotation latérale du bras. Il est actif au cours de la marche pour faire balancer les bras.
Muscles de la vessie		✓		Muscles involontaires permettant le transport et l'expulsion de l'urine.
Parois artérielles		✓		Muscles involontaires permettant le transport du sang.
Quadriceps			✓	Muscle volontaire qui forme le devant et les côtés de la cuisse. Puissant extenseur de l'articulation du genou qui sert à grimper, sauter, courir et à se lever de la position assise.

/5

7

- a) Les énoncés 1, 2 et 4 sont vrais.
 b)

/5

Énoncés fautifs	Corrections
3.	Les matières nécessaires à la production d'énergie acheminées par les vaisseaux sanguins permettent la contraction des plus petites unités contractiles du muscle, les sarcomères .
5.	Les fibres musculaires squelettiques observées au microscope présentent des stries latérales et transversales dues respectivement à l'assemblage des myofibrilles en colonnettes et à l'alternance régulière sur les myofibrilles de zones claires et de zones sombres .

- 8 a) Les énoncés 1, 2 et 4 sont vrais. /6
 b)

Énoncés fautifs	Corrections
3	Le tendon , qui transmet à l'os la force de traction nécessaire au mouvement, est relié à une extrémité au périoste et, à l'autre extrémité il est fusionné au tissu conjonctif du muscle.
5	L'épaule et la hanche sont des articulations sphéroïdes et permettent les mouvements de flexion ou d'extension, d'abduction ou d'adduction et même des mouvements de rotation. ou Le coude, le genou et la cheville sont des articulations à charnières et permettent seulement des mouvements dans un sens soit la flexion ou l'extension.
6	L'articulation de la première côte avec le sternum comme les autres articulations entre les os de la cage thoracique sont des articulations semi-mobiles . Ces articulations protègent les organes internes tout en permettant un minimum de mouvement.

- 9 a) Les énoncés 1, 3 et 4 sont vrais. /5
 b)

Énoncés fautifs	Corrections
2.	Le tissu osseux des os longs se fait à partir de cartilage hyalin. ou Le tissu osseux des os de membrane se fait directement au sein d'un tissu fibreux.
5.	Le calcium (Ca), le phosphore (P) et les vitamines A, C et D sont les principaux nutriments nécessaires à la croissance et au maintien d'une bonne ossature.

- 10 a) B et E (supination et pronation) /5
 b) C et G (flexion et extension)

- 11 1. H 2. D 3. A 4. E 5. C /5

12

3	6	4	1	5	8	2	7
---	---	---	---	---	---	---	---

/6

13

a) Les énoncés 1, 4 et 6 sont vrais.

b)

Énoncés fautifs	Corrections
2.	<p>Pour augmenter la force musculaire plus de motoneurons doivent être stimulés sollicitant ainsi davantage de fibres musculaires.</p> <p>ou</p> <p>La contraction d'une fibre musculaire reste de la même intensité. Pour graduer la contraction d'un muscle, le nombre de fibres musculaires sollicitées varie.</p>
3.	<p>Dans les phases de contraction, la période de latence correspond à la période d'attente entre le potentiel d'action et le début de la manifestation de la contraction.</p> <p>ou</p> <p>La période de relaxation correspond à l'intervalle de temps où la tension du muscle diminue. Elle débute au moment où la contraction est maximale et se termine à la disparition complète de contraction.</p>
5.	<p>On nomme fatigue musculaire l'arrêt de la contraction du muscle alors que ce dernier reçoit encore des stimuli.</p> <p>ou</p> <p>On nomme téтанos la contraction longue et forte d'un muscle résultant de la somme des contractions des fibres musculaires suite à plusieurs potentiels d'action.</p>

/6

14

Muscle agoniste	3. Le triceps est le muscle agoniste.
Muscle contracté	9. Le triceps se contracte.
Origine et insertion	4. Le muscle qui se contracte a ses origines à l'omoplate et son insertion à l'ulna (ou cubitus).
Mouvement	5. Le muscle qui se contracte tire sur l'os auquel il est attaché à son insertion et le bras s'allonge vers le bas.
Muscle antagoniste	12. Le biceps est le muscle antagoniste.
Muscle relâché	8. Le biceps doit se relâcher pour permettre ce mouvement.

/6

15

a) Les énoncés 1 et 4 sont vrais.

/5

b)

Énoncés fautifs	Corrections
2	Lors d'activité physique intense, le système cardiovasculaire ne suffit plus et les cellules musculaires en déficit d'oxygène libèrent de l'acide lactique qui intoxique le muscle et réduit sa capacité à se contracter.
3	Un entraînement aérobique en endurance permet d'accroître la capacité cardiovasculaire. Le cœur s'hypertrophie et permet la circulation d'un plus grand volume de sang favorisant les échanges gazeux et l'apport en oxygène aux cellules. ou Un entraînement anaérobique en résistance visé à augmenter la force maximale des muscles utilisés et permet l'hypertrophie (grossissement) musculaire.

16

a) Les énoncés 1 et 4 sont vrais.

/5

b)

Énoncés fautifs	Corrections
2	Les objectifs du traitement des fractures sont le réalignement des fragments osseux et l'immobilisation de l'os pour maintenir cet alignement.
3	L'évacuation des débris (cellules endommagées, particules osseuses, caillots sanguins) par des cellules immunitaires s'effectue durant l'ensemble du processus de réparation d'une fracture.

17

/10

Maladies	Symptômes	Structures touchées	Causes	Effets
Polyarthrite rhumatoïde	B - C	P	K	V
Hernie hiatale	F	O	I	W
Tendinite	C	P	H	S

18

- a) Les énoncés 2, 4 et 6 sont vrais.
 b)

/6

Énoncés fautifs	Corrections
1	Les muscles qui supportent la colonne verticale travaillent mieux si la posture est bonne.
3	Dans une bonne position assise, on doit bien caler le bas du dos contre le dossier afin de profiter des galbes prévus à cet effet. Toutefois les épaules ne doivent pas rester collées contre le dossier.
5	<p>L'effort dynamique réduit la sensation de fatigue et favorise une bonne circulation sanguine.</p> <p style="text-align: center;">ou</p> <p>Une position statique assise ne favorise pas une bonne circulation sanguine donc les déchets s'accumulent et provoquent douleur et fatigue.</p>

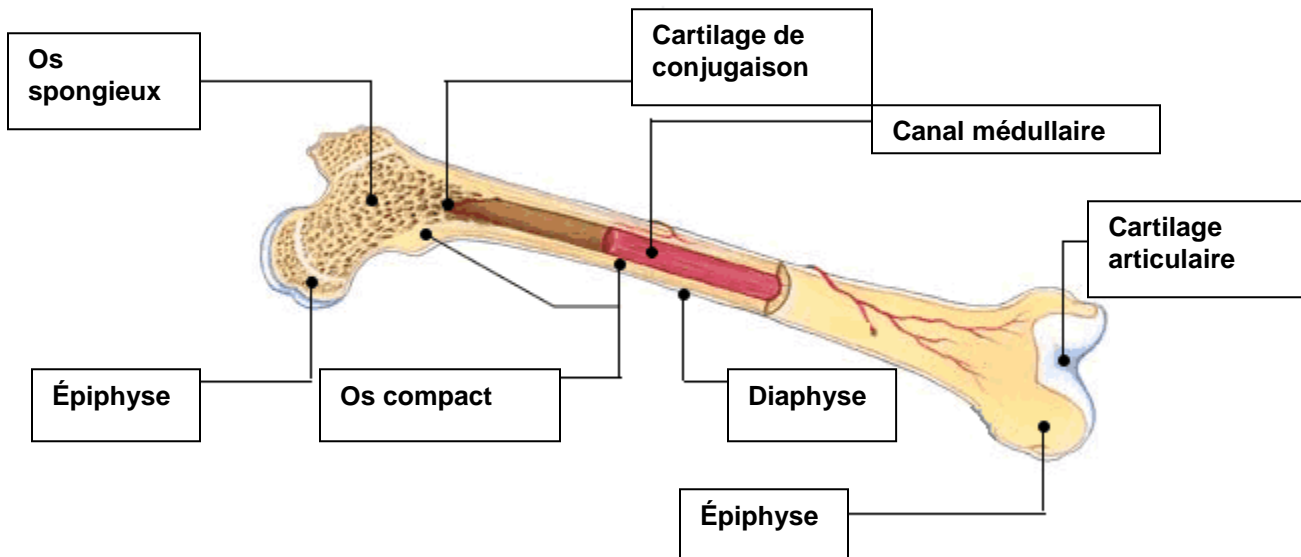


Consolidation 1.1

1.1-1 Ils assurent la rigidité nécessaire au maintien du corps humain.

1.1-2 Les os longs, les os courts, les os plats et les os de forme irrégulière.

1.1-3



1.1-4

- a) Le périoste est la membrane qui recouvre l'os long au niveau de la diaphyse.
- b) La première couche d'os sous le périoste se nomme os compact.
- c) L'os spongieux se retrouve un peu partout à l'intérieur de l'os long sauf au niveau de la cavité médullaire.
- d) La cavité médullaire contient de la moelle jaune.
- e) C'est dans la moelle rouge que sont produit les globules rouges du sang.
- f) Lors de la croissance de l'os long, le cartilage de conjugaison (ou d'accroissement) est le responsable de l'allongement.
- g) La croissance en diamètre de l'os long se fait sous le périoste.
- h) Les travées forment un assemblage poreux nommé os spongieux.

Consolidation 1.2

1.2-1 Mobiles, semi-mobiles et fixes

1.2-2

- a) Les os du crâne sont soudés ensemble à la naissance. Faux
Bébé, les sutures des os de la tête sont encore à l'état de cartilage.
- b) Une articulation sert à joindre deux os ensemble. Vrai
-
- c) La plus mobile des articulations est celle à pivot Faux
L'articulation sphéroïde est celle qui permet le plus de mouvements.
- d) Le genou contient une articulation de type sphéroïde. Faux
L'articulation du genou est une articulation à charnière.
- e) C'est une articulation en selle que contient le coude. Faux
Le coude a une articulation à charnière, le pouce en selle.
- f) L'articulation à charnière est une articulation semi-mobile. Faux
L'articulation à charnière est une articulation mobile.
- g) Les vertèbres sont immobiles. Faux
L'articulation à glissement permet le mouvement des vertèbres.
- h) Le poignet est un exemple d'articulation angulaire. Vrai
-

1.2-3 Le liquide synovial ou synovie

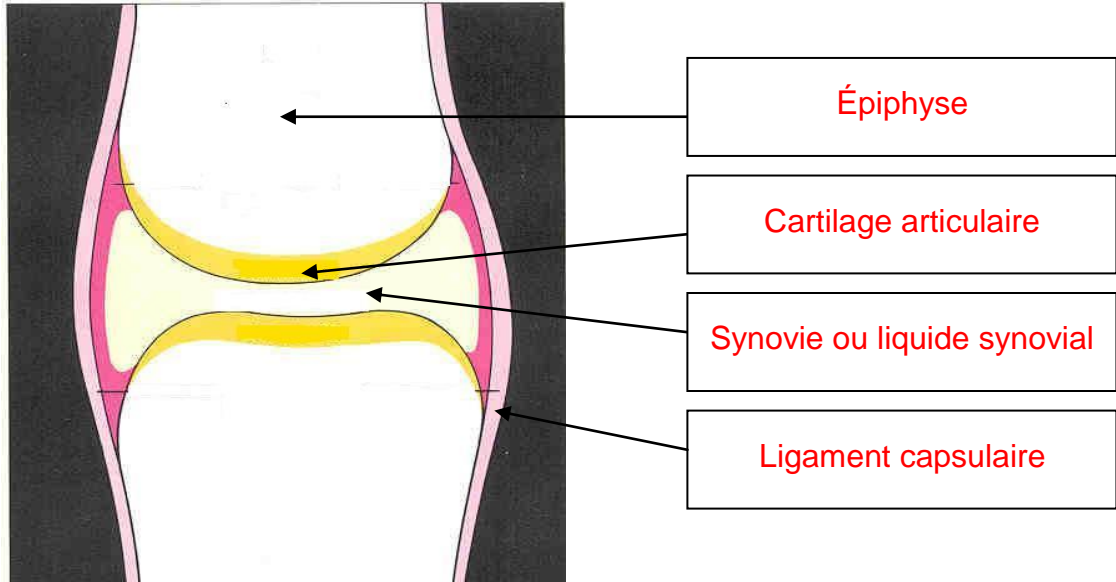
1.2-4 Le coude, le genou, l'épaule et la hanche.

1.2-5 - Renforcer l'articulation en unissant les os
- Limiter les mouvements anormaux

1.2-6 Les ligaments et les tendons sont formés de tissu conjonctif dense et ils stabilisent les articulations. Les ligaments possèdent plus de fibres élastique que les tendons et sont donc plus extensibles. Les ligaments unissent les os au niveau de l'articulation alors que les tendons fixent les muscles sur les os.

Corrigé

1.2-7



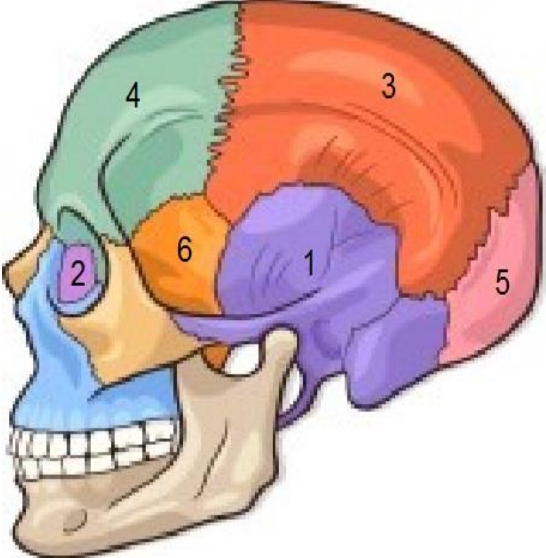
1.2-8 a) Les énoncés 1 et 2 sont vrais.
b)

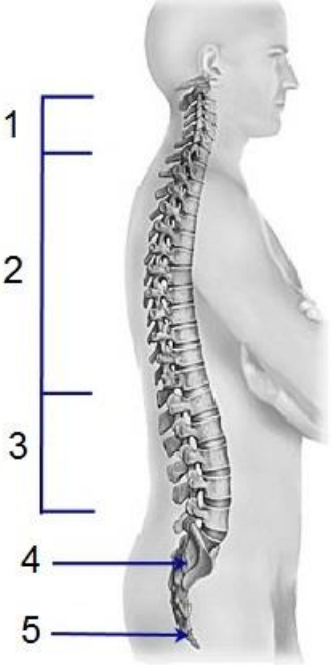
Énoncés fautifs	Corrections
3	Les jonctions entre les os du crâne sont des articulations fixes assurant ainsi la protection de l'encéphale sans permettre aucun mouvement.
4	L'atlas, en tant que première vertèbre du cou, est une articulation mobile à pivot.
5	La cavité entre les os des articulations mobiles est remplie de liquide synovial ou synovie qui lubrifie et nourrit les cartilages articulaires. Note : Le liquide lymphatique ou lymph est un liquide biologique blanchâtre de composition semblable au sang qui joue un rôle très important dans le système immunitaire.

1.2-9

	Type d'articulation :	Rôle :
a)	Articulation mobile (articulation à pivot)	Permet un mouvement de rotation de la tête de chaque côté pour signifier « non ».
b)	Articulation fixe	Les os du crâne jouent un rôle de protection et ils n'ont donc pas besoin de bouger. L'articulation a pour rôle d'unir les différents os du crâne pour assurer sa solidité.
c)	Articulation fixe	L'articulation entre la première côte et le sternum ne permet aucun mouvement.
d)	Articulation mobile (articulation angulaire)	L'articulation entre les os du poignet permet tous les mouvements angulaires.
e)	Articulation semi-mobile	Cette articulation cartilagineuse agit comme un amortisseur et assure un certain degré de mouvement au niveau de l'articulation intervertébrale.
f)	Articulation mobile (articulation en selle)	L'articulation entre le trapèze du carpe (poignet) et le métacarpien du pouce permet une grande liberté de mouvement.

Laboratoire : Activité d'identification

Structure osseuse du crâne	
Nom	
1- Temporal	
2- Ethmoïde	
3- Pariétal	
4- Frontal	
5- Occipital	
6- Sphénoïde	

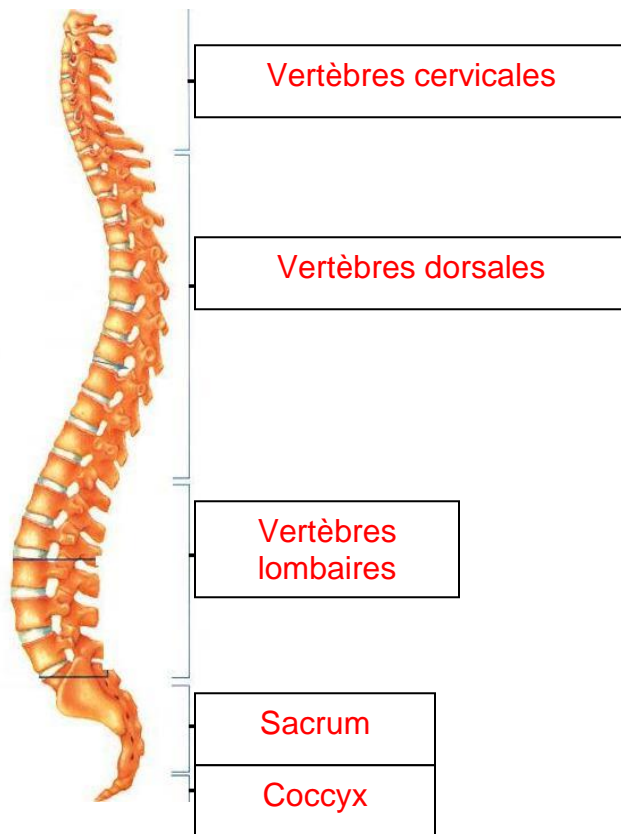
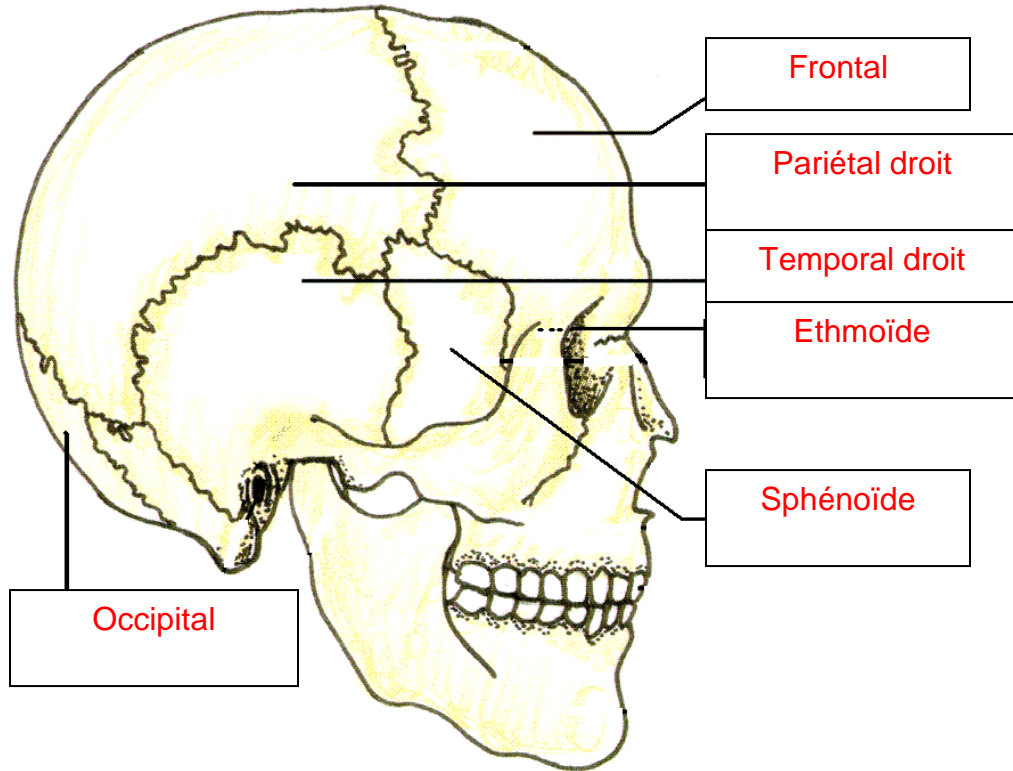
Structure osseuse de la colonne vertébrale	
Nom	
1- Cervicales	
2- Thoraciques / Dorsales	
3- Lombaires	
4- Sacrée / Sacrum	
5- Coccygiennes / Coccys	

Structure osseuse de la cage thoracique	
Nom	
1- Scapula / Omoplate	
2- Clavicule	
3- Sternum	
4- Vraies côtes	
5- Fausses côtes	
6- Côtes flottantes	
7- Cartilages costaux	

Structure osseuse des membres supérieurs	
Nom	
1- Humérus	
2- Radius	
3- Ulna / Cubitus	
4- Os carpiens	
5- Os métacarpiens	
6- Phalanges	
Structure osseuse des membres inférieurs	
Nom	
1- Fémur	
2- Rotule	
3- Tibia	
4- Fibula / Péroné	
5- Os tarsiens	
6- Os métatarsiens	
7- Phalanges	

Consolidation 1.3

1.3-1 Indiquez le nom des os pointés sur les schémas suivants.



Corrigé

1.3-2 Sacrum : 5 vertèbres
Coccyx : 4 vertèbres

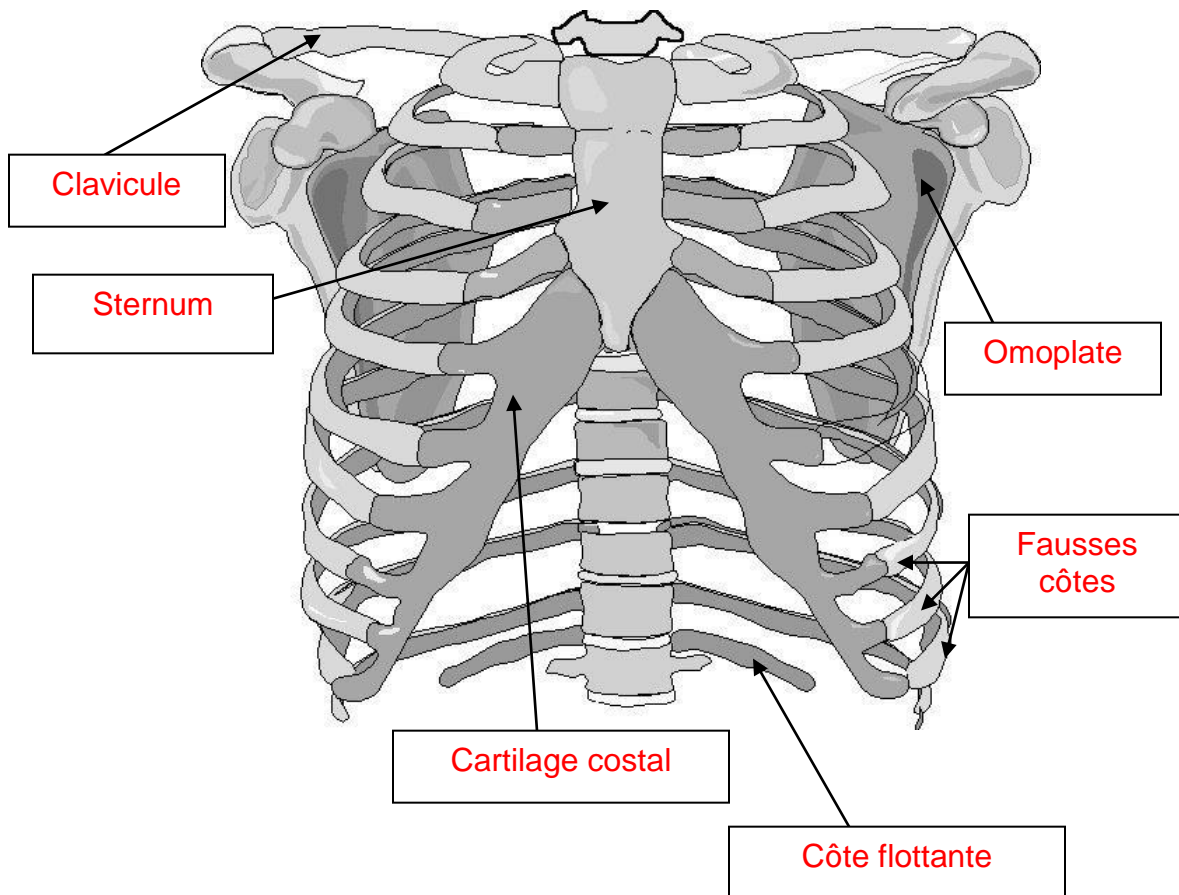
1.3-3 La moelle épinière

1.3-4 Le disque intervertébral

1.3-5 Les disques intervertébraux composés de cartilage fibreux agissent comme des coussins amortisseurs. Les articulations semi-mobiles formées par les disques intervertébraux permettent à la colonne vertébrale de faire des flexions dans plusieurs directions.

1.3-6 Les côtes, le sternum et les vertèbres dorsales.

1.3-7

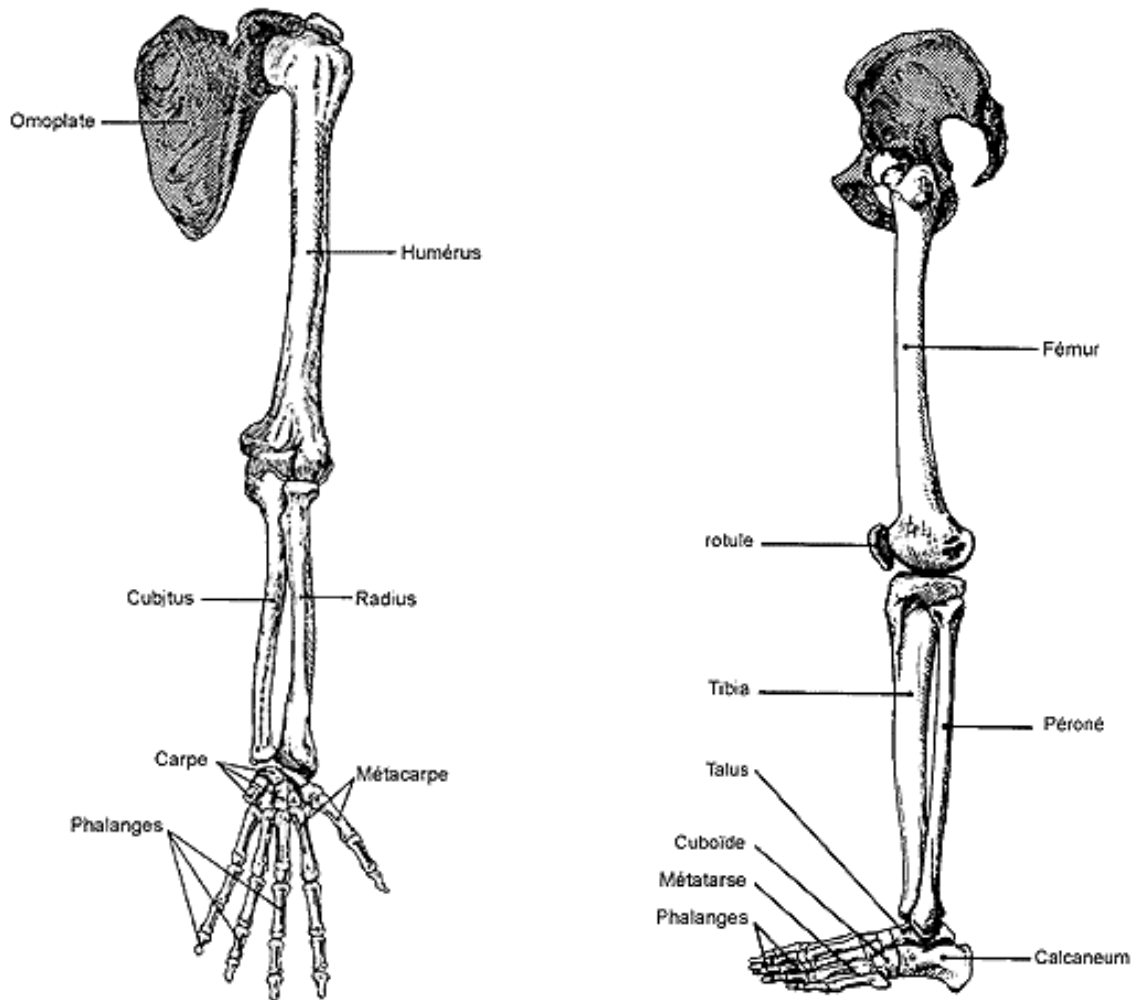


Corrigé

1.3-8 Les vraies côtes (7 paires), les fausses côtes (3 paires) et les côtes flottantes (2 paires).

1.3-9 Aux vraies côtes. Les fausses côtes sont rattachées au sternum par le cartilage costal, donc elles ne sont pas reliées directement au sternum.

1.3-10



1.3-11 Humérus, clavicule et omoplate

1.3-12 Les os iliaque, le sacrum et le coccyx.

Consolidation 1.4

- 1.4-1 Muscles volontaires : Muscles squelettiques ou striés
 Muscles involontaires : Muscles lisses et muscle cardiaque

1.4-2 Note : Les éléments important de la justification sont en gras, les autres éléments dans la justification sont à titre informatif et permettent de mieux préciser l'action du muscle.

Muscles	Type de muscle			Justification
	Lisse	Cardiaque	Squelettique	
Biceps brachial			✓	Muscle volontaire qui permet la flexion de l'articulation du coude et simultanément la supination de l'avant-bras.
Bronches	✓			Muscles involontaires permettant les échanges gazeux (O ₂ , CO ₂).
Diaphragme			✓	Muscle strié large formant le plancher de la cavité thoracique, dans l'inspiration il s'aplatit en se contractant ce qui cause l'augmentation des dimensions du thorax. Il se contracte par réflexe, mais peut aussi se contracter selon notre volonté .
Grand dorsal			✓	Muscle volontaire qui permet l'adduction du bras et la rotation de l'épaule. Joue un rôle majeur lorsque l'on donne un coup, martèle, nage, rame.
Grand droit de l'abdomen			✓	Muscle volontaire qui permet la flexion et la rotation de la région lombaire de la colonne vertébrale.
Grand fessier			✓	Muscle volontaire , principal extenseur de la cuisse. Utilisé lorsque l'on monte un escalier ou que l'on court.
Grand pectoral			✓	Muscle volontaire adducteur du bras, facilite l'inspiration forcée.
Jambier antérieur			✓	Muscle volontaire situé en avant du tibia. Ce muscle contrôle la descente du pied au cours de la marche, après que le talon ait touché le sol.
Masséter			✓	Muscle volontaire , il est l'un des muscles de la mastication, il élève la mandibule.
Muscle deltoïde			✓	Muscle volontaire , il effectue l'extension et la rotation latérale du bras. Il est actif au cours de la marche pour faire balancer les bras.

1.4-3 Note : Les éléments important de la justification sont en **gras**, les autres éléments dans la justification sont à titre informatif et permettent de mieux préciser l'action du muscle.

Muscles	Type de muscle			Justification
	Lisse	Cardiaque	Squelettique	
Muscles de la vessie	✓			Muscles involontaires permettant le transport et l'expulsion de l'urine.
Muscles intestinaux	✓			Muscles involontaires permettant le transport et l'expulsion des résidus alimentaires par péristaltisme.
Muscles jumeaux de la jambe			✓	Muscles volontaires permettant la rotation latérale de la cuisse et la stabilisation de l'articulation de la hanche.
Muscles stomacaux	✓			Muscles involontaires permettant de faire évoluer les aliments par péristaltisme.
Muscles utérins	✓			Muscles involontaires permettant de dégager les débris d'ovocyte.
Myocarde		✓		Il est strié , mais se contracte seul .
Parois artérielles	✓			Muscles involontaires permettant le transport du sang.
Quadriceps			✓	Muscle volontaire qui forme le devant et les côtés de la cuisse. Puissant extenseur de l'articulation du genou qui sert à grimper, sauter, courir et à se lever de la position assise.
Scalène			✓	Muscle volontaire situé dans le cou qui effectue la flexion latérale de la tête
Trapèze			✓	Muscle volontaire , il est très vaste et occupe toute la région supérieure du dos à la manière d'un losange, d'où son nom. Il permet d'hausser les épaules et d'étendre la tête en arrière.
Triceps brachial			✓	Muscle volontaire , extenseur puissant de l'avant-bras.

1.4-4

Type de tissu	Rôle
Tissu musculaire	Permet la contraction du muscle
Tissu conjonctif	Assure le maintien de la structure du muscle et transmet le mouvement aux pièces osseuses par l'intermédiaire des tendons.
Tissu nerveux	Participe à la régulation de la force et du tonus musculaire.

1.4-5 a) Les énoncés 4, 5 et 6 sont vrais.

b)

Énoncés fautifs	Corrections
1.	Le muscle est constitué de trois types de tissus : le tissu musculaire , le tissu conjonctif et le tissu nerveux . (Note : Le tissu de soutien, le tissu de sécrétion et le tissu nourricier font partie des types de tissus chez les végétaux.)
2.	Le tissu musculaire est le tissu constitutif du muscle qui contient des structures protéiques contractiles nommées myofibrilles.
3.	Entre les faisceaux de fibres musculaires se trouve des vaisseaux sanguins permettant l'approvisionnement des matières nécessaires à la production d'énergie utilisée pour la contraction. (Note : Les axones sont des faisceaux de fibres nerveuses qui transmettent les influx nerveux.)

1.4-6 a) Les énoncés 1 et 4 sont vrais.

b)

Énoncés fautifs	Corrections
2.	Le tissu nerveux est le tissu constitutif du muscle qui participe à la production et à la régulation de la force et du tonus musculaire.
3.	Les tendons , formés de tissu conjonctif, rattachent le muscle squelettique aux os.
5.	Les muscles squelettiques ou striés observés au microscope présentent des stries latérales et transversales dues respectivement à l'assemblage des myofibrilles en colonnettes et à l'alternance régulière sur les myofibrilles de zones claires et de zones sombres. ou Les muscles lisses observés au microscope ne présentent pas de des stries contrairement aux muscles squelettiques ou striés.

Consolidation 2.1

2.1-1

- a) diaphyse
- b) épiphyse
- c) cartilage de conjugaison
- d) diaphyse
- e) diaphyse
- f) diaphyse
- g) épiphyse

2.1-2 Ostéoblastes

2.1-3 Les ostéoclastes sécrètent des enzymes et des acides qui digèrent les protéines et minéraux formant la matière osseuse. Ainsi les ostéoclastes dégradent l'os spongieux et forment une cavité appelée canal médullaire. La résorption de matière osseuse par les ostéoclastes permet aux structures osseuses de ne pas trop s'alourdir durant le processus de croissance.

2.1-4

4	2	6	3	8	5	1	7
---	---	---	---	---	---	---	---

2.1-5 Lorsqu'il se vascularise (apparition de vaisseaux sanguins).

2.1-6 La disparition du cartilage de conjugaison lors de la fusion de la matière osseuse de la diaphyse et des épiphyses. Cette fusion survient vers l'âge de 18 ans chez la femme et vers 21 ans chez l'homme.

2.1-7 Afin de pouvoir effectuer les réparations de fractures et parce que les os sont en continuelle restructuration.

2.1-8 a) Les énoncés 2, 5 et 6 sont vrais.

b)

Énoncés fautifs	Corrections
1.	Le processus de formation des os débute chez le fœtus. Dès la septième semaine de grossesse, on peut apercevoir un début de squelette.
3.	Tout au long de notre vie, nos os se régénèrent constamment, mais de plus en plus lentement.
4.	La croissance en longueur d'un os long s'effectue au niveau du cartilage de conjugaison.

Corrigé

2.1-9 Le calcium (Ca), le phosphore (P) et les vitamines A, C et D.

2.1-10 Les fruits et légumes, les viandes et leurs substituts, les produits laitiers et les céréales et leurs dérivés.

2.1-11 Chacun des groupes alimentaires donne un apport particulier de certains nutriments. En les combinant et en variant notre alimentation, nous obtenons ainsi toutes les vitamines et minéraux nécessaires au développement harmonieux de notre corps

2.1-12

Vitamine A :	Carottes, abricots, mangues, foie, viande, poisson...
Vitamine C :	Cassis, persil frais, poivrons, kiwi, fraises, agrumes...
Vitamine D :	Lait et rayons solaires sur la peau.
Calcium :	Lait, fromage, yogourt.
Phosphore :	Graines, noix, céréales, poissons, lait...

2.1-13

a) Les énoncés 1, 3, 4 et 6 sont vrais.

b)

Énoncés fautifs	Corrections
2.	Un apport suffisant et constant en calcium est capital lors de la croissance et aussi par la suite pour maintenir une bonne ossature. Si notre alimentation est pauvre en calcium, l'organisme puise ses besoins en calcium dans les os qui deviennent ainsi plus fragile.
5.	Les végétaux comme les carottes sont d'excellentes sources de vitamine A qui intervient dans le développement et le renouvellement des cellules et joue un rôle important dans le système de défense immunitaire.

Consolidation 2.2

2.2-1

Os	Articulation
Fémur	Hanche ou genou
Ulna (Cubitus)	Poignet ou coude
Tibia	Genou ou cheville
Radius	Poignet ou coude
Humérus	Épaule ou coude

Os	Articulation
Carpes	Poignet
Tarses	Cheville
Iliaque	Hanche
Coccyx	Hanche

2.2-2

- La rotation est le mouvement que permet l'articulation à pivot des deux premières vertèbres cervicales (axis et atlas).
- La supination et la pronation sont deux mouvements exclusifs à la main.
- Monter un escalier demande aux jambes de faire une flexion suivie d'une extension.
- Si vous indiquez la direction à quelqu'un en soulevant le bras, vous faites un mouvement d'abduction avec le bras.
- Se pencher pour ramasser un objet implique une flexion de la part de votre colonne vertébrale.
- Le mouvement qui consiste à rapprocher un membre de l'axe médian du corps se nomme l'adduction.

2.2-3 a) Les énoncés 2, 4 et 5 sont vrais.

b)

Énoncés fautifs	Corrections
1	La hanche est une articulation mobile de type sphéroïde.
3	La cheville est l'articulation à charnière qui relie le tibia et le péroné à l'astragale

Consolidation 2.3

2.3-1

Fonction	Exemple
Production de mouvements	Flexion, extension, etc.
Maintien de la posture	Assurent le tonus musculaire
Stabilisation des articulations	Renforcent les articulations
Dégagement de chaleur	Sueur associée à l'exercice

2.3-2

L'**excitabilité** est la propriété qui fait en sorte qu'un muscle peut être stimulé à se contracter.

La **contractilité** est la capacité d'un tissu à se contracter, donc de diminuer de longueur.

L'**extensibilité** est la propriété qui fait en sorte qu'une cellule musculaire peut s'étirer, donc devenir plus longue lorsqu'elle est au repos.

L'**élasticité** de la cellule musculaire est la capacité de se contracter pour ensuite se détendre et revenir à sa position et à sa longueur initiale.

2.3-3 Actine et myosine

2.3-4 Par un neurotransmetteur (chimique) ou un stimulus électrique extérieur

2.3-5 L'axone

2.3-6 L'actomyosine

2.3-7 La plaque motrice (jonction neuromusculaire peut être acceptée)

2.3-8 Sarcomère

Corrigé

2.3.9

6	3	9	1	7	4	8	2	5
---	---	---	---	---	---	---	---	---

2.3-10 C'est le fait qu'une myofibrille ne peut être contractée à moitié. Elle est totalement contractée ou elle ne l'est pas du tout. Quel que soit l'intensité de la stimulation au-dessus du seuil d'excitabilité, la contraction d'une fibre reste de la même intensité.

2.3-11 Lorsque les stimuli sont trop intenses et de trop longue durée, le muscle perd sa capacité à se contracter. C'est ce que l'on appelle la fatigue musculaire.

2.3-12 Le téτανos est la contraction longue et forte d'un muscle résultant de la somme des contractions des fibres musculaires suite à plusieurs potentiels d'action.

2.3-13

a) Les énoncés 1, 2, 5 et 6 sont vrais.

b)

Énoncés fautifs	Corrections
3.	Les trois phases de contraction qui suivent le potentiel d'action sont dans l'ordre : la période de latence, la période de contraction et la période de relaxation.
4.	On appelle, le tonus musculaire , les légères tensions des muscles causées par de faibles contractions involontaires des unités motrices. Le tonus musculaire assure la fermeté des muscles, mais il ne fournit pas une force assez grande pour produire un mouvement. ou On appelle, la fatigue musculaire, l'arrêt de la contraction du muscle alors que ce dernier reçoit encore des stimuli.

Consolidation 2.4

2.4-1 L'origine et l'insertion

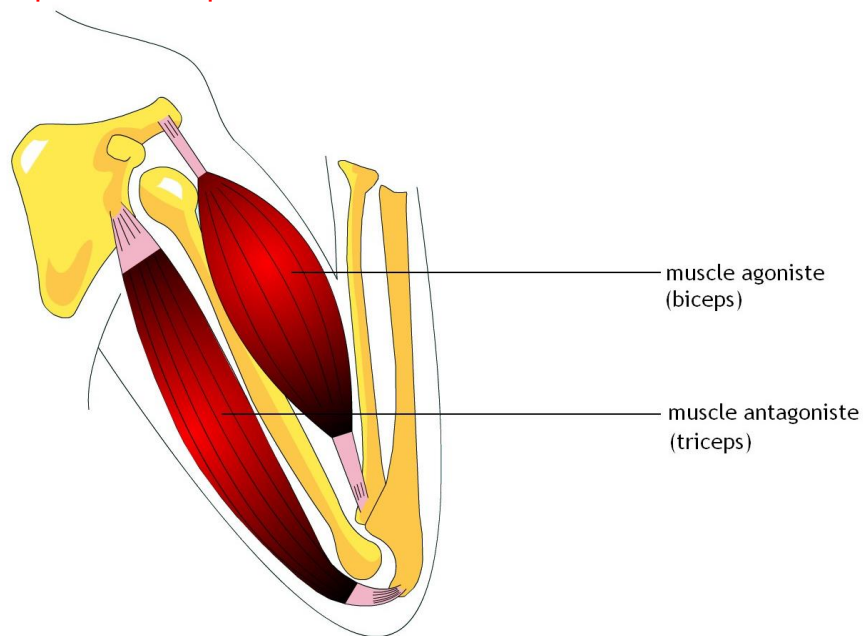
2.4-2 De façon générale, on nomme le point d'attache le plus mobile, l'insertion et le point le plus fixe, l'origine.

2.4-3 Un mouvement

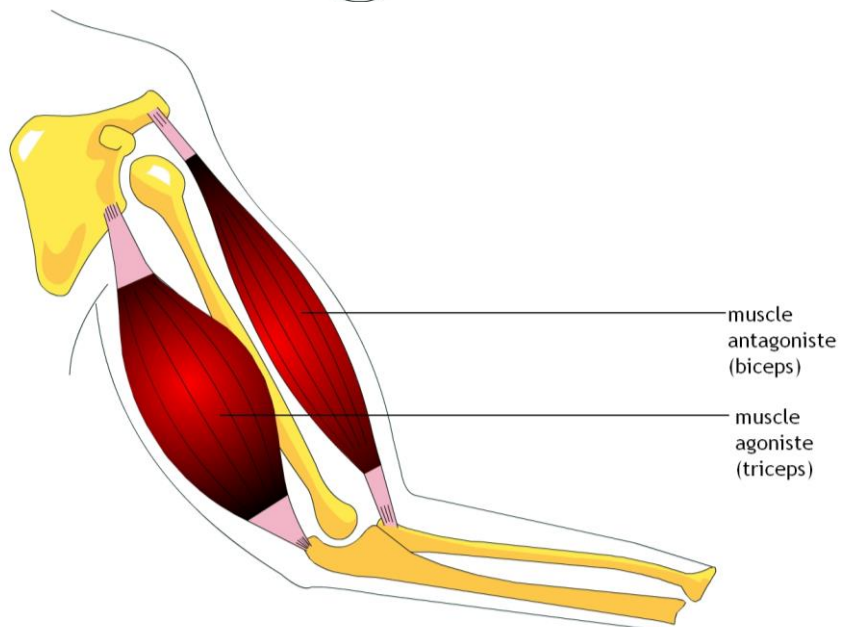
2.4-4 Pour qu'il y ait flexion de l'avant-bras, il faut que le biceps se contracte pendant que le triceps est au repos.

2.4-5 Le biceps et le triceps

2.4-6



2.4-7



2.4-8

	Points d'attache	
	à l'origine	à l'insertion
biceps	omoplate	radius
triceps	omoplate (et humérus)*	cubitus ou ulna

* la mention de l'humérus comme origine du triceps n'est pas obligatoire dans ce cours.

2.4-9

Énoncé	Mouvement
1.	flexion
2.	extension
3.	extension
4.	flexion
5.	flexion
6.	extension
7.	extension
8.	flexion
9.	flexion
10.	extension

2.4-10

muscle agoniste	points d'attache		action	muscle antagoniste
	à l'origine	à l'insertion		
biceps	omoplate	radius	permet le mouvement vertical du coude et la supination de l'avant-bras donc le mouvement rotatoire du poignet	triceps

2.4-11

muscle agoniste	points d'attache		action	muscle antagoniste
	à l'origine	à l'insertion		
triceps	omoplate (et humérus)*	ulna (ou cubitus)	permet l'extension de l'avant-bras en ramenant le cubitus dans l'axe de l'humérus.	biceps

Consolidation 3.1

3.1-1

a) Un athlète possède plus de muscles qu'un individu qui ne s'entraîne pas.	Faux
L'augmentation du volume musculaire qui résulte d'un entraînement en résistance semble refléter une dilatation de chaque fibre musculaire et non une multiplication du nombre de fibres. Nous venons donc au monde avec le même nombre de fibres musculaires que nous posséderons à l'âge adulte.	
b) L'exercice physique a des effets sur les muscles seulement.	Faux
L'exercice physique, en plus d'assurer un métabolisme musculaire plus efficace, augmente notre endurance et diminue les risques de dysfonctionnement de certains organes. Le tonus musculaire s'en trouve augmenté, ce qui favorise un meilleur support de notre posture corporelle et meilleur fonctionnement du système digestif.	
c) Lors d'un exercice, le volume de sang drainé par un muscle peut être multiplié par huit.	Vrai
Au cours de l'effort, le débit cardiaque, c'est à dire le volume de sang transporté par l'organisme à chaque minute, augmente jusqu'à un facteur 8. Le volume de sang drainé par un muscle peut ainsi, lui aussi, être multiplié par huit.	
d) L'ATP est un transporteur chimique qui fournit de l'énergie au muscle.	Vrai
L'énergie chimique retenue dans les liaisons d'ATP sert pour tous les processus fonctionnels : c'est la forme fondamentale d'énergie chez les êtres vivants.	

3.1-2 Elle provient des pertes d'énergie qui surviennent lors des contractions des fibres musculaires.

Corrigé

3.1-3 a) Les énoncés 2, 4 et 5 sont vrais.

b)

Énoncés fautifs	Corrections
1	L' atrophie musculaire résulte de l'inactivité. OU L'hypertrophie musculaire résulte d'un entraînement en résistance .
3	Lors d'un entraînement intense en résistance , il y a libération d'acide lactique dans le muscle, ce qui contribue à la fatigue musculaire. OU Lors d'un entraînement léger en endurance, l'approvisionnement des cellules musculaires en oxygène est suffisant et l'énergie nécessaire est fournie par le métabolisme aérobie qui ne produit pas d'acide lactique .
6	Un entraînement intense en résistance produit une hypertrophie musculaire par une dilatation de chaque fibre musculaire .

3.1-4 La sueur assure la régulation de la température du corps en permettant d'abaisser notre température lors de l'évaporation de la sueur sur la peau. De plus, la sueur permet d'éliminer des toxines.

3.1-5 En nous assurant l'apport quotidien des nutriments nécessaires au bon fonctionnement des muscles et à l'entretien des os.

3.1-6 Des maux de dos, une diminution de la circulation sanguine qui entraîne une diminution de la capacité d'échange gazeux aux poumons.

3.1-7

- Permet d'obtenir une meilleure position de la colonne vertébrale
- Permet une meilleure circulation sanguine
- Augmente la capacité pulmonaire
- Aide à prévenir des déformations de la colonne vertébrale

Corrigé

3.1-8 a) Les énoncés 1, 4 et 6 sont vrais..

b)

Énoncés fautifs	Corrections
2	Deux tiers des maux dos sont dus à des contraintes mécaniques exagérées ou à des gestes et postures inadaptés. L'apprentissage de gestes et de postures simples économisant la colonne vertébrale au quotidien, permettront souvent de se prémunir du mal de dos.
3	Lorsque l'on soulève une charge, le dos doit rester droit , les genoux légèrement fléchis et le corps doit se trouver le plus près possible de la charge.
5	L'effort dynamique est plus adéquat pour l'humain. L'activité physique active la circulation sanguine. ou Nous nous devons d'éliminer les positions statiques maintenues trop longtemps. La station debout immobile fait supporter beaucoup de pression à la colonne vertébrale.

Consolidation 3.2

3.2-1 Les fractures ouvertes et les fractures fermées.

3.2-2 La fracture ouverte est la plus dangereuse à cause du risque d'infection. Elle est également plus longue à guérir.

3.2-3 Le médecin remet en place le ou les os brisés. Il assure ensuite leur immobilité. Si une chirurgie est nécessaire, il répare le ou les os en utilisant divers moyens.

3.2-4 Les plâtres, la traction, les gaines adéquates, les vis, les tiges ou les plaques de métal (aluminium ou acier inoxydable), du fil en acier inoxydable.

3.2-5 C'est un ensemble de cellules cartilagineuses qui s'ossifient et finiront par reconstruire l'os de façon parfaite.

3.2-6 Habituellement, les muscles entourant un os brisé s'atrophient pendant que l'os se reconstruit. Des massages et de la physiothérapie sont nécessaires.

Corrigé

3.2-7 a) Les énoncés 3, 4 et 5 sont vrais.

b)

Énoncés fautifs	Corrections
1	Dans une fracture ouverte , les bouts d'os cassés percent les tissus mous et la peau. ou Dans une fracture en bois vert, l'os est fracturé de façon incomplète, à la façon d'une brindille de bois vert..
2	Une fracture dont l'os est fractionné au point d'impact en deux grands fragments séparés par de petits fragments est nommé fracture plurifragmentaire .

3.2-8 a) L'énoncé 1 est vrai.

b)

Énoncés fautifs	Corrections
2	Le réalignement par réduction consiste à réunir correctement les bouts d'os cassé .
3	Un plâtre ou un autre dispositif de retenue assurera l'immobilisation de l'os fracturé. (À titre informatif, la cortisone est une hormone utilisée comme anti-inflammatoire puissant et comme anti-allergique.)

3.2-9 a) Les énoncés 1 et 3 sont vrais.

b)

Énoncés fautifs	Corrections
2	Plusieurs jours après la fracture, du nouveau tissu osseux, le cal fibrocartilagineux commence à se former aux extrémités des fragments de l'os.

Consolidation 3.3

3.3-1

- a) 6) tendinite
- b) 4) claquage
- c) 1) bursite
- d) 7) luxation
- e) 2) foulure
- f) 3) fracture
- g) 5) entorse

3.3-2 a) Les énoncés 2, 3 et 7 sont appropriés

b)

Énoncés inappropriés	Justification
1	Il y a des risques d'engelure si on applique la glace directement sur la peau et pendant une durée de plus de 10 minutes. (Enrouler la glace dans une serviette mince et ne pas la laisser sur la blessure plus de 10 minutes à la fois, en attendant au moins 10 minutes entre chaque application.)
4	La chaleur est à proscrire du traitement d'une elongation musculaire. La chaleur dilate les vaisseaux sanguins, donc amplifie le saignement et l'inflammation.
5	Les crèmes et les pommades ne font pas parties des 4 éléments principaux du traitement d'une elongation musculaire. En fait, elles sont très peu utiles dans le traitement des blessures musculaires, autant en phase aiguë qu'en réadaptation. La sensation de confort momentanée que ces produits peuvent procurer demeure très superficielle, car leur action se limite à la peau.
6	Le massage peut intensifier la douleur, aggraver les lésions et provoquer une hémorragie.

Consolidation 3.4

- 3.4-1 a) Les énoncés 2, 4 et 5 sont vrais.
b)

Énoncés fautifs	Corrections
1	<p>Pour prévenir l'ostéoporose, privilégier des exercices avec « impact » pour les articulations portantes comme la marche, la course à pied, le tennis, etc.</p> <p>ou</p> <p>La natation est l'exercice à privilégier pour se garder actif en ménageant les articulations et ainsi conserver un bon fonctionnement articulaire.</p>
3	<p>Plus de la moitié des tumeurs cancéreuses prennent naissance dans un poumon, le colon, la prostate ou un sein.</p> <p>ou</p> <p>Les os sont rarement le lieu où des tumeurs cancéreuses prennent naissance. Les os sont toutefois un des sites les plus fréquents de métastases (cancer secondaire).</p>

3.4-2

Maladies	Symptômes
Arthrite goutteuse	I. Inflammation, œdème et douleur aiguë au gros orteil.
Élongation musculaire	G. Douleur vive suite à un effort physique intense. K. Les muscles atteints répondent peu ou moins à des stimuli ou sollicitations.
Ostéoporose	D. Prédisposition aux fractures.
Dystrophie musculaire	A. Diminution progressive du tonus musculaire (hypotonie). H. Diminution de l'équilibre et de la flexibilité. K. Les muscles atteints répondent peu ou moins à des stimuli ou sollicitations.
Polyarthrite rhumatoïde	B. Enflure, douleur et raideur aux articulations des deux mains.
Rachitisme	J. Douleur et sensibilité des os. L. Jambes tordues, bassin déformé.
Hernie discale	C. Lombalgie (douleur au bas du dos).

3.4-3

Maladies	Structures touchées
Arthrite goutteuse	D. Les articulations, principalement celles des extrémités (orteils, doigts).
Fracture	A. Les os.
Ostéoporose	A. Les os.
Dystrophie musculaire	B. Les muscles et certains groupes de muscles.
Arthrose	C. Les articulations mobiles (genou, cheville, coude, épaule, hanche, etc.).
Rachitisme	A. Les os.
Hernie discale	E. La région lombaire de la colonne vertébrale.
Entorse	C. Les articulations mobiles (genou, cheville, coude, épaule, hanche, etc.). F. Les ligaments.

3.4-4

Maladies	Causes
Arthrite goutteuse	H. Embonpoint. K. Trouble du métabolisme de l'acide urique. L. Consommation régulière d'alcool et de viande rouge. (J.) Hérité. (Des antécédents familiaux de goutte peuvent être associés à de rares anomalies génétiques du métabolisme de l'acide urique.)
Ostéoporose	B. Ménopause. C. Tabagisme. E. La résorption de matière osseuse se fait plus rapidement que le dépôt de matière osseuse. F. Vieillesse. H. Embonpoint. I. Inactivité physique. (J.) Hérité. (Les personnes présentant des antécédents familiaux de maladie ostéoporotique ou de fracture de la hanche sont plus touchées.)
Dystrophie musculaire de Duchenne	J. Hérité.

Arthrose	A. Traumatismes répétés liés à un sport ou à une activité professionnelle répétitive. F. Vieillessement. H. Embonpoint.
Ostéomalacie	D. Carence en vitamine C. G. La matière osseuse ne se calcifie pas. (J.) Hérédité. (Il existe une forme héréditaire rare d'ostéomalacie, appelée rachitisme vitaminorésistant.)

Note : Les causes mentionnées entre parenthèses sont facultatives.

3.4–5

Maladies	Effets
Arthrite goutteuse	J. Dépôt de cristaux d'urate dans les articulations.
Élongation musculaire	E. Déchirure partielle d'un muscle causant une douleur vive.
Ostéoporose	H. La masse osseuse diminue.
Dystrophie musculaire	G. Les fibres musculaires dégénèrent et s'atrophient.
Polyarthrite rhumatoïde	D. Inflammation de la membrane synoviale des articulations atteintes et gonflement de l'articulation.
Rachitisme	C. Les os sont mous et fragiles.
Pied plat	I. Affaissement des arches plantaires pouvant entraîner des douleurs.
Hernie discale	B. Compression du nerf passant dans la colonne vertébrale accompagnée de douleur.
Arthrose	A. Détérioration de cartilage articulaire et dépôt d'excroissances osseuses.
Cancer	F. Croissance incontrôlée de cellules anormales.

Bibliographie et références

MARIEB, Elaine et, LAURENDEAU, Guy : *Anatomie et physiologie humaine*. Éditions du Renouveau Pédagogique, 1993.

TORTORA, Gerard J. et, DERRICKSON, Bryan : *Principes d'anatomie et de physiologie*. Éditions du Renouveau Pédagogique, 2007.



Vous pouvez envoyer vos commentaires à :

Marco Lambert, enseignant lambertm1@csrn.qc.ca