

ANATOMIE COMPAREE - 3

I. Adaptations à une bipédie de type humain

A. Plans corporels

Actuellement, chez les primates, deux **plans corporels** (fig. 27) dominant :

- le plan **pronograde** : le tronc est presque à l'horizontal, légèrement redressé ; la cage thoracique est étroite ; la colonne vertébrale est longue et flexible ; la ceinture scapulaire est en position latérale ; l'os iliaque est étroit et allongé ; les bras ne sont pas plus longs que les jambes.

Adapté à la marche quadrupède, dans les arbres ou au sol.

C'est le cas des **macaques**, des **babouins** ;

- le plan **orthograde** : le tronc est presque vertical ; la cage thoracique est large et aplatie ; la clavicule est robuste ; l'omoplate est placée dorsalement ; l'os iliaque, court et massif assure une surface d'attache musculaire importante ; la colonne vertébrale est courte et rigide ; les bras sont plus longs que les jambes, sauf chez l'homme.

Ce plan convient parfaitement pour le grimper vertical, la suspension et la bipédie.

C'est le cas des **grands singes** et de **l'homme**.

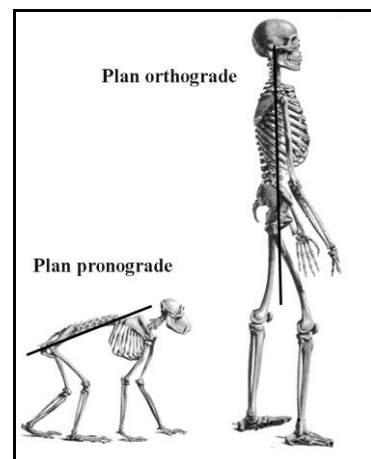


Fig. 27 - Plans corporels

B. Avantages de la bipédie

- La **bipédie**, même occasionnelle, permet une **allure rapide**, sauf chez les grands singes qui peuvent atteindre de grandes vitesses de fuite en démarche "*knuckle walking*".
- Elle permet des **démarrages rapides** grâce à l'énergie potentielle du centre de masse en position élevée ; c'est l'amorce de chute qui provoque le mouvement.
- Cette position haute du centre de gravité **favorise les changements de direction** rapides initiés par la rotation de la hanche.
- L'**accélération de l'allure** est facilitée par l'alignement de la ligne des forces dans l'axe du mouvement, limitant le dérapage.
- En définitive, la **bipédie humaine**, grâce à ses seuls membres postérieurs, autorise la **marche**, la **station debout**, l'**escalade** et la **course**.
- En plus, la position verticale offre une **moins grande surface au rayonnement solaire méridien**. Seuls, le crâne et les épaules sont exposés, contrairement à un animal quadrupède, où pratiquement tout le corps est soumis au rayonnement thermique.

C. Désavantages de la bipédie

- La **position verticale** entraîne des **contraintes ostéo-articulaires plus importantes** du fait que la réaction au sol est plus élevée sur chaque pied.
- L'**énergie de choc** liée à la vitesse et à la masse est absorbée par l'ensemble viscoélastique des muscles-tendons-os.
- Cette énergie sera restituée au pas suivant. L'énergie totale est conservée par une transformation réciproque de l'énergie cinétique en énergie potentielle.
- Dans la bipédie humaine, les différentes masses du corps forment un empilement de pièces oscillantes qui sont mobiles les unes par rapport aux autres selon des axes verticaux.
- La **position est définie en permanence par rapport au référentiel fixe** qu'est la gravité et à des informations congruentes (peau, œil, muscles, tendons, os, etc.) qui permettent le mouvement et sa correction. C'est notre cerveau qui joue inconsciemment le rôle de référence gravito-inertielle
- Du fait de la réduction de la hauteur du bassin qui favorise la marche, l'**accouchement** des femelles humaines devient **plus complexe**.
- Si d'un côté, la **position verticale** diminue la surface corporelle exposée aux rayons solaires, elle **fragilise le cerveau situé en haut de la pyramide** qui se trouve ainsi directement soumis au gradient thermique.

D. Anatomie du pied humain

- Le pied est la **partie distale du membre inférieur**. Il est composé de **26 os**, **16 articulations**, **107 ligaments** et **20 muscles**.
- Il supporte le poids du corps et joue un **rôle majeur dans la locomotion**, l'équilibre, l'amortissement et la propulsion.
- Le **squelette du pied** comporte **trois parties** qui sont de l'arrière vers l'avant (fig. 28) :

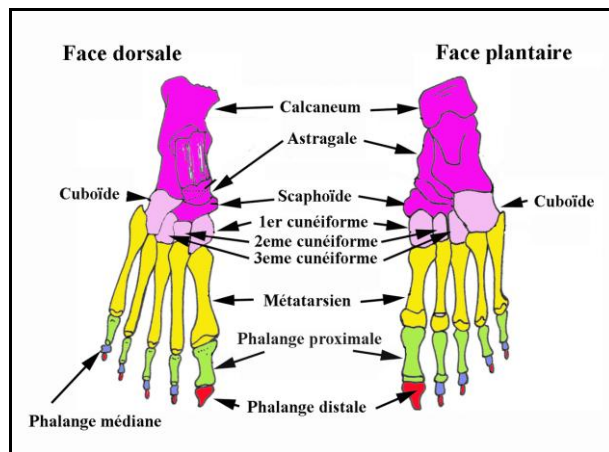


Fig. 28 – Squelette du pied

- le **tarse** constitué de sept os répartis en deux groupes, le **calcaneus** ou **calcaneum** et le **talus** ou **astragale** à l'arrière ; l'os **cuboïde**, l'os **naviculaire** ou **scaphoïde tarsien** et les trois os **cunéiformes** (latéral, intermédiaire et médial) ;
- le **métatarse** reprend les cinq **métatarsiens** qui établissent la liaison entre l'os cuboïde, les trois cunéiformes et les phalanges ;
- Les **phalanges** qui se divisent en proximale, médiane et distale.
- On peut également partager le pied en **deux parties** selon des **critères dynamiques** :
 - La **partie interne** ou **pied mobilisateur** qui intervient durant le transfert du poids du corps, lors de la poussée en appui sur le sol (voir biomécanisme de la marche) ;
 - La **partie externe** ou **pied stabilisateur** qui est sollicitée après la pose du talon.

E. Le polygone de sustentation

- Le **polygone de sustentation** correspond à la **surface des deux pieds plus celle interpodale** (fig. 29).
- Pour que le corps, en station verticale, soit en équilibre au repos, il faut que la projection du **centre de gravité tombe dans le polygone de sustentation**.

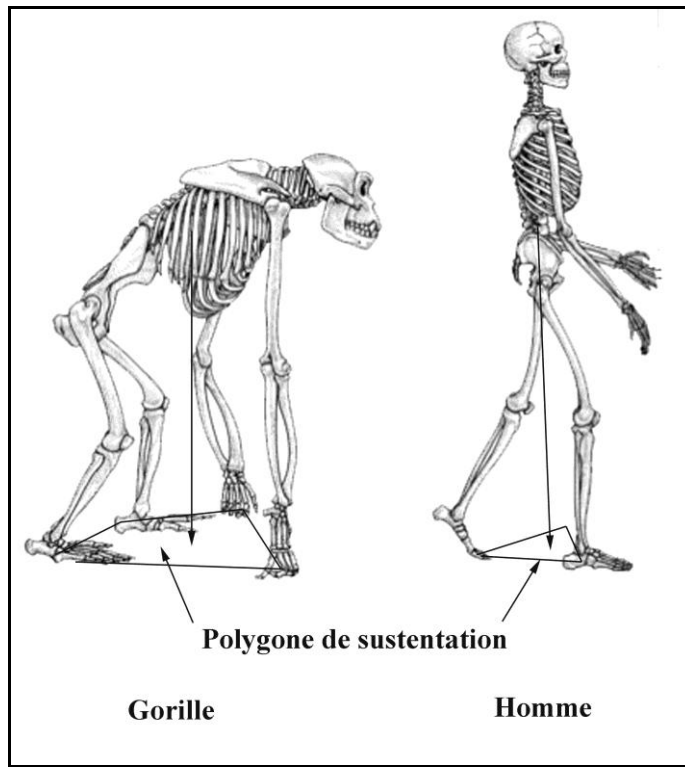


Fig. 29 – Polygones de sustentation

- Au repos, en station vertical fixe, les **points d'appui du pied** sont au nombre de trois (fig. 30) :
 - La **base du calcanéum** ;
 - La **tête du premier métatarsien** ;
 - La **tête du cinquième métatarsien**.

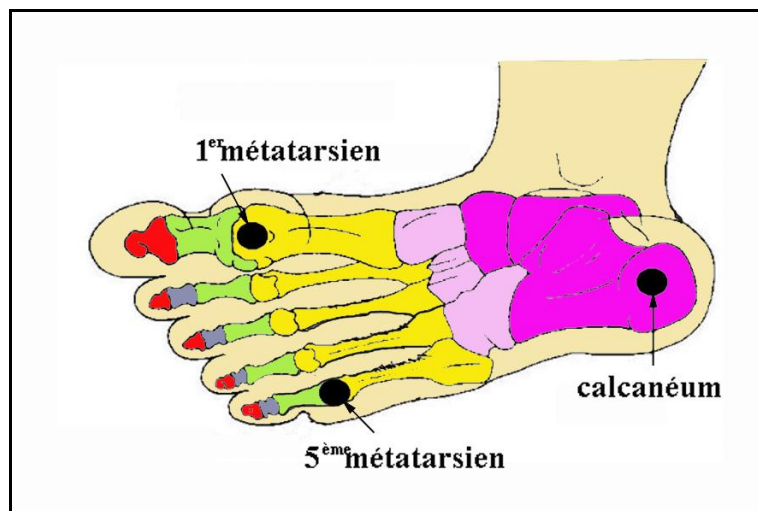


Fig. 30 – Les points d'appui du pied (en vue plantaire)

- Ces points garantissent une **stabilité maximale du pied**. Le poids du corps se répartit entre ces trois points par l'intermédiaire de la **poulie astragalienn**e au niveau de l'articulation de la cheville (fig. 31).

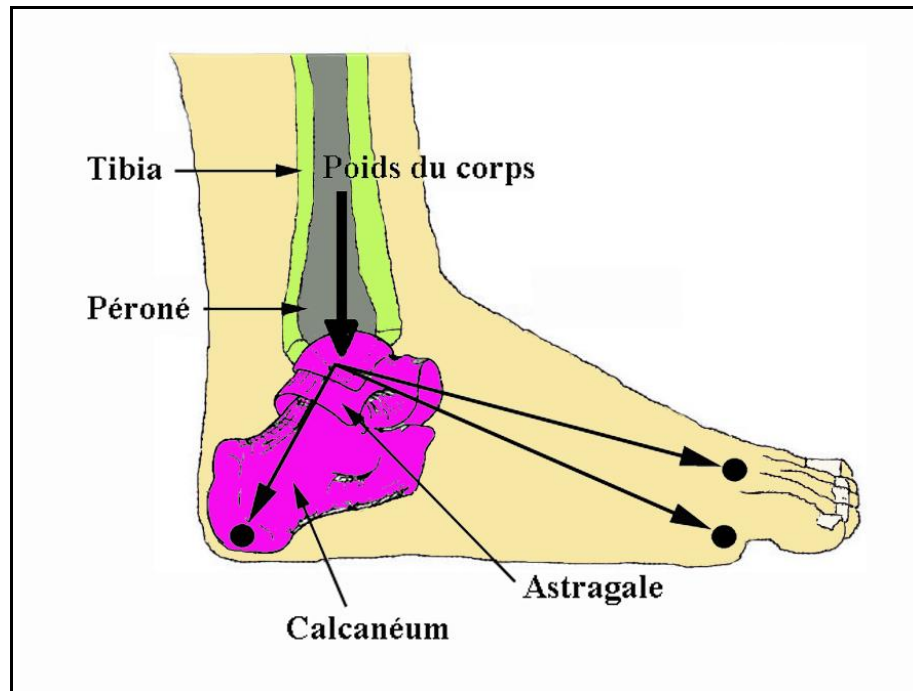


Fig. 31 – La poulie astragalienne

- Une autre caractéristique du pied est la **voûte plantaire** constituée de **trois arches** décrivant au sol un triangle :
 - l'**arche longitudinale interne** entre le calcanéum et la tête du premier métatarsien ;
 - l'**arche antérieure transversale** entre le premier et le cinquième métatarsien ;
 - l'**arche longitudinale externe** entre le cinquième métatarsien et le calcanéum (fig. 32)

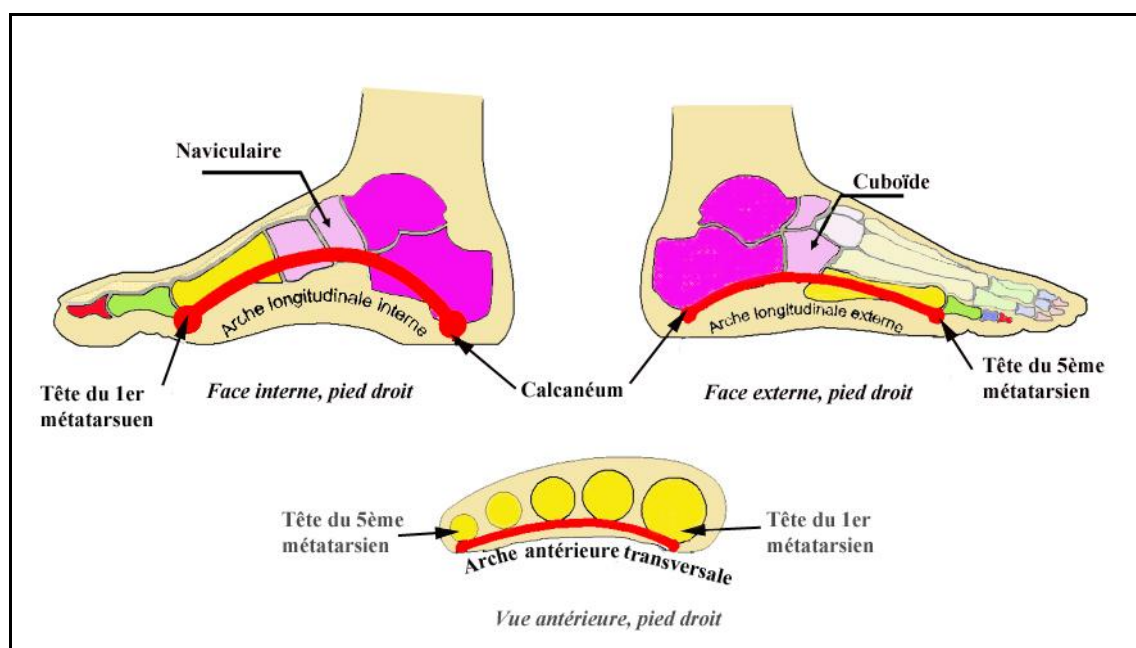


Fig. 32 – Les arches plantaires

- Cette structure osseuse, sous-tendue par des tendons et des muscles, capable de se déformer, a pour **rôle** :

- de **supporter le poids du corps** ;
- d'**absorber les chocs** ;
- de **s'adapter à la nature du sol** ;
- d'intervenir dans la **phase de propulsion** du déplacement.

F. Biomécanisme de la locomotion bipède

La locomotion bipède s'effectue en **deux phases** :

- Une **phase d'appui** ;
- Une **phase d'envol** des extrémités du pied ;
- Durant la phase d'appui, le **déroulement du pied** s'effectue en **trois temps** (fig. 33) :
 - **premier temps** : l'appui est postérieur, le contact se fait avec le talon ;
 - **deuxième temps** : l'appui est complet, la totalité de la surface du pied entre en contact avec le sol ;
 - **troisième temps** : l'appui est antérieur, un mouvement de bascule déroule le pied qui propulse la jambe avec la base du gros orteil qui maintien le contact avec le sol.

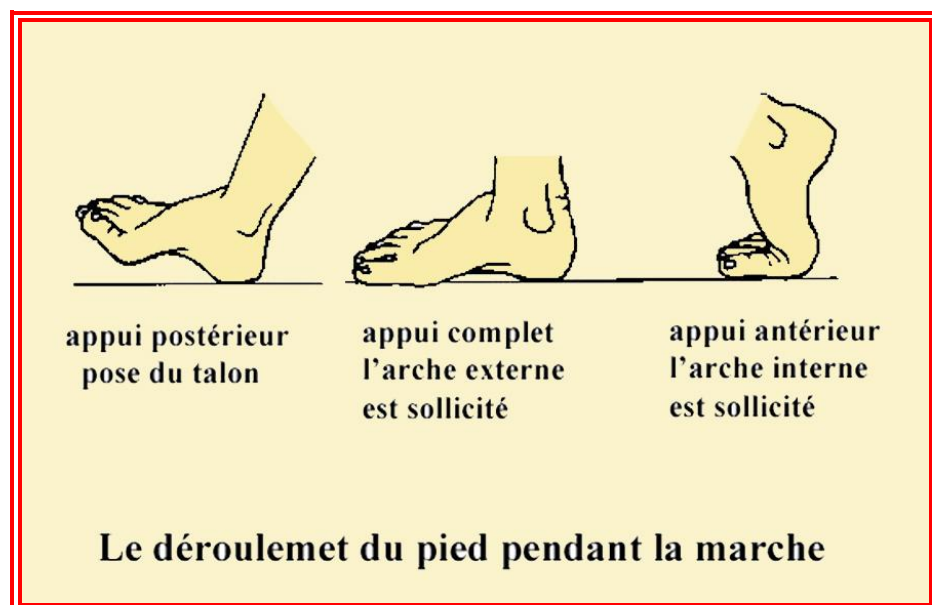


Fig. 33 – Déroulement du pied pendant la marche

- Le marcheur se trouve en **perpétuel situation d'instabilité** et se rattrape par une **succession de double appui**, les deux pieds au sol, et d'appui unilatéral, ou simple appui avec un seul pied au sol.

- En résumé, pour chaque membre inférieur, on définit :
 - une **phase oscillante ou de balancement** ;
 - une **phase d'appui**, simple ou double (fig. 34).

- La **progression** lors de la marche, se fait par **enjambée successive**. Celle-ci correspond à la longueur du pas gauche et du pas droit. Le **pas** représente la **distance entre les deux talons lors d'une phase de double appui**, ou, en d'autres mots, entre le talon oscillant et le talon portant (fig. 35)

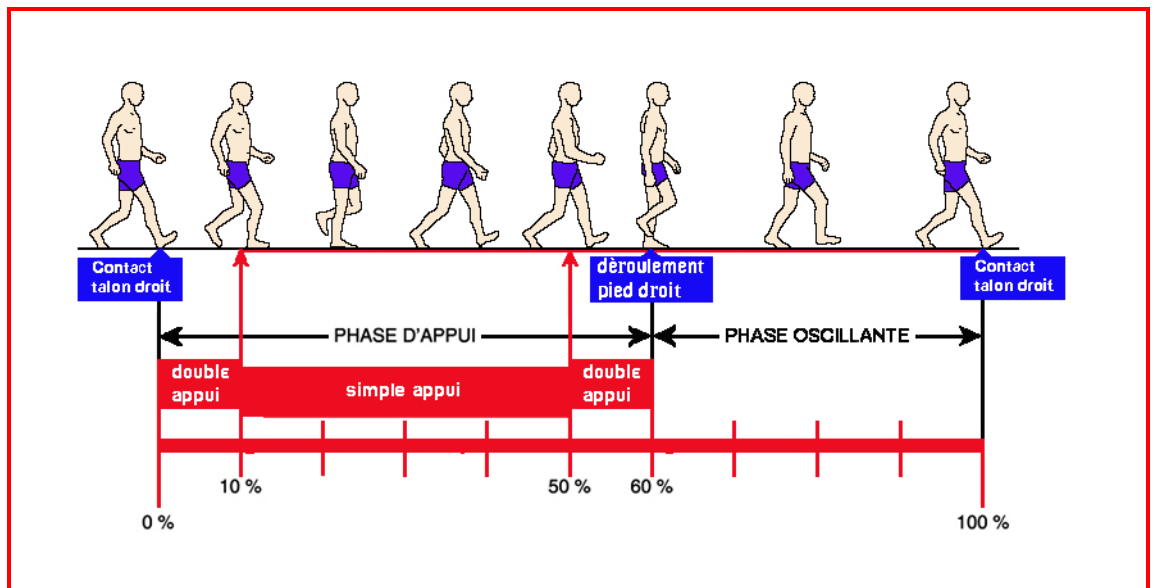


Fig. 34 – Cycle de la marche

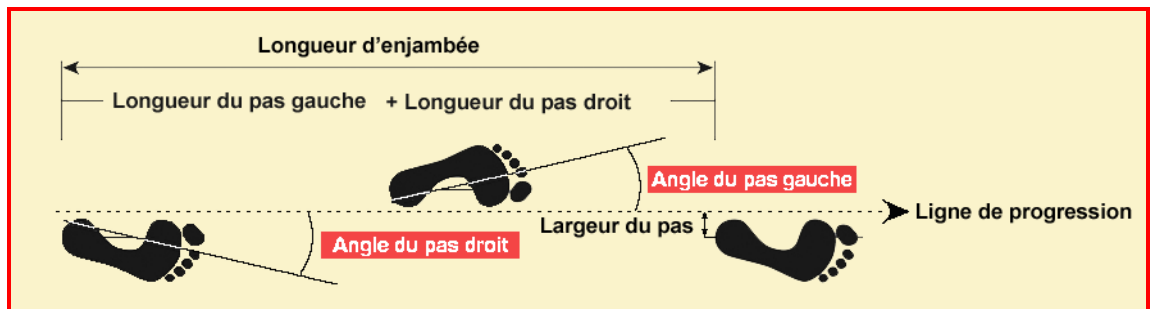


Fig. 35 – L'enjambée et le pas