

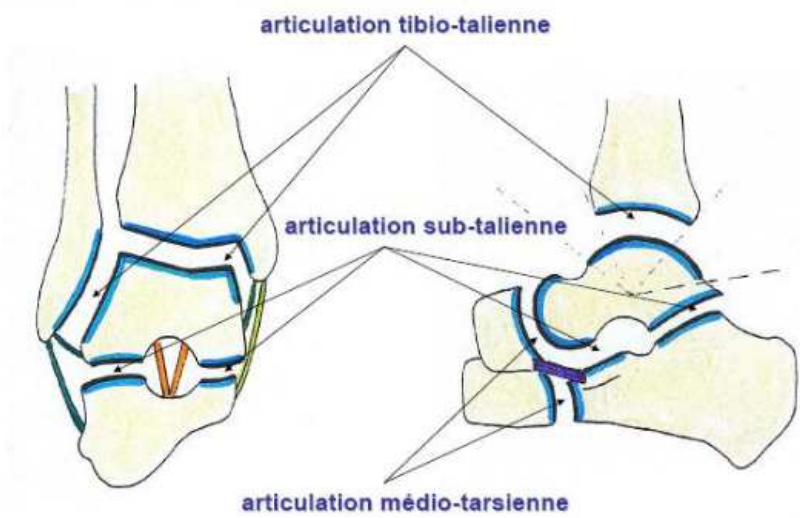
**EIA LOCOMOTEUR
ANATOMIE**

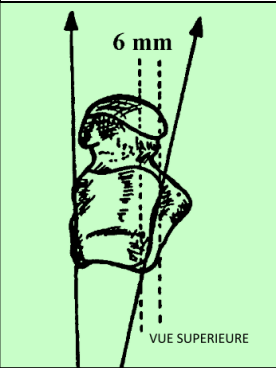
**ANATOMIE FONCTIONNELLE
ET BIOMECHANIQUE DE LA
CHEVILLE ET DU PIED**

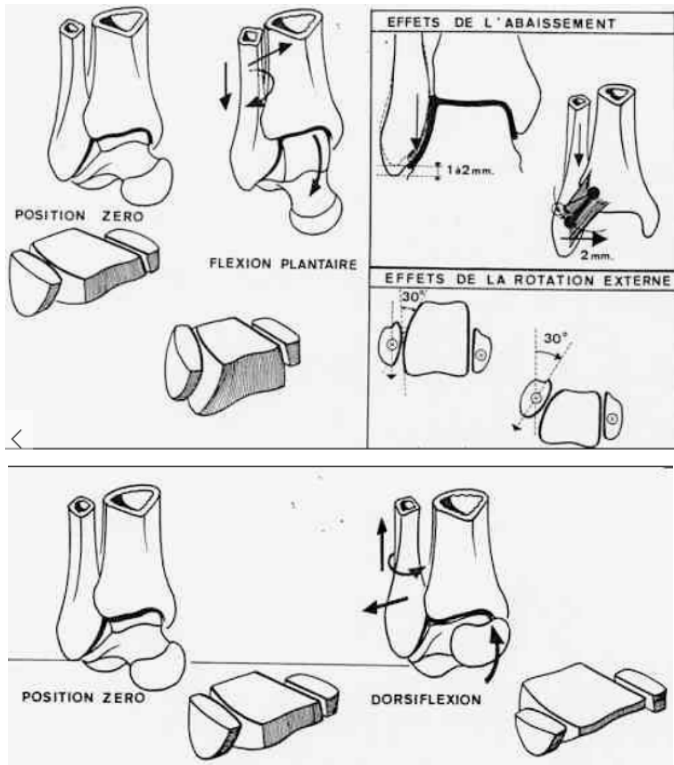
I. OSTÉOLOGIE DU PIED

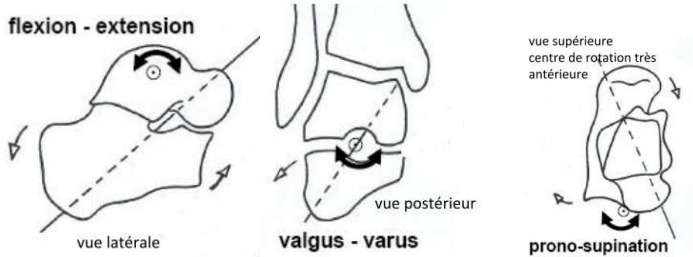
Ostéologie	
Tarse postérieur	- En clinique, l'arrière pied : • Calcanéum : sustentaculum tali (si fracture : lgt glénoïdien atteint) • Talus ou astragale, au-dessus. Entre 3 articulations. - Il existe une divergence entre le talus et le calcanéum.
Tarse antérieur	- En clinique, le médio-pied : • Os cuboïde, en avant du calcanéum. • Os naviculaire, branché en avant au talus. • Os cunéiformes : le 2^{ème} est le plus petit et fixe dans l'axe.
Avant-pied	- Métatarsiens et orteils. - Rmq : la tête des métatarsiens ne sont pas au même niveau.
Latéral/médial	- Tarse médial comprend : le talus, le naviculaire, les cunéiformes et les 3 méta. - Tarse latéral comprend : le calcanéum, le cuboïde et les 2 derniers méta.
Schéma	Vue dorsale

II. ARTICULATION ET APPAREIL LIGAMENTAIRE

Articulation : Généralités	
Talo-crurale*	- Ou articulation tibio-talienne. - Articule la fibula, le talus et le tibia.
Sous-talienne*	- Articule le calcanéum et le talus. - Pivot central du pied (inversion/éversion). - Permet d'absorber les mouvements de rotation et latéralité.
Chopart	- Médio-tarsienne. • Cuboïde et naviculaire en avant • Calcaneum et talus en arrière
Schéma	
Remarque	- Le talus est un intermédiaire de 3 articulations : • Tibio-talienne (Talo-crurale) • Sous-talienne. • Médio-tarsienne (Chopart). - L'écart entre la fibula et le tibia doit être stable (flexion dorsale).
Tibio-fibulaire distale*	-
Lisfranc	- Tarsométatarsienne. - 3 articulations planes. - M1 est très important pour l'appui et l'impulsion à la marche. - M2 est encastré et freine la mobilité. - Selon la morphologie (égyptienne, grecque ou carré), il peut s'agir d'un facteur défavorable à l'hallux valgus.
Orteils	-

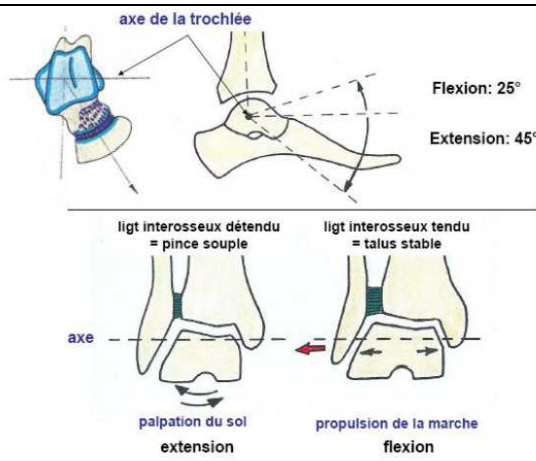
Articulation Talo-crurale	
Poulie talienne	- Gorge médiane vers le dehors. - Versant interne et externe convexe. - Le talus est plus large en avant qu'en arrière. (Permet la dorsiflexion) - Les joues sont asymétriques en contact avec les malléoles (= joue externe plus grande et postérieure).
Schéma	 L'articulation permet : • La flexion (20-30°) • L'extension (30-50°) = amplitude 70-80°. • Abduction/Adduction : faible 5°. • Pronosupination ou inversion/éversion : faible 4°
Malléoles	- La fibula et le tibia forment une pince bimalléolaire autour du talus. - Les malléoles sont asymétriques : • En taille (latérale plus grande). • En forme. • En hauteur (latérale descend plus bas). • Dans le plan sagittal.
Tibia	- Il existe une stabilité passive osseuse du tibia dans le plan sagittal. - Le pilon tibial orienté en bas et en avt et dépasse en arrière (marges tibiales).
Capsule	- La capsule ligamentaire (passive) participe à la stabilité dans le plan frontal : • Ligaments latéraux. • Ligament tibio-fibulaires distaux • Rmq : si les lgt tibio-fibulaires sont sectionnés = charge en dedans. - Dans le plan sagittal et horizontal : • Faisceaux ant&post des ligaments latéraux.

Articulation tibio-fibulaire distale	
Rôles	- La pince malléolaire joue un rôle important. - L'orientation des fibres ligamentaires permettent l'ascension + rotation hélicoïdale de la malléole fibulaire lors de la dorsiflexion.
Flexion/extension	- Voir mouvements. 

Mouvements élémentaires	
Axes	Il existe 3 centres de rotation : 
Mouvements	Les 3 articulations correspondent à 3 mouvements élémentaires : - Art. Tibio-talienne = tangage. (Oriente dans le plan sagittal) - Art. Sub-talienne = roulis. - Art. médio-tarsienne = virage. <i>Rmq : les articulations du pied modifient la forme et la courbure de la voûte plantaire pour amortir le pas et s'adapter à l'inégalité du terrain.</i>

Ligaments	
Glénoïdien	- Ou calcanéo-naviculaire plantaire. - Sous la tête du talus.
Calcanéo-cuboïdien plantaire	-
Collatéral	Le latéral (fibula, calcanéum) possède un faisceau moyen le plus solide Une entorse externe est donc grave pour l'articulation talienne.
Ligaments de l'articulation talo-crural	- Ligament latéral : 3 faisceaux + ligament talo-fibulaire : • Ligament antérieur : talo-fibulaire. • Ligament intermédiaire : calcanéo-fibulaire +++ solide. • Ligament postérieur : talo-fibulaire. SCHEMA 28 - Ligament médial : 2 plans, + résistant : • Ligament deltoïdien superficiel et profond. • Ligament glénoïdien. SCHEMA 28
Bifurqué	- Dans le sinus du tarse. - En cas d'atteinte de ce sinus : sensation que le pied reste collé au sol.
Autres ligaments	- Calcanéo-cuboïdien plantaire. - Talo-calcanéen interosseux. - Talo-naviculaire dorsal. - Talo-calcanéen interosseux.

III. MUSCLES

Mouvements		
Inversion/ Eversion	- INV : Plante du pied vers le dedans : • Extension tibio-talienne. • Varus calcanéen (art. sub-talienne) • Supination médio-tarsienne. - EVE : Plante du pied vers le dehors : • Flexion tibio-talienne. • Valgus calcanéen. • Pronation médio-tarsienne.	
Schéma		
Flexion	- Ou flexion dorsale : vers le haut. - Correspond à la propulsion de la marche : le talus est stable et la fibula s'écarte du tibia. - La fibula monte, tourne sur elle-même (rotation interne) et s'écarte du tibia : • Ecartement bimalléolaire. • Mouvement hélicoïdal ascensionnel. • Rotation médiale fibulaire.	
Extension	- Ou flexion plantaire : vers le bas. - Correspond à la palpation du sol : le talus est instable. - La fibula descend, rotation externe et se resserre sur le tibia = actions des extenseurs.	
Schéma		
Abduction	-	
Adduction	-	

Plan antérieur	
Long extenseur des orteils	- Fléchisseurs dorsaux, inverseurs. - Innervation par L5. - Plus fin que le muscle long extenseur de l'hallux.
Tibial antérieur	- Fléchisseurs dorsaux, inverseurs. - Innervation par L4. - Son tendon passe par un tunnel séparé de l'extenseur.
Remarque	- Atteinte : éversion = effondrement de la voûte plantaire. - L'artère dorsale du pied (pouls) se situe dans la loge antérieure entre l'extenseur des orteils et l'extenseur de l'hallux.
Schéma	

Plan latéral	
Fibulaires	- Le court fibulaire finit sur la styloïde du M5 : éverseur (extenseur). • Le plus gros - Le long fibulaire se perd sous la voûte plantaire : éverseur (extenseur). • Derrière le court fibulaire : gouttière du court fibulaire. • Par le tunnel entre le cuboïde et le calcanéum. • Se finit sur le premier rayon. - Les 2 fibulaires se trouvent derrière la malléole (instabilité de cheville)
Atteinte	- Pas d'éversion, effondrement de la voûte plantaire.

Schéma	
--------	--

Plan médial	
Fléchisseur	- Le long fléchisseur du 1. - Le long fléchisseur des orteils. - Fléchisseurs plantaire = extenseur, inverseurs, stabilisateurs actifs. - Rmq : les fléchisseurs plantaires marchent avec le triceps sural.
TP	- Le tibial postérieur. - Fléchisseurs plantaire = extenseur, inverseurs, stabilisateurs actifs. - Passe à proximité du ligament deltoïdien et glénoïdien

Synthèse des plans latéral & médial

Schéma vue
frontal

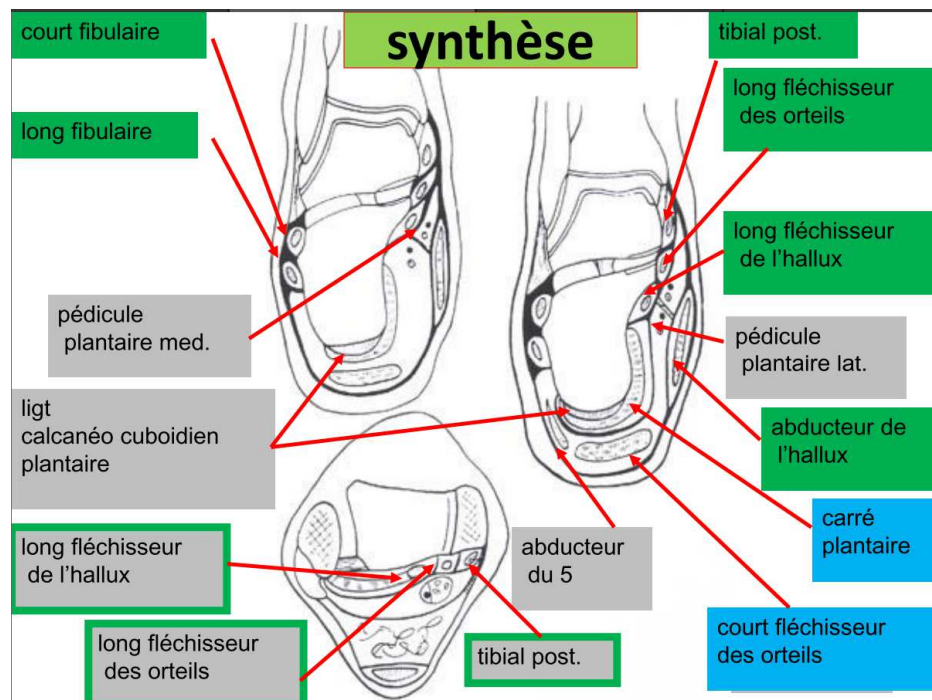
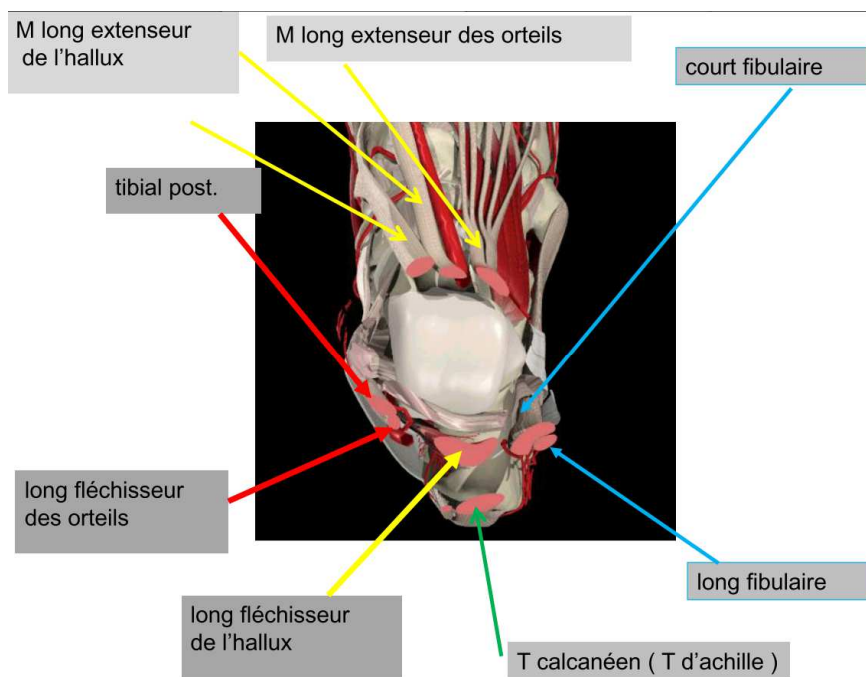
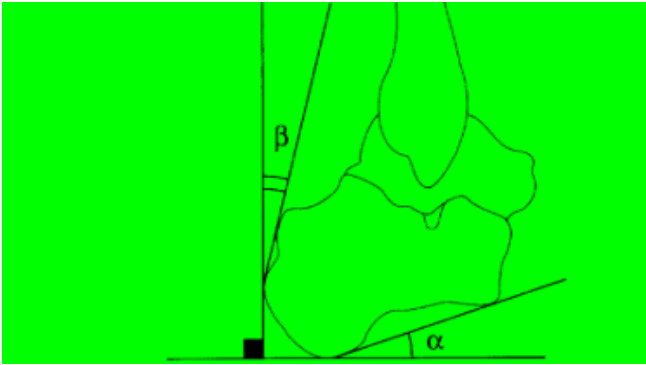
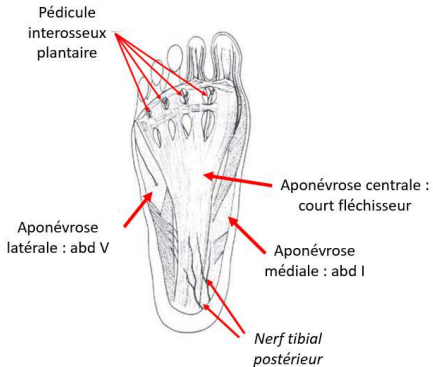
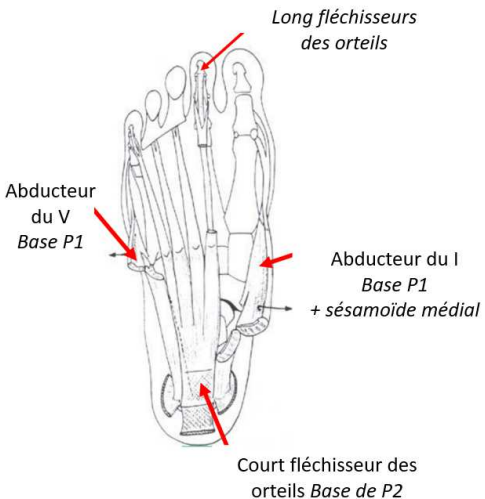
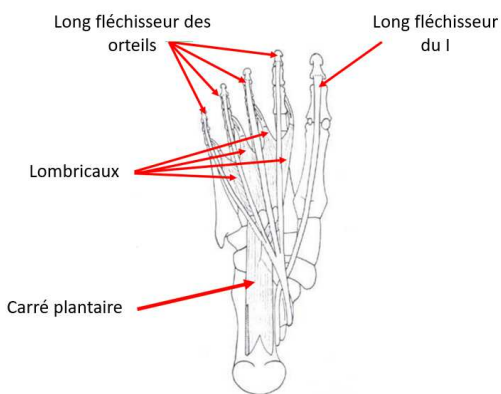
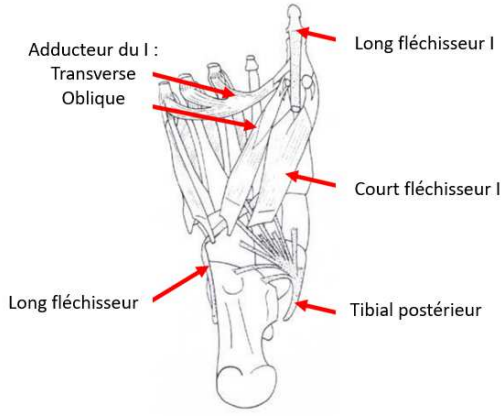


Schéma vue
dorsale

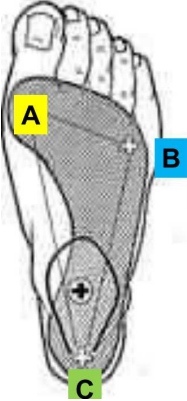
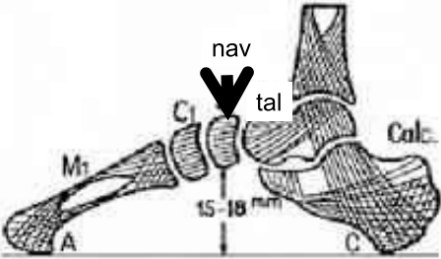
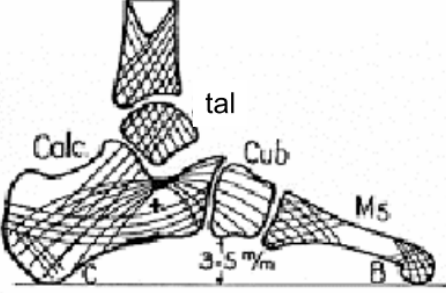


Plan postérieur : système suro-calcanéo-plantaire

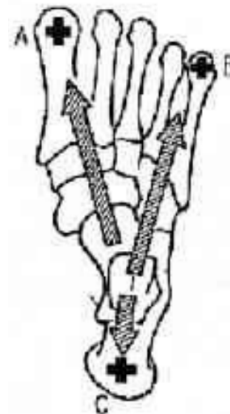
Tendon calcanéen	- Tendon d'Achille : le plus résistant de l'organisme (+ fragilité). - S'inscrit dans le système suro-calcanéo-plantaire. - Se termine dans le périoste de la voûte plantaire (calcanéum) - Bourse séreuse. - Continuité du triceps sural : muscle soléaire et gastrocnémiens. - L'appui au sol se fait par la tubérosité postérieure (angles d'inclinaison + postérieur)
Angles	
Aponévrose plantaire	- Appartient au système suro-calcanéo-plantaire. - Elle comporte 3 parties : • Centrale, moyenne, + épaisse/rigide : recouvre le court fléchisseur des orteils. • Latérale, fine : recouvre le muscle abducteur du V. • Médiale : recouvre le muscle abducteur de l'hallux. - Epaisse au niveau de son insertion calcanéenne : la plus épaisse du corps.
Couche superficielle	

Couche moyenne	
Couche profonde	
Remarque	- Le carré plantaire a une terminaison qui se sépare en 2.
Couche + profonde	

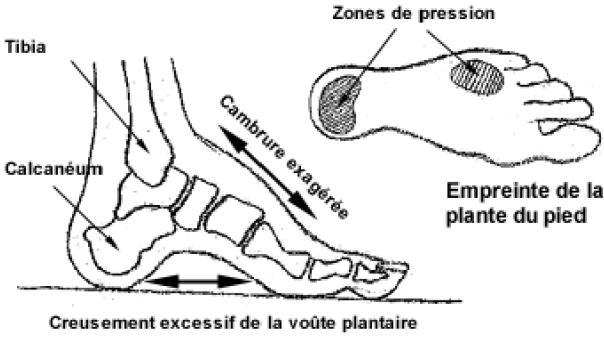
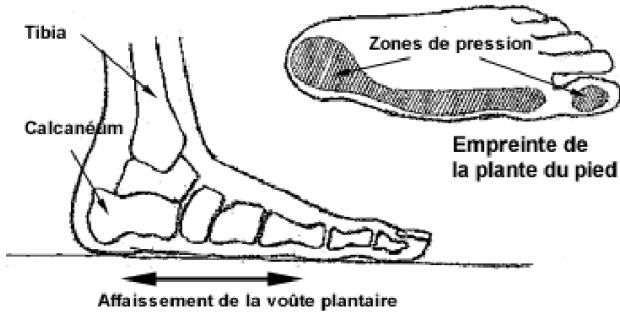
IV. LA VOUTE PLANTAIRE

Voûte plantaire		
3 arches	La voûte est soutenue par 3 points : - (triangle non équilatéral) - La tête de M1. - La tête de M5. - La tubérosité postérieure du calcaneum. Ces points forment 3 arches : - Antérieure (+ courte et basse). - Externe. (Peu élevée) - Interne (+ haute et longue)	
Interne	- Travées osseuses +/- solides : • Travées tibio-calcaneennes post. • Travées tibio-taliennes - Concavité conservée /lgt&muscles : • Tibial post. • Long fléchisseur des orteils. • Long fléchisseur de l'hallux. • Talo-calcaneen. • Calcaneéo-naviculaire inf. • Abducteur de l'hallux. - Opposants de la voûte : • Tibial antérieur. • Extenseur de l'hallux = aplatisseur.	- Elle comprend : • Le métatarsien. • Le premier cunéiforme. • Le naviculaire. • Le talus et le calcaneum. - Elle repose sur le sol par A et C. 
Externe	- Travées osseuses +/- solides : • Travées tibio-calcaneennes post. • Travées tibio-talo-calcaneennes puis cuboïde et M5. - Rigidité (=fracture) est permise par : • Muscle court fibulaire. • Muscle long fibulaire. • Muscle abducteur du V • Extenseur court des orteils. • Gd lgt calcaneéo-cuboïdien plantaire. • Gde apophyse du calcaneum.	 - Elle comprend : • M5. • Le cuboïde. • Le calcaneum. - Elle repose sur le sol par B et C (contact au sol par l'intermédiaire des parties molles)

Antérieure Et courbure transversale	- Passe par : • La tête de M5. • La tête de M2 = clé de voûte. • M1 sur les 2 sésamoïdes. - Elle repose sur le sol par A et B, mais les parties molles permettent un appui sur toute l'arche. Maintien assuré par : • <i>L'abducteur du I.</i> • <i>L'abducteur du V.</i> • <i>FCO et CFO.</i> - Elle est tendue par le <i>fx transverse abducteur du I</i> et le <i>lgt inter métatarsien</i> - La courbure transversale est présente sur l'arche antérieure + au niveau des cunéiformes et naviculaire-cuboïde, maintenue par : • <i>L'abducteur du I.</i> • <i>Long fléchisseur</i> • <i>Le tibial postérieur.</i>
Remarque	L'axe du pied (la faîtière de la voûte) passe par : • Le 2^{ème} cunéiforme. • M2. Contrainte : • Postérieure +++ • Antéro-interne ++ • Antéro-externe +



Variation de pieds	
Pied équin	

Pied creux	
Pied plat	 - Pied plat : rotation externe du pied.
Rôles de la voûte	1) Suspension : expansions fibreuses sagittales. 2) Soutènement : arches longitudinales et transversale. 3) Adhérence : cloisons sagittales pour le derme évitant le cisaillement. 4) Propulsion : triceps sural : moteur de la marche.

V. DYNAMIQUE DE LA MARCHÉ

La marche	
4 temps	1) Prise de contact au sol 2) Contact maximum. 3) 1^{ère} impulsion motrice. 4) 2^{ème} impulsion motrice (propulsion)
2 phases	- Une phase d'appui : 60% de la marche • Double appui : 20%. • Appui unipodal : 40%. - Une phase oscillante : 40% de la marche

Groupes musculaires de la marche	
Phase Appui	- Stabilisateur du bassin : Moyen glutéal (éventail fessier) - Extenseur de genou : Quadriceps. - Extenseur du pied : triceps sural.
Phase oscillante	- Fléchisseurs de hanche : Psoas-iliaque. - Fléchisseur de genou : ischio-jambiers. - Releveur du pied : tibial antérieur.

Dissociation des ceintures	
Plan frontal	- Opposition épaule bassin.
Plan horizontal	- Bassin tourne vers la droite/ l'épaule vers la gauche.
Plan sagittal	- Antépulsion MI/ rétropulsion MS.

	Contact initial et Double appui réception	Phase d'appui unipodal	Double appui propulsion =Phase pré-oscillante	Phase oscillante
HANCHE	Flexion de 30°	Passage vers une Extension de 10°	Retour en position neutre	Flexion de 30°
GENOU	Extension à 0° puis Flexion de 20° (amortissement)	Retour en extension complète	Flexion de 0 à 30°	Flexion de 30 à 60° Puis retour vers l'extension
CHEVILLE	Position neutre à 0°	Dorsiflexion de 0 à 15°	Extension de 0 à 20°	Retour à 0°
PIED	Contact taligade (talon)	Appui plantigade (plante)	Appui digitigade (avant-pied et orteils)	-
Fonction	Mise en charge et amortissement	Supporter la charge. Avancée du tibia.	Propulsion. Préparer le Membre à avancer.	Raccourcir le membre Pour passer le pas