

Anatomie de l'appareil locomoteur

J'ai fait cette fiche en me basant sur les vidéos du prof de cette année (2020-2021). Il n'y a pas tout le cours parce qu'on n'est qu'à la TTR, mais il n'y a pas de notions hors programme. Une autre fiche complète sortira bientôt ne vous inquiétez pas.

INTRODUCTION

L'**appareil locomoteur** comprend l'**ostéologie** (étude des os), l'**arthrologie** (étude des articulations), la **myologie** (étude des muscles). Les **fonctions** de l'appareil locomoteur sont la **locomotion**, la **préhension**, le **support du corps**, la **mastication** et la **mécanique respiratoire**. Nous allons voir l'organogénèse, la croissance, l'anatomie générale des os, l'anatomie générale des articulations (avec la classification), et l'anatomie générale des muscles.

OSTEOLOGIE

Anatomie générale des os

Les os sont des poutres de soutien de l'organisme essentiellement formées de tissu osseux. L'ensemble des os forme le squelette (parfois il y a des os surnuméraires ou déficients). Dans le squelette, on différencie le **squelette axial** (crâne et os hyoïde, colonne vertébrale), le **squelette thoracique** (côtes et sternum), le **squelette appendiculaire** (squelette des membres et des ceintures). Les squelettes appendiculaires sont le squelette du membre pelvien et du membre thoracique. Les deux os coxaux forment la ceinture pelvienne. La ceinture de membre supérieur est constituée de la clavicule et de la scapula.

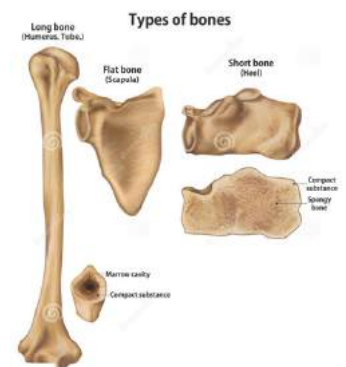
Classification des os

Os longs : la caractéristique des os longs est d'avoir une dimension (la longueur) beaucoup plus importante que les deux autres (ex : fémur). Il y a des os longs qui sont de petite taille (ex : métatarsiens, métacarpiens). On définit plusieurs zones :

- La **diaphyse** dans la partie centrale
- Aux extrémités, les **épiphyses** encroutées de cartilage articulaire
- La **métaphyse** (la zone de jonction entre les deux)

Os courts : toutes les dimensions sont de petite taille et relativement équivalentes (ex : talus, os du carpe, vertèbres). On ne distingue pas de diaphyse, métaphyse et épiphyse.

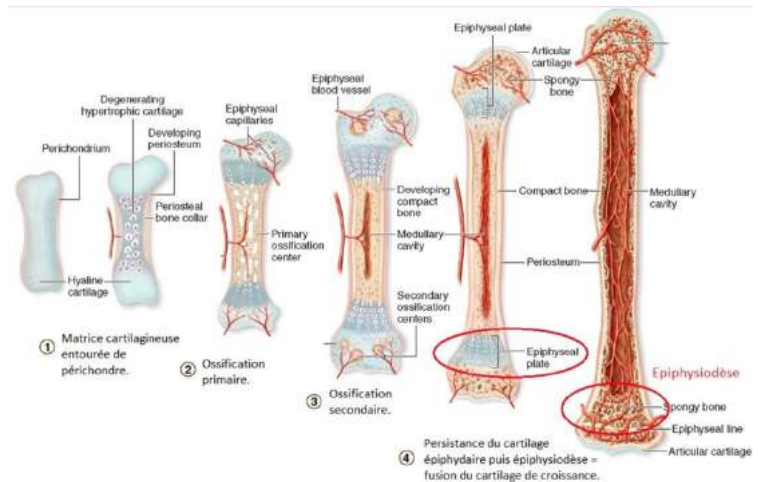
Os plats : épaisseur de très faible dimension (ex : scapula d'épaisseur millimétrique dans sa partie centrale, os coxal).



Ossification enchondrale

L'**ossification enchondrale** est essentiellement l'ossification des os longs, mais aussi des os courts et plats de l'ensemble de l'organisme sauf pour la voûte du crâne. On va se concentrer sur l'ossification enchondrale d'un os long.

- Tout apparaît au sein d'une **maquette cartilagineuse**. Elle est formée de cartilage à l'intérieur et elle est entourée par le **périchondre** (futur périoste).
- Au sein de cette maquette vont apparaître des **points d'ossification** à un âge déterminé. Le **point d'ossification primaire** apparaît au centre de la maquette recevant des vaisseaux.
- Aux extrémités vont apparaître des **points d'ossification secondaire** avec des vaisseaux également (toujours à un âge déterminé). Il peut y avoir des points d'ossification tertiaire, quaternaire, etc...
- Le point d'ossification primaire va grandir et se creuser d'une cavité : la future **cavité médullaire** (= cavité de la diaphyse de l'os).
- À un stade plus évolué, le cartilage artriculaire est apparu aux extrémités et les points d'ossification secondaire proximaux et distaux ont grandi.
- Puis, à un stade ultérieur, on observe une croissance complète des points d'ossification secondaire supérieur et inférieur. Entre les deux, on observe la cavité médullaire. Le périchondre prend le nom de **périoste**.

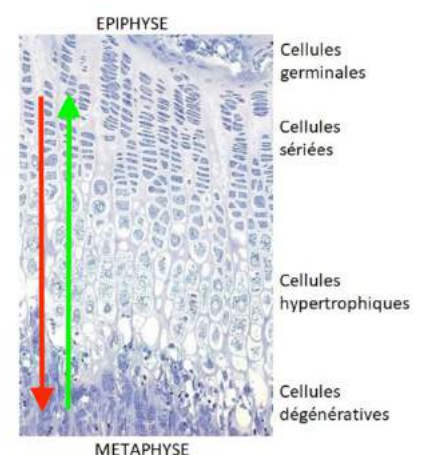


Il va rester de ce cartilage primitif, aux extrémités des os, le cartilage épiphysaire qui sépare l'épiphyse de la diaphyse. Ce **cartilage épiphysaire** = **cartilage de croissance** = **cartilage de conjugaison** apparaît au niveau de la métaphyse, partie évasée jouxtant l'épiphyse.

Attention : ne pas confondre cartilage épiphysaire avec cartilage artriculaire d'encroûtement des épiphyses.

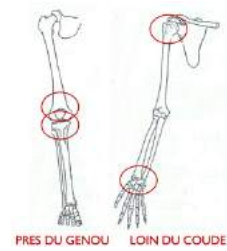
On étudie ce point d'ossification par une coupe de l'extrémité de l'os. On y voit le **cartilage artriculaire** (provenant du périchondre). À partir de celui-ci, on a des **cellules germinatives** de base. Elles se divisent pour former les **cellules sériées**, organisées en pile d'assiette. Ces dernières se transforment en **cellules hypertrophiques** (plus grandes). Enfin, ces cellules sont pénétrées par des vaisseaux et vont former la **couche dégénérative** avec apparition des cellules osseuses appelées **ostéoblastes**.

La **division** cellulaire se fait de manière **centripète**, la **croissance** de manière **centrifuge** par rapport au point d'ossification primaire.



On étudie ce qui se passe au niveau du **cartilage épiphysaire**. Il y a des **lacs vasculaires épiphysaires** et **métaphysaires** (veines toujours plus volumineuses), plus volumineux que les épiphysaires. Des vaisseaux pénétrant dans les cellules dégénératives favorisent la division des ostéoblastes qui forment l'os. Quand les lacs épiphysaire et métaphysaires viennent en contact, il n'y a plus de division cellulaire, et il y a arrêt de la croissance.

Chez les enfants, les **épiphyses fertiles** sont responsables des 2/3 de la croissance en longueur des os. Le tiers restant provient de l'épiphyse opposée. Ces épiphyses fertiles sont près du genou et loin du coude (l'épiphyse fertile du tibia sera l'épiphyse supérieure du tibia, l'épiphyse fertile de l'humérus sera aussi son épiphyse supérieure).



Ossification de membrane

Au niveau du crâne, l'ossification est plus complexe. En simplifiant, on peut dire que la **base du crâne** va avoir une **ossification enchondrale**, alors que la **voûte du crâne** va avoir une **ossification de membrane**.

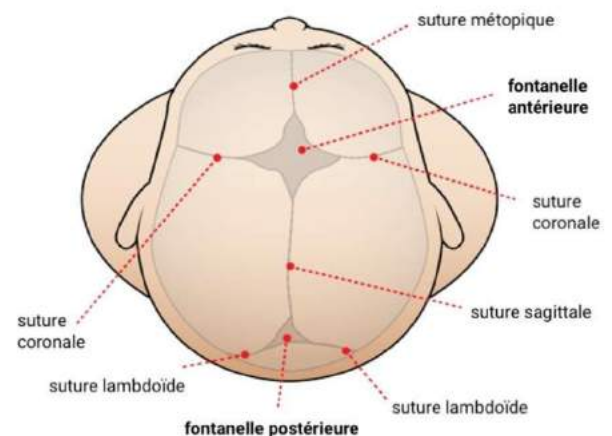
On va maintenant se concentrer sur l'ossification de membrane de la voûte du crâne.

- Au sein du mésenchyme, une **membrane ostéoïde** va apparaître, mimant la forme ultérieure de l'os. C'est son apparition qui sera responsable de la formation des os du crâne.
- Au sein de cette membrane ostéoïde, un **point d'ossification** va apparaître. Ce point va croître de façon **centrifuge**, et va envahir progressivement toute la membrane ostéoïde pour former l'**os définitif**.

À la naissance, la membrane ostéoïde n'a pas encore été totalement transformée en os.

En vue supérieure du crâne d'un enfant à la naissance, on va voir les **vestiges** de cette membrane ostéoïde, qui sont des **points de non-fusion**. On voit déjà des os : les parties droite et gauche du frontal (qui vont fusionner en laissant la suture métopique), les futurs os pariétaux, le futur occipital. La membrane ostéoïde pas encore totalement ossifiée sépare les os. On appelle **fontanelle** cette partie non ossifiée présente entre les os du crâne. En avant, il y a la **grande fontanelle = fontanelle bregmatique** entre le frontal et les deux pariétaux. En arrière, la **fontanelle lambdoïde = lambdatique** est située entre les deux pariétaux et l'occipital.

Enfin, les vestiges de la membrane ostéoïde vont disparaître pour laisser place à des articulations appelées **sutures** (articulations ligamentaires).



Structure macroscopique de l'os

En tout point, sauf où il y a du cartilage articulaire, les os sont recouverts par du **périoste**. Ce périoste, décollable, est extrêmement épais chez l'enfant, plus fin chez l'adulte.

Sous le périoste, on trouve l'**os cortical**, os dense de structure fibrillo-lamellaire. C'est essentiellement cet os cortical qui est responsable de la **dureté** de l'os (pas la **solidité**).

À l'intérieur de cet os cortical et aux extrémités, on trouve le **tissu spongieux**. Il est formé de lamelles osseuses qui pénètrent dans l'épiphyse (suivant les lignes de force), et qui

s'organisent sous forme d'une **structure ogivale de type cintre brisé** (= de type gothique), habituel si vers le bas, inversé si vers le haut.

Quel que soit le tissu (spongieux ou cortical), l'os a une **structure fibrillo-lamellaire**. La structure est **torsadée** (comme les fibres d'une corde).

- **Fibrillo** : car ce sont des fibres de plusieurs ostéons (unité osseuse)
- **Lamellaire** : car plusieurs lamelles osseuses s'imbriquent l'une autour de l'autre avec au centre le canal de Havers. Il y a un maillage de **microfibrilles de collagène** inversées d'une lamelle à l'autre (en partie responsables de la résistance). Entre ces fibrilles, on trouve une **substance minérale** avec des **cristaux d'hydroxyapatite** (polygonaux).
- **Torsadée** : car tournés entre eux.

Ces os longs vont avoir une énorme résistance à la compression (500kg pour casser un fémur), mais une très mauvaise résistance à la torsion. Cette poutre osseuse est en perpétuelle destruction-reconstruction permettant d'éliminer tous les phénomènes de fatigue qui peuvent y survenir.

Au centre de la diaphyse, il existe une cavité : la **cavité médullaire** contenant de la **moelle jaune** (gras). Au niveau des extrémités, à l'intérieur des mailles de tissu spongieux (tissu lamellaire écrasé), se trouve une autre moelle : la **moelle rouge hématopoïétique**. La cavité médullaire s'évase à ses extrémités et elle est tapissée par une membrane appelée **endoste** (elle limite la cavité).

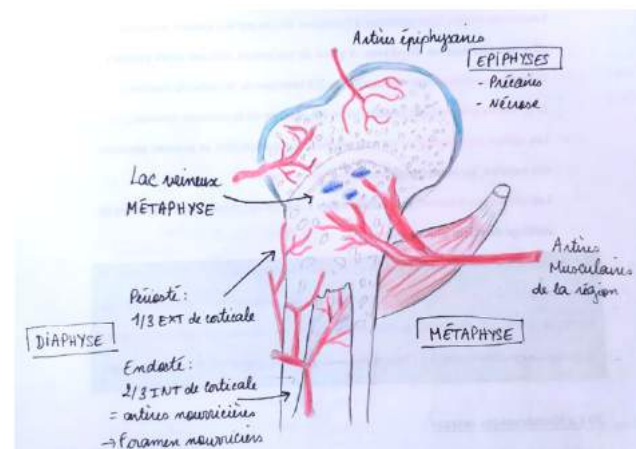
*Si on prend une poutre et qu'on la comprime, elle va se courber. Les contraintes vont être positives dans la concavité et négatives dans la convexité. Au centre de la poutre, il n'y a pas de contraintes : c'est la **fibre neutre**.*



Vascularisation

On prend l'exemple du fémur.

Le 1/3 externe de la diaphyse est vascularisée par des **artères périostées** qui proviennent en général des muscles de voisinage. La diaphyse est aussi vascularisée par des **artères propres de l'os** pénétrant dans des **canaux nourriciers**. Dans ces canaux, des **artères endostées** vascularisent les 2/3 internes de la diaphyse. *Dans le fémur, au niveau de la jonction entre le 1/3 supérieur et les 2/3 inférieurs en dedans, il y a un canal nourricier vu en radiographie à ne pas confondre avec une fracture diaphysaire.*



La métaphyse est en général très bien vascularisée par les artères provenant des muscles de voisinage. Pour cette raison, il y a rarement une compromission vasculaire, une ischémie vasculaire au niveau des métaphyses.

En revanche, l'épiphyse des os longs est régulièrement très mal vascularisée. Les épiphyses étant mal vascularisées, les ostéonécroses épiphysaires sont très fréquentes.

En profondeur du tissu osseux, la **physe** (lame corticale vestige du cartilage épiphysaire) est entourée de **lacs vasculaires veineux** surtout métaphysaires (donc sur le versant non articulaire) où les infections (**ostéomyélites osseuses**) peuvent se développer.

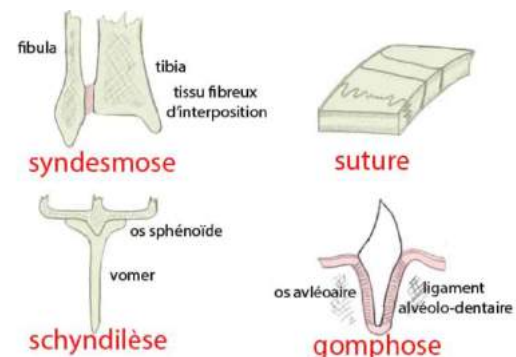
ARTHROLOGIE

Les articulations fibreuses

Les **articulations fibreuses** possèdent ligament d'union intra-articulaire (tissu fibreux ligamentaire d'interposition). C'est vraiment l'élément essentiel de ces articulations et parfois une cavité articulaire (remplie par le ligament quand elle existe). Elles n'ont pas de fibrocartilage, ni de surface articulaire.

Il y en a de plusieurs types :

- La **syndesmose** : la seule à la connaissance du prof est l'articulation tibio-fibulaire inférieure (unit les extrémités inférieures du tibia et de la fibula). Il y a des ligaments d'union : les ligaments tibio-fibulaires. À l'intérieur (donc entre les ligaments d'union), il y a une **cavité articulaire**. Il n'y a pas d'encroûtement cartilagineux des surfaces articulaires. La syndesmose est donc une articulation fibreuse avec cavité articulaire.
- Les **sutures** : visibles surtout au niveau de la voûte du crâne.
 - Il y a les **sutures dentelées**, très fréquentes, où les dents osseuses s'imbriquent les unes dans les autres : aucune mobilité possible.
 - Il y a les **sutures planes**, très rares, où l'articulation entre les deux os est plane.
 - Il y a les **sutures squameuses**, où l'articulation entre les deux os est oblique, en écaille.
 - Enfin, il y a une suture particulière, la **schindylèse** : articulation d'un rail plein avec un rail creux (articulations sphéno-vomériennes).
- Les gomphoses : au niveau des dents, mais pas des articulations pour le prof car les dents ne sont pas des os.



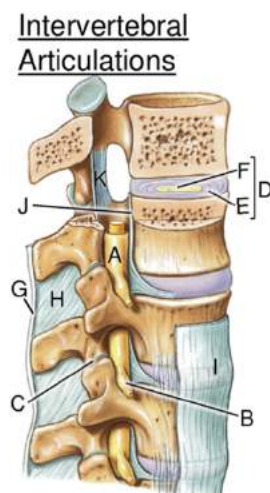
Les articulations cartilagineuses

Ces articulations sont caractérisées par un **fibrocartilage d'interposition** (qui s'insère sur une lame cartilagineuse), une **capsule articulaire**, et des **ligaments propres ou à distance**.

Exemple : les **articulations inter-corporéales** (entre les corps vertébraux). Les plateaux vertébraux sont encroutés de cartilage et, entre eux, il y a un fibrocartilage d'union appelé disque intervertébral. Il y a des ligaments de renforcement (ligaments vertébral antérieur et postérieur) qui vont limiter ces articulations en avant et en arrière et, il y a des expansions de ces ligaments formant une capsule qui va recouvrir le DIV. Les ligaments inter-transversaires sont des ligaments à distance de l'articulation.

Important : ici, le fibrocartilage est formé d'une part par des lamelles périphériques qui forment un anneau fibreux appelé **annulus fibrosus**. Cet anneau se fragmente de plus en plus vers son centre et, dans la partie centrale, il y a une formation pulpeuse appelée **nucleus pulposus**.

Au cours de la vie, l'anneau fibreux peut se fragmenter et le nucleus pulposus peut faire une **hernie discale** pénétrant dans le canal vertébral (ou ailleurs) et ayant des conséquences neurologiques.



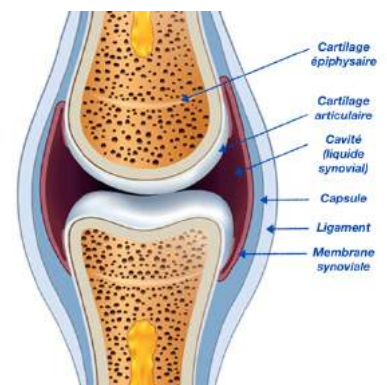
Les articulations synoviales

Ce sont en général des articulations très **mobiles**. Elles ont plusieurs caractéristiques :

- Une **cavité articulaire virtuelle** (elle n'existe pas mais on peut la créer). Il y a un **vide intra-articulaire**, les surfaces sont en contact l'une avec l'autre sans espaces libres.
- Un **cartilage hyalin** (cartilage articulaire qui tapisse les surfaces articulaires)
- Des **fibrocartilages** qui renforcent et agrandissent les surfaces articulaires. Ils sont de différentes formes :
 - **bourrelet** (circulaire et creux, de section triangulaire),
 - **ménisque** (croissant de lune de section triangulaire),
 - **disque** (circulaire et plein).

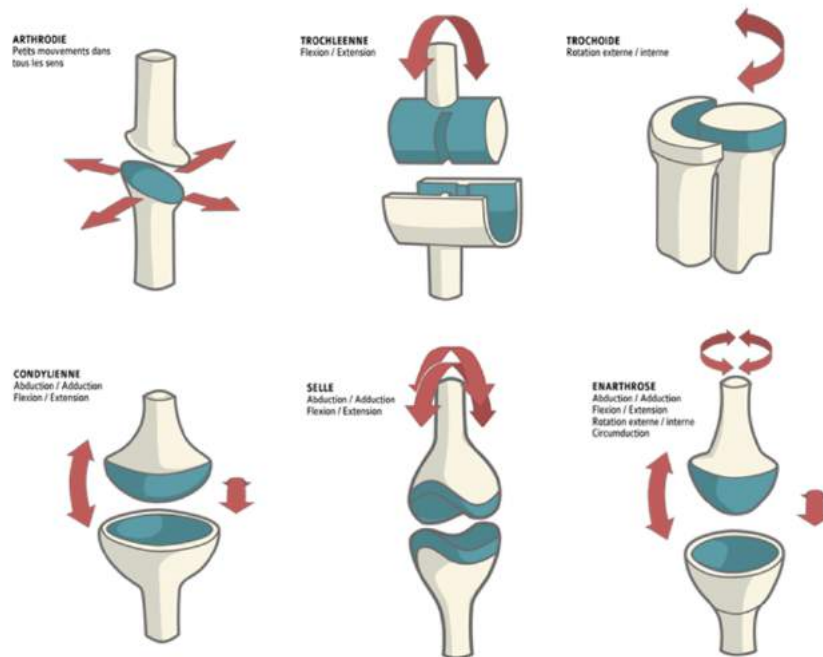
Ils augmentent la **congruence** des articulations synoviales.

- Une **capsule** qui va manchonner l'articulation avec, sur sa face interne, la **membrane synoviale** (responsable du nom de l'articulation) qui sécrète le **liquide synovial** (extrêmement visqueux, lubrifiant, riche en acide hyaluronique)
- Des **ligaments** dont certains sont des renforcements capsulaires, d'autres sont intra-articulaires, d'autres encore sont à distance de l'articulation
- Il y a aussi du **tissu synovial graisseux** dans l'articulation qui va boucher tous les trous qu'il pourrait y avoir dans l'articulation



| Nom | Forme | Axe(s) de mobilité | Exemple |
|--------------------------------------|----------------------------------------|--------------------|---------------------------------------|
| Sphéroïde (= énarthrose) | Sphère pleine dans une sphère creuse | 3 | Articulation coxo-fémorale |
| Ellipsoïde (= condylienne) | Ellipse pleine dans une ellipse creuse | 2 | Articulation radio-carpienne |
| Trochoïde (= cylindroïde) | Cylindre plein dans un cylindre creux | 1 | Articulation radio-ulnaire supérieure |
| Trochlée (= poulie) | Rail plein dans un rail creux | 1 | Articulation huméro-ulnaire |

| | | | |
|--------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------|--------------------------------------------------------------------|
| En selle (analogie selle-cheval) | Fragment de tore plein dans un tore creux (le chevalier peut se pencher en avant-arrière/gauche-droite) | 2 | Articulation trapézo-métacarpienne de la première colonne du pouce |
| Plane (= arthrodie) | Deux surfaces planes | Infinité de petits mouvements | Articulation costo-vertébrale |

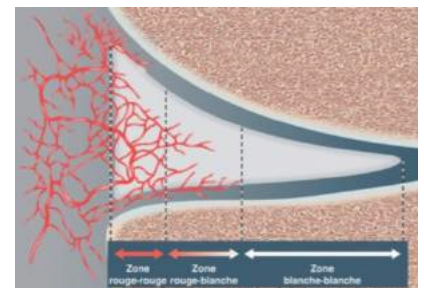


Vascularisation

Les épiphyses osseuses sont très mal vascularisées, par des artères du voisinage.

La **capsule** et la **membrane synoviale** sont assez bien vascularisées, par des artères provenant elles aussi d'artères du voisinage.

Les **fibrocartilages** (ménisques, bourrelets, disques cartilagineux) ne sont vascularisés que dans leur partie périphérique (c'est-à-dire dans leur partie d'insertion capsulaire), appelée **zone rouge des fibrocartilages**. C'est donc seulement cette partie vascularisée qui peut cicatriser.



Innervation

Le cartilage articulaire a une **innervation sensitive** qui provient de nerfs au voisinage, extrêmement modérée.

Une **innervation proprioceptive** va concerner essentiellement la capsule et les ligaments de l'articulation, qui possèdent des récepteurs de tension. C'est grâce à eux qu'on peut savoir, même les yeux fermés, dans quelle position sont nos articulations.

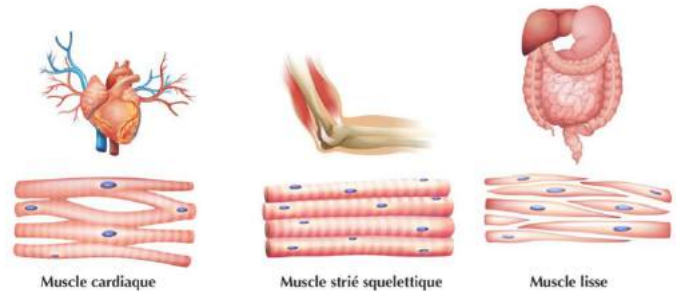
Cette innervation proprioceptive est accompagnée d'une **innervation végétative** en direction du ligament et de la capsule.

MYOLOGIE

Anatomie générale des muscles

Les muscles sont des organes charnus, contractiles, qui transforment l'énergie chimique en en mouvement. Ce sont les **organes du mouvement**. Il y a plusieurs types de muscles selon leur histologie :

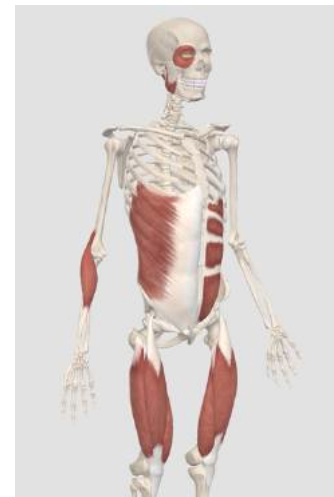
- **Muscles rouges striés** : ce sont les muscles du squelette, de contraction volontaire
- **Myocarde** : muscle rouge involontaire, mais de contraction rapide
- **Muscles lisses** : muscles de contraction involontaire, de la vie végétative, de contraction lente



Classification des muscles selon leur forme

Les muscles peuvent être de différentes formes :

- **Muscles orbiculaires** : circulaires, perforés au centre (ex : muscle orbiculaire des lèvres), certains prennent le nom de **sphincter** (ex : sphincter strié de l'anus)
- **Muscles courts** : petite taille (ex : masseter)
- **Muscles longs** : la longueur est leur plus grande dimension (ex : quadriceps, grand droit de l'organisme)
 - **Monogastrique** : un seul ventre musculaire (ex : brachio-radial)
 - **Plurigastrique** : plusieurs ventres musculaires **en série** ou **en parallèle** (exemple en série : muscle digastrique ou grand droit de l'abdomen, exemple en parallèle : quadriceps)
- **Muscles plats** : l'épaisseur est de très faible taille (ex : muscles plats de la paroi abdominale)



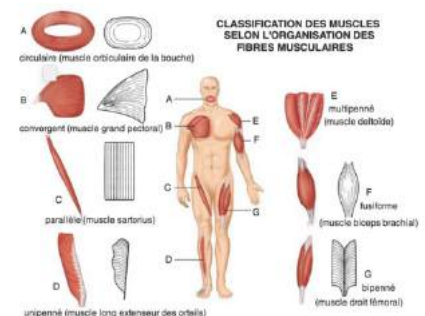
Classification des muscles selon leur terminaison musculaire

Les muscles peuvent être classés selon leur terminaison :

- Sur un **tendon**
 - **Direct** : il continue la direction du muscle
 - **Réfléchi** : il a une direction à 90°
 - **Récurrent** : il a une direction inverse à celle du muscle (ex : le muscle semi-membraneux présente les 3 types de tendons terminaux)

Insertion des fibres musculaires sur les tendons : terminaison **bout à bout**, **fusiforme** (cône), **en barbe de plume** (**unipennée**, **bipennée** ou **multipennée** (ex : deltoïde))

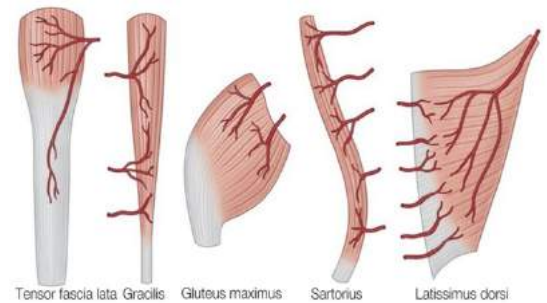
- Sur la **peau** (les muscles peauciers de la face)
- Sur une **aponévrose** (= lame tendineuse aplatie)



Vascularisation

Les muscles sont vascularisés par des artères et drainés par des veines. Les veines sont de volume et de taille largement supérieurs (x2, x3) aux artères. Elles réalisent souvent des **réseaux plexiformes** autour des artères. Il y a différents types de vascularisation :

- Certains muscles sont dits **polarisés** lorsqu'ils reçoivent, en un point déterminé, un seul pédicule.
- D'autres muscles peuvent en recevoir plusieurs (dans ce cas, il y en a souvent un principal et un (des) accessoire(s)).
- D'autres reçoivent 2 pédicules artériels principaux.
- D'autres reçoivent une vascularisation en échelle (plusieurs pédicules de calibre égal sur toute leur hauteur) (ex : muscles plats de l'abdomen).
- Parfois, on définit un pédicule principal parmi ces artères en échelle.



Important pour les chirurgiens plasticiens car ils font des transferts musculaires et doivent donc connaître parfaitement la vascularisation du muscle. Un muscle avec plusieurs pédicules est plus difficile à transférer et il faut absolument sauver le pédicule principal.

Innervation des muscles

L'**innervation motrice** des muscles provient du **motoneurone alpha**, situé au niveau de la **corne antérieure** de la moelle. La fibre emprunte la **racine antérieure**, puis le **nerf spinal** jusqu'au niveau des fibres musculaires.

L'**unité motrice** formée par une fibre nerveuse issue du motoneurone alpha et les différentes fibres musculaires innervées s'appelle un **myone**.

Très important : La finesse (= précision) du mouvement est inversement proportionnelle au nombre de fibres musculaires innervées par neurone.

Je me suis un peu embrouillé pendant la vidéo, mais ce qu'il faut comprendre c'est que :

- Si un neurone donné innerve peu de fibres musculaires, le muscle va recevoir plus de neurones afin que la totalité de ses fibres soient innervées. On aura donc un muscle innervé par beaucoup de neurones, donc très précis.
- Au contraire, si un neurone donné innerve beaucoup de fibres musculaires, le muscle recevra moins de neurones en tout, et sera donc moins précis.

Instant comparaison : de façon imagée, vous pouvez le voir comme si un neurone innervant beaucoup de fibres était surchargé de travail, alors qu'un neurone innervant peu de fibres pouvait bien tout gérer en même temps et fournir une meilleure précision.

Ainsi, les muscles avec les mouvements les plus fins (oculaires, digitaux) ont très peu de fibres musculaires par fibre nerveuse, et inversement pour les muscles puissants.

Le nerf rejoint le muscle au niveau de la **plaque motrice** correspondant en gros au point moteur (point de stimulation électrique du muscle ou éventuellement le point de réception

électrique du muscle). Des muscles innervés par plusieurs nerfs ont plusieurs plaques motrices.

On distingue l'innervation radiculaire de la tronculaire :

- **Innervation radiculaire (= segmentaire)** : ce sont les racines nerveuses qui vont innover ce muscle.
- **Innervation tronculaire** : formée par le nerf qui provient de ces racines et qui va au muscle.

Ex : le deltoïde est innervé par les myélomères C5 et C6, donc par les racines C5 et C6 qui donnent les neurones formant le nerf axillaire. Il y a souvent une racine prédominante, dans ce cas la racine C5.

Le nerf axillaire représente l'innervation tronculaire du deltoïde. Ce nerf reçoit des fibres de C5 et C6 représentant l'innervation radiculaire ou segmentaire.

L'innervation sensitive est essentiellement représentée par le fuseau neuro-musculaire (non détaillée).

L'innervation végétative innerve essentiellement les vaisseaux musculaires (notamment les artères : vasoconstriction au repos ou vasodilatation en exercice).

Leviers

On distingue différents types de leviers musculaires, qui permettent de différencier des actions musculaires :

- **Levier inter-appui** : l'appui est entre la force et la résistance.

Crâne en équilibre au niveau de son point d'appui sur la colonne vertébrale : La résistance est le poids du crâne déjeté en avant. La force musculaire s'exerce sur l'occipital.

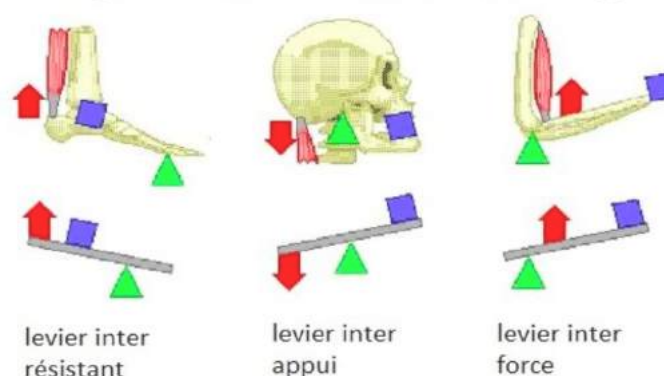
- **Levier inter-résistance** : la résistance est entre l'appui et la force.

Pied en flexion plantaire avec appui au sol sur les orteils : La résistance du poids du corps est au niveau de la cheville, l'appui au niveau des orteils. La force des muscles fléchisseurs plantaires, en arrière, tire le talon vers le haut.

- **Levier inter-force** : la force est entre la résistance et l'appui.

Membre supérieur en flexion du coude avec un poids dans la main : La résistance s'exerce au niveau de la main. L'appui se trouve au niveau du coude. La force (du biceps) s'exerce sur la tubérosité du radius.

rouge = force ; bleu = résistance ; vert = appui



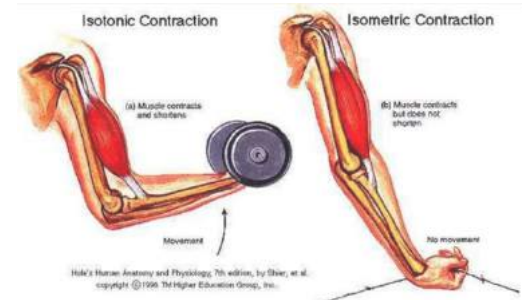
Le **raccourcissement** d'un muscle est proportionnel à sa longueur et sensiblement égal à la moitié de sa longueur.

Le raccourcissement se fait sans diminution de volume du muscle (les muscles changent de forme).

Les muscles bougent sous la peau (comme des rats, d'où leur nom de muscle selon le prof car, en latin, musculus = rat) et donnent l'impression de gonfler mais il n'y a pas de changement de volume.

Lorsque la contraction est **isométrique** (sans raccourcissement), on dit que le travail est **statique** (sans mouvement). La contraction est **isotonique** lorsque le travail est **dynamique**.

La force des muscles est proportionnelle à son volume.



Le **testing musculaire** est une méthode (utilisée par les kinés par exemple) pour quantifier un niveau de contraction musculaire chez un patient. Il permet de noter le niveau de récupération musculaire après un accident par exemple.

| | |
|---------|---------------------------------------------------------------------|
| Stade 0 | Absence de contraction |
| Stade 1 | Contraction perceptible sans mouvement |
| Stade 2 | Mouvement possible en apesanteur |
| Stade 3 | Mouvement possible contre pesanteur |
| Stade 4 | Mouvement possible contre résistance (fonction musculaire diminuée) |
| Stade 5 | Contraction musculaire normale |

Attention : les stades vont de 0 à 5 donc il y a 6 niveaux différents de contraction musculaire.

Fin