

« Rendez les choses aussi simples que possible, mais pas plus simples ». Einstein

Le Pied, comment ça marche ?

- Avec ses 28 os, 32 articulations et 28 muscles (en dehors de variations anatomiques) le pied seul pèse environ 1,2kg.
- Il effectue environ 1000 pas / km de marche.
- Il est capable de mouvements puissants durant des moments très brefs (quelques millisecondes)
- Il peut encaisser des charges énormes égales à plusieurs fois le poids du corps mais durant très peu de temps.
- La complexité de sa structure anatomique permet une infinité de mouvements et surtout des changements d'état : de souple, adaptatif et adhérent, il peut passer à un état solide, rigide jusqu'à devenir digitigrade chez certains sportifs. Il existe en effet des systèmes jouant le rôle de raidisseurs tissulaires.

Comme les visages les pieds sont capables de mouvements variés et de déformations. Ils apparaissent semblables mais pas un ne ressemble à l'autre.



Dessin de Léonard de Vinci

Extrait des « pieds plats » F.M

Les os du pied se multiplient d'arrière en avant et se situent, verticalement, dans plusieurs plans :

En arrière, un seul os, la calcanéum, dont nous retiendrons que sa face inférieure présente, deux tubérosités qui sont ses seuls points de contact au sol car cette pièce est relevée en avant, et que sa face interne présente une petite tubérosité, le sustencalum tali, située en haut de cette face et un peu en avant de son milieu.

Sur le calcanéum, un os, l'astragale, remarquable parce qu'unique à ne donner insertion à aucun muscle, ce qui lui confère un rôle mécanique particulier : celui de faire corps, tantôt avec les os de la jambe (le calcanéum, alors, se meut sous lui pour les mouvements d'adduction, associé avec celui de rotation externe), tantôt avec le calcanéum et c'est alors entre la jambe et l'astragale que se produit le jeu de flexion (pied talus) et d'extension (pied équin). Il faut noter que l'astragale croise son grand axe avec celui du calcanéum ; il se dirige en dedans et le déborde, en avant, de sa tête qui se trouve en porte-à-faux.

De ce fait, deux surfaces articulaires sont juxtaposées : l'une astragaliennne, en dedans, l'autre plus basse, calcanéenne, en dehors. Cette disposition permet de discerner au médio-tarse, deux parties, l'une interne, l'autre externe.

Pour la première, en avant de la tête astragaliennne, le scaphoïde.

En avant du scaphoïde, trois os juxtaposés : les cunéiformes.

Le plus interne, le premier, ou gros cunéiforme, est plus étendu dessus, que dessous.

Le deuxième, ou petit cunéiforme, et le troisième, ou moyen cunéiforme, dirigent leur coin vers le sol.

Leur face antérieure s'articule chacune aux bases des trois premiers métatarsiens correspondants.

Ceux-ci se dirigent obliquement vers le sol.

Du côté externe, en avant du calcanéum, le cuboïde. Celui-ci, plus volumineux que le scaphoïde qu'il jouxte, le dépasse en avant et se juxtapose encore au troisième cunéiforme. Il s'articule, en avant, aux quatrième et cinquième métatarsiens. Ceux-ci se posent au sol sur leur tête.

On voit donc qu'il existe deux voûtes parallèles, reposant toutes deux en arrière sur les tubérosités postérieures et inférieures du calcanéum, en avant, sur les têtes métatarsiennes mais que la voûte interne, déterminée par l'astragale, est plus haute que l'externe qui s'établit à partir du calcanéum. D'autre part, ses éléments, plus nombreux que ceux de la voûte externe, sont faits de telle sorte que leur ensemble forme une concavité inférieure. Sa structure est celle d'une voûte gothique, dont la clef est maintenue par la pression ascendante qu'elle reçoit de ses piliers, et d'autant mieux que ceux-ci subissent plus de charge. On en dit qu'elle saute et ne s'effondre pas.

La voûte externe est dans un plan moins élevé, puisque sa clef, le cuboïde, s'articule, en arrière, au calcanéum. Elle n'est pas concave et sa clef, est directement en contact avec ses piliers. Elle peut, normalement, s'abaisser, quand le pied est en charge, au point que son

arche externe se trouve au sol. Le polygone de sustentation du pied est alors un triangle, dont les tubérosités postérieures et inférieures du calcaneum, la tête du 1^{er} métatarsien et la base (la tête ?) du 5^e métatarsien sont les sommets.

Les deux voûtes étant reliées entre elles par de puissants ligaments, l'abaissement au sol de la voûte externe, lorsque le pied est en charge, incline la voûte interne en dehors, relevant ainsi l'arche interne de cette voûte. Somme toute, cette dernière s'appuie, en dehors, sur le contrefort élastique que constitue la voûte externe, tendant ainsi, à augmenter sa concavité. On doit alors conclure que la pesanteur, loin d'écraser la voûte interne, favorise, son élévation.

Notons un fait qui corrobore ce que nous venons d'avancer : la voûte plantaire n'apparaît, chez l'enfant, que lorsqu'il commence à marcher, c'est-à-dire, lorsque celle-ci reçoit le poids du corps.

Ainsi structuré, le pied, lorsque les parties molles sont intactes, ne devrait présenter, comme d'ailleurs tout le corps, qu'un seul aspect : celui de la morphologie normale.

De la morphologie du pied .F.M :

Il faut retenir que le pied s'élargit en avant, du fait que le nombre des os augmente de « 1 à 5 », dans ce sens que les métatarsiens s'écartent ainsi que les branches d'un éventail, et que les phalanges des orteils sont placées dans leur prolongement.

Les bords latéraux des pieds sont obliques, s'écartant en avant : l'externe est rectiligne, l'interne entaillé par la voûte plantaire aligne le calcaneum, la tête du premier métatarsien et le premier orteil.

La voûte interne constitue le principal ressort du pied. Son point le plus élevé correspond au Sustentaculum tali. Son centre est occupé par le deuxième cunéiforme, clé de voûte d'une véritable arche gothique en tension ascendante, accolée à la voûte externe ; celle-ci sorte de contre ressort, est si abaissée qu'elle se décèle à peine sur le bord correspondant.

On comprend alors les terribles absurdités que présente la chaussure actuelle et qui sont :

- le talon qui, empêchant le pied de se poser sur les tubérosités postérieures de la face inférieure du calcaneum, supprime ainsi le premier temps de la marche, en obligeant l'attaque du sol par le bout du pied, ce qui provoque la flexion du genou, alors que la jambe devrait être tendue à ce moment ; Ainsi le « déroulement » du pied qui est le temps suivant, est-il rendu impossible.
- la semelle, plus étroite en son extrémité antérieure, alors que celle-ci devrait être si large qu'elle devrait faire diverger les bords latéraux ;

- *l'intérieur de la semelle qui épouse la face plantaire et bloque ainsi la voûte interne, supprimant le ressort que constitue celle-ci.*

Le pied ne doit pas être considéré comme un segment de membre mais comme un organe déformable, créateur de force et donc de mouvements.

Il est emboîté sous la jambe par la cheville, c'est un organe puissant avec un talon rond postérieur prolongé par un médio pied charnu toujours en appui au sol latéralement, et creusé en voûte à sa partie interne ou médiale, ce qui soulève le coup de pied vers le haut.

A son extrémité distale ou antérieure, les orteils s'étaient au sol plus ou moins en éventail.

Il ne sert pas qu'à supporter le poids du corps, il nous aide à nous propulser lors de la marche tout en permettant que nous gardions un équilibre.

Pour assurer ces 2 fonctions il doit avoir deux qualités principales :

- il doit être solide et fiable, c'est cette dernière qualité (le pied constamment modifie sa vitesse, sa force et sa rigidité) que la robotique essaye de réaliser.
- En tant qu'organe sensoriel il doit avoir la finesse d'un instrument de précision pour assurer sa fonction de palpation et d'équilibration du corps dans l'espace.



Il convient donc d'aborder le pied avec un « tempérament d'orfèvre et d'horloger ».

Le pied est le propre de l'homme, il lui permet la marche de type bipède.

Lors du passage à la position debout, l'équilibre du corps est devenu instable, le polygone de sustentation diminuant.

Il s'est trouvé ainsi réduit à l'appui des pieds au sol, les bras ne sont plus porteurs, alors pour augmenter notre équilibre nous avons déposé notre talon au sol (talon qui n'était pas appuyé au sol lorsque nous étions à 4 pattes, mais qui se trouvait au milieu de la jambe).

Au lieu d'avoir un polygone réduit à la seule surface des orteils au sol, nous avons dû poser notre talon.

Cela fut énorme et essentiel à notre confort mais a demandé beaucoup de longueur à nos muscles postérieurs, et à la grande chaîne musculaire postérieure, d'où l'apparition des courbures rachidiennes et adaptation et modification de la structure de notre bassin (voir aussi le dossier sur la hanche).



La mobilité du pied : comment ça marche un pied ?

La mobilité du pied est due aux mobilités combinées des 33 articulations expliquant ainsi les capacités d'adaptation étonnantes de cet organe. Il suffit de regarder un enfant jouer avec ses pieds pour comprendre combien les mouvements sont complexes et exige une mobilité articulaire qui va conditionner ces mouvements.

❖ Quelle est l'origine des mouvements ?

C'est la force des muscles qui est à l'origine des mouvements. Nos muscles obéissent aux impulsions du système nerveux qui commandent et régulent les mouvements.

❖ Quels sont les mouvements extrêmes du pied ?

Le pied possède 2 mouvements principaux, l'un vers l'intérieur (l'inversion), l'autre vers l'extérieur (l'éversion).

Les mouvements classiques de flexion, et d'extension contribuent à la réalisation de ces 2 mouvements extrêmes.

Lorsque le pied est en appui au sol, les mouvements diminuent en amplitude, avec l'âge le pied normal a tendance à se creuser (par augmentation du tonus de la chaîne musculaire postérieure, si on ne s'en occupe pas.... ce qui n'est pas notre cas)

❖ A quel moment le pied est-il fabriqué ?

Chez l'embryon humain, au 3ème mois, le pied est totalement constitué.

❖ En fait nous n'avons pas 2 pieds mais 4 pieds, on parle en effet du **pied calcanéen et du pied talien**.

Le pied calcanéen est le pied en charge, il forme l'arche externe du pied, il comprend 10 os : les 3 phalanges du IV et du V orteil, les 4 et 5ème Métatarsien, le cuboïde et le calcaneus.

Sur le plan musculaire ce pied donne attache à 2 muscles :

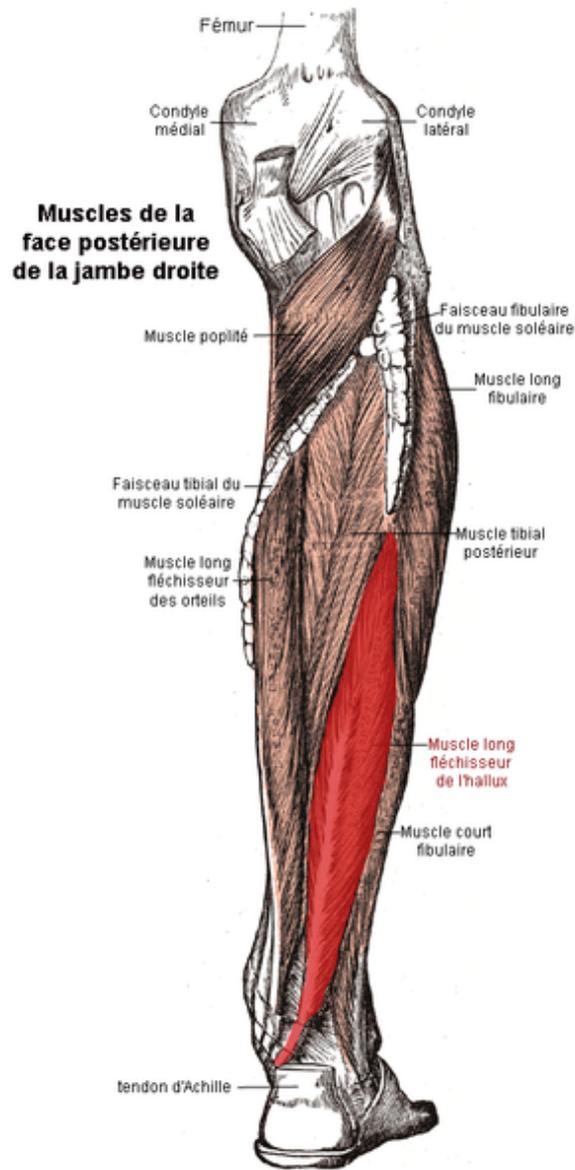
- Le puissant triceps sural, (vient de la loge postérieure de la jambe et s'arrime sur la tubérosité postérieure du calcaneus, quelques fibres se prolongent sur l'aponévrose plantaire).
- Le muscle court fibulaire qui part de la face latérale de la jambe et qui se termine sur le V méta.



Ce pied calcanéen va servir de point d'appui à 3 muscles destinés au **pied talien**.

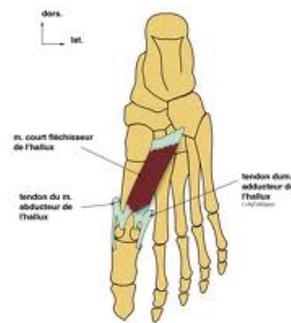
- le long fibulaire que passe sous le cuboïde.
- Les fléchisseurs longs des orteils (flech commun)

- Le fléchisseur propre de l'hallux (passe sous le sustentaculum tali),



Les muscles intrinsèques du pied calcanéen sont au nombre de 3, ils sont situés à la face plantaire.

- la partie inférieure du calcaneus donne attache à l'aponévrose plantaire sur laquelle s'attache le court fléchisseur des orteils, et la chair carrée de Sylvius qui va rejoindre le tendon du fléchisseur long des orteils.
- Le court ABD du 1, s'attache à la partie médiale du calcaneum.
- Le court ext des orteils = pédieux s'attache sur la tubérosité antérieure du calcaneum.

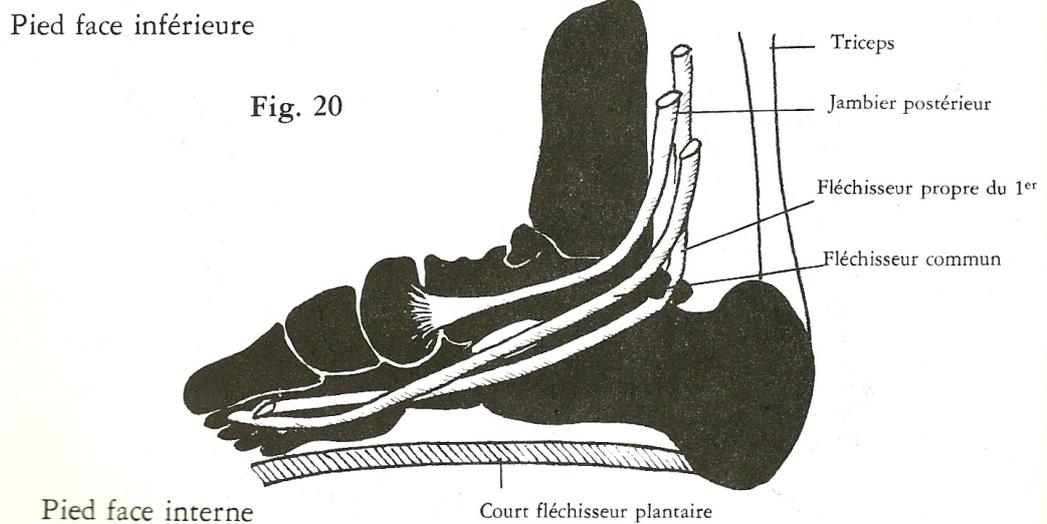
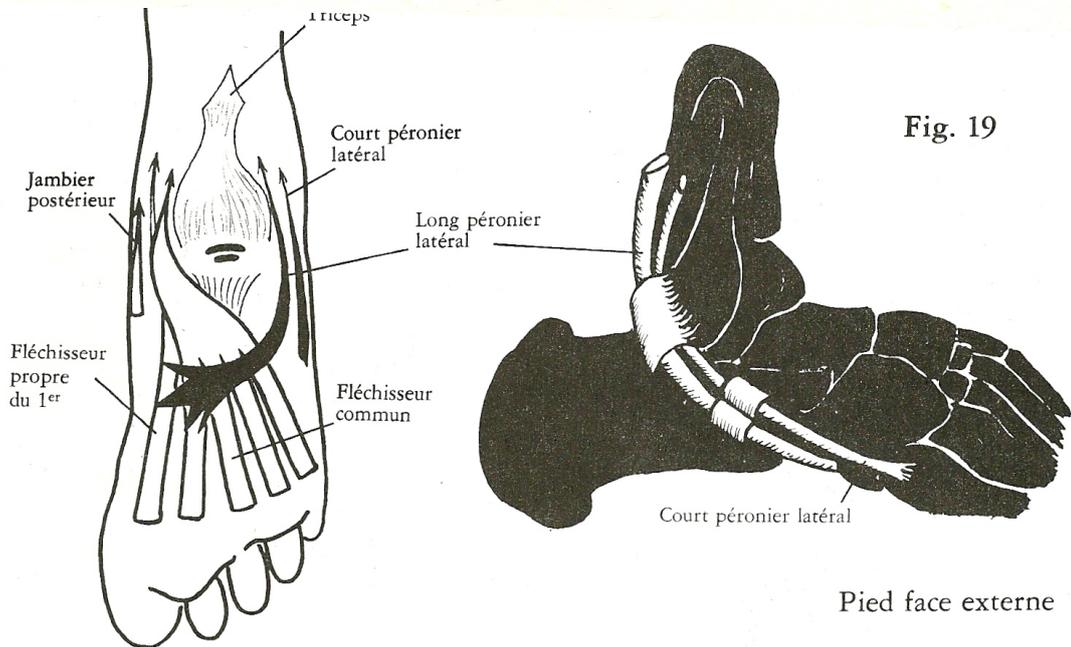


Le pied calcanéen n'a aucun rapport articulaire avec la jambe, mais il donne attache à l'un des faisceaux du puissant Ligament latéral externe (ligament collatéral latéral)
 Cette portion du pied n'a donc qu'un rapport ligamentaire avec la fibula (péroné).

Le pied talien, comporte 16 pièces osseuses.

Le talus (astragale), le naviculaire (scaphoïde), le 1er cunéiforme, P1 et P2 du 1, constituent l'arche médiale du pied et forme la voûte plantaire.





Stabilité antéro-postérieure du pied :

Le centre de gravité tombe en avant des malléoles, ce sera donc la tension des muscles postérieurs, surtout le soléaire, qui assurera la verticalité de la jambe. Les muscles jumeaux auront plus une vocation dynamique.

La verticalité est la grande spécificité de l'espèce humaine, et le plan postérieur avec le muscle soléaire, n'a pas de correspondant dans le plan antérieur.

Il ne faut pas oublier que la chaîne musculaire postérieure remonte sur le devant de la jambe son raccourcissement entraînant une déformation des orteils en griffe.

Le pied doit être élargi et allongé.

La voûte plantaire :

C'est un ensemble architectural associant harmonieusement des éléments ostéo articulaires, ligamentaires et musculaires du pied.

Dans le cadre de la bipédie, la voûte plantaire nous a permis d'assumer cette nouvelle fonction, permettant au pied de s'adapter à toutes les inégalités de terrain lors de la marche en terrain accidenté.

La voûte présente 3 arches et 3 points d'appui. Sa forme peut être représentée par une voile, un foc gonflé par le vent.

Ses points d'appui sont la tête du 1^{er} métatarsien, la tête du 5^{ème} méta, et le calcaneum.

Cette voûte comme en architecture n'a nullement besoin d'être soutenue. Plus on va la soutenir chez les nourrissons avec « des chaussures spéciales qui tiennent le pied ...», et moins elle va se structurer à l'aide des éléments ligamentaires, musculaires prévus à cet effet.

Certains anthropologues n'hésitent pas à prédire des temps où l'homme marchera sur des pieds réduits à l'état de moignons....cette théorie s'appuie sur l'atrophie des orteils, et la perte de l'abduction de l'hallux !!! Enfin certains scientifiques s'intéressent à ces choses là...

C'était sans connaître le travail de Françoise Mézières, et l'on voit très bien combien rien n'est figé et que redonner mouvements à ses pieds, comme nous le faisons dans nos groupes, est tout à fait possible.

La plante du pied est un champ de capteurs sensitifs et sensoriels.

Extrait des « Pieds plats » Françoise Mézières :

Or, si les appareils sustentateurs de la voûte empêchent celle-ci d'accomplir son rôle de ressort, les chaussures sont aussi néfastes, et pour saisir tout ce qu'elles comportent d'irrationnel, il est nécessaire de considérer les attitudes du pied pendant la marche.

Celle-ci comporte deux périodes : une période de double appui, et une période de simple appui.

A partir de la position debout, (double appui), dans un premier temps, le pied, d'un côté, se relève et la cuisse se fléchit. C'est la période de simple appui qui débute.

Dans un second temps, la cuisse reste fléchie, et la jambe s'étend, le pied restant relevé.

Dans un troisième temps, la jambe tendue s'abaisse et le pied, toujours relevé, attaque le sol par le talon.

La période de double appui commence : le pied de la jambe d'appui (postérieure) soulève le talon, propulsant ainsi le corps en avant, en même temps que le pied de la jambe oscillante abaisse sa pointe. C'est « le déroulement du pied » ; la jambe oscillante devient jambe d'appui.

La jambe d'appui (postérieure), va devenir jambe oscillante, le pied se relevant pour ne pas traîner au sol tandis que la cuisse se fléchira. Et ainsi de suite.

On voit que le pied, à chaque pas, effectue un mouvement « en tampon-buvard », dit « déroulement d'appui », étant d'abord sur le talon, puis sur toute la plante, enfin sur la pointe, tandis que la pression au sol se déplace d'arrière en avant, selon un vecteur, d'abord oblique vers le bas et l'avant puis vertical, puis oblique vers l'arrière et le bas.

On imagine combien ce déplacement de la pression intéresse les ressorts plantaires qu'un « soutien » fixe, tel le postiche, ne peut que bloquer.

De même apparaît ce que devrait être une chaussure rationnelle à savoir que, pour permettre l'attaque du sol par le pilier calcanéen, elle ne devrait comporter aucun talon, si mince soit-il, afin de permettre le jeu

des ressorts plantaires, elle devrait être plate intérieurement (car c'est le pied qui s'adapte au sol et non le sol qui se conforme au pied). Enfin, la semelle devrait épouser le contour du pied en charge, c'est-à-dire lorsque les orteils sont parfaitement étalés.

Nous savons hélas, qu'il y a peu de chances pour que l'industrie de la chaussure se plie à de telles nécessités de la nature que notre civilisation s'acharne par tous les moyens à contraindre, au besoin par la mode !

Nous savons aussi qu'en dépit des énigmes que sont, pour eux les dysmorphismes, du pied et d'ailleurs, les tenants des théories classiques répugnent à reconsidérer les bases de leur formation ; nous n'en répondrons pas moins aux questions qu'ils se posent en affirmant :

Que c'est en fonction de la morphologie normale de tout le corps, que le sujet doit être examiné ;

Que cet examen doit porter sur la mobilité normale de tous les articles ;

Que cette mobilité doit être observée sur l'attitude correcte de tout l'ensemble ;

Que, seul cet examen permettra de connaître la cause du dysmorphisme, laquelle n'est jamais autre que l'hypertonie des muscles lordosants et rotateurs internes ;

Que ce déséquilibre du tonus n'est remédiable que par l'extension prolongée de muscle raides, en position parfaite des axes ;

Que ce seul traitement corrige l'esthétique générale, rétablissant la mobilité de tous les segments.

Nous savons encore que sera chagrinante la nécessité d'avoir à traiter tout le corps lorsqu'une partie seulement semble requérir nos soins. Et enfin que notre mode de traitement est d'une application difficile et fatigante pour le praticien, autant et plus que pour le patient, mais la certitude d'atteindre le but, c'est-à-dire la guérison du malade, suffit à justifier nos efforts.

Bibliographie :

Extrait de : « Le pied comment ça marche ??? » éd.Sauramps Médical,
Maestro,Rivet,Ferré.

Conférence F.Mézières :Les pieds plats.

