

ANATOMIE COMPARÉE - 5

Différences anatomiques liées au mode de locomotion (2)

d) Membres inférieurs

- **Anatomie des membres inférieurs** (fig. 45)

- On subdivise le membre inférieur en 6 entités qui sont :

- La **hanche** ou **région glutéale** qui correspond à l'articulation qui relie la jambe au bassin ;
- La **cuisse** ou **région fémorale** qui comporte le fémur, l'os le plus long du squelette ;
- Le **genou**, articulation entre le fémur et les os de la jambe avec la rotule ou patella qui la protège ;
- La **jambe** ou **région crurale**, entre le genou et la cheville, dont les os sont le tibia et le péroné ou fibula ;
- La **cheville** qui constitue l'articulation entre la jambe et le pied ;
- Le **pied** que nous avons décrit au chapitre D, d).

- **Le fémur**

- Sa partie antérieure est composée d'une **tête** en forme de sphère qui s'articule avec l'os coxal du bassin par l'intermédiaire de la cavité cotyloïdienne.
- La **tête fémorale** est reliée au corps ou **diaphyse** par un **col** qui forme un angle net et transmet tout le poids du corps au membre inférieur.
- La partie postérieure, ou **épiphyse distale** se termine par deux **condyles** de forme ovale convexe et asymétrique, à l'arrière. Ils sont séparés par une **échancrure inter-condylienne** bien marquée.

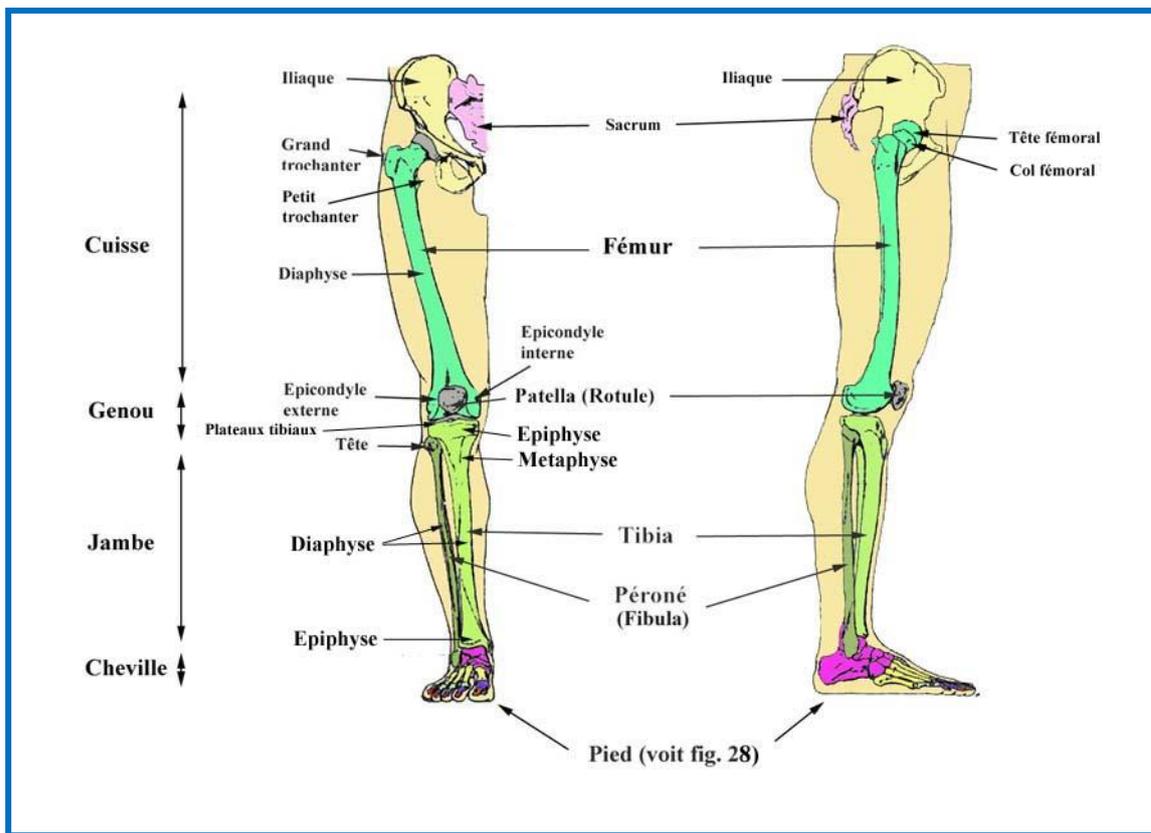


Fig. 45 – Anatomie du membre inférieur humain

○ **La patella** ou **rotule**

- Cet os, similaire à une châtaigne, est situé à l'avant du genou. Il joue le rôle de **bouclier protecteur**. Il se maintient grâce à des tendons.
- La face externe, rugueuse, est rainurée verticalement, tandis que la face interne est lisse et couverte d'un cartilage articulaire.

○ **Le tibia** et le **péroné** ou **fibula**

- Le **tibia**, os massif très solide, possède une **tête** plus large surmontée d'une **crête tibiale**.
- Il s'articule par sa partie antérieure qui se termine par les **plateaux tibiaux** à la partie postérieure du fémur.
- La partie postérieure se termine par deux **condyles** dont l'interne est concave, tandis que l'externe est convexe. Cette partie comporte également une **tubérosité** qui permet l'insertion du **ligament patellaire**.
- Le **péroné** est un os plus fin et plus fragile. Il se situe en position latérale arrière par rapport au tibia.
- Les parties postérieures, ou épiphyses du tibia et du péroné forment le **tenon** de l'articulation de la cheville que l'on appelle la **pince bimalléolaire**.

- **Comparaison des membres inférieurs de l'homme et du chimpanzé**

- Chez les **chimpanzés**, les **fémurs** sont **courts**, en liaison avec un déplacement quadrupède, et **parallèles à la verticale**, ce qui entraîne une position écartée des pieds, comme chez le bébé humain. Cette disposition anatomique oblige le chimpanzé à se dandiner.
- Chez **Homo**, les **fémurs**, liés à la marche bipède, sont **longs** et forment un **angle d'obliquité** d'environ 10° par rapport la verticale (fig. 46). Cette disposition s'acquière mécaniquement et non génétiquement, par un apprentissage à la bipédie. Lorsque l'enfant adopte la position debout, la charge exercée sur les zones de croissance des os longs, situées à chaque extrémité de ceux-ci, se fait plus forte du côté interne de ces plaques de croissance, et l'os répond par une croissance plus forte du côté comprimé (**C. TARDIEU**). De ce fait, les genoux se rapprochent et le pied est ramené près du point de projection de l'axe de gravité. Cette disposition à l'avantage d'obtenir une marche bipède plus économique.

Cet angle d'obliquité fémoral a son importance pour les paléontologues car il est un des critères certains de la bipédie.

- De plus, le **col fémoral** est **plus grand que celui du chimpanzé**.
- Cette disposition des membres inférieurs humains permet de grandes enjambées et une vitesse accrue sans consommation d'énergie musculaire conséquente. Les masses musculaires sont ramenées vers la cuisse, ce qui facilite la mobilisation de l'ensemble en réduisant leur moment d'inertie.

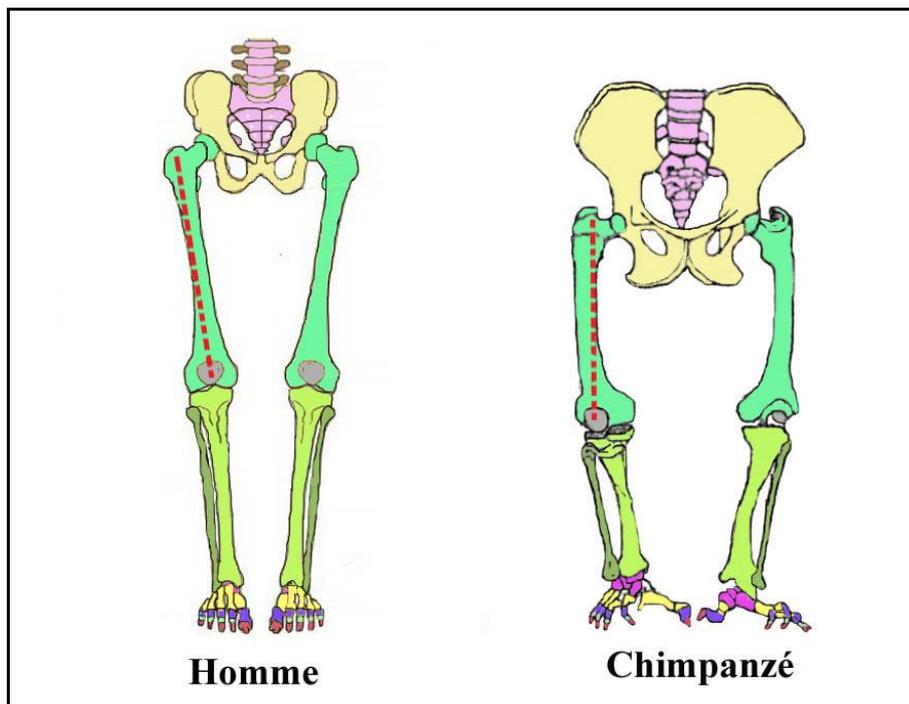


Fig. 46 – Comparaison des membres inférieurs de l'homme et du chimpanzé

e) Articulation du genou

- **Anatomie du genou** (fig. 47)

- L'**articulation du genou** est la plus **complexe** de l'organisme, tant du point de vue anatomique que du point de vue fonctionnel. Elle doit être stable tout en permettant une bonne mobilité.
- L'articulation du genou fait intervenir **trois os** qui sont le **fémur**, le **tibia** et la **rotule**, ainsi qu'un certain nombre de **ligaments**.
- Il est plus adéquat de considérer les articulations qui sont :
 - l'**articulation fémoro-patellaire**, entre la zone postérieure de la rotule et la face antérieure distale du fémur ;
 - l'**articulation fémoro-tibiale** entre l'épiphyse distale du fémur et l'épiphyse proximale du tibia. La conjonction de ces deux os forme un "**ginglyme**", c'est-à-dire, une articulation permettant uniquement un mouvement de flexion-extension dans le plan sagittal
- Les **ménisques** constituent deux coussins de **fibro-cartilage** en forme de "C". Ils sont insérés entre deux os.
 - Leur fonction est multiple :
 - **amortisseurs des chocs** ;
 - **transmission du poids du corps** aux plateaux tibiaux ;
 - **diffusion du liquide synovial** afin de permettre une bonne fluidité du mouvement ;
 - **limitation de la rotation**.
- La rotule, **os sésamoïde**, se situe entre les **tendons fémoral** et **rotulien**. Sa fonction consiste à :
 - **concentrer les forces** exercées sur l'articulation ;
 - à **protéger** le genou ;
 - améliorer l'**extension de la jambe**.
- Les différentes surfaces articulaires sont recouvertes de **tissu cartilagineux** lisse qui minimise le frottement et rend la friction des os fluide et indolore.
- La capsule fibreuse est un conteneur de type "manchon" qui entoure l'articulation du genou
- Le genou comporte un certain nombre de **ligaments** robustes qui jouent un rôle primordial en biomécanique et en physiologie. On trouve :
 - les **ligaments croisés antérieurs** qui s'insèrent à l'avant de l'épine tibiale pour se terminer sur la face médiale du condyle externe ;

- le **ligament croisé postérieur** démarre au niveau de l'échancrure intercondyloïde du tibia pour se terminer dans la partie interne du condyle médial du fémur ;
- le **ligament collatéral latéral** qui s'insère dans l'épicondyle latéral du fémur pour s'accrocher sur la partie externe du péroné ;
- le **ligament collatéral médial**, situé dans la capsule et fixé au ménisque médial.

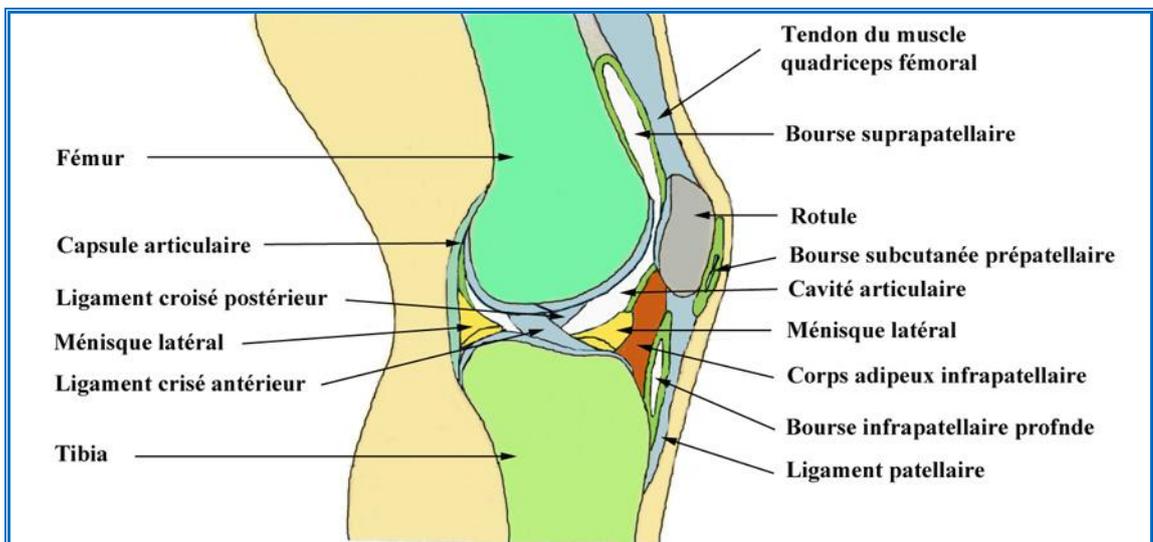
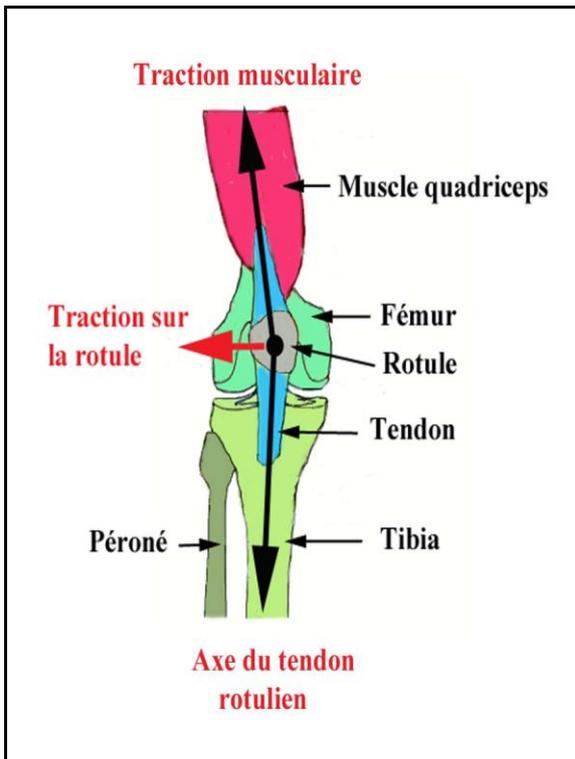


Fig. 47 – Anatomie du genou



- Cette **articulation fémoro-rotulienne** est le **point faible** de l'appareil locomoteur de l'être humain. Du fait de l'obliquité du fémur, les muscles se trouvant sur sa face antérieure, notamment le quadriceps, adoptent cette même inclinaison. Ce muscle s'insère sur l'épiphyse supérieure du tibia par l'intermédiaire d'un tendon puissant qui englobe la rotule. De ce fait, au lieu de tirer la rotule verticalement, il exerce sur celle-ci une traction oblique qui tend à appliquer une tension latérale qui pourrait la luxer (fig. 48).
- Pour parer à cette éventualité, l'**épiphyse distale du fémur** s'est creusée d'un sillon articulaire, la **trochlée**, dans laquelle se place la rotule (fig. 49).

Fig. 48 – Force exercée sur la rotule

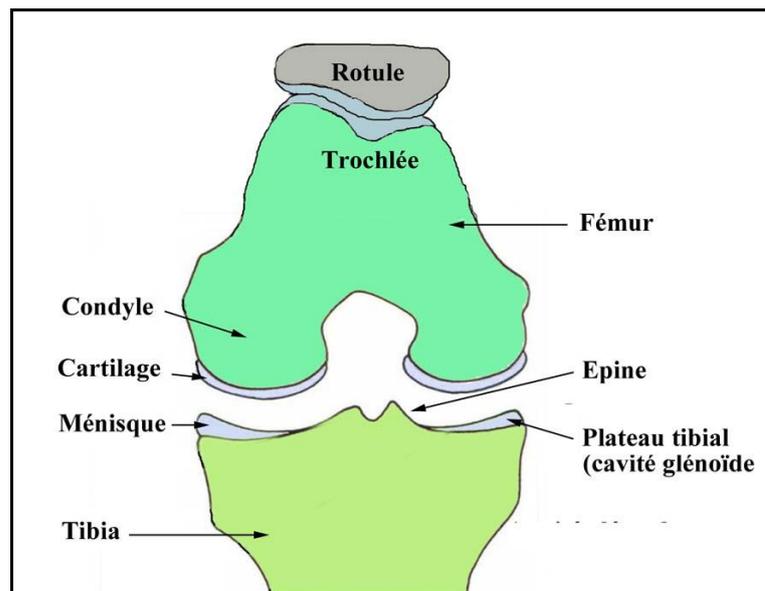


Fig. 49 – Position de la rotule

• Comparaison du genou humain à celui du chimpanzé

- Chez **Homo**, le **genou** est **verrouillé**, permettant l'alignement de la cuisse et de la jambe qui se retrouvent en extension complète.

Cela facilite le mouvement de pendule du corps au-dessus du pied, tout en limitant les efforts musculaires.

- Chez **Pan**, la jambe reste **fléchie**, seule la force musculaire soutient le corps.

Comme le fémur est rectiligne chez le chimpanzé, la trochlée fémorale présente une surface plate, permettant de amples mouvements latéraux à la rotule, situation favorable à la vie arboricole

f) Pied

- **Anatomie du pied**

Voir fiche 9, d), figure 28.

- **Comparaison du pied humain à celui du chimpanzé** (fig. 50)

- Le pied de l'homme ne présente aucune des caractéristiques de l'arboricolisme que l'on rencontre chez les grands singes.

Il est uniquement locomoteur.

- Chez **Homo**, il est **court et compact**, ce qui évite à la fois une trop grande élévation du corps et une trop grande flexion du genou entre l'appui sur le talon et l'appui au niveau des orteils. Il possède une **double courbure**, concave d'avant en arrière et convexe d'un côté à l'autre. La **voute plantaire** est **développée**, avec un relèvement antérieur du calcanéum
- Le **pied humain** est très **spécialisé** ce qui permet une **bipédie permanente**. le **pouce** en **adduction** est prépondérant par rapport aux autres orteils qui ont diminué de longueur.
- Chez **Pan**, le **pouce** est **opposable** grâce à la possibilité d'adduction de l'hallux. Les **phalanges** ont également une **courbure** comme pour les mains.

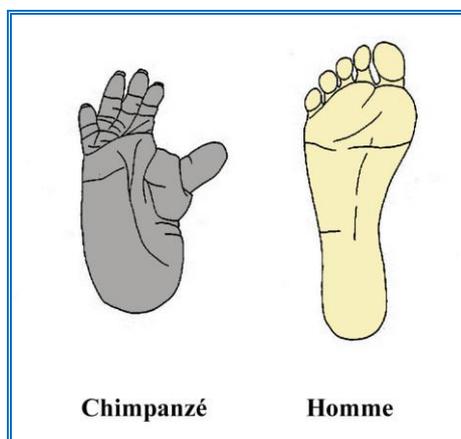


Fig. 50 – Comparaison du pied humain au pied de chimpanzé

g) Membres supérieurs

• Anatomie du membre supérieur humain

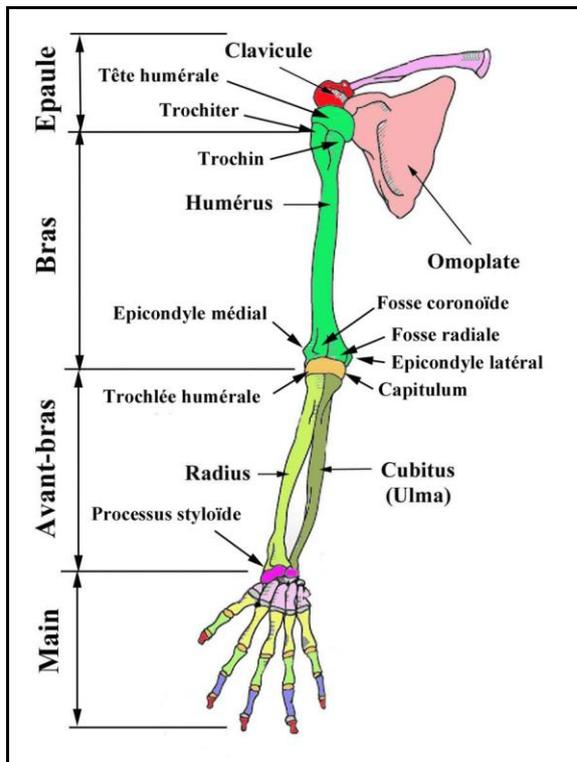


Fig. 51 : Anatomie du membre supérieur

- La main sera décrite dans la fiche 18.

• Comparaison des membres supérieurs du chimpanzé et de l'homme

○ Chez *Homo* :

- les **membres antérieurs** ou supérieurs ne servent plus à la marche et deviennent **disponibles pour d'autres tâches**.
- Bien que longs et musclés, ils ne correspondent qu'à **70 % de la longueur des membres inférieurs**.
- Ils peuvent encore servir à grimper dans les arbres, mais ils sont plus utiles pour **stabiliser le corps pendant la marche** et la course. Ils contrebalancent l'effet d'un membre inférieur long. Le bras suit le mouvement de la jambe opposée évitant aux hanches de pivoter à chaque pas ou foulée

○ Chez *Pan* :

- Le **membre supérieur** est plus **long que le membre inférieur** du fait de la démarche en "*knuckle walking*" et de leur déplacement arboricole en suspension.

- Les **membres supérieurs**, reliés au tronc par l'intermédiaire des épaules, sont constitués de trois segments (fig. 51) :

- Le **bras** qui comprend l'**humérus**, os long en relation avec l'épaule par l'articulation **gléno-humérale**, et à l'avant-bras par l'articulation **huméro-radiale** ;

- L'**avant-bras**, composé de deux os longs :

- le **radius** ;
- le **cubitus** ou **ulna** ;

Ces deux os sont articulés dans leur partie proximale avec l'humérus par l'intermédiaire de la **trochlée humérale**

- La démarche en **position bipède** est **plus chaloupée**.

h) Epaule et ceinture scapulaire

- **Anatomie de l'épaule humaine** (fig. 52)

- L'épaule se compose de l :

- la **clavicule**, os long et étroit, convexe sur les 2/3 de sa face médiane et concave sur le tiers restant de sa face latérale ;
- l'**omoplate** ou **scapula**, os plat et large, situé sur la face dorsale haute de la cage thoracique. Il est en relation avec les sept premières côtes et présente latéralement **deux processus** :
 - l'**acromion** qui s'articule avec la partie latérale de la clavicule ;
 - le **coracoïde** qui se situe au-dessus de la fosse humérale, dont le rôle est de permettre aux muscles moteur du bras de s'insérer.

- Elle comporte **quatre articulations**, plusieurs **muscles** et **ligaments** :

- l'articulation **gléno-humérale** qui est la composante centrale de cette structure car elle établit une cohésion relativement lâche entre l'omoplate et l'humérus au niveau de la **cavité articulaire** ou **glène**. Ces deux sont maintenus en relation par des ligaments qui forment la capsule. Cette disposition permet une grande liberté de mouvement du bras mais elle est relativement délicate et fragile ;
- l'articulation **sterno-claviculaire** qui met en relation au moyen d'une série de ligaments, le sternum, la clavicule et le premier cartilage costal ;
- l'articulation **acromio-claviculaire**, entre l'acromion et la clavicule. Dans ce cas également, l'ensemble est maintenu par deux ensembles de ligaments. Cette articulation permet un mouvement de rotation d'avant en arrière à la clavicule ;
- l'articulation **scapulo-thoracique** qui au sens strict du terme n'est pas vraiment une articulation mais plutôt une espace de glissement. Entre la paroi thoracique et la face antérieure de la scapula.

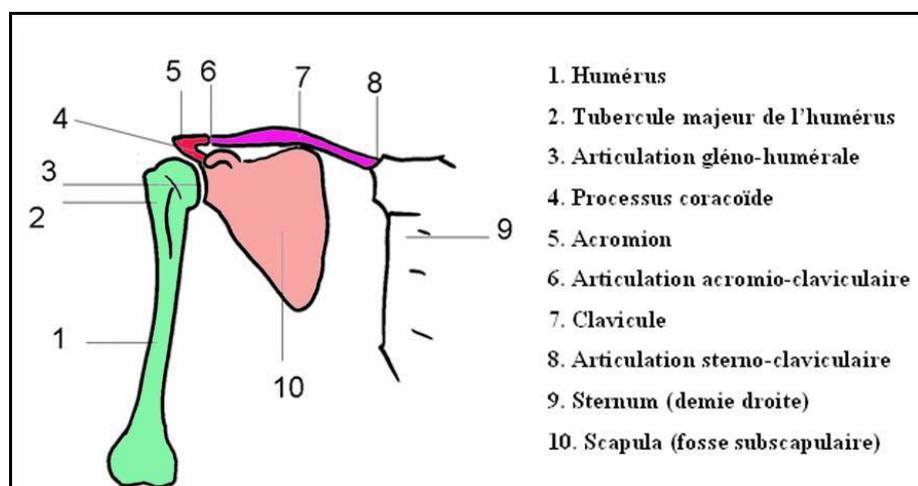


Fig. 52 – Anatomie de la ceinture scapulaire

- **Comparaison entre la ceinture scapulaire du chimpanzé et celle de l'homme** (fig. 53)

- **Chez l'homme :**

- L'**arrière** de la **ceinture scapulaire** de l'homme est **moins fortement relié aux épaules et au haut du dos** ce qui n'entrave pas les mouvements du haut du corps nécessaire pour compenser le balourd des membres inférieurs et permet ainsi une **meilleure stabilisation** du tronc et de la tête pendant la course.
- Les **épaules** sont **larges**, ce qui éloigne les bras de la colonne vertébrale et renforce leur **action stabilisatrice** du haut du corps.
- Du fait de la libération de l'épaule, le **bras** peut effectuer des **rotations de 360°** dans le plan vertical, permettant une **meilleure orientation de la main** dans l'espace.

- **Chez le chimpanzé :**

- Les **omoplates** se sont déplacées des côtes de la cage thoracique **vers le dos**.
- De ce fait, les **articulations des épaules** se sont **libérées**, permettant aux **bras de pivoter sur eux-mêmes**.
- De plus, la **ceinture scapulaire** est **liée solidement aux épaules** ce qui est un **avantage** pour l'**escalade** et la **progression par brachiation**.

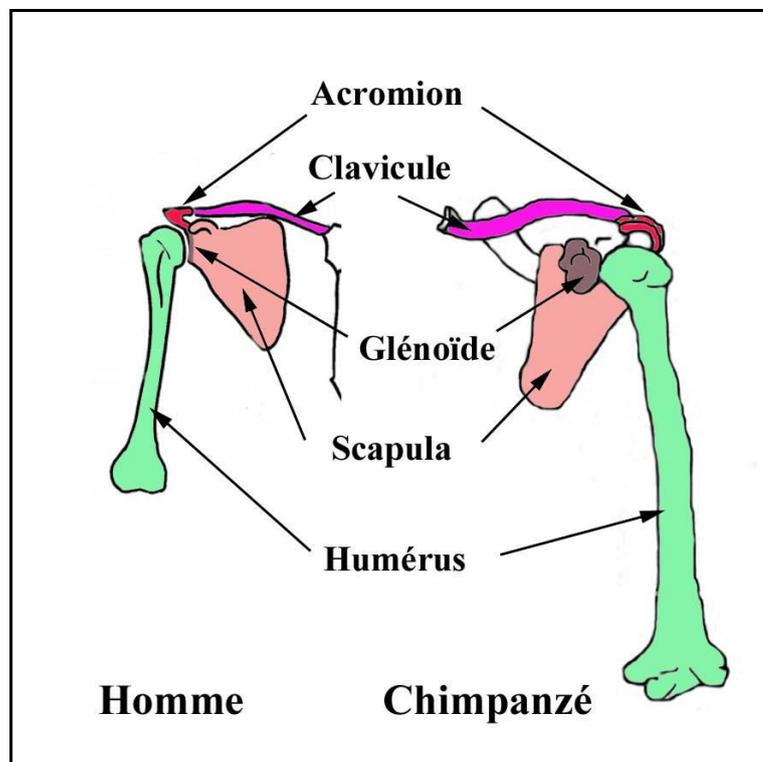


Fig. 53 – Comparaison de l'épaule d'homme et de chimpanzé

i) La main

- **Anatomie de la main humaine** (fig. 55)

- La **main** est la **partie distale du membre supérieur**. Elle est composée de **27 os** dont les mouvements sont parfaitement coordonnés par un **ensemble complexe d'articulations**, de **ligaments** et de **muscles**.
- Elle est l'**instrument parfait de la préhension et du toucher**. Tous ses mouvements sont commandés par les muscles de l'avant-bras. Des **connexions très complexes** se sont établies **entre cette structure et le cerveau** dont l'importance a été démontrée par le neurologue américain **Wilder PENFIELD** (1891 – 1976). (fig. 54).

- Si l'on considère la main dans son ensemble, musculature comprise, on peut la subdivisée morphologiquement en trois parties qui sont :

- Le **poignet** ;
- La **paume**, ou **région palmaire** ;
- Les **doigts**.

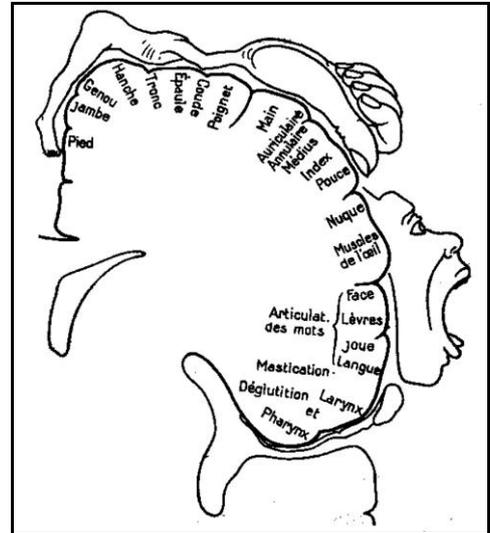


Fig. 54 – L'homonculus de Penfield

- Le **squelette de la main** comporte **trois parties** qui sont de l'arrière vers l'avant (fig. 53) :
 - le **carpe** constitué de **huit os** répartis en **deux groupes**, disposés sur **deux rangées**, un **proximal** et un **distal**, composés chacun de quatre os.
 - Le **proximal** comporte, de l'extrémité latérale vers l'extrémité médiale, le **scaphoïde**, le **lunatum** ou **semi-lunaire**, le **triquetrum** ou **os pyramidal** et le **pisiforme**.
 - Le **groupe distal** se compose, de l'extrémité latérale vers l'extrémité médiale, du **trapèze**, du **trapézoïde**, du **capitatum** ou **grand os** et de l'**hamatum** ou **os crochu**.
 - le **métacarpe** reprend les cinq **métacarpiens** qui établissent la liaison entre le carpe et les phalanges ;
 - Les **phalanges** qui se divisent en proximale, médiane et distale.

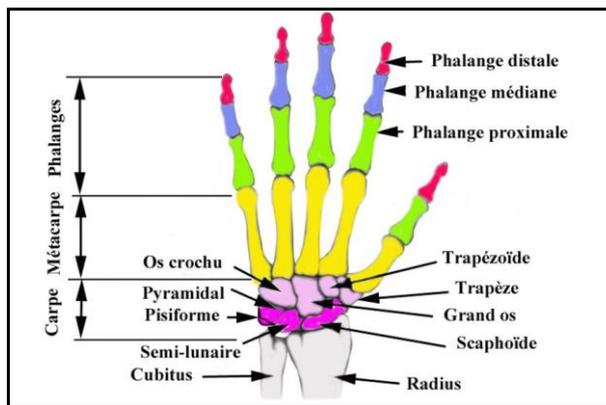


Fig. 55 – Anatomie de la main

- **Comparaison entre la main de chimpanzé et celle de l'homme** (fig. 56)
 - L'**homme** et le **chimpanzé** montrent, au niveau de la main, de **nombreux caractères communs** :
 - Les **doigts** sont **séparés** et le **pouce** est **opposable** aux autres doigts, rendant la **main préhensile**.
 - Le **bout des doigts** n'est **plus spatulé**.
 - La **surface de la paume** devient presque **plate en extension** et s'élargit par rapport à la longueur totale de la main. Le rapport longueur-largeur est pratiquement le même chez les deux espèces, soit 2,2, alors qu'il est de 4 chez le gibbon.
 - Ils possèdent des **ongles plats**.
 - Par contre, **chez l'homme**, la main a conservé une **anatomie indifférenciée** avec une symétrie rayonnante. En d'autres mots elle n'est spécialisée ni pour la suspension, ni pour la locomotion.
 - Elle acquiert une **mobilité plus grande** par rapport au bras, permettant l'exécution de **mouvements plus complexes**.
 - Le **pouce** se développe séparément et devient **plus mobile**, entraînant une **prise index – pouce plus précise**.
 - Augmentation accrue de l'**indépendance des doigts** les uns par rapport aux autres.
 - La zone représentative de la main dans le cerveau prend plus d'importance.

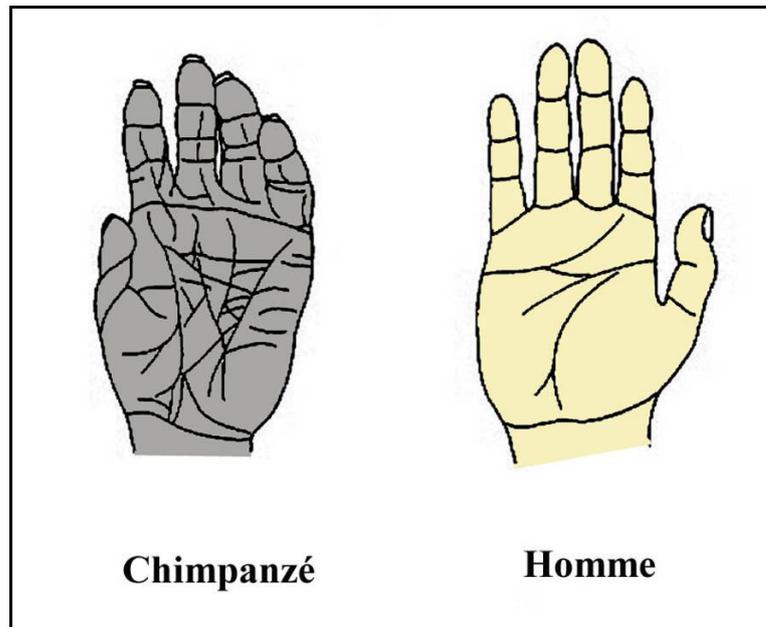


Fig. 56 – Comparaison entre la main du chimpanzé et celle de l’homme