

LISTE DES ABREVIATIONS

AMT	: Articulation Médio- tarsiennne.
AST	: Articulation sous-talienne.
CHRT	: Centre Hospitalier Régional de Thiès.
CPL	: Court péronier latéral.
EPS	: Etablissement public de santé
IRM	: Imagerie par résonance magnétique.
JP	: Jambier postérieur.
LLI	: Ligament latéral interne.
M5	: 5ème Métatarsien.

LISTE DES FIGURES

Figure 1 : pont fibro-cartilagineux.	6
Figure 2 : images scannographique et radiographique de synostose calcanéo naviculaire	7
Figure 3 : vue dorsale du squelette du pied droit.	9
Figure 4 : vues supérieure et médiale du calcanéus.	11
Figure 5 : vue antérieure de l'os naviculaire.....	12
Figure 6 : articulation sous-talienne.....	13
Figure 7 : vue externe du pied montrant les moyens d'unions	14
Figure 8 : vue interne du pied montrant les moyens d'unions	14
Figure 9 : vue supérieure du pied montrant les muscles dorsaux du pied.	18
Figure 10 : vue inférieure du pied montrant les muscles plantaires	22
Figure 11 : les mouvements principaux du pied	23
Figure 12 : axe de HENKE.	24
Figure 13 : la mobilité de l'articulation du médio-pied.	25
Figure 14 : incidence et cliché radiographique du pied droit de Face.	27
Figure 15 : déroulé du pied lors d'une incidence radiographique de profil strict.	28
Figure 16 : cliché radiographique du pied de profil montrant le bec calcanéen.	29
Figure 17 : incidence de Harris	30
Figure 18 : coupe sagittale à l'IRM montrant un conflit calcanéo-naviculaire avec pont cartilagineux.....	32
Figure 19 : Incidence radiographique du pied de Face.	37
Figure 20 : incidence et cliché radiographiques du pied de profil.	38
Figure 21 : incidence de Harris.	39
Figure 22 : Répartition des patients selon le sexe.....	41
Figure 23 : Répartition des patients sportifs, selon le sport pratiqué.....	42

Figure 24 : Ecart moyen calcané-naviculaire selon l'âge et le sexe.	43
Figure 25 : Images radiographiques de bec calcanéen témoignant du conflit calcané-naviculaire.	44

SOMMAIRE

INTRODUCTION	1
PREMIERE PARTIE : RAPPELS	4
I. RAPPEL EMBRYOLOGIQUE.....	5
II. RAPPEL ANATOMIQUE	7
1. OSTEOLOGIE	7
1.1. Le calcanéus	9
1.2. L'os naviculaire	12
2. ARTHROLOGIE.....	12
2.1. Articulation sous-italienne	13
2.2. Articulation medio – tarsienne	15
2.3. Articulation cuboïdo-naviculaire	16
3. MYOLOGIE.....	16
3.1. Muscles dorsaux	17
3.2. Muscles plantaires	18
3.2.1. Groupe médial	18
3.2.2. Groupe latéral	19
3.2.3. Groupe intermédiaire.....	20
3.2.3.1. Compartiment superficiel.....	20
3.2.3.2. Compartiment profond	21
III. RAPPELS BIOMECHANIQUES.....	22
1. ARTICULATION SOUS-TALIENNE.....	23
2. LE TARSE POSTERIEUR	25
IV. APPLICATIONS CLINIQUES	26
1. SIGNES CLINIQUES.....	26
2. SIGNES PARACLIQUES	26
2.1. Radiographie standard :	26
2.2. La tomodensitométrie :	31

2.3. L’Imagerie par Résonance Magnétique (IRM).....	31
DEUXIEME PARTIE : TRAVAIL PERSONNEL	33
I. MATERIEL ET METHODE.....	34
1. Matériel d’étude	34
1.1. Cadre d’étude	34
1.2. Population d’étude.....	35
1.2.1. Critères d’inclusion	35
1.2.2. Critères d’exclusion.....	35
2. METHODOLOGIE	36
II. RESULTATS.....	41
III. COMMENTAIRES	45
CONCLUSION.....	48
REFERENCES	50

INTRODUCTION

L'étude anatomique de l'espace qui sépare le calcaneus de l'os naviculaire permet de comprendre et de diagnostiquer les anomalies siégeant à cet endroit. Toutes les études faites jusque-là s'intéressent à la pathologie liée à cet espace.

Le calcaneus et le naviculaire ne se touchent pas normalement. Ils sont séparés par un espace dont l'écart est variable d'une personne à l'autre. Il peut arriver que cet espace soit très réduit, voire que ces os soient unis par un pont osseux, cartilagineux, ou fibreux. On parle dans ces cas de coalition calcanéonaviculaire dont la plus fréquente est la synostose qui est un pont osseux complet mais parfois incomplet. Cette synostose touche 1% de la population générale et est bilatérale dans 50% des cas [23]. Il s'agit d'une anomalie congénitale qui résulterait d'un défaut de segmentation du mésenchyme primitif au cours de la croissance [4].

Sur le plan clinique elle se manifeste par des douleurs siégeant en regard du sinus du tarse avec parfois une raideur du pied.

L'imagerie médicale pose le diagnostic avec en première intention la radiographie conventionnelle, complétée par la tomodensitométrie et enfin l'imagerie par résonance magnétique (IRM).

Dans la littérature, en dehors des études sur la pathologie de la synostose calcanéonaviculaire, aucune étude ne s'est intéressée à la morphométrie radiographique de l'espace entre l'os naviculaire et le calcaneus, d'où l'intérêt de notre travail.

Cette étude a pour objectifs :

- de déterminer les mensurations moyennes de cet espace calcanéonaviculaire sur un pied normal ;
- de déterminer à partir de ces mensurations l'existence ou non d'anomalie de cet espace ;
- de donner les moyens paracliniques permettant d'apprécier, au mieux, cet espace.

Pour ce faire, nous adopterons le plan suivant :

- la première partie sera consacrée aux rappels embryologiques, anatomiques et biomécaniques ;
- dans la deuxième partie nous décrirons le cadre d'étude, le matériel et les méthodes utilisés, avant d'exposer nos résultats que nous commenterons par la suite ;
- nous terminerons par des recommandations.

**PREMIERE PARTIE :
RAPPELS**

I. RAPPEL EMBRYOLOGIQUE

Pour bien étudier le développement prénatal des cartilages de conjugaison, on doit comprendre le développement normal des articulations et des tissus qui les entourent. Tout au début, se déroule une condensation mésenchymateuse à la place des futurs os et articulations (blastème). Ensuite une chondrification commence à la région destinée à devenir de l'os. En même temps le tissu de blastème entre deux cartilages s'étend pour former une interzone homogène. Plus tard il se développe une interzone à trois couches composées de deux couches cellulaires chondrogéniques. Celle du milieu plus lâche, deviendra par la suite la cavité articulaire. A la périphérie de l'interzone, le tissu de blastème (tissu mésenchymateux) devient le mésenchyme synovial qui plus tard deviendra la membrane synoviale et la capsule.

L'apparition du bourgeon du membre inférieur commence au stade 13, c'est à dire vers le 28^{ème} jour de la croissance. La première ébauche du pied quant à elle, commence au stade 15 (vers le 33^{ème} jour). La chondrification du talus et du calcaneus commence entre les stades 18 et 19 (7^{ème} semaine) du développement embryologique. Une condensation cellulaire entre les deux cartilages de conjugaison se déroule au site du futur sustentaculum tali au stade 21. La chondrification à l'intérieur de ces tissus commence au stade 22 (à la fin de la 8^{ème} semaine). Ainsi une semaine après la chondrification du corps calcaneen, débute celle du sustentaculum tali. Le sustentaculum tali est un des segments à chondrifier parmi les os du tarse.

La maturation du cartilage survient rapidement, et rattrape celle du corps calcaneen, à la fin de la 9^{ème} semaine. La chondrification du tubercule postérieur du talus se produit simultanément avec celle du sustentaculum tali, puis plus tard celle de la tête du talus.

Le pied est formé de deux maquettes mésenchymateuses : une pour l'arrière-pied (talus, calcaneus et os naviculaire) et l'autre pour le reste du pied (cuboïde, cunéiformes, métatarsiens et phalanges). Ces maquettes cartilagineuses,

subissent une segmentation par mort cellulaire, et création de zones de nécrose, futures articulations.

La synostose calcanéo-naviculaire est extra-articulaire (Figure 1 et 2). La persistance d'un pont entre ces deux os peut se limiter à un pont fibreux ou cartilagineux.

Cela peut être expliqué par l'échec du tissu mésenchymateux à se différencier en tissu fibreux vers la 7^{ème} et la 8^{ème} semaine, l'absence et/ou la chondrification de l'interzone et la destruction du cartilage de revêtement au cours de l'ossification [29]. La discordance entre l'incidence de la synostose calcanéo-naviculaire dans la période fœtale précoce et son incidence lors de l'adolescence, peut être due, soit au retard de différenciation des tissus fibreux en cartilage, ou à la désintégration des cartilages de conjugaison due aux forces biomécaniques [7, 13]. La forme complète constitue la vraie synostose qui est un pont osseux complet ou incomplet (laissant persister une pseudarthrose serrée).



Figure 1 : pont fibro-cartilagineux. [22]



Figure 2 : images scannographique et radiographique de synostose calcanéo naviculaire [22].

II. RAPPEL ANATOMIQUE

Les synostoses calcanéo-naviculaires sont situées entre le bec de la grande apophyse du calcaneus (à l'extrémité antéro - médiale et supérieure de cet os) et la portion opposée de l'os naviculaire [3]. La synostose est un matériau composite constitué de tissu qui peut être fibreux, cartilagineux ou osseux, existant dès la naissance. Les différentes formes anatomo-radiologiques de la synostose ont été décrites et classées en 4 formes:

- *type 1* : la forme incomplète ;
- *type 2* : la forme complète avec une incisure ;
- *type 3* : la forme complète sans incisure ;
- *type 4*: la forme associée à une autre anomalie du tarse. [33]

En fonction de la croissance osseuse, l'ossification va progresser de manière très variable. Les synostoses calcanéo-naviculaires commencent à s'ossifier entre l'âge de 8 et 12 ans [23]. L'ossification évolue donc parallèlement à la croissance osseuse [23, 30].

1. OSTEOLOGIE

Le pied est composé de 26 os organisés en voûte. On distingue trois groupes d'os : l'arrière-pied, le médio-pied et l'avant-pied (Figure 3) [22].

Le squelette de l'arrière-pied est formé de deux os : le calcanéus et le talus. Le talus est situé au-dessus du calcanéus. En avant, une surface convexe sur le talus correspond à une surface concave sur le calcanéus. En arrière, une surface concave sur le talus correspond à une surface convexe sur le calcanéus. L'articulation de ces deux os porte le nom d'articulation sous-talienne [19]. Le médio-pied ou tarse antérieur est formé de cinq os : l'os naviculaire, le cuboïde et les trois os cunéiformes. L'avant-pied se présente comme un groupement de cinq colonnes de petits os formant des rayons qui sont composés chacun d'un métatarsien et de phalanges formant le squelette de l'orteil.

On nomme « premier rayon », la colonne des os formant le gros orteil et ainsi de suite pour les suivants. L'arrière-pied est raccordé au médio-pied par l'articulation médio-tarsienne (ou interligne de Chopart). L'articulation tarso-métatarsienne (ou interligne de Lisfranc) unit le médio-pied à l'avant des cunéiformes et du cuboïde avec l'avant-pied à l'arrière des bases métatarsiennes [4,22].

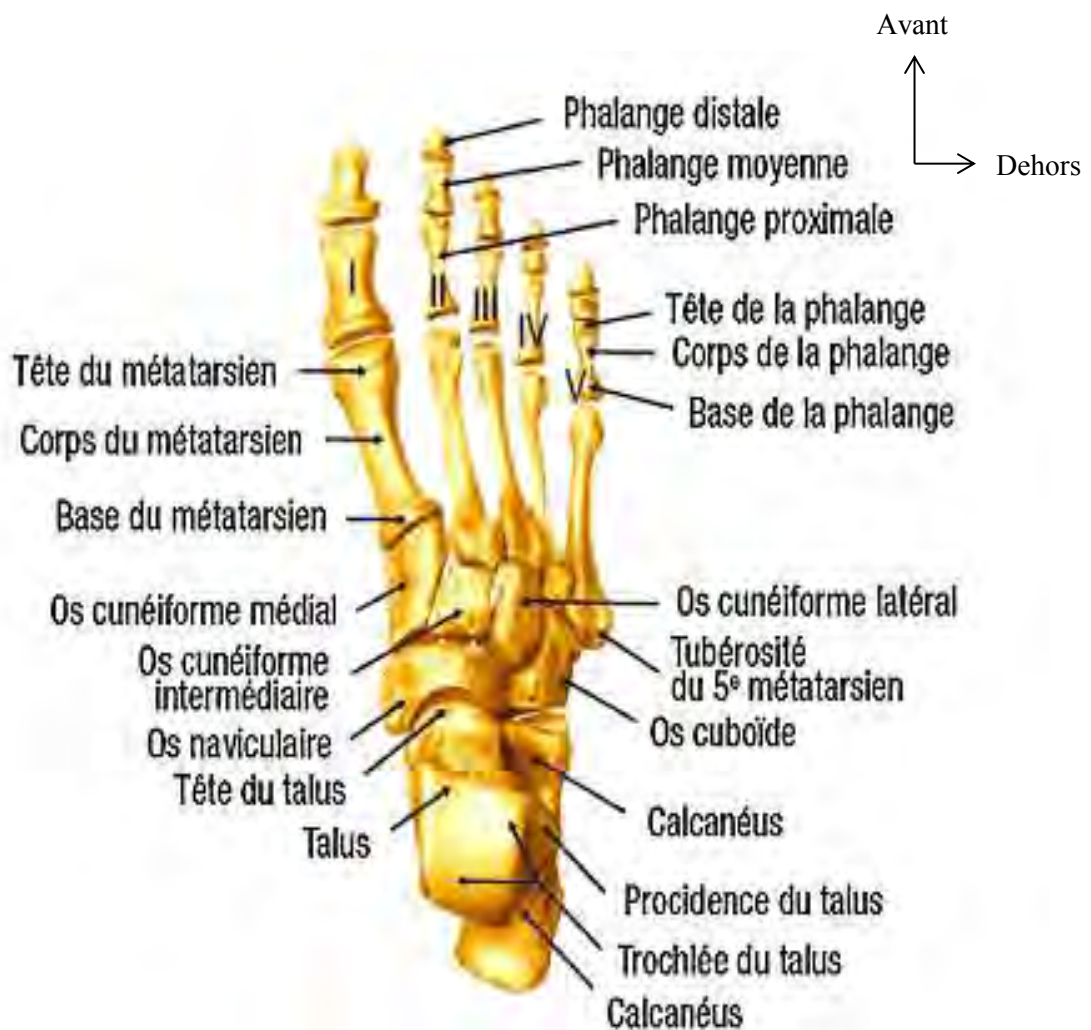


Figure 3 : vue dorsale du squelette du pied droit. [29]

1.1. Le calcanéus

Le calcanéus, qui signifie talon en grec est le plus volumineux des os du tarse. Il présente 6 faces. La face supérieure s'articule en avant avec le talus grâce à deux surfaces articulaires séparées par un sillon oblique en avant et en dehors (Figure 4). Au bord interne de la surface articulaire, le calcanéus donne insertion au muscle pédieux. La partie postérieure de cette face est irrégulière, elle donne insertion au plantaire grêle [22, 11]. La face inférieure est étroite et convexe. Elle présente trois tubérosités formant un triangle à base postérieure. Ce sont la tubérosité postéro-externe, postéro-interne et antérieure. Cette face donne insertion au muscle court fléchisseur plantaire, abducteur du V^{ème} et aux insertions accessoires du fléchisseur commun. La face externe est plane. Elle

présente, dans sa partie antérieure, le tubercule du péronier latéral qui sépare les deux péroniers. La face interne est creusée d'une large gouttière (gouttière calcanéenne) dont la partie supérieure est limitée par la saillie du sustentaculum tali (tubérosité, dont la partie supérieure s'articule avec le talus, dont le centre est creusé d'une gouttière destinée au tendon du fléchisseur propre). La face postérieure donne insertion au tendon calcanéen. La face antérieure s'articule avec le cuboïde.

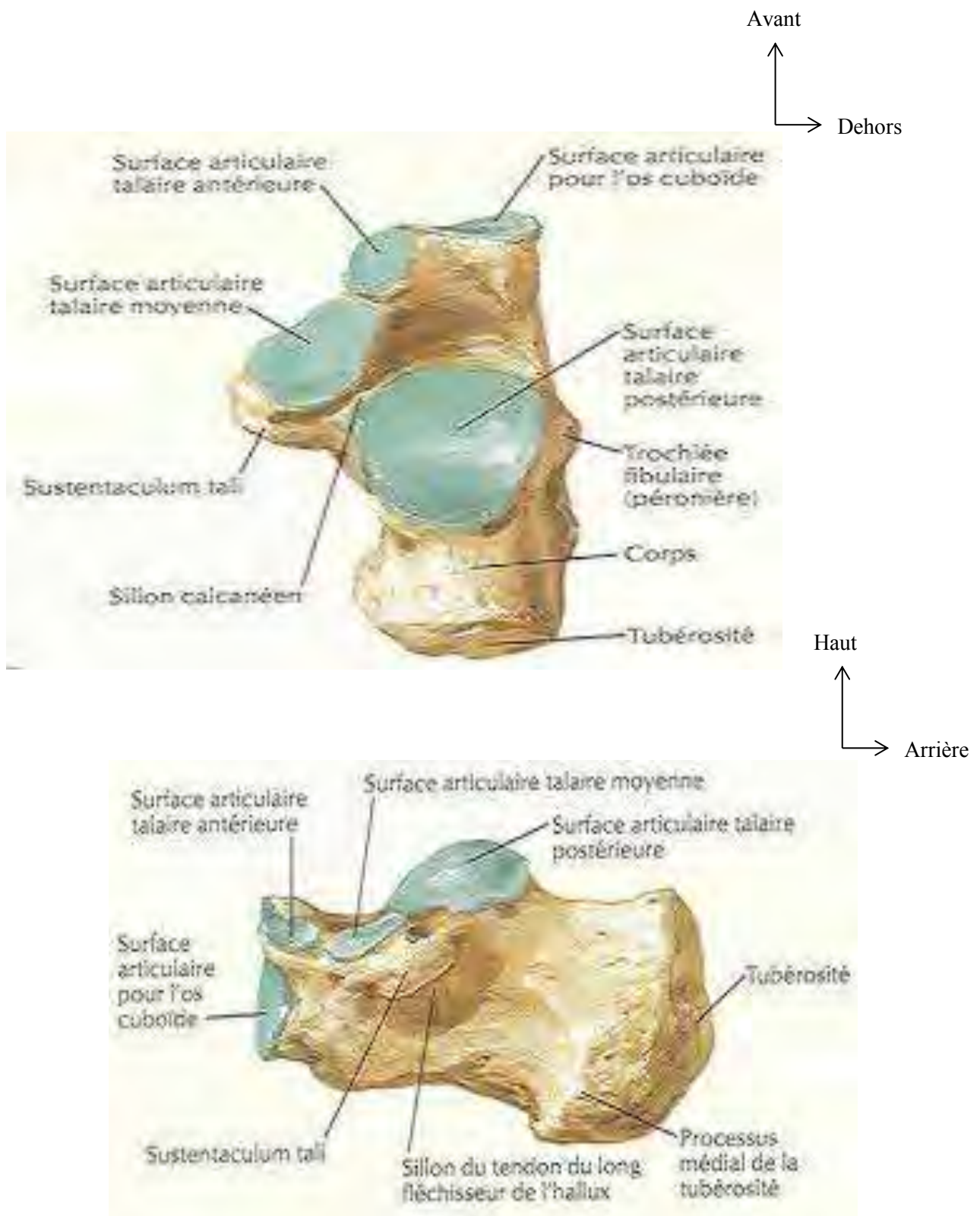


Figure 4 : vues supérieure et médiale du calcaneus. [21]

1.2. L'os naviculaire

L'os naviculaire (en forme de barque) est situé sur le côté interne du pied (Figure 5). Il présente 2 faces et 2 bords.

La face antérieure est articulaire. Elle est divisée en 3 surfaces articulaires, en rapport avec les cunéiformes, par deux crêtes. La face postérieure s'articule avec la tête du talus. L'extrémité interne, présente un tubercule qui donne insertion au jambier postérieur. L'extrémité externe s'articule avec le cuboïde [18].

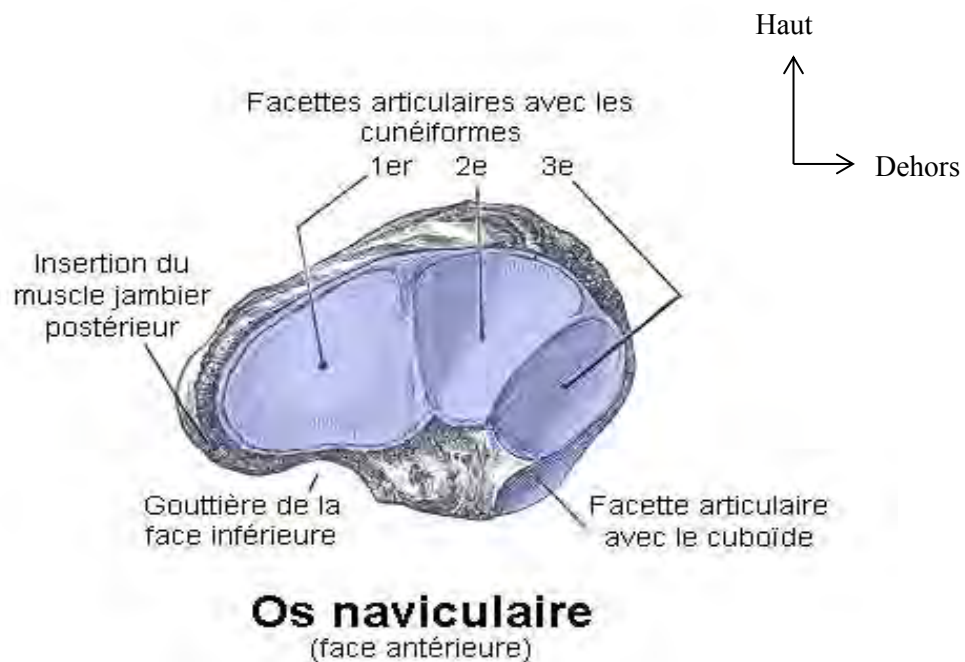


Figure 5 : vue antérieure de l'os naviculaire [18]

2. ARTHROLOGIE

2.1. Articulation sous-italienne

L'articulation sous-talienne (Figure 6) comprend :

- L'articulation sous-talienne proprement dite ou articulation talo-calcanéenne. La face inférieure du talus et la face supérieure du calcaneus sont en contact par l'intermédiaire de 2 surfaces articulaires : l'une antérieure et l'autre postérieure, séparées par un large passage, le sinus du tarse.
- L'articulation talo-naviculaire qui se continue avec l'articulation talo-calcanéenne antérieure.

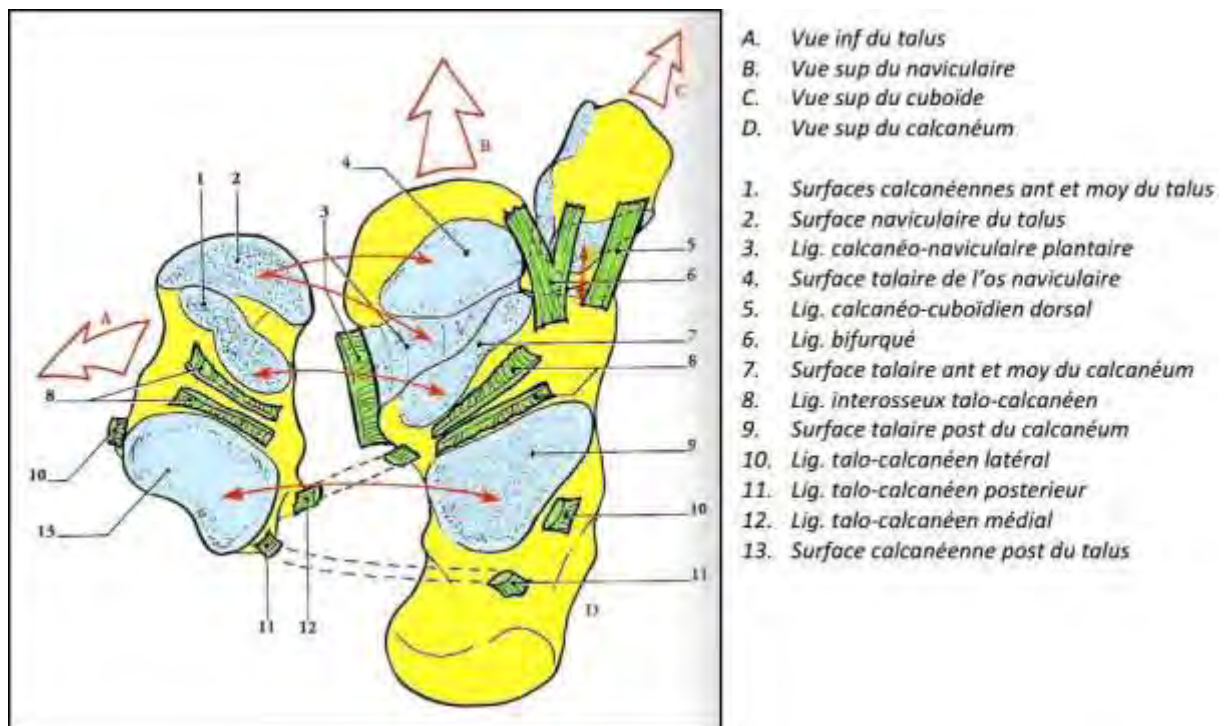


Figure 6 : articulation sous-talienne.[29]

Les moyens d'union de l'articulation sous-talienne, sont représentés par deux ligaments périphériques, les ligaments talo-calcanéens, externe et postérieur, un ligament central et un ligament interosseux (Figures 7 et 8).

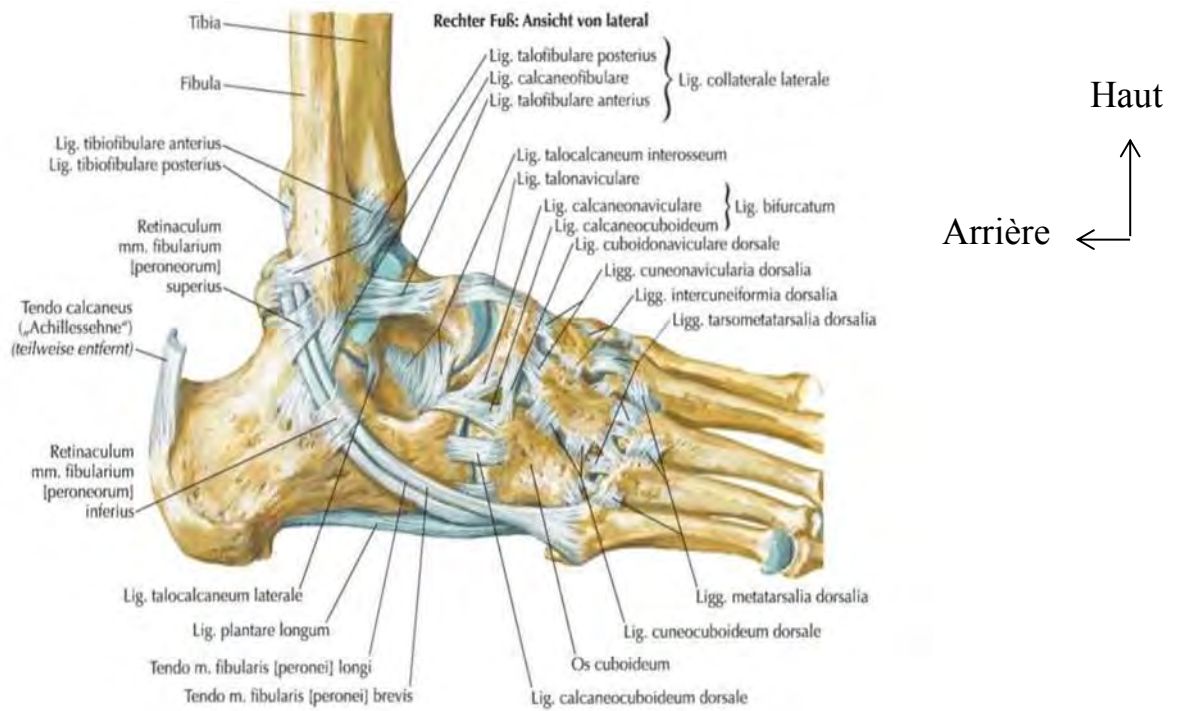


Figure 7 : vue externe du pied montrant les moyens d'union [21]

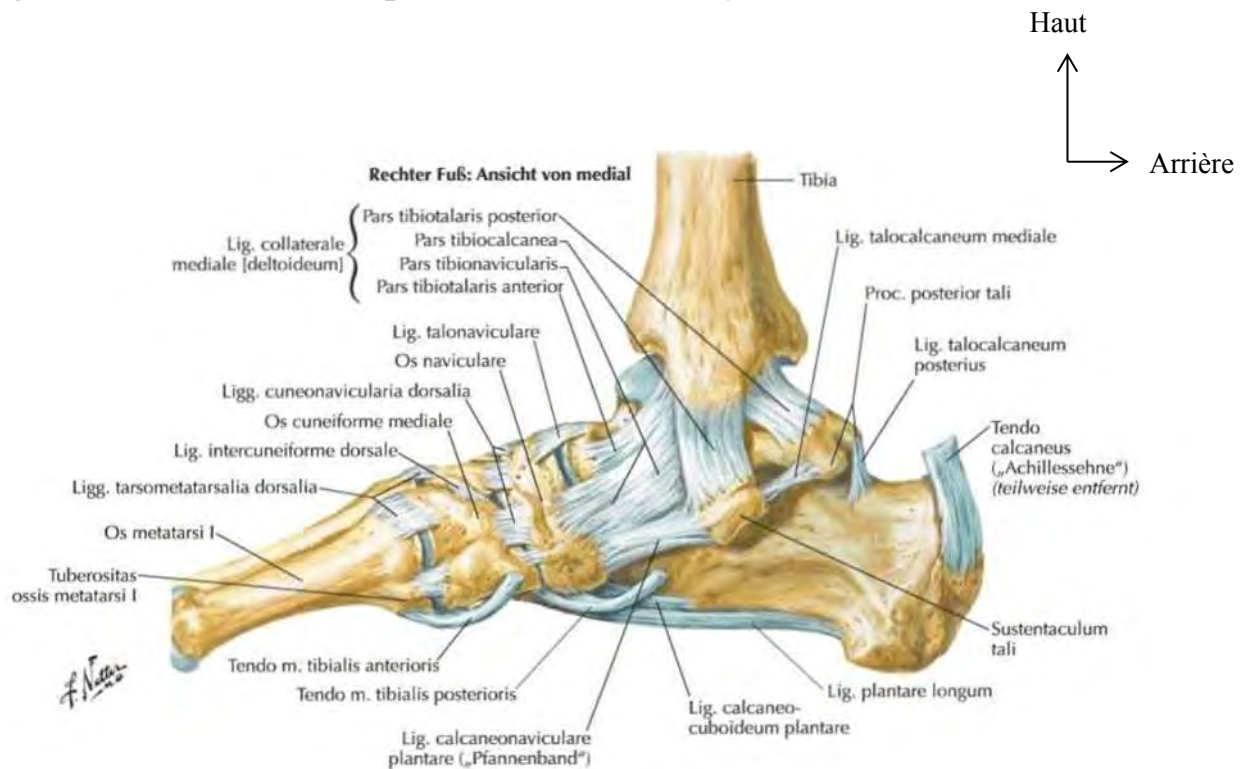


Figure 8 : vue interne du pied montrant les moyens d'union [21]

Le ligament talo-calcanéen externe est tendu de l'apophyse externe du talus à la face externe du calcaneus.

Le ligament talo-calcanéen postérieur oblique en bas et en dehors, est tendu du tubercule postéro-externe du talus à la face supérieure du calcaneus.

Le ligament interosseux, ou ligament en haie, est le plus important. Il est situé dans le sinus du tarse. Il forme une sorte de barrière entre les articulations antérieures et postérieures. Il est disposé en deux plans, l'un mince postérieur, et l'autre plus épais, antérieur. Sa section constitue la clef de la désarticulation sous-talienne.

La synoviale est double, et distincte pour chacune des articulations, postérieure et antérieure. La synoviale de l'articulation sous-talienne antérieure, est commune à celle de l'articulation talo-naviculaire.

L'articulation sous-talienne combine des mouvements dans les trois plans de l'espace. Le calcaneus tourne par rapport au talus, suivant les trois axes anatomiques de référence.

Les mouvements de supination (varus) et de pronation (valgus), s'effectuent dans le plan frontal. Les mouvements de flexion dorsale et plantaire se réalisent dans le plan sagittal. L'abduction et l'adduction, sont les mouvements horizontaux [18].

2.2. Articulation medio – tarsienne

C'est une énarthrose qui est définie par l'interligne de Chopart. Elle est constituée, en réalité, par l'interligne talo-calcanéo-naviculaire. La capsule articulaire est commune aux deux articulations talo-calcanéenne antérieure et talo-naviculaire. La tête du talus s'emboîte dans la cavité formée par la concavité de la face postérieure du naviculaire, la facette articulaire antéro-médiale du calcaneus et la face supérieure du ligament glénoïdien (couche profonde du ligament calcanéo-naviculaire).

La stabilité articulaire est assurée par trois ligaments :

- le ligament talo-naviculaire supérieur, renforcé en dedans par des expansions du ligament deltoïdien (collatéral médial de la talo-crurale);
- le ligament calcanéo-naviculaire inférieur, tendu de la petite apophyse antérieure du calcaneus, au bord inférieur médial du naviculaire;
- l'épais faisceau médial du ligament en Y de Chopart, tendu verticalement de la face dorsale de la grande apophyse du calcaneus, au bord naviculaire latéral [33].

2.3. Articulation cuboïdo-naviculaire

Les deux os sont solidement unis par un système intrinsèque, composé de trois ligaments : dorsal latéral, plantaire médial et interosseux, auxquels il faut ajouter le ligament en Y, solidarissant le cuboïde et l'os naviculaire au calcaneus.

3. MYOLOGIE

Les muscles, participant aux mouvements du pied, peuvent être répartis en muscles longs (extrinsèques) et muscles courts (intrinsèques). Ces derniers sont disposés inégalement sur le versant dorsal (où ils sont peu importants) et le versant plantaire. Ils sont contenus par un fascia pédieux, comprenant un feuillet dorsal (fascia dorsal), et un feuillet plantaire (fascia plantaire), renforcé à sa partie moyenne, pour former l'aponévrose plantaire [21, 25].

Le fascia plantaire émet des cloisons sagittales qui vont individualiser un groupe musculaire médial dédié à l'hallux, un groupe latéral destiné au cinquième orteil et un groupe intermédiaire, lui-même subdivisé en un compartiment superficiel et un compartiment profond.

3.1. Muscles dorsaux

Les muscles dorsaux sont formés de deux chefs principaux (Figure 9).

- **Le muscle court extenseur des orteils :**

L'insertion proximale :

Elle est située à la partie antérieure et latérale de la face dorsale de la grande apophyse du calcaneus, en dehors et en avant de l'orifice externe du sinus talocalcanéen (ou sinus du tarse).

L'insertion distale :

Pour les 2^{ème}, 3^{ème}, et 4^{ème} orteils, elle est assurée par un tendon qui s'insère sur le bord latéral, de celui du muscle long extenseur des orteils correspondant, à hauteur des articulations métatarso-phalangiennes.

Pour l'hallux, le tendon s'insère à la face dorsale de la base de la phalange proximale (P1) de l'hallux. L'innervation est assurée par le nerf fibulaire profond. Il est extenseur des orteils, et accessoirement rotateur externe du pied.

- **Le muscle extenseur de l'hallux :**

Le muscle long extenseur de l'hallux (*Extensor Hallucis Longus*), ou muscle extenseur propre du gros orteil est un muscle de la loge antérieure de la jambe. Son insertion proximale, se fait sur la partie moyenne de la face médiale de la fibula, et de la partie voisine de la membrane interosseuse. Il peut aller même jusqu'au tibia. Il s'insère, en distal, sur la phalange proximale de l'hallux. La branche du nerf fibulaire profond, assure son innervation. Ce dernier, est extenseur des deux articulations du premier orteil. Il est légèrement fléchisseur du pied sur la jambe.

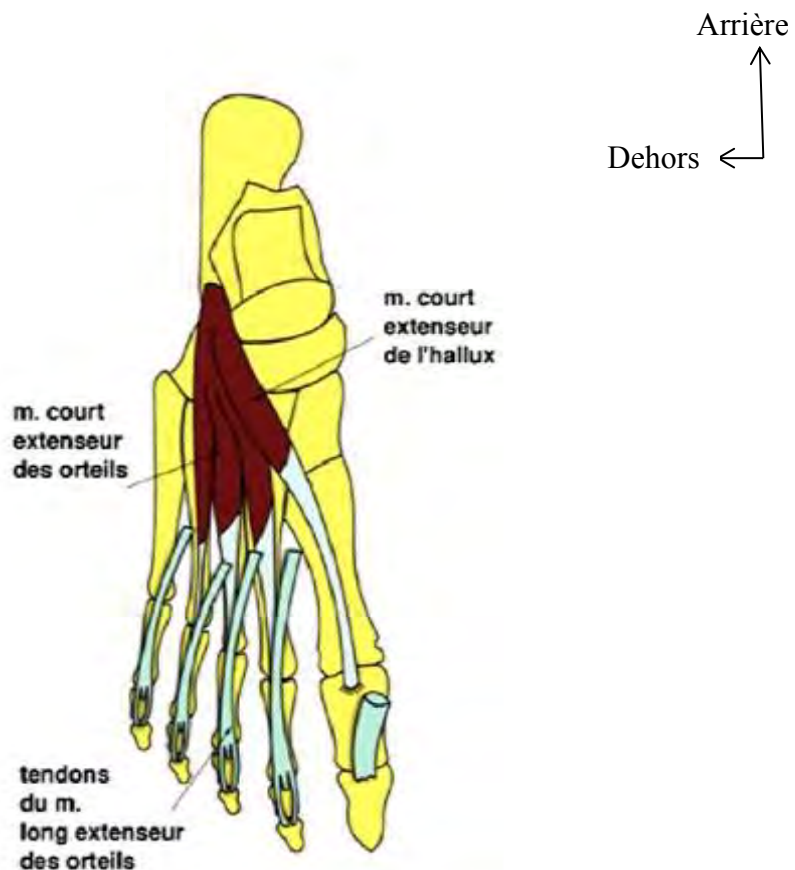


Figure 9 : vue supérieure du pied montrant les muscles dorsaux du pied.

[12]

3.2. Muscles plantaires

Les muscles plantaires, sont composés de trois groupes, à savoir : groupe médial, groupe latéral et groupe intermédiaire (Figure 10).

3.2.1. Groupe médial

- **Le muscle court fléchisseur de l'hallux :**

Le court fléchisseur de l'hallux est originaire du ligament plantaire long, et de la face plantaire des os cunéiformes latéral et intermédiaire, et du cuboïde. Il s'insère sur le tendon médial du muscle abducteur de l'hallux (sésamoïde

médial) et sur le tendon latéral du muscle adducteur de l'hallux (sésamoïde latéral).

Il est innervé par le nerf plantaire médial, et joue le rôle de fléchisseur du gros orteil.

- **Le muscle abducteur de l'hallux :**

C'est un muscle qui prend origine sur le processus médial de la tubérosité du calcaneus, l'aponévrose plantaire, et sur le septum plantaire intermusculaire médial. Son insertion distale est sur la phalange proximale de l'hallux et sur le sésamoïde médial. Son innervation est assurée par le nerf plantaire médial. Il assure l'abduction et la flexion de l'hallux.

- **Le muscle adducteur de l'hallux :**

C'est un muscle profond, composé de deux chefs : l'un oblique, l'autre transverse. Le chef oblique naît de la face plantaire de l'os cunéiforme latéral, de la tubérosité du cuboïde, du ligament plantaire long et de la base des III^{ème} et IV^{ème} métatarsiens. Le chef transverse, quant à lui, naît de la capsule articulaire des articulations métatarso-phalangiennes du III^{ème} au V^{ème} orteil. Il s'insère sur le sésamoïde latéral et la première phalange de l'hallux. Son innervation est assurée par le nerf plantaire médial, avec comme action, l'adduction du gros orteil.

3.2.2. Groupe latéral

Le groupe latéral est constitué par deux muscles : le muscle court fléchisseur du V^{ème} et le muscle opposant du V^{ème}

- **Le muscle court fléchisseur du V^{ème} orteil :**

C'est un muscle qui prend naissance au niveau de la tubérosité cuboïdienne et la base du cinquième métatarsien. Il se termine sur la première phalange du cinquième orteil.

Son innervation est assurée par le nerf plantaire latéral. Il assure la flexion du cinquième orteil.

- **Le muscle opposant du V^{ème} orteil :**

Il est originaire de la tubérosité du cuboïde et de la base du cinquième orteil. Son insertion terminale se fait sur le bord latéral du cinquième métatarsien. Le nerf plantaire latéral assure son innervation. Sa fonction est l'adduction du V^{ème} métatarsien.

3.2.3. Groupe intermédiaire

Il est composé de deux compartiments : le compartiment superficiel et le compartiment profond.

3.2.3.1. Compartiment superficiel

Le compartiment superficiel est composé du muscle carré plantaire et du muscle court fléchisseur des orteils.

- **Le muscle carré plantaire :**

L'origine du muscle carré plantaire est sur la face médio-plantaire du calcaneus et l'aponévrose plantaire. Son insertion se fait sur le tendon du long fléchisseur des orteils. Il est innervé par le nerf plantaire latéral. Sa fonction est de corriger l'orientation du muscle long fléchisseur des orteils et de participer à la flexion des quatre derniers orteils.

- **Le muscle court fléchisseur des orteils :**

C'est un muscle qui s'étend de la tubérosité calcanéenne, de l'aponévrose plantaire et du septum intermusculaire plantaire médial et latéral.

Il s'insère sur la deuxième phalange des quatre derniers orteils, par deux languettes qui laissent passer le tendon du muscle long fléchisseur des orteils. Son innervation est assurée par le nerf plantaire médial. Sa fonction est la flexion des quatre derniers orteils.

3.2.3.2. Compartiment profond

Il est composé de trois groupes de muscles : Les muscles interosseux dorsaux, les muscles interosseux plantaires et les muscles lombricaux.

- **Les muscles interosseux dorsaux :**

Ils sont au nombre de quatre et se disposent dans les espaces interosseux entre les faces ventrales de deux métatarsiens adjacents. Leurs origines sont les faces latérales et médiales des métatarsiens, limitant l'espace interosseux, et sur la face plantaire de la base des métatarsiens.

Leur innervation est assurée par le nerf plantaire latéral. Leurs fonctions sont la flexion et l'abduction des II^{ème}, III^{ème} et IV^{ème} orteils.

- **Les muscles interosseux plantaires :**

Ils sont au nombre de trois. Ils prennent leur origine sur le bord plantaire et la face médiale des III^{ème}, IV^{ème} et V^{ème} métatarsiens. Ils s'insèrent sur le versant médial de la base de la phalange proximale correspondante. Ils permettent la flexion de la première phalange, et l'adduction des trois derniers orteils.

- **Les muscles lombricaux :**

Au nombre de quatre, ils sont associés au tendon du muscle long fléchisseur des orteils. Le premier prend origine sur le bord médial du tendon du II^{ème} orteil, les trois autres, par deux chefs, sur le bord de deux tendons voisins. Ils sont innervés par le nerf plantaire médial pour le premier lombrical, le nerf plantaire latéral pour les trois lombricaux latéraux. Leurs fonctions sont la flexion de la phalange proximale, et l'extension des phalanges moyennes et distales.

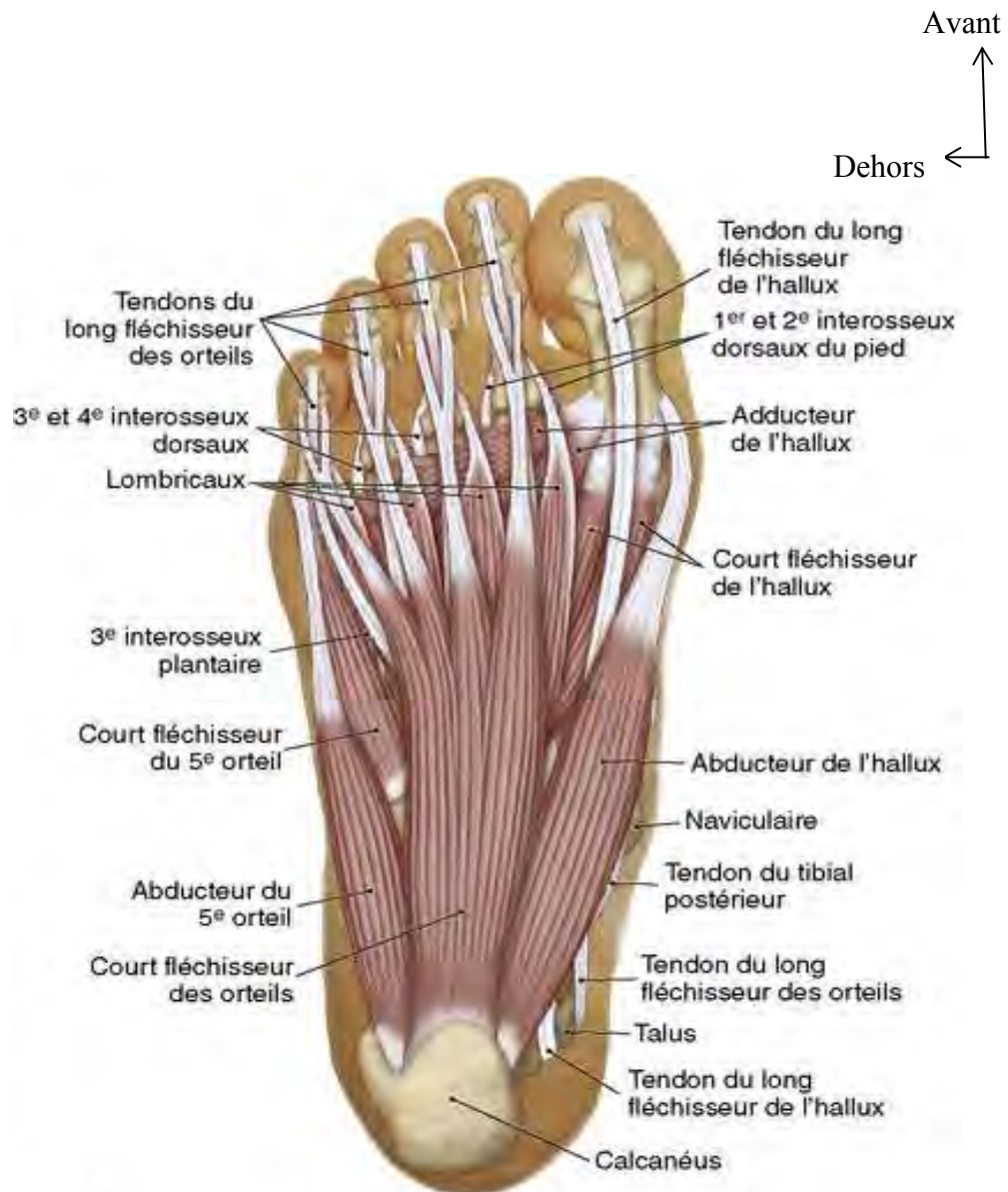


Figure 10 : vue inférieure du pied montrant les muscles plantaires. [21]

III. RAPPELS BIOMECHANIQUES

Le pied, est un complexe articulaire. Ses articulations nombreuses et complexes, connectent les os du tarse entre eux, et avec les os métatarsiens [5]. Ils ont plusieurs rôles :

- La stabilité en appui unipodal et bipodal, pendant la marche et la course ;
- L'orientation et l'adaptation du pied au sol ;

- L'amortissement du pas et la propulsion.

Ces différents rôles sont réalisables grâce à l'association des mobilités articulaires qui orientent le pied dans les trois plans de l'espace par rapport au sol, quelle que soit la position de la jambe et l'inclinaison du terrain [17, 21].

1. ARTICULATION SOUS-TALIENNE

L'articulation sous-talienne combine des mouvements dans les trois plans de l'espace. Le calcaneus tourne par rapport au talus suivant les trois axes anatomiques.

Les mouvements de supination (varus), et de pronation (valgus), s'effectuent dans le plan frontal.

Les mouvements de flexion dorsale et plantaire, se réalisent dans le plan sagittal. L'abduction et l'adduction sont les mouvements horizontaux [10]. En pratique, les mouvements suivant les trois axes sont interdépendants. En effet, deux mouvements s'observent autour de l'axe de Henké. Ils sont composés de l'inversion, qui combine la supination, l'adduction et la flexion plantaire ; de l'éversion, associant à la pronation, l'abduction et la flexion dorsale [24]. Les mouvements isolés du pied dans un seul plan sont impossibles. Les principaux mouvements du pied sont : l'inversion et l'éversion. (Figure 11).

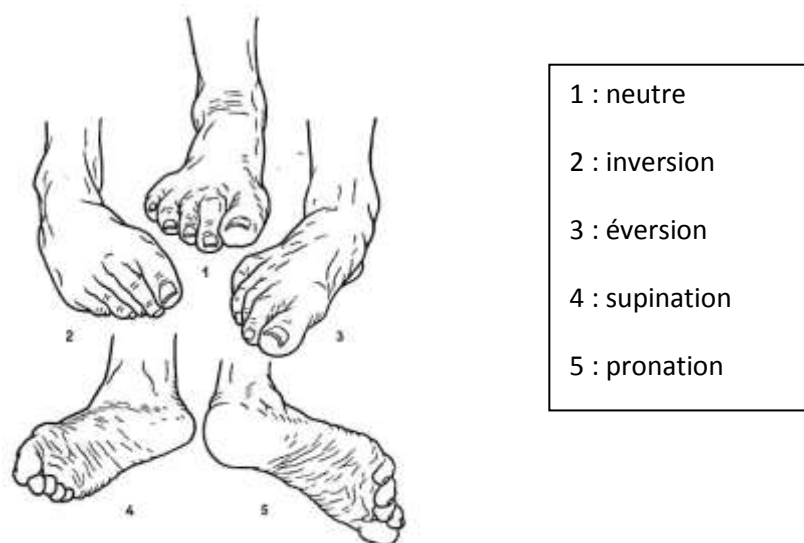


Figure 11 : les mouvements principaux du pied [10].

Au niveau de l'articulation sous-talienne, le calcanéus roule, et passe sous le talus en inversion ou en éversion, selon l'axe de Henké (Figure 12). Cet axe est une ligne virtuelle orientée obliquement d'avant en arrière, de dedans en dehors et de bas en haut, autour de laquelle s'effectuent les mouvements complexes d'inversion et d'éversion, grâce à la participation de toutes les articulations de l'arrière-pied et du médio pied.

L'inclinaison de l'axe de Henké est d'environ 45° dans le plan sagittal et frontal, et d'environ 23° dans le plan horizontal. Il a pour caractéristique d'être parallèle à la ligne de marche grâce à l'ouverture du pas qui est d'environ 15° .



Figure 12 : axe de HENKE. [10]

La mobilité, au niveau de l'articulation médio-tarsienne, dépend de la forme des surfaces, et de la disposition des ligaments.

Par rapport au talus fixé, l'os naviculaire se déplace en bas et en dedans, par la traction du jambier postérieure (JP), alors que le cuboïde se déplace en bas et très peu en haut.

En éversion, les ligaments du Chopart, glénoïdien et LLI (Deltoïde), sont tendus, et en inversion, la contraction du JP rapproche l'os naviculaire et le calcaneus, et fait reculer le talus [16].

2. LE TARSE POSTERIEUR

Mécaniquement liées, les articulations sous-talienne (AST) et médio-tarsienne (AMT), sont l'équivalent d'une seule articulation à un seul degré de liberté (Figure 13). En inversion (talus fixé), le jambier postérieur (JP) tire sur l'os naviculaire qui entraîne le cuboïde, puis le calcaneus plonge en avant du talus. Le couple naviculo-cuboïde met le pied en adduction, puis tourne en supination autour du ligament en Y, par ascension de l'os naviculaire, abaissement du cuboïde, abaissement de l'arche externe et élévation de l'arche interne. En éversion (l'os naviculaire fixé), le court péronier latéral (CPL) tire sur le cinquième métatarsien (M5) qui entraîne le cuboïde en dehors et en arrière, ce qui tire l'os naviculaire en dehors et en arrière puis le calcaneus recule sur le talus à ce niveau.

Le couple naviculo-cuboïde met le pied en abduction puis tourne en pronation autour du ligament en Y par l'abaissement de l'os naviculaire et l'arche interne [18, 13].

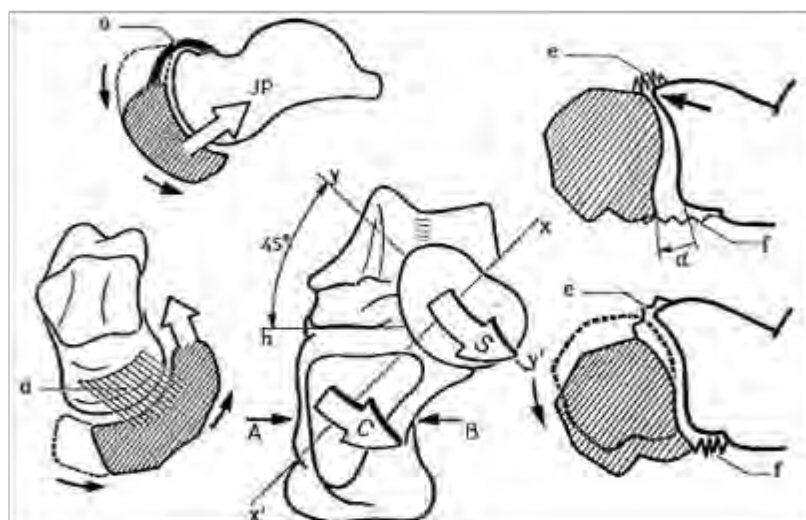


Figure 13 : la mobilité de l'articulation du médio-pied. [17]

IV. APPLICATIONS CLINIQUES

1. SIGNES CLINIQUES

L'interrogatoire précise l'apparition d'une douleur d'évolution chronique, et ce généralement après un traumatisme minime. Dans de rares cas, la douleur sera aiguë, ou apparaîtra après une activité sportive un peu inhabituelle.

Dans les synostoses calcanéonaviculaires, les signes physiques sont :

- Une douleur exquise en regard du sinus du tarse et du médio-pied.
- Une douleur d'allure mécanique, exacerbée par la marche sur terrain accidenté.
- Une raideur de l'avant-pied, une diminution des amplitudes en inversion-éversion et en flexion plantaire.
- Une amyotrophie du mollet.
- Une éventuelle rétraction du tendon calcanéen, associée à une pseudo-entorse à répétition de la cheville.

En cas de synostose associée à une déformation du pied en valgus, on note l'effondrement de l'arche longitudinale médiale, la pronation calcanéenne, l'abduction de l'avant pied et l'irréductibilité de la déformation [29].

2. SIGNES PARACLINIQUES

2.1. Radiographie standard :

Trois clichés sont réalisés :

- **L'incidence de face** (Figure 13) : Le patient est en décubitus dorsal ou assis avec le genou fléchi. La surface plantaire du pied est en contact avec la cassette. Le rayon incident est incliné à 10° en arrière (en direction du calcanéum) et est dirigé vers la base du troisième métatarsien [10].



Figure 14 : incidence et cliché radiographique du pied droit de Face.

- **Incidence du pied de profil** (Figures 14 et 15) : le patient est couché sur le côté, et le genou est fléchi à 45 °. Le pied est en flexion dorsale et la surface plantaire est perpendiculaire à la cassette. Le rayon incident est dirigé perpendiculairement à la cassette vers la base du 3^{ème} métatarsien.

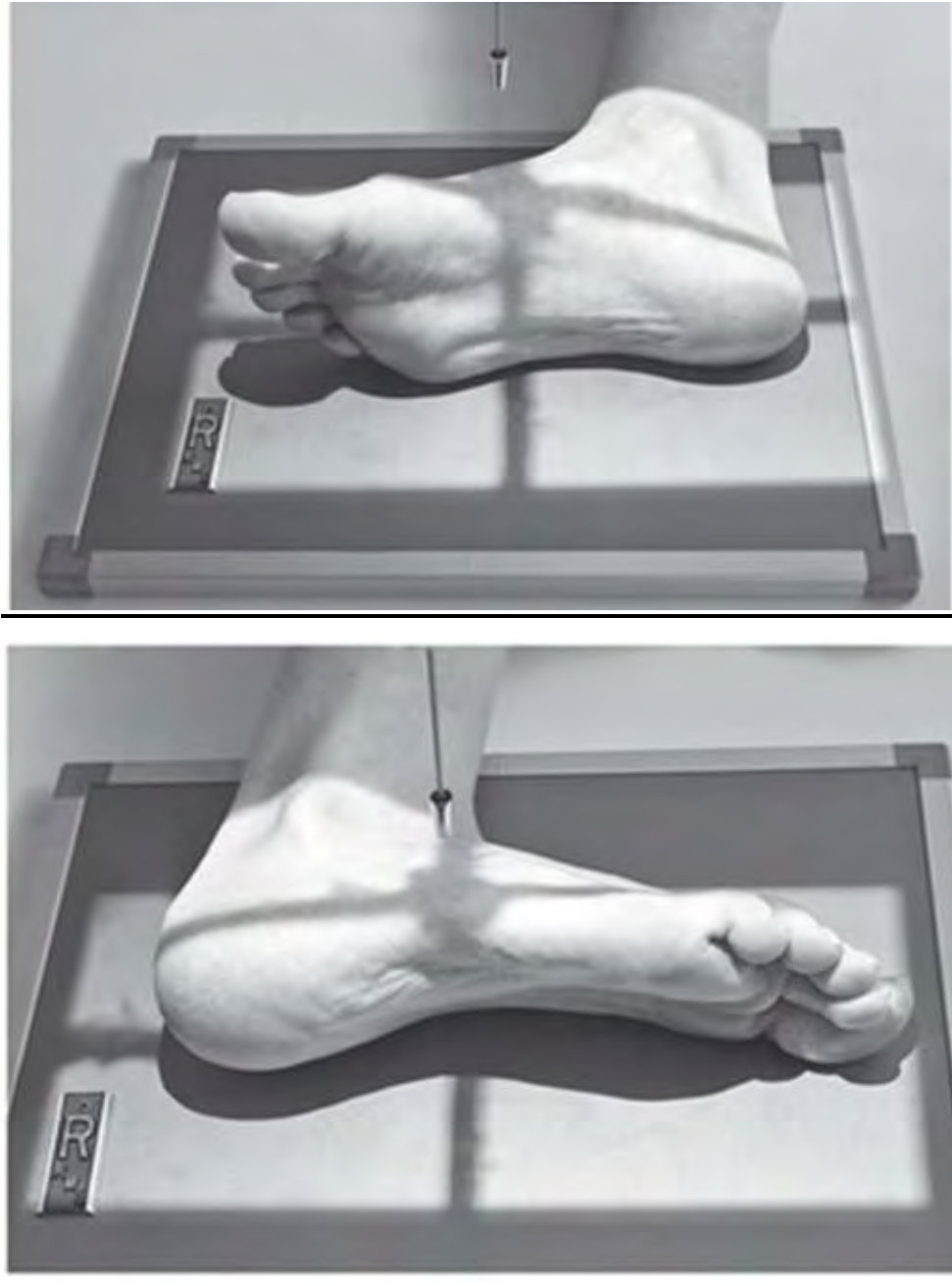


Figure 15 : déroulé du pied lors d'une incidence radiographique de profil strict.



Figure 16 : cliché radiographique du pied de profil montrant le bec calcanéen.

- **L'incidence de Harris** (oblique externe du pied à 45°) ou Déroulé du pied : le patient est en décubitus dorsal ou assis avec le genou fléchi. La surface plantaire du pied est à 30°-45° par rapport au plan de la cassette (Figure 16). La face interne du pied est en contact avec la cassette. Le rayon incident est dirigé perpendiculairement à la cassette vers la base du 3^{ème} métatarsien.

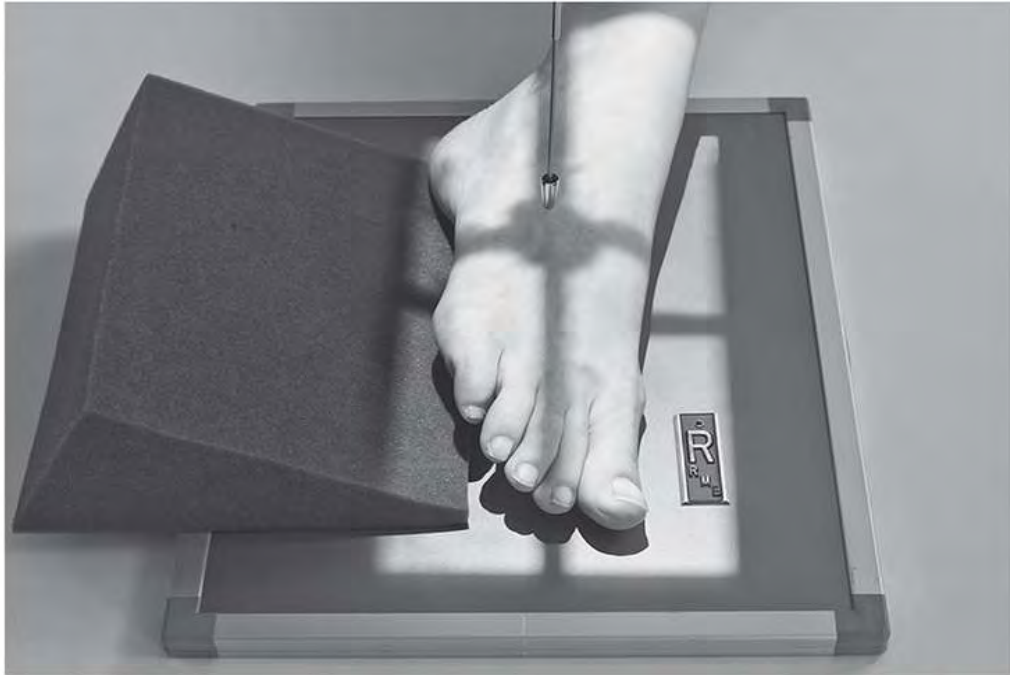


Figure 17 : incidence de Harris [11].

Les critères radiographiques à rechercher sont d'abord les signes directs :

- Le pont osseux ou cartilagineux.
- Une diminution ou une irrégularité de l'espace calcanéo-naviculaire physiologique (pathologique si elle est inférieure à 5 mm).

- Ensuite les signes indirects, non pathognomoniques, doivent être observés et mis en rapport avec un trouble de la mobilité [7, 30].
- Une hypoplasie de la tête du talus.
- Un ostéophyte talo-naviculaire qui est un éperon de traction.
- Le pseudo-pincement de l'interligne sous talienne postérieure.
- La brièveté du col du talus.

2.2. La tomodensitométrie :

La tomodensitométrie vient compléter le diagnostic. Il faut réaliser des coupes frontales, axiales et coronales fines, centrées sur la région où l'on suspecte la synostose. Cet examen évalue le pont osseux, lorsqu'il a échappé à la radiographie standard. Il permet également de préciser l'étendue de la synostose, et sa densité osseuse, ainsi que l'étendue du cartilage restant, qu'il soit intact, ou altéré par des lésions dégénératives. Les synchondroses ou synfibroses, peuvent aussi être suspectées au scanner, devant un pincement localisé de la surface articulaire, ou une irrégularité localisée, précisément dans une zone de localisation des synostoses [6, 7].

2.3. L'Imagerie par Résonance Magnétique (IRM).

Elle nécessite des coupes sagittales, frontales et axiales, en Fat/Sat T2 et T1, avec ou sans Gadolinium. Elle a un intérêt diagnostique, et guide surtout la thérapeutique à tout âge. Elle permet, en particulier, de montrer des synfibroses, voire des synchondroses qui auraient échappé au scanner. Elle permet encore et surtout de détecter la zone de souffrance, sous forme d'œdème intra-osseux, à proximité de la synostose, ou au contraire proche d'une articulation adjacente. L'IRM met en avant des phénomènes congestifs osseux, péri-synostotiques ou péri-articulaires, ainsi que d'éventuelles lésions cartilagineuses [9, 6].



Figure 18 : coupe sagittale à l'IRM montrant un conflit calcanéo-naviculaire avec pont cartilagineux.

DEUXIEME PARTIE : TRAVAIL PERSONNEL

I. MATERIEL ET METHODE

1. Matériel d'étude

1.1. Cadre d'étude

Notre étude a été menée au niveau des services d'orthopédie-traumatologie et des urgences du Centre Hospitalier Régional El Hadji Ahmadou Sakhir Ndiéguène de Thiès.

Ce dernier est un hôpital de niveau 2, construit en 1979 sur le site de l'ancienne maternité régionale et mis en service en 1980. Il a été érigé en établissement public de santé selon la loi qui a été adoptée par l'assemblée nationale, intitulée « la loi 98.08 du 02 mars 1998, portant réforme hospitalière » et la loi « 98.12 du 02 mars 1998 portant création, organisation et fonctionnement des établissements publics de santé (EPS) ».

Après cette réforme et la réhabilitation de l'hôpital par la coopération japonaise, il est baptisé Centre Hospitalier Régional El Hadji Ahmadou Sakhir Ndiéguène de Thiès (CHRT). Il a été érigé en établissement public de santé (EPS) de niveau 2 par décret N° 2000-1048 du 29 décembre 2000.

Le service des urgences chirurgicales dudit hôpital est destiné à accueillir tous les patients dont la prise en charge doit être immédiate ou rapide.

D'une capacité totale de vingt (20) lits, le service des urgences chirurgicales comprend :

- Une salle d'attente ;
- Un box d'accueil et d'enregistrement des patients ;
- Deux grandes salles d'observation des patients avec :
 - Une salle A de cinq (5) lits avec possibilité d'ajouter un chariot mobile où sont installés les patients instables ou en post-opératoire immédiat ;
 - Une salle B de sept (7) lits où sont installés les patients stables.
 - Deux box d'observation (Box 1 et Box 2) de deux (2) lits chacun et un troisième box (Box 3) de quatre (4) lits où sont

accueillis et conditionnés les patients qui viennent d'arriver dans le service, et, où les premiers soins sont également prodigués.

Le service d'orthopédie - traumatologie est un service d'une capacité de 41 lits, répartis comme suit : trois salles pour hommes (salle 1 d'une capacité de 3 lits ; une salle 2, d'une capacité de 7 lits, une salle 3 ou septique de 6 lits), deux salles pour femmes (salle 4, 6 lits et salle 5, 3 lits), 2 salles enfants (enfant A avec 8 lits, enfant B, 3 lits qui est la salle septique pour les femmes et les enfants), trois cabines individuelles et une cabine à deux lits.

En plus des quatre chirurgiens orthopédistes, le personnel est constitué d'une surveillante de service, de cinq infirmières diplômées d'état, trois aides-infirmières, quatre assistantes infirmières, quatre secrétaires, d'un archiviste, d'un brancardier, de trois techniciennes de surface, et de deux agents de sécurité.

1.2. Population d'étude

1.2.1. Critères d'inclusion

Étaient étudiés les patients reçus aux services des urgences pour un traumatisme fermé de la cheville et /ou du pied.

1.2.2. Critères d'exclusion

Étaient exclus de notre étude tous les patients présentant une fracture des os du pied, une pathologie infectieuse ayant nécessité une intervention chirurgicale ou avec atteinte osseuse, les patients présentant une notion de douleurs au pied dans les antécédents, et les patients ayant présenté une pathologie tumorale du pied.

2. METHODOLOGIE

Un formulaire a été établi permettant le recueil de données des patients retenus.

Dans ce formulaire sont notés en plus de l'état civil du patient, la profession, la pratique d'activité sportive ou non, l'existence d'un traumatisme ou non du pied et ou de la cheville, la présence ou non de gêne fonctionnelle et d'une déformation au pied.

Après la consultation du patient, trois clichés radiographiques du pied sont réalisés :

- L'incidence de face (Figure 17) : le patient est en décubitus dorsal ou assis avec le genou fléchi. La surface plantaire du pied est en contact avec la cassette. Le rayon incident est incliné à 10° en arrière (en direction du calcaneum) et est dirigé vers la base du troisième métatarsien.

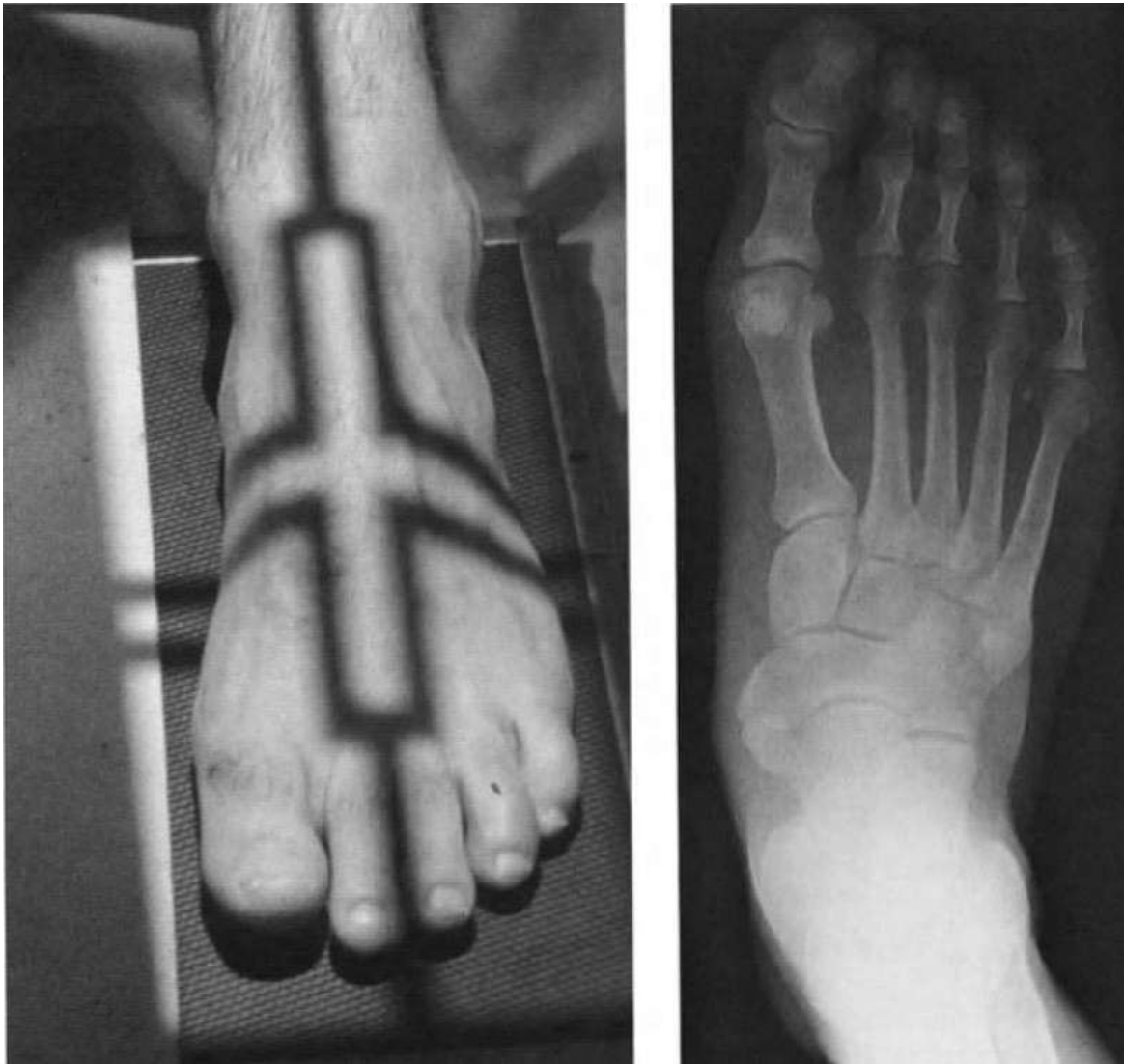


Figure 19 : Incidence radiographique du pied de Face. [10]

- Incidence de profil du pied (Figure 20) : Le patient est couché sur le côté affecté, et le genou est fléchi à 45° . Le pied est en flexion dorsale et la surface plantaire est perpendiculaire à la cassette. Le rayon incident est dirigé perpendiculairement à la cassette vers la base du 3^{ème} métatarsien.



Figure 20 : incidence et cliché radiographiques du pied de profil. [10]

- L'incidence de Harris (oblique externe du pied à 45°) (figure 21) : le patient est en décubitus dorsal ou assis avec le genou fléchi. La surface plantaire du pied est à 30°- 45 ° par rapport au plan de la cassette. La face interne du pied est en contact avec la cassette. Le rayon incident est dirigé perpendiculairement à la cassette vers la base du 3^{ème} métatarsien.

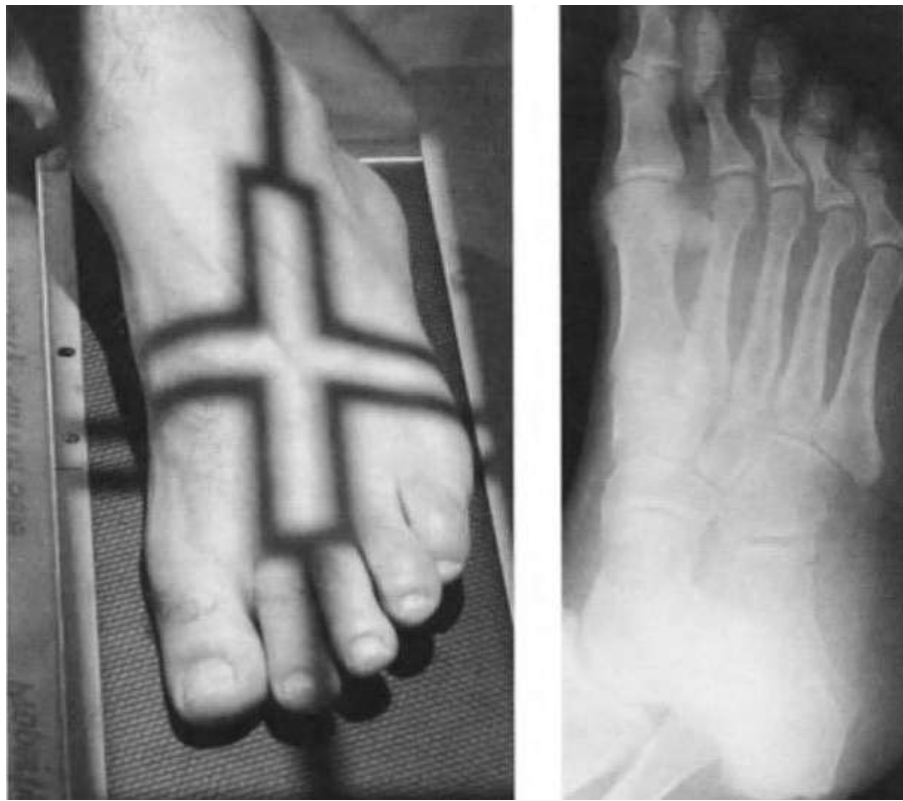


Figure 21 : incidence de Harris. [10]

Avec l'aide d'une règle plate, graduée, nous avons mesuré la distance, en millimètre, qui sépare le calcaneus de l'os naviculaire.

Nous avons ensuite noté l'existence ou non d'ostéophyte à la partie supérieure de la tête du talus, apprécié la régularité ou non de l'espace calcanéo-naviculaire. Nous avons aussi recherché la présence ou non d'une hypotrophie de la tête du talus, mais aussi d'un pont osseux entre le calcaneus et l'os naviculaire.

Toutes ces données étaient consignées sur la fiche de collecte de données.

FICHE DE COLLECTE DE DONNEES

Prénom Nom :

Age : **Sexe :** ☐ Masculin ☐ Féminin

Profession :

Pied étudié : ☐ Droit ☐ Gauche

Activité sportive : ☐ Oui ☐ Non

Si oui précisez l'activité :

Notion de traumatisme : ☐ Oui ☐ Non

Douleur isolée : ☐ Oui ☐ Non

Douleur + gêne fonctionnelle : ☐ Oui ☐ Non

Douleur + déformation du pied : ☐ Oui ☐ Non

Radiographie :

- Ecart calcanéo-naviculaire radiographique en millimètre :
- Pont osseux : ☐ Oui ☐ Non
- Diminution de l'espace calcanéo-naviculaire :
☐ Oui ☐ Non
- Irrégularité de l'interligne : ☐ Oui ☐ Non
- Ostéophyte talo-naviculaire : ☐ Oui ☐ Non
- Hypotrophie de la tête du talus : ☐ Oui ☐ Non

II. RESULTATS

Quarante-cinq (45) patients ont été étudiés, 22 de sexe féminin (48,9%) et 23 de sexe masculin (51,1%) (Figure 22), avec un sex-ratio de 1,04 en faveur des hommes.

L'âge moyen de nos patients était de 34,46 ans avec des âges extrêmes de 08 ans et 66 ans.

Chez les hommes, l'âge moyen était de 30,26 ans avec des extrêmes de 08 ans et 62 ans, alors que chez les femmes, il était de 38,86 ans avec des extrêmes de 14 et 66.

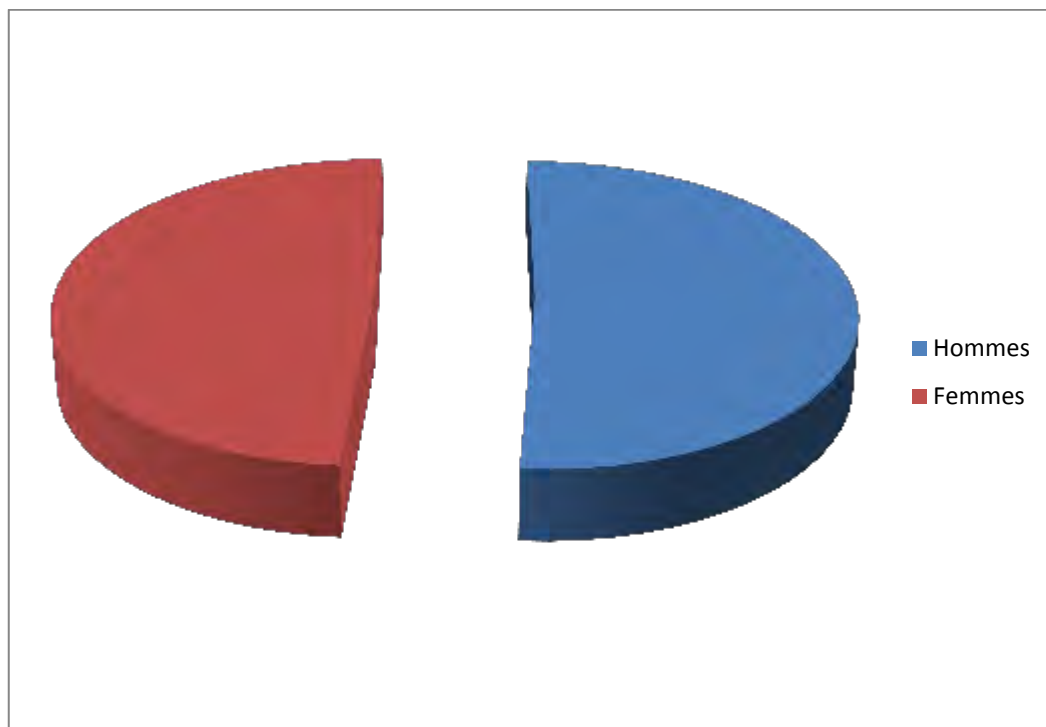


Figure 22 : Répartition des patients selon le sexe.

Tous les patients avaient consulté au décours d'un traumatisme.

Parmi les patients, 20 soit 44,44% pratiquaient régulièrement du sport et 25 soit 55,56% étaient plutôt non pratiquants. Les femmes représentaient 68% de ceux qui ne faisaient pas de sport contre 32% pour les hommes. Soixante pourcent (60%) des sportifs de notre série pratiquaient le football, tous des

hommes ; 20 % le jogging, 3 hommes et une femme ; 15% la gymnastique, 3 femmes et 5% la marche, une femme (figure 23).

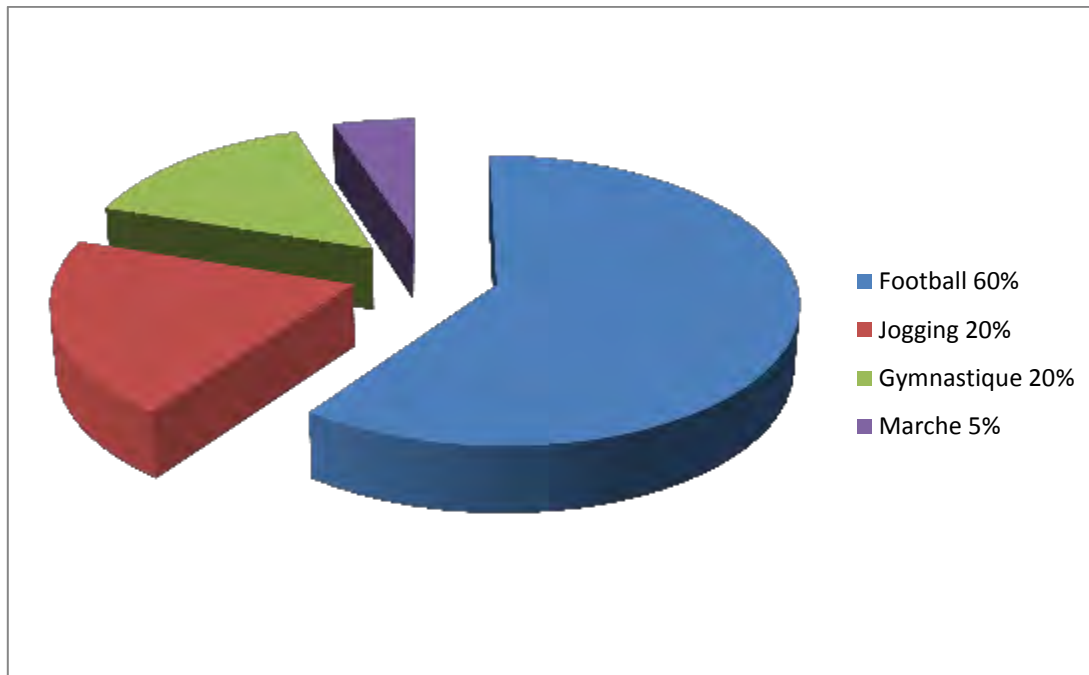


Figure 23 : Répartition des patients sportifs, selon le sport pratiqué.

La mesure de l'espace entre le calcanéus et l'os naviculaire, a donné les résultats suivants :

- Les distances extrêmes étaient de 2 mm et 9 mm.
- L'écart moyen était de 6,21 mm chez les hommes et 5,47 mm chez les femmes, la moyenne globale de la série étant de 5,85 mm.
- Le plus grand espacement soit 9 mm a été retrouvé chez deux hommes âgés respectivement de 08 ans et 25 ans, alors que le plus petit, 2 mm a été mesuré chez une femme de 40 ans.
- L'écart moyen entre le calcanéus et le naviculaire a été calculé suivant des tranches d'âge (figure 24) :
 - ✓ Entre 0 et 9 ans, il était de 9 mm chez les hommes, et aucune n'a été enregistrée dans cette tranche d'âge ;

- ✓ Entre 10 et 19 ans il était de 5 mm chez les hommes, de 4,1 mm chez les femmes, pour une moyenne globale de 4,55 mm ;
- ✓ Entre 20 et 29 ans, la moyenne des hommes était de 6 mm, de même celle des femmes donnant une moyenne globale de 6 mm également ;
- ✓ Entre 30 et 39 ans, moyenne homme 7,16 mm, moyenne femme 6 mm et moyenne globale 6,58 mm ;
- ✓ Entre 40 et 49 ans, moyenne homme 5 mm, moyenne femme 3,25 mm et moyenne globale 4,12 mm ;
- ✓ Entre 50 et 59 ans, moyenne homme 7,5 mm, moyenne femme 6,83 mm, moyenne globale 7,16 mm ;
- ✓ Enfin entre 60 et 69 ans, moyenne homme 6,33 mm, moyenne femme 5,5 mm et moyenne globale 5,91 mm.

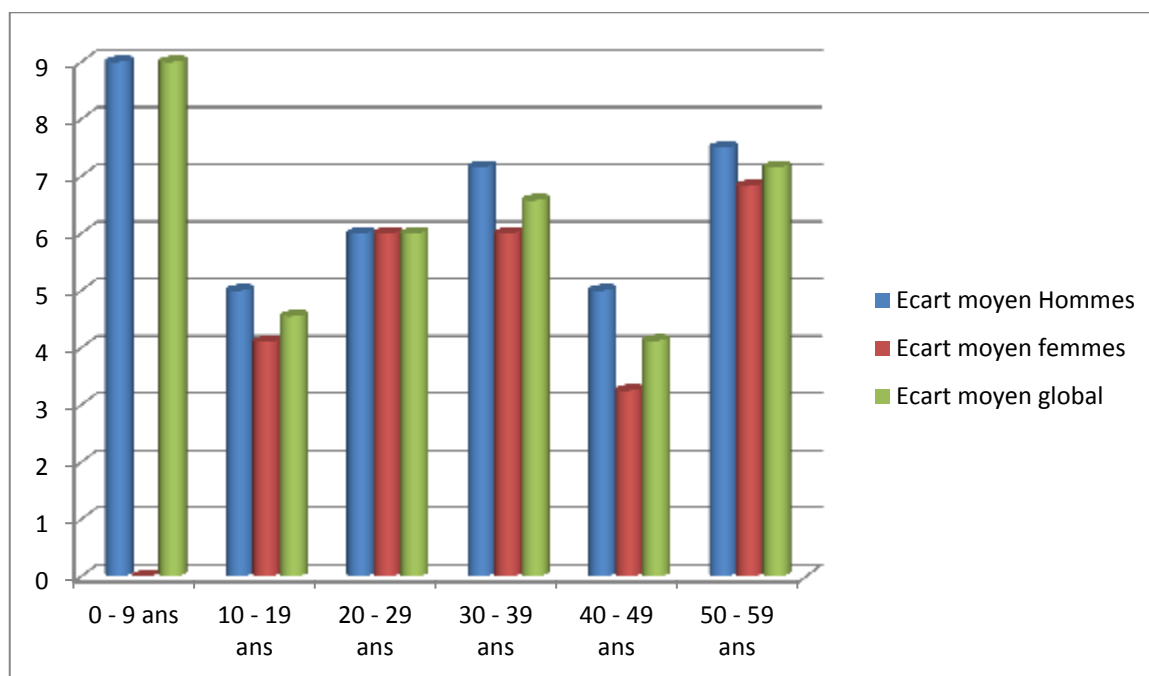


Figure 24 : Ecart moyen calcanéo-naviculaire selon l'âge et le sexe.

Aucun patient n'a présenté de pont osseux calcanéo-naviculaire à la radiographie. Seul un patient a présenté un bec calcanéen, il s'agissait d'un élève de 20 ans. Aucune hypotrophie de la tête du talus n'a pas été retrouvée chez nos patients.



Figure 25 : Images radiographiques de bec calcanéen témoignant du conflit calcanéo-naviculaire.

III. COMMENTAIRES

Nous avons réalisé cette étude anatomique de l'espace séparant le calcanéus et l'os naviculaire du pied, afin de pouvoir préciser les valeurs normales, sur une radiographie standard, chez un sujet indemne de tout signe d'appel en faveur d'une synostose calcanéo-naviculaire. Aucune étude anatomique pure de cet espace n'a été retrouvée dans la littérature, d'où l'intérêt pour nous de nous focaliser sur cet aspect.

Notre série a regroupé presque autant d'hommes que de femmes (figure 20).

Nous avons profité des clichés radiographiques demandés suite à un traumatisme fermé du pied et ou de la cheville pour mener cette étude.

Cette synostose calcanéo-naviculaire entraîne une douleur spontanée, exacerbée par le mouvement d'éversion-inversion [20]. La synostose est une fusion complète entre deux os. Elle peut aussi être incomplète avec une union soit cartilagineuse, appelée alors synchondrose, soit fibreuse appelée syndesmose [9]. Rouvreau et Al [27], de même que Guignand et Al [9], ont clairement décrit cette douleur comme une douleur en regard du sinus du tarse, associée à une raideur de l'avant-pied, une diminution des amplitudes en inversion, éversion et en flexion plantaire.

L'écart moyen dans notre étude étant de 5,85 mm, nous pouvons estimer que l'écart normal se situe entre 5,85 et 6 mm.

L'écart entre l'os naviculaire et le calcanéus dans notre série est plus grand dans la tranche d'âge de 00 à 09 ans. Seule la radiographie conventionnelle a été utilisée chez nos patients pour la mesure de l'écart. Le jeune âge de l'enfant, l'orientation et la nature tissulaire du pont [1] rendent parfois difficile l'estimation correcte de l'écart avec la radiographie standard. Ceci est d'autant plus vrai que dans la littérature en plus de cette radiographie, la scintigraphie osseuse associée à la tomодensitométrie sont utilisées dans le diagnostic des coalitions calcanéo-naviculaires surtout chez les enfants. Guignand [9] estime,

lui, que dans les cas où le pont calcanéo-naviculaire est fibreux ou cartilagineux, la tomodensitométrie peut être prise en défaut, en particulier en l'absence de signes osseux indirects, d'où l'intérêt selon lui de l'utilisation de l'imagerie par résonance magnétique (IRM). Cet examen est non seulement plus performant mais aussi non invasif, comme peuvent l'être les rayons X. L'IRM peut cependant présenter un inconvénient en termes de faux positif [10]. Il faut veiller à ne pas confondre une image pathologique de coalition tarsienne, en particulier d'origine fibreuse avec une image physiologique correspondant au ligament en Y de Chopart, structure constituée de deux faisceaux : le ligament calcanéo-naviculaire latéral et le ligament calcanéo-cuboïdien médial [3]. Wechsler et al. [34] font également état d'un faux positif dans sa série de dix cas correspondant à une synovite.

Cet écart est d'autant plus important à considérer que la synostose calcanéo-naviculaire se retrouve dans 1 % de la population générale et de manière bilatérale dans plus de 50 % des cas. [23]. Il s'agit d'une anomalie congénitale qui résulterait d'un défaut de segmentation du mésenchyme primitif au cours de la croissance [4].

Dans toutes les tranches d'âge de notre série l'écart est plus petit dans le sexe féminin, conformément aux données de la littérature avec une prédominance féminine [6].

Nous n'avons pas retrouvé de pont osseux entre le calcaneus et le naviculaire dans notre série. Cependant, ceci n'exclut pas la présence de pont, qui peut être cartilagineux, (synchondrose) ou fibreux (syndesmose), passant donc inaperçu à la radiographie conventionnelle et même quelques fois à la tomodensitométrie [20].

Même si la radiographie reste incontournable, elle est souvent insuffisante. Stormont et Petersen [32], sur une série de synostoses calcanéo-naviculaires, signalent que dix cas ont été des diagnostics chirurgicaux. Le bilan radiologique

était négatif dans 30% des cas. Dutoit et al. [7], rapportent trois cas de diagnostics peropératoires après un bilan radiologique complet.

Ceci est confirmé par Mugabo [20], qui dans sa série de 18 patients, a été obligé de recourir dix fois à l'IRM, pour mettre en évidence 6 cas, de syndesmose et synchondrose, passées inaperçues, même à la tomodensitométrie.

Dans les cas suspects de coalition calcanéo-naviculaire, nous recommandons devant une radiographie standard normale, de faire au moins la tomodensitométrie et dans la mesure du possible l'IRM, afin de ne pas passer à côté d'une forme fibreuse ou cartilagineuse, et de pouvoir apporter une solution à ce patient. Il est donc difficile, à partir de cette seule radiographie conventionnelle, de donner une valeur fiable de l'espace calcanéo-naviculaire.

Le pouvoir d'achat bas de la population en général, dans notre pays, rend difficile la réalisation systématique de scanner encore moins d'IRM qui n'existe que dans la capitale, nécessitant donc, non seulement de payer assez cher pour l'avoir, mais de devoir se déplacer jusqu'à Dakar. Ceci constitue, dès lors, une véritable limite dans le diagnostic de certaines pathologies, comme c'est le cas pour la coalition calcanéo-naviculaire.

CONCLUSION

L'étude de l'écart calcanéo-naviculaire revêt une grande importance dans la compréhension de la survenue de la coalition calcanéo-naviculaire. Cependant aucune étude anatomique pure, de cette entité, n'a été retrouvée dans la littérature. Il faut savoir que la synostose qui est une fusion complète ou incomplète des os est la plus fréquente des coalitions tarsiennes. Sa symptomatologie peut simuler une entorse de la cheville ou du médio-pied d'où l'intérêt de l'imagerie pour faire la différence.

Cependant la radiographie conventionnelle plus accessible dans nos contrées, et moins onéreuse a montré ses limites. En effet dans les synchondroses et les syndesmoses, les clichés de radiographie standard apparaissent normaux, et ce n'est que le scanner fait en seconde intention qui a permis de faire le diagnostic. Dans d'autres cas, c'est l'IRM qui a pu faire la différence et détecter l'anomalie de l'espace calcanéo-naviculaire.

Ceci pose le problème de l'utilisation de la radiographie conventionnelle seule, devant une douleur du pied siégeant en regard du sinus du tarse, survenue sans notion de traumatisme la plupart du temps.

Une étude plus pointue de cet espace, à l'aide de la tomodensitométrie, de l'IRM et même une étude sur cadavre, nous permettraient de donner des mesures encore plus précises, suivant l'âge et le sexe, afin de pouvoir faire, précocement, le diagnostic de coalition calcanéo naviculaire, et de poser une indication thérapeutique adéquate.

REFERENCES

1- Alexandre H. Nehme A.H., Monsef J.B., Ghannam A. G. B., Imad J. P., Moucharafieh R., Wehbe J.

Arthroscopic resection of a bilateral calcaneonavicular coalition in a child.
J. Foot & Ankle Surg. 2015;55(5): 1079–82.

2-Castriota - Scanderberg. A., Dallapiccalo. B.

Abnormal skeletal phenotypes: from simple signs to complex diagnosis.
Springer-Verlag Berlin Heidelberg, 2005; 466-470.

3- Crim, J.

Imaging of Tarsal Coalition.
RadiolClin North Am, 2001; 46: 1017–1026.

4-Cruveilhier J.

Anatomie Pathologique du Corps Humain.
J.B. Balliere, Paris, 1829; 1: 255-257.

5-Dawe E., Davis J. C.

Anatomy and biomechanics of the foot and ankle.
Orthop Trauma, 2011; 25(4): 279–286.

6-Downey Michael S.

Tarsal coalition: current clinical aspects with introduction of a surgical classification.
J Pediatric Orthopedics, 2000; 10: 60-77.

7- Dutoit M.

Talocalcaneal bar resection.
J Foot Ankle Surg. 1998; 37: 199–203.

8- El Shazly O., Amr A.K.H., El Ela A.

Percutaneous resection of calcaneo-navicular coalition with interposition of synthetic graft.
The Foot, 2011; 21(3): 138-141.

9- Guignand D., Journeau P.

Child calcaneonavicular coalitions: MRI diagnostic value in a 19-case series.
OrthopTraumatolSurgRes, 2011 ;97: 67–72.

10- Hernández-Díaz C., Saavedra M.A., Navarro-Zarzac J.E., Canosod J.J., Villase P., Vargas A., Kalishh R.A.

Clinical anatomy of the ankle and foot
ReumatolClin. 2012; 8(suppl 2): 46–52

11- James H.K., Chapman A.W.P., Dhukaram V., Wellings R., Abrahams P.

Learning anatomy of the foot and ankle using sagittal plastinates : a prospective randomized educational trial.

The Foot, 2019; 38: 34–38.

12- Khashbin A.

Reoperation after tarsal coalition resection: A population- based study.

J Foot Ankle Surgery, 2015; 54: 306-310.

13- Kwasaki T.

Prenatal development around the sustentaculumTali and its relation on talocalcaneal coalition.

J PediatrOrthop, 1990; 10: 28-243.

14- Leonard M.A.

The inheritance of tarsal coalition and its relationship to the spastic flatfoot.

J Bone Joint Surg, 1974 ; 568A : 520-526.

15- Lui T.H.

Arthroscopic resection of the calcaneonavicular coalition or the “too long” anterior process of the calcaneus.

Arthroscopy 2006; 22: 903 e1-903 e4.

16- Lundberg A., Svensson O.K., Bylund C.

Kinematics of the ankle/foot complex. Part 2: pronation and supination.

Foot Ankle Int, 1989; 9: 248–53.

17- Manter J.T.

Movements of the subtalar and transverse tarsal joints.

Anat Res, 1941; 46: 469–81.

18- Matshes E., Burbridge B.

Human osteology and skeletal radiology.

CRC Press, Washington, 2005; 398-416.

19- Mubarak S. J., Patel P. N.

Calcaneonavicular coalition: treatment by excision and fat graft.

J PediatrOrthop, 2009; 29: 418–426.

20- Mugabo F.

Synostosecalcanéo-naviculaire: aspects anatomo-cliniques et évaluation du traitement chirurgical à propos de 18 cas au centre hospitalier de l'Ordre de Malte Dakar.

Mémoire de D.E.S. d'orthopédie-traumatologie, Dakar, 2016 ; N° 133.

21- Netter F. H.

Human Anatomy of the Foot and Ankle.

Elsevier Masson, Munchen, 2011 : 546-561.

22- Palma de L., Santucci A., Ventura A.

Anatomy and embryology of the talocalcaneal joint.

J Foot Ankle Surg, 2003; 9: 7–18.

23- Piat C.

Synostoses du tarse.

Rev Rhum Monogr, 2014; 81(3): 174–182.

24- Quinn E.A., Peterson K.S., Hyer C.F.

Calcaneonavicular coalition resection with pesplanovalgus reconstruction.

J Foot Ankle Surg. 2016; 55(5): 578–82.

25- Riegger C. L.

Anatomy of the ankle and foot.

PhysTher, 1988; 68: 1802–1814.

26- Rodgers M. M.

Dynamic biomechanics of the normal foot and ankle during walking and running.

PhysTher, 1988; 68: 1822–1830

27- Rouvreau P., Pouliquen J. C.

Synostosis and tarsal coalitions in children. A study of 68 cases in 47 patients.

Rev Chir Orthop, 1994;80:252–260.

28- Sakellariou A., Claridge R. J.

Tarsal coalition: Aetiology, diagnosis and treatment.

CurrOrthop, 1998; 12: 135–142.

29- Schuenke M.

Atlas of Anatomy.

Thieme, New York, 2012; 427-433.

30- Scott R., Tuten.

Calcaneonavicular coalition resection with extensor digitorumbrevis interposition in adults.

Foot Ankle Int, 2007; 28: 890–5.

31- Seringe R., Wicart P.

The talonavicular and subtalarjoints : The “calcaneopedal unit” concept, the French Society of Pediatric Orthopaedics (SOFOP).

OrthopTraumaSurgRes, 2013; 99: 345—355.

32- Stormont D. M., Peterson H. A.

The relative incidence of tarsal coalition.

ClinOrthop, 1983; 181: 28–36.

33- Thorpe S., Wukich D. K.

Tarsal Coalitions in the Adult Population.

Foot Ankle Clin, 2012; 17: 195–204.

34- Wechsler.

computed tomography of talocalcaneal coalition: imaging techniques.

SkeletalRadiol, 2010 ;21: 353-358.

RESUME

Introduction : L'étude anatomique de l'espace qui sépare le calcaneus de l'os naviculaire permet de comprendre et de diagnostiquer les anomalies siégeant à cet endroit. Ces deux os normalement séparés sont, dans certaines situations pathologiques, reliés par un pont qui peut être osseux, cartilagineux ou fibreux avec à la clinique des douleurs en regard du sinus du tarse et parfois une raideur du pied. Les objectifs de ce travail sont de déterminer les mensurations moyennes de cet espace calcanéo-naviculaire sur un pied normal, d'en déduire l'existence ou non d'anomalie de cet espace et de donner les moyens paracliniques permettant d'apprécier au mieux cet espace.

Matériels et méthodes : notre travail a porté sur 45 patients, 23 hommes (51,1%) et 22 femmes (48,9%), avec un âge moyen de 34,46 ans [8 – 66 ans], qui ont tous consulté pour un traumatisme fermé du pied. Tous les patients qui présentaient un traumatisme ouvert, une pathologie tumorale du pied, ou ayant dans leurs antécédents une intervention chirurgicale ou des douleurs au pied n'ont pas été inclus dans notre étude. Vingt patients (44,44%) étaient sportifs amateurs et les vingt-cinq autres (55,56%), plutôt non pratiquants. Des clichés radiographiques de face, de profil et l'incidence de Harris ont été demandés. L'écart entre le calcaneus et l'os naviculaire a été mesuré à l'aide d'une règle plate graduée.

Résultats : Les écarts extrêmes mesurés étaient de 2 mm et 9 mm. L'écart moyen était de 6,21 mm chez les hommes et 5,47 mm chez les femmes, la moyenne globale de la série étant de 5,85 mm. Le plus grand écart, soit 9 mm, a été retrouvé chez deux hommes âgés respectivement de 08 ans et 25 ans, alors que le plus petit, 2 mm, a été mesuré chez une femme de 40 ans.

Conclusion : la radiographie conventionnelle, bien que incontournable dans le diagnostic de la synostose calcanéo-naviculaire, a montré ses limites. L'utilisation de moyens d'imageries plus performants, telles que la tomodensitométrie et l'IRM, pourrait permettre une étude plus pointue de l'espace calcanéo-naviculaire, et d'en définir des normes plus précises.

Mots clés : pied, synostose calcanéo-naviculaire.