

# L'appareil locomoteur

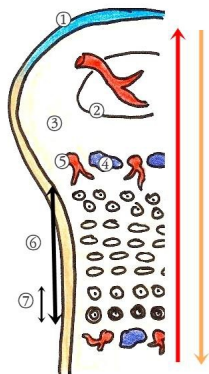
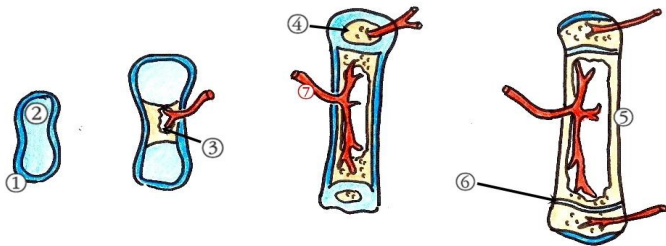
## Introduction

1. Squelette axial = le crâne + la colonne vertébrale
2. Squelette thoracique = côtes et sternum
3. Squelette appendiculaire = les membres et les ceintures.  
↳ L'appareil locomoteur provient embryologiquement du **mésoblaste**.

## I) Ostéogénèse

### A) Principes de l'ossification

- Il existe 2 types d'ossifications : enchondrale et membraneuse.
- L'âge d'apparition **des points d'ossifications primaires** (au niveau de la diaphyse) et **des points d'ossifications secondaires** (au niveau des épiphyses) est fixe, permettant l'estimation de l'âge osseux. **Entre les deux se trouve le cartilage épiphysaire** (de conjugaison, de croissance)
- L'ossification s'arrête à l'âge adulte.



Le cartilage épiphysaire est entre des lacs vasculaires épiphysaire et métaphysaire.

La croissance s'arrête lors de leur mise en contact.

**L'épiphysiodèse** = mise en contact des lacs vasculaire par un processus physiologique ou pathologique (ex: fracture)

↳ **L'épiphysiodèse totale** entraîne un arrêt de la croissance, et l'épiphysiodèse partielle entraîne l'apparition d'une déviation de l'os.

Le tutorat est gratuit. Toute reproduction ou vente sont interdites.

### B) Facteurs influençant l'ossification

Les **épiphyses fertiles** (EP) participent aux **2/3 de la croissance des os longs**. Elles sont **près du genou et loin du coude**. Elles sont responsables de plusieurs pathologies.

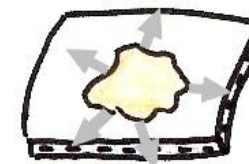
#### PATHOS :

- Une lésion proche des EP aura plus de conséquence qu'une lésion éloignée
- Les **cancers osseux de l'enfant** sont près des épiphyses fertiles
- L'**ostéomyélite primitive hémotogène** va siéger préférentiellement au niveau des EP
- la **couche hypertrophique du cartilage de croissance** est la + fragile → lieu de fracture chez les enfants

Somato-hormone et hormones sexuelles influent sur la croissance osseuse. On décrit deux poussées de croissance : lors de la première année, et à la puberté. La **loi de Delpech** veut que la **croissance soit accrue dans les zones de faibles pressions** (→ Allitement prolongé = poussé de croissance)

### C) Cas particulier des os du crâne

L'**ossification de membrane** se fait à partir d'une maquette membraneuse (pas de cartilage). Au sein de la **membrane ostéode** va apparaître un point d'ossification dont la croissance va être **centrifuge**. Entre deux os de membrane subsiste à l'âge adulte un **ligament inter-osseux d'union** permettant notamment l'adaptation des os du crâne du nourrisson lors de la naissance (fontanelles).

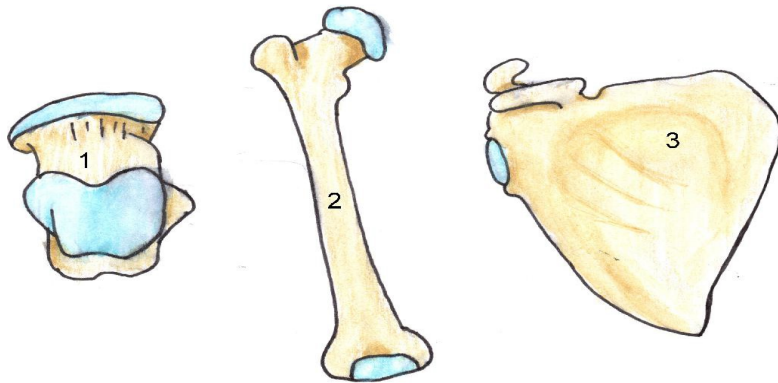


## II) Les os

### A) Classification des os

3 types :

1. **Court** = Toutes les dimensions sont équivalentes et de petites tailles
2. **Long** = Longueur prédomine, le centre de l'os est nommé *diaphyse* et les extrémités *épiphyes* (encroûtées de cartilage articulaire). Entre la diaphyse et l'épiphyse se trouve la *métaphyse*
3. **Plat** = L'épaisseur est très réduite



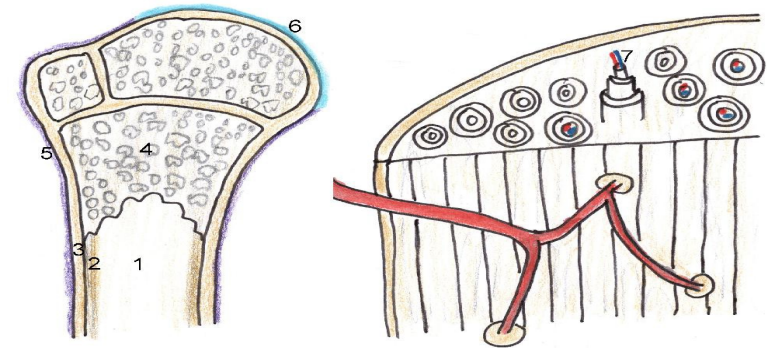
### A) La structure osseuse

L'os est entouré en tout point de **périoste** (plus ou moins épais selon l'âge) sauf au niveau du **cartilage articulaire**.

Il y a 2 types de tissu osseux :

1. **L'os compact** à une structure fibro-lamellaire, torsadé, polyphasique dont l'unité fonctionnel est l'**ostéon**. Chaque ostéon est formé de travées de collagène inversé augmentant la résistance de la structure. Ces lamelles emprisonnent des cristaux d'hydroxyapatite (substance minérale) ayant des propriétés « piézo-électriques »
2. **L'os spongieux** ou les lamelles osseuses sont « écrasées » qui forme le tissu spongieux ou se trouve la moelle osseuse rouge (la jaune est dans le canal médullaire).

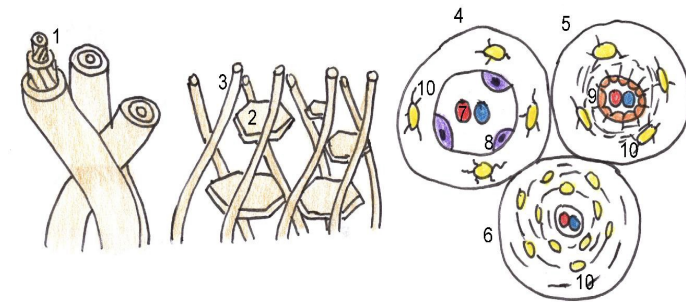
→ Les deux types (compact & spongieux) ont une structure lamellaire !



### B) Renouvellement osseux

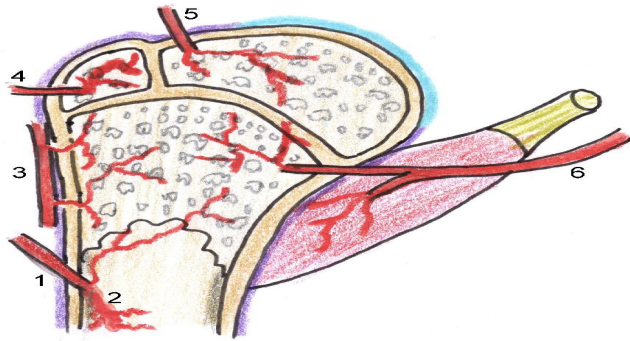
L'os est une poutre creuse dont les ostéons sont renouvelés en permanence. Ce renouvellement est sous contrôle hormonal et se trouve perturbé par le vieillissement (ostéoporose).

Dans l'ostéon on retrouvera : des ostéoblastes (-cyte, -claste) en fonction du stade de maturité de ce dernier, un canal vasculaire de Havers, et entre ces canaux les canaux de Volkmann (horizontal)



## D) Vascularisation de l'os

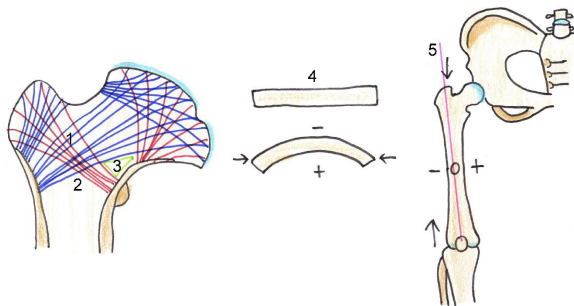
1. Diaphyse : **Bien vascularisée**, les artères endostées vascularisent les 2/3 internes (à l'intérieur de la diaphyse), les artères périostées le 1/3 externe (à la surface)
2. Métaphyse : **Très bien vascularisée** (régénération plus rapide lors de fracture)
3. Epiphyse : **TRES MAL VASCULARISEE**, entraînant des ostéonécroses. En regard de l'ostéonécrose le cartilage s'effondre (attention à l'OH).



## E) Biomécanique osseuse

### 1. Contrainte au niveau de la diaphyse

- contrainte **négative** au niveau de la **convexité**
- contrainte **positive** au niveau de la **concavité**
- **absence** de contrainte au **centre**



### 2. Contrainte au niveau des métaphyses et épiphyses

C'est le **tissu spongieux** qui va transmettre les contraintes de l'articulation à la diaphyse. Il s'établit en travées spongieuses qui suivent les **lignes de force** et forme le plus souvent une **arche gothique**

### 3. Résistance osseuse

L'os est un matériau **composite et élastique**. Le module d'Young de l'os est très bas le rend élastique.

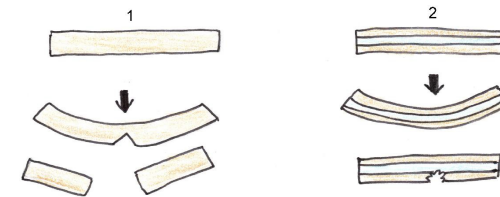
#### 2 types de fractures :

- **fragile : rupture nette** : la plus fréquente
- **incomplète (bois vert) : rupture incomplète** → se rencontre souvent chez l'enfant

→ La résistance de l'os est supérieure IN VIVO qu'IN VITRO à cause de la présence des **muscles (++)**

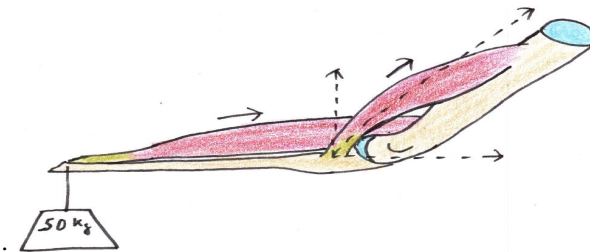
#### 2 théories :

- 1) **De la poutre composite (Rabichong et Avril)** : les contraintes sont réparties sur les os et les muscles



- 2) **Des haubans de Pauwels** : une partie des contraintes passent par les **haubans musculaires**

Pour les os court et les épiphyses leurs résistances est comparable à un **bidon d'huile = association tissu spongieux + tissu cortical**



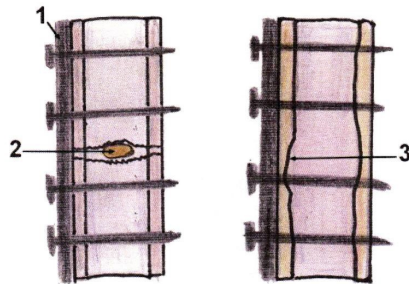
## F) fractures et réparation osseuse

### 1) Fracture osseuse :

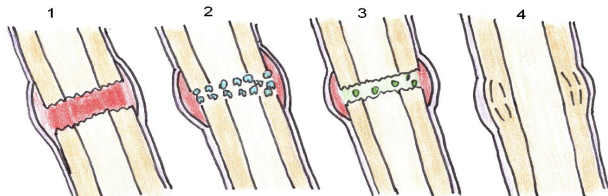
- De surcharge=la contrainte est **supra-physiologique**
- De fatigue= contrainte **infra-physiologique répétée** plusieurs fois (formation d'une fissure puis d'une fracture spontanée)
- Pathologique=l'os est pathologique et **rompt plus facilement** (pas besoin de répéter la contrainte)

### 2) Réparation osseuse (l'os est capable d'auto-régénération)

- Première intention : **intervention chirurgicale** avec **ponction de l'hématome** (souvent pose de plaques, broches) donc **non formation de cal osseux** et apparition directe d'un tissu cartilagineux, puis ossification (1<sup>er</sup> et 2<sup>nde</sup>)



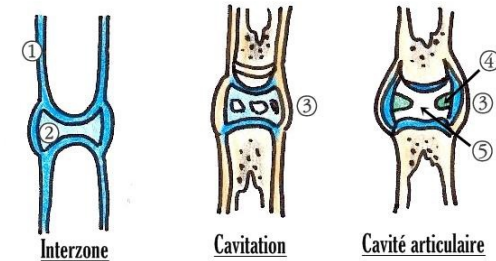
- Deuxième intention : **Non ponction de l'hématome** donc apparition du **cal fibrocartilagineux**, puis ossification primaire et secondaire.



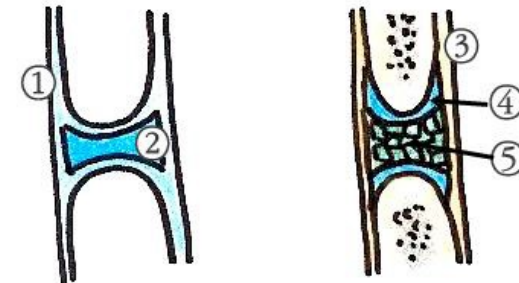
## III) Les articulations

### A) Arthrogénèse

1. Des articulations synoviales: au sein de la matrice cartilagineuse, recouverte par le péri-chondre, apparaît l'interzone, **qui va se caviter** pour former une cavité articulaire. Les mouvements vont créer des surfaces articulaires.



2. Des articulations cartilagineuses : ne donnent **pas lieu à une cavitation** : un **fibrocartilage d'union** se développe au niveau de l'interzone. Les étages cervical et céphalique, sont d'origine somitique et branchiale.

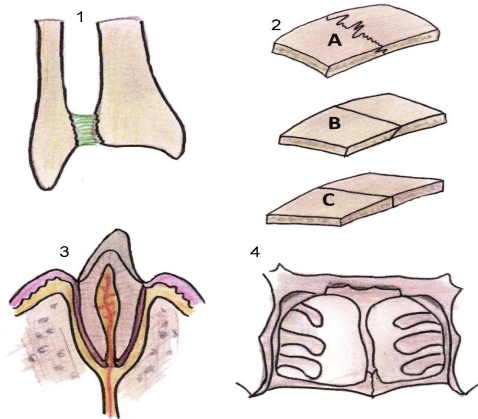


## B) Classification des articulations

- **Articulation fibreuse** : pas de mobilité, tissu d'interposition fibreux (représenté par un ligament d'interposition entre 2 os)

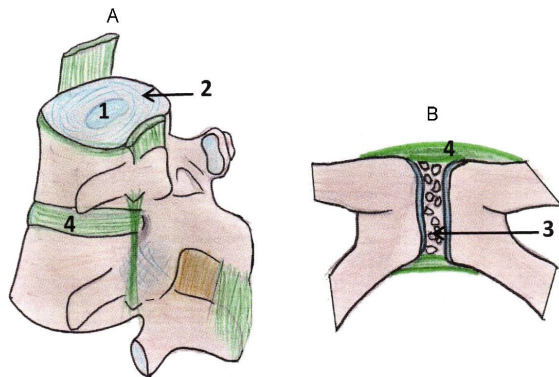
↳ Il en existe 4 types :

- 1) La syndesmose (exception, il y a une cavité articulaire → articulation tibio-fibulaire inf)
- 2) Les sutures (au niveau du crâne = plane (C), dentelée (A), squameuse (B))
- 3) Gomphose : l'union des dents à la mâchoire
- 4) Schyndilèse (rail plein dans un rail creux → sphéno-vomérienne)



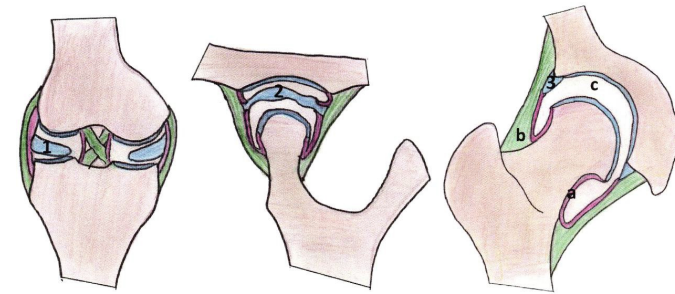
- **Articulation cartilagineuse** : peu de mobilité, il y a une capsule articulaire mais PAS de cavité, un fibrocartilage d'union et un cartilage articulaire sur les deux surfaces osseuses.

Ex : symphyse pubienne et articulation intercorporelle (disque intervertébraux) avec au centre le nucléus pulposus et en périphérie annulus fibrosus



- **Articulation synoviale** : Elles ont une grande mobilité (1, 2, 3 axes), elles possèdent :

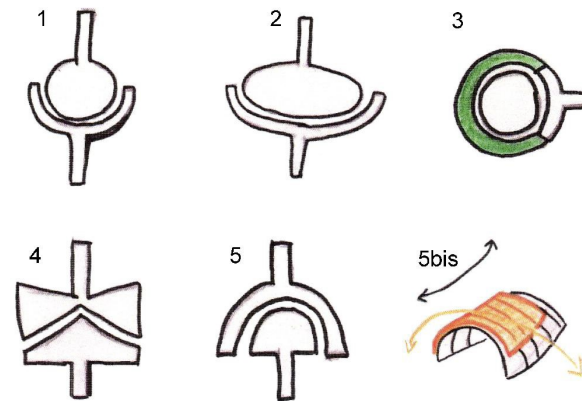
- Une cavité articulaire
  - Une capsule fibreuse
  - Une membrane synoviale sécrétant le liquide synovial (++acide hyalu)
- La mb synoviale tapisse la capsule et le périoste MAIS pas le cartilage !!
- Des fibrocartilages d'interpositions (ménisque, bourrelet, disques) → augmentent la congruence articulaire
  - Des ligaments de renforcement extra ou intra articulaire
  - Cartilage articulaire (hyalin)



Il en existe 6 différentes :

- 1-Sphéroïde=énarthrose → 3 axes
- 2-Ellipsoïde=condylienne → 2 axes
- 3-Cylindroïde=trochoïde → 1 axe

- 4-Trochlée=Poulie=ginglyme → 1 axe
- 5-En selle → 2 axes
- 6-Plane=arthrodie → multitude axe



## PATHOS :

-**Polyarthrite rhumatoïde** : maladie inflammatoire de la synoviale touchant toutes les articulations synoviales

-**Spondylarthrite ankylosante** : maladie inflammatoire se localisant au niveau des articulations cartilagineuses

Donc toutes les articulations synoviales peuvent être atteintes par une maladie de la membrane synoviale

- **La sysarçose**= articulation à part

Est formée par la création d'un **espace de glissement entre deux os tapissés par des muscles et rempli de graisse** = articulation scapulo-thoracique

### C) Vascularisation et innervation des articulations synoviales

Les articulations synoviales sont vascularisées par des artères articulaires qui leur sont propres vascularisant **la périphérie de l'articulation** (la capsule, et la périphérie des fibrocartilage d'interposition).

→Innervation proprioceptive : l'inconsciente va au **cervelet**, la consciente au **gyrus post-central**

### D) Biomécanique du cartilage hyalin

#### 1) Structure du cartilage

3 zones :

1-**superficielle** = **surface en tôle ondulé** avec pore de nutrition

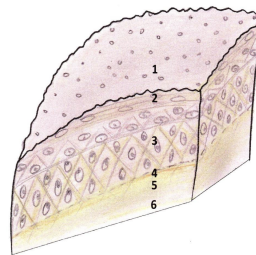
2-**profonde ou moyenne** = **structure en nid d'abeille**

3-**Basale** = **Les fibres de collagène s'insèrent dans l'os** compact

→Chez l'adulte il n'y a pas de cicatrisation des surfaces cartilagineuses car celles ci sont AVASCULAIRES

**Le liquide synovial nourrit le cartilage** articulaire lorsque l'articulation est soumise à une contrainte, via les pores de nutrition → c'est le **pumping synoviale**

L'usure du cartilage fait apparaître la structure en nids d'abeille (structure en chair de crabe).



#### 2) Lubrification synoviale

La lubrification est permise par **l'acide hyaluronique (AH)**

### 3) Niveau de lubrification

-**Lubrification hydrodynamique à flux laminaire**: **Vitesse élevée - pression faible**, les molécules AH sont **parallèles** aux surfaces cartilagineuses

-**Lubrification limite** : **Vitesse élevée - pression élevée**, les molécules AH adhèrent aux surfaces cartilagineuses

-**Gélification** : **pression considérable** : Les molécules d'AH forme un gel qui reste emprisonné dans les espaces des surfaces en tôle ondulée

↳ Les molécules d'AH vont agir comme **des micro-roulements à billes**

PATHO : Usure des cartilages = l'arthrose

## IV) Les muscles

### Myogenèse :

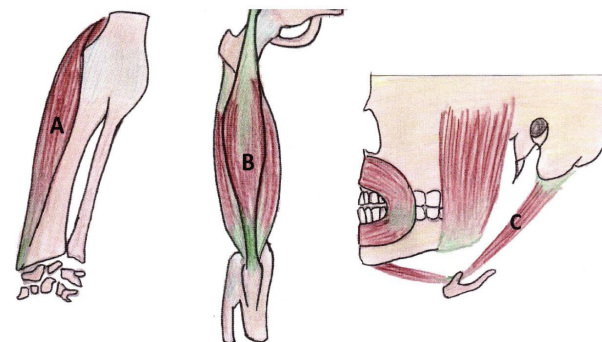
Le myotome va migrer et donner **en arrière** (destinée à la colonne vertébrale) les muscles de **l'épimère** innervés par les rameaux postérieures des nerfs spinaux et en avant les muscles de **l'hypomère pour la paroi abdominale** et les membres innervés par **les rameaux antérieures**.

3 type de muscles : strié squelettique - strié cardiaque - lisse

### A) Classification des muscles

#### Selon leurs formes :

- 1) Orbiculaire : sphincter strié de l'anus
- 2) Plat : muscle transverse de l'abdomen
- 3) Court : masséter
- 4) Long : biceps



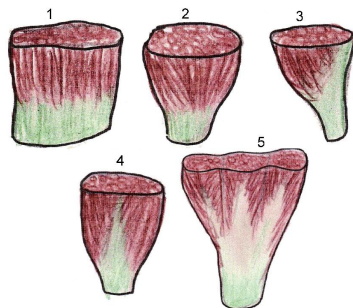
### Selon leurs ventres :

- Monogastrique
- Polygastrique : en série (muscle droit de l'abdomen) /parallèle (triceps)

### Selon leurs terminaisons :

#### • Sur un tendon de façon :

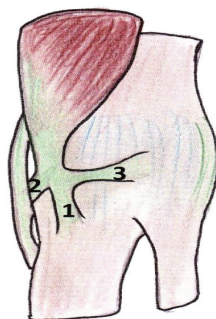
- Bout à Bout (1): continuité des fibres Mu et du tendon
- Fusiforme (2) : forme un fuseau avant de s'insérer
- Unipenné (3) : s'insère d'un seul côté du tendon
- Bipenné (4): des deux cotés
- Multipenné (5): plusieurs chefs en parallèles



- Sur la peau directement = muscles peaucier de la face
- Sur un fascia d'insertion = lame tendineuse

### Selon la terminaison de leur tendon :

- direct (1)=insertion sur l'os en continuité avec les fibres musculaire
- Réfléchi (2): le tendon entoure l'os avant de s'insérer  
→ permet au muscle d'avoir plusieurs fonctions
- Récurent(3) : le tendon prend la direction inverse du Mu



### B) Les insertions tendineuses

Les fibres tendineuses s'insèrent dans l'os, en traversant une couche de cartilage la capsule périostée et l'os compact. Lors d'un arrachement tendineux de petit morceaux d'os sont retrouvés au bout des fibres tendineuses → ce sont les **fibres de Sharpey**.

### PATHO :

- Tendinite = inflammation du tendon
- Anthésite = inflammation de l'anthèse (endroit d'insertion du tendon)

→ On ne peut pas hypertrophier (contrairement aux muscles) nos tendons car ils sont définitifs à l'âge adulte !

### C) L'innervation des muscles

Elle se fait au niveau de la plaque motrice

#### 1) L'innervation motrice

« La finesse du mouvement d'un muscle est proportionnelle au nombre de fibres musculaires par neurone : + il y a de fibres nerveuse pour un muscle, + le mouvement de celui-ci sera fin et ajusté »

Il existe deux types d'innervations :

- Radiculaire : il s'agit des racines qui constituent un nerf (ex : C4 C5 C6 dans le cas du nerf axillaire)
- Tronculaire : il s'agit du nerf lui-même une fois que les racines se sont réunies

#### 2) Innervation sensitive et végétative

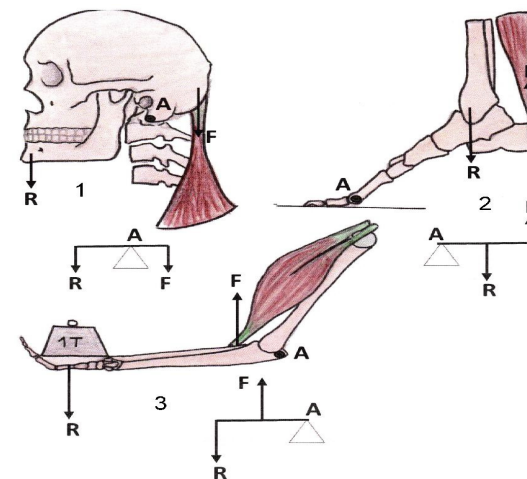
L'innervation sensitive est fait par le fuseau neuro-musculaire

L'innervation végétative régule la vascularisation de l'organe : vasodilatation à l'effort.

### D) Anatomie fonctionnelle

3 types de levier ostéo-musculaire :

- 1- Levier inter-appui : la force et la résistance sont opposées par un appui central
- 2- Levier inter-résistant : L'appui et la force musculaire sont opposées par la résistance centrale
- 3- Levier inter-force : La résistance et l'appui sont opposées par la force musculaire centrale



## E) Contraction musculaire et Testing musculaire

-2 types de contractions musculaires :

- **Isométrique** : **pas** de modification de longueur des muscles, *travail statique*
- **Isotonique** : modification de la longueur des muscles, *travail dynamique*

-Le testing musculaire :

**0** : absence de contraction

**1** : contraction perceptible à la palpation, sans mouvement visible

**2** : mouvement en apesanteur (ex : flexion du coude dans le plan horizontale)

**3** : mouvement contre pesanteur (ex : flexion du coude dans le plan sagittale)

**4** : mouvement contre résistance

**5** : force normale

## F) Classification fonctionnelle des muscles

- **Muscle agoniste** = muscle réalisant le mouvement (biceps flexion coude)
  - **Muscle antagoniste** = s'oppose au mouvement (triceps flexion coude)
- ↳ Lors d'un mouvement il y a contraction des Mu antagoniste et agoniste
- **Muscle monoarticulaire** = n'agit que sur une articulation
  - **Muscle bi-articulaire** = agit sur plusieurs articulations

## G. Les annexes des muscles

- Les loges musculaires : contiennent les muscles (inextensibles)
- Les fascias : ils délimitent les loges musculaires
- Les septums musculaires : ils délimitent les muscles en profondeurs

## PATHOS :

**Syndrome des loges** : **ischémie capillaire du muscle sur artère battante**. La pression dans le muscle est plus élevée que la pression de perfusion capillaire = ischémie, peut entraîner la mort.

↳ 2 types : aigue (ex : suite à une fracture) ou chronique (ex : hypertrophie musculaire du sportif)

- Les bourses séreuses ou synoviales : vide permettant le glissement entre un os un tendon ou un muscle et une autre structure (ex : peau).
- Les gaines tendineuses : 2 types :

Gainés séreuses : entourent un tendon et permet un bon glissement de ce dernier

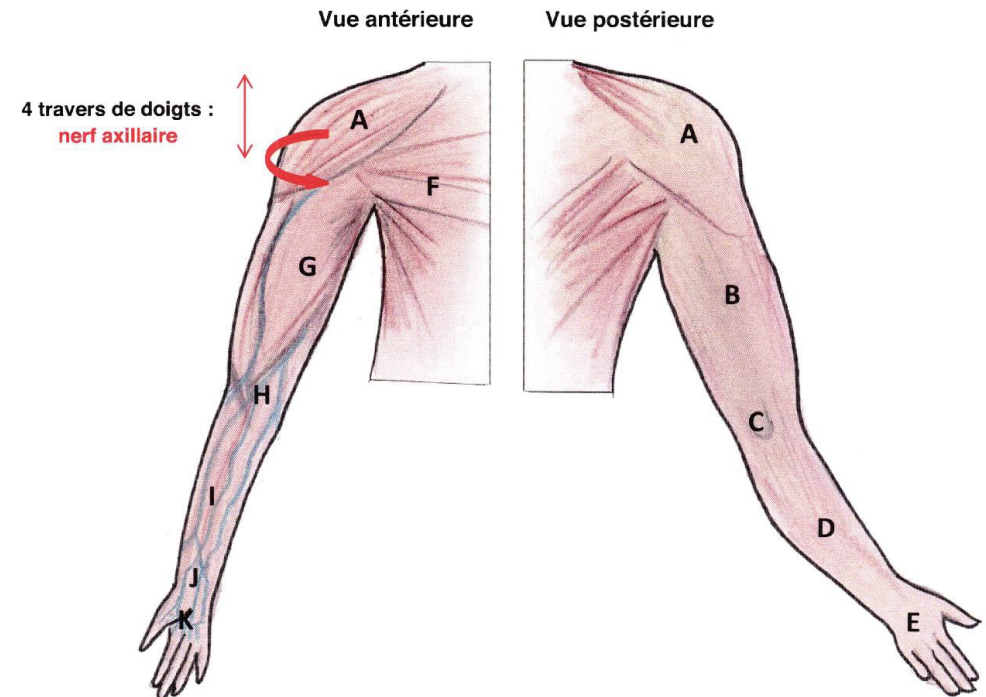
Gainés fibreuses : entourent la gaine séreuse et la rattache à l'os

UE5-Hygie

Le tutorat est gratuit. Toute reproduction ou vente sont interdites.

## VI) Anatomie de surface du membre supérieur

### A) Les région du membre sup



Vue antérieure	Vue postérieure
A Région deltoïdienne	A Région deltoïdienne
F Région axillaire	B Région brachiale postérieure
G Région brachiale antérieure	C Région olécranienne
H Région du pli du coude	D Région antébrachiale postérieure
I Région antébrachiale antérieure	E Région du dos de la main
J Région du poignet	
K Région palmaire	

→ Le nerf axillaire passe 4 travers de doigt en dessous de l'acromion

- **L'éminence thénar** se trouve à la base du pouce (innervé par le nerf médian)
- **L'éminence hypothénar** a la base du 5eme doigt (innervé par le nerf ulnaire)

### B) La vascularisation veineuse du mb sup

**Avant-bras** : 3 veines superficielles (médiale, médiane, latérale) se rejoignant au niveau du pli du coude **pour former le M de Rouvière**

**Bras** : 2 veines superficielles, la veine céphalique plus externe (latérale) que la veine basilique

### C) Les poulx du mb sup

- **Poulx huméral** = sillon bicipital médial
- **Poulx radial** = en dehors de la saillie des muscles longs et courts palmaire

↪ Entre les 2 muscles palmaires se projette le passage du nerf médian

### D) Loges musculaires du mb sup

- **Bras** : possède 2 loges musculaires
- **Avant-bras** : possède 3 loges musculaires
- **Main** : possède 3 loges : moyenne, latérale (thénarienne) et médiale (hypothénarienne)

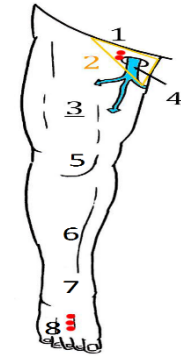
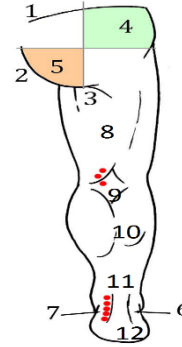
### E) Fonction du mb sup

-**Orientation de la main dans l'espace** : la mobilité de l'épaule se fait dans un **cône de circumduction**

-**La prono-supination** : La **pronation** (paume de la main vers le bas) et la **supination** (paume de la main vers le haut)

-**La préhension** : La **pince pulpo-pulpaire** entre le pouce et les 4 autres doigts. Elle est liée à l'opposition du pouce

## VII) Anatomie de surface du mb inférieur



Vue postérieure		Vue antérieure	
1 Crête iliaque	2 Sillon inter-glutéal	1 Arcade fémorale	2 Trigone fémorale
3 Sillon glutéo-fémoral	4 Cadran supéro-externe : intra-musculaire	3 Région quadricipitale	4 Grande veine saphène
5. Cadran inféro-interne : nerf sciatique	6 Gouttière rétro-malléolaire latérale	5 Région antérieure du genou	6 Région antérieure de la jambe
7. Gouttière rétro-malléolaire médiale	8 Région fémorale postérieure	7 Région talo-crurale antérieure	8 Région dorsale du pied
9 Région poplitée	10 Région postérieure de la jambe		
11 Région talo-crurale postérieur	12 Région plantaire		

## A) En vue postérieure

### Limites :

- la limite supérieure = **crête iliaque**
- La limite en haut et en dedans : le sillon inter-fessier

### Régions :

- La région de la fesse est divisible en quatre quadrants :
  - ↳ **Injections dans le quadrant supéro-latéral car le nerf sciatique se projette dans le quadrant Inféro-Interne**
- Région de la jambe = région crurale (commence en dessous du genou)

**Pouls Tibial postérieur** : au niveau de la **gouttière retro-malléolaire médiale**, entre la malléole interne et la saillie du tendon d'Achille

## B) Sur la vue antérieure

### Trigone fémoral

- **la limite supérieure du mb inf est l'arcade fémorale**, ou ligne de Malgaigne tendue entre épine iliaque antéro-supérieure et épine du pubis
- la base, supérieure du trigone fémoral est la ligne de Malgaigne

On peut voir la **veine grande saphène** sur la face médiale, chez le sujet mince, avec ses paquets variqueux

### Pouls :

- **Pouls fémoral** : au milieu de l'arcade fémorale
- **Pouls pédieux** : au niveau du **dos du pied**, au niveau du **deuxième espace inter-métatarsien**

## C) Fonctions du membre inférieur

### Loges musculaires :

- La cuisse = deux loges musculaires
- La jambe = trois loges
- Le pied présente trois loges.

L'alignement de trois points permet de rester debout sans effort : **Le centre de la tête du fémur se projette sur le centre de fonctionnement de l'articulation du genou, qui se projette sur le centre de fonctionnement de flexion/extension de la cheville**

- ↳ Le centre de gravité va décrire un **mouvement sinusoïde** lors de la marche dans l'espace