



ROYAUME DU MAROC  
UNIVERSITE SIDI MOHAMMED BEN ABDELLAH  
FACULTE DE MEDECINE ET DE PHARMACIE  
FES



Année 2016

Thèse N°113/016

# TRAITEMENT CHIRURGICAL DES FRACTURES THALAMIQUES DU CALCANÉUM PAR PLAQUE VISSÉE

THESE

PRESENTEE ET SOUTENUE PUBLIQUEMENT LE 06/05/2016

PAR

Mlle. ENNOUICHI RAJAE

Née le 14 JUIN 1989 à Fès

POUR L'OBTENTION DU DOCTORAT EN MEDECINE

MOTS-CLES :

Calcaneum - Fractures thalamiques- Plaque vissée

JURY

M. BOUTAYEB FAWZI..... PRESIDENT  
Professeur de Traumatologie-orthopédie

M. LAHRACH KAMAL .....RAPPORTEUR  
Professeur agrégé de Traumatologie-orthopédie

M. SHIMI MOHAMMED .....JUGE  
Professeur agrégé de Traumatologie-orthopédie

**INTRODUCTION..... 8**

**PARTIE THEORIQUE ..... 11**

**RAPPEL ANATOMIQUE..... 12**

    I.Anatomie topographique du calcanéum..... 13

    II.Anatomie descriptive ..... 13

    III.Arthrologie..... 18

        A.L’articulation sub-talienne .....18

            1.Surfaces articulaires ..... 18

            2.Capsule articulaire et synoviale ..... 19

            3.Ligaments ..... 19

        B.L’articulation transverse du tarse .....20

            1.L’articulation talo–calcaneo–naviculaire..... 21

            2.L’articulation calcaneo–cuboidienne..... 24

    IV.La vascularisation du calcaneus .....25

    V.Les rapports anatomiques .....27

        A.Tendineux.....27

        B.Nerveux .....29

        C.Artériels.....31

**BIOMECANIQUE DE LA CHEVILLE ET DE L’ARRIERE PIED..... 32**

    I.Transmission des contraintes ..... 33

    II.Mouvements des articulations de la cheville et de l’arrière pied..... 36

        A.l’articulation talo-crutale ..... 36

        B.l’articulation sous-talienne .....36

        C.l’articulation transverse du tarse .....38

        D.Mouvements des articulations sous talienne et transverse du tarse ..... 39

        E.Inversion et éversion du pied.....39

**ANATOMIE PATHOLOGIQUE DES FRACTURES DU CALCANEUM ..... 41**

    I.Mécanisme lésionnel .....42

II.Classifications .....	43
A.Les fractures thalamiques .....	43
B.Les fractures parcellaires ou extra-thalamiques.....	49
<b>RAPPEL RADIO-ANATOMIQUE.....</b>	<b>50</b>
I.La radiographie standard.....	51
A.Les incidences de profil.....	51
B.Incidences verticales de face ou axiales .....	55
II.Le scanner.....	56
III.la tomographie volumique à faisceau conique .....	57
<b>LE TRAITEMENT CHIRURGICAL DES FRACTURES THALAMIQUES .....</b>	<b>59</b>
I.Les voies d’abords.....	60
A.La voie d’abord externe du calcanéum.....	60
B.La voie d’abord dorsale interne du pied .....	62
C.La voie d’abord latérale sous- talienne .....	63
II.Les différents traitements chirurgicaux des fractures thalamiques du calcanéum	
. 65	
A.Traitement à foyer fermé.....	65
1.Le relèvement enclouage à foyer fermé .....	65
2.Le vissage percutané.....	66
B.Traitement à foyer ouvert.....	67
1.Ostéosynthèse par plaque vissée.....	67
2.Ostéosynthèse par vissage simple.....	74
3.Reconstruction arthrodèse selon Stulz.....	74
<b>MATÉRIELS ET MÉTHODES .....</b>	<b>75</b>
I.Type d’étude.....	76
II.Critères d’inclusion .....	76
III.Critères d’exclusion.....	76
IV.Recueil des données.....	77

V. Les méthodes d'évaluation des résultats.....	84
A. Score de Kitaoka.....	84
B. Score fonctionnel de SOFCOT .....	84
<b>RESULTATS .....</b>	<b>86</b>
I. Épidémiologie .....	87
A. Âge .....	87
B. Sexe .....	87
C. Mécanisme .....	88
D. Les antécédents .....	89
E. Le coté atteint .....	89
F. Délai préopératoire .....	90
II. Clinique .....	91
A. Signes fonctionnels .....	91
B. Examen général.....	91
C. Examen locorégional.....	91
D. Lésions associées .....	92
III. Radiologie .....	93
A. Radiologie standard .....	93
B. Scanner.....	94
IV. Étude préopératoire .....	94
V. Traitement .....	95
A. Technique.....	95
1. Préparation du malade-salle d'opération.....	95
2. Type d'anesthésie .....	95
3. Installation du malade.....	95
4. Geste réalisé .....	96
B. Traitement postopératoire .....	102
1. Traitement médical .....	102
2. Suites opératoires .....	102

3.Durée de l'intervention.....	103
4.Durée d'hospitalisation .....	103
VI.Complications .....	103
VII.Résultats thérapeutiques .....	104
A.Recul post opératoire.....	104
B.Résultats fonctionnels.....	104
C.Résultats radiologiques .....	105
1.Résultat immédiat .....	105
2.Résultat à long terme .....	106
VIII.Iconographie .....	107
<b>DISCUSSION ET ANALYSE.....</b>	<b>112</b>
I.Introduction .....	113
II.Épidémiologie .....	113
A. Âge .....	113
B. Sexe .....	113
C.Le mécanisme.....	114
D.Côté atteint .....	114
III.Clinique .....	115
IV.Classification radiologique .....	116
A.Classification de DUPARC et La CAFFINIÈRE .....	116
B.Classification d'UTHEZA .....	117
V.Le traitement .....	118
A.Chirurgie à foyer fermé.....	118
1.Relèvement par enclouage à foyer fermé .....	118
2.Vissage percutané.....	118
B.Chirurgie à foyer ouvert .....	119
1.Voie d'abord .....	119
2.Ostéosynthèse par vissage simple .....	119
3.Ostéosynthèse par plaque vissée.....	124

4.Reconstruction arthrodèse selon Stulz..... 128

5.Grefe osseuse ..... 129

C.Résultats.....129

VI.Complications ..... 132

**CONCLUSION** ..... 135

**RESUMES**..... 137

**BIOBLOGRAPHIE** ..... 141

## Liste des abréviations

- AO** : Association pour l'étude de l'Ostéosynthèse
- AVP** : Accident de la voie publique
- CBCT** : Cone Beam Computerized Tomography
- CHU** : Centre hospitalier universitaire
- CT** : tomodensitométrie classique
- GECO** : Groupe d'étude de chirurgie osseuse
- REEF** : Relèvement Enclouage à Foyer Fermé
- RX** : Rayons X
- SOFCOT** : Société Française de Chirurgie Orthopédique et  
Traumatologique
- TDM** : Tomodensitométrie
- TVFC** : Tomographie Volumique à Faisceau Conique

## I.

## II. INTRODUCTION

Le calcanéum forme notre talon. C'est un os particulier en contact direct avec le sol et sur lequel repose l'ensemble du corps.

Il assure la transition entre la verticalité du squelette axial et l'horizontalité du pied permettant la marche. Il est soumis à des contraintes physiques particulièrement importantes. En même temps, grâce à son réseau articulaire complexe, il permet une adaptation fine au sol.

Les fractures du calcanéum constituent 60% des fractures du tarse. Elles sont souvent la conséquence d'accidents à haute énergie tels que la chute d'un lieu élevé [1].

Les fractures du calcanéum entraînent une douleur au niveau du talon et une impotence fonctionnelle du membre inférieur.

L'examen clinique doit rechercher les lésions associées ainsi que les complications immédiates.

La radiographie standard du calcanéum avec la tomodensitométrie (TDM) permettent une bonne visualisation des lésions et guide la prise en charge.

Le traitement chirurgical fait partie actuellement de l'arsenal thérapeutique des fractures articulaires du calcanéum, cependant le choix du moyen d'ostéosynthèse notamment entre ostéosynthèse à foyer fermé ou à foyer ouvert ainsi que l'utilité de l'adjonction d'une greffe osseuse restent sujets à discussion.

Les séquelles fonctionnelles de ces fractures sont graves, prolongées et souvent grevées d'un handicap permanent. Celui-ci peut être plus ou moins important en fonction du type de fracture et de la qualité de la prise en charge. Il est par conséquent important de pouvoir comprendre les fractures du calcanéum, identifier leurs séquelles et orienter les patients souffrant de telles lésions dans le but d'optimiser leur prise en charge.

Le but de notre travail a été d'étudier rétrospectivement une série de 12 fractures thalamiques traitées par relèvement ostéosynthèse et par plaque vissée, au sein du service de traumatologie et orthopédie A du centre hospitalier universitaire (CHU) Hassan II de Fès.

Notre étude s'étale sur une période de 7ans allant de Janvier 2008 jusqu'à Novembre 2015.

### **III. PARTIE THEORIQUE**

## **IV.**

## **V. RAPPEL ANATOMIQUE**

## I. Anatomie topographique du calcanéum

Les os du tarse sont répartis en deux groupes :

- Le tarse antérieur qui comprend le scaphoïde, le cuboïde et les cunéiformes.
- Le tarse postérieur formé par deux os superposés de haut en bas : l'astragale et le calcanéum.

## II. Anatomie descriptive :

Ostéologie du calcanéum [2, 3, 4]

Le calcanéum a une forme grossièrement cubique, présentant six faces: supérieure, inférieure, externe, interne, postérieure et antérieure.

### A. La face supérieure (figure1)

Elle est divisée en deux parties :

#### 1. La partie antérieure

Elle s'articule avec l'astragale par deux facettes :

Une facette articulaire antéro-interne et une facette postérieure ; entre ces deux facettes se situe une gouttière : c'est le plancher du sinus du tarse.

#### 2. La partie postérieure

Elle est étroite, criblée d'orifice vasculaires ; correspondant au tissu cellulo-graisseux qui sépare le tendon d'Achille de l'articulation tibio-tarsienne.

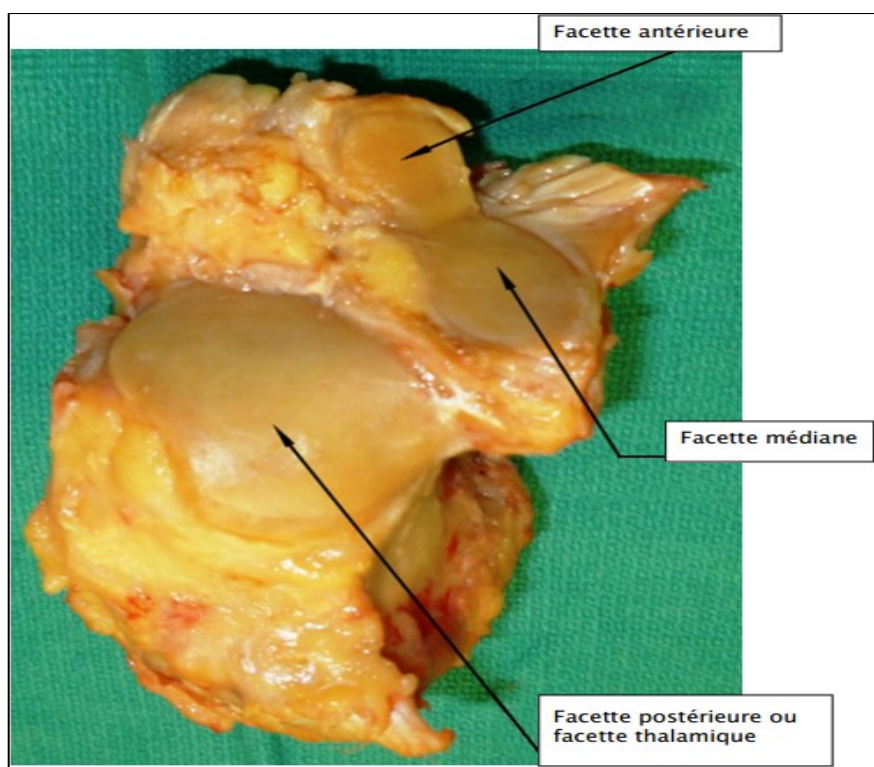


Figure1: Vue supérieure du calcaneum [67].

## B. La face inférieure

Elle Est convexe transversalement et présente :

1. En arrière : deux tubérosités, une postéro-interne et l'autre postéro-externe rejoignant la tubérosité du calcaneum qui représente le point d'appui du calcaneum sur le sol.
2. En avant : une tubérosité antérieure arrondie, donnant insertion au plan profond du ligament calcaneéo-cuboïdien inférieur (figure 2).



Figure 2 : La face inférieure du calcaneum [3].

### C. La face externe

Rugueuse, plane, présente à l'union de son tiers antérieur et ses deux tiers postérieurs, le tubercule externe du calcaneum ou tubercule des péroniers (figure 3).

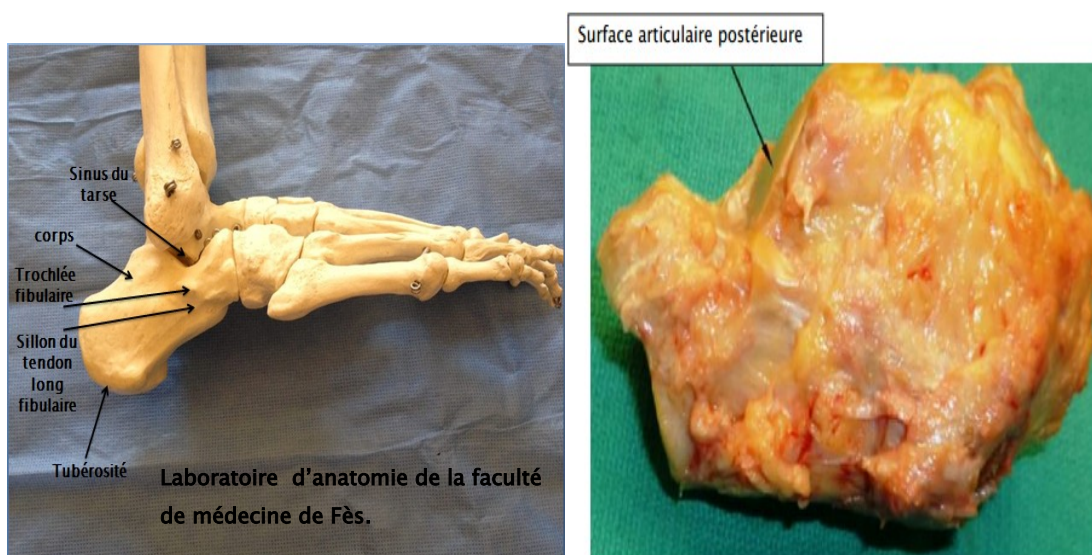


Figure 3 : La face externe du calcaneum [3 ; 67].

## D. La face interne :

Plus haute en arrière qu'en avant, porte une vaste gouttière c'est la gouttière calcanéenne : lieu de passage des vaisseaux, des nerfs et des tendons musculaires qui quittent la jambe pour gagner la face plantaire du pied. Cette gouttière est circonscrite en avant par une forte saillie : le sustentaculum-tali (figure 4).

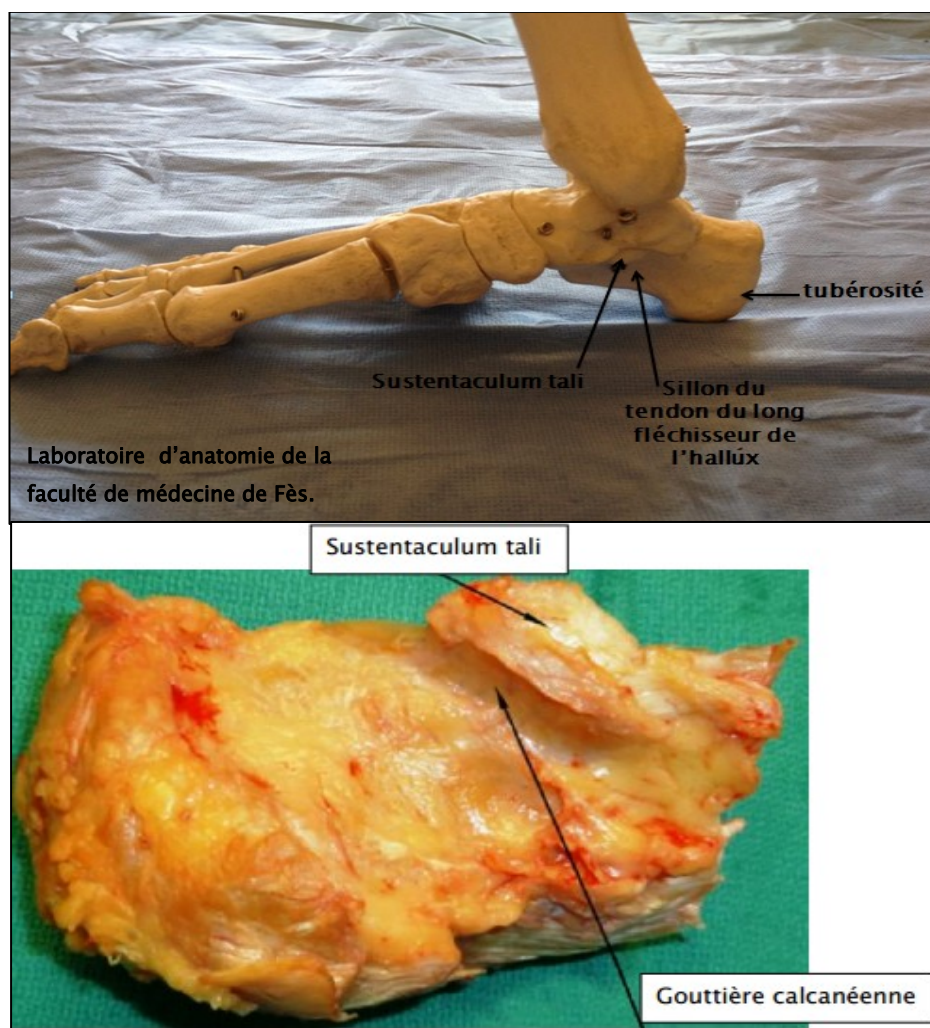
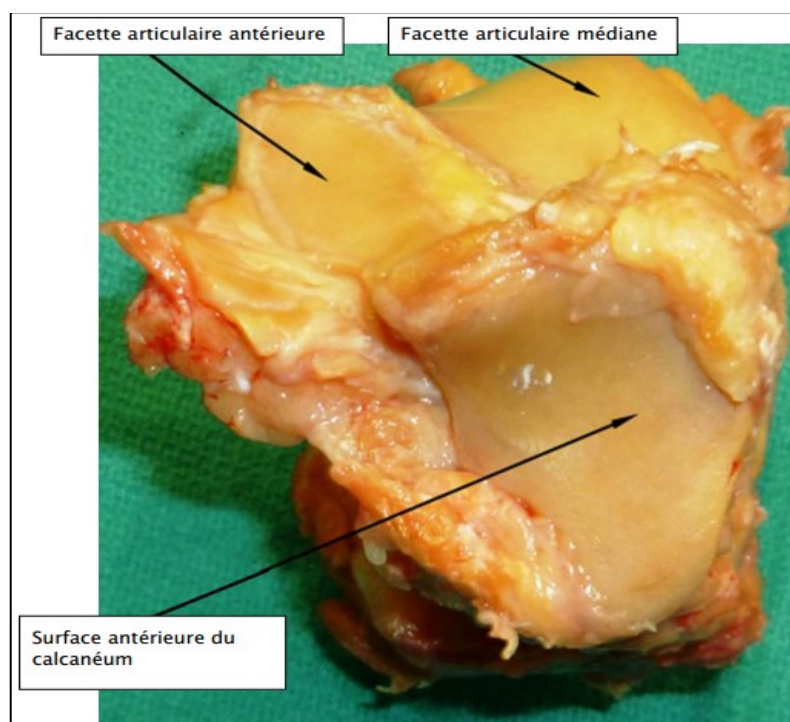


Figure 4 : la face interne du calcanéum [3,67].

## E. La face antérieure

Elle est la plus petite. Elle correspond à la portion antérieure de la grande apophyse et s'articule avec la face postérieure du cuboïde formant l'articulation calcanéo-cuboïdienne (**figure 5**).



**Figure 5** : Vue antérieure du calcaneum [67].

## F. La face postérieure

Elle est plus large en bas qu'en haut, convexe sur tous les sens et répond au relief du talon.

Elle présente trois portions :

1. **Supérieure** : lisse en rapport avec la bourse séreuse préachilléenne.
2. **Moyenne** : large et carrée sur laquelle s'insère le tendon d'Achille.
3. **Inférieure** : rugueuse, oblique en bas et en avant se continue par la tubérosité postérieure de la face inférieure (**figure 6**).

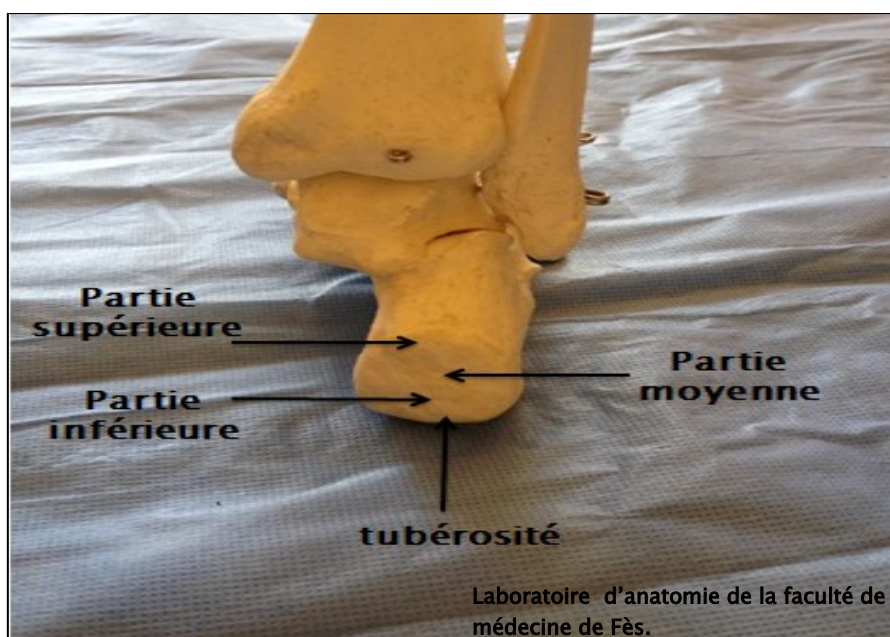


Figure 6 : La face postérieure du calcaneum [3].

### III. Arthrologie

La première articulation qui est purement podale, est la subtalienne. Elle se compose de 3 parties : la talo-calcanéenne postérieure, le sinus du tarse au centre et la talo-calcanéenne antérieure.

Les articulations entre les os de la rangée postérieure et la rangée antérieure du tarse forment un ensemble appelé articulation médio-tarsienne ou transverse du tarse : entre le talus et le naviculaire en médial et entre le calcaneus et le cuboïde en latéral. La transverse du tarse couplée à la sub-talienne forment le couple de torsion indispensable à la mécanique du pied [5].

#### A. L'articulation sub-talienne

Elle unit le talus au calcaneum, c'est une articulation synoviale ellipsoïde.

##### 1. Surfaces articulaires

Ils sont ovalaires à grand axe oblique en avant latéralement et en bas

- Surface calcanéenne postérieure du talus : concave
- Surface talaire postérieure du calcaneum : convexe

## 2. Capsule articulaire et synoviale

- Capsule: Elle s'éloigne un peu en arrière de la surface articulaire calcanéenne.
- Synoviale: Elle présente un petit cul-de-sac postérieur.

### 3. Ligaments : (figure 7)

#### a. **Ligament talo-calcaneen postérieur**

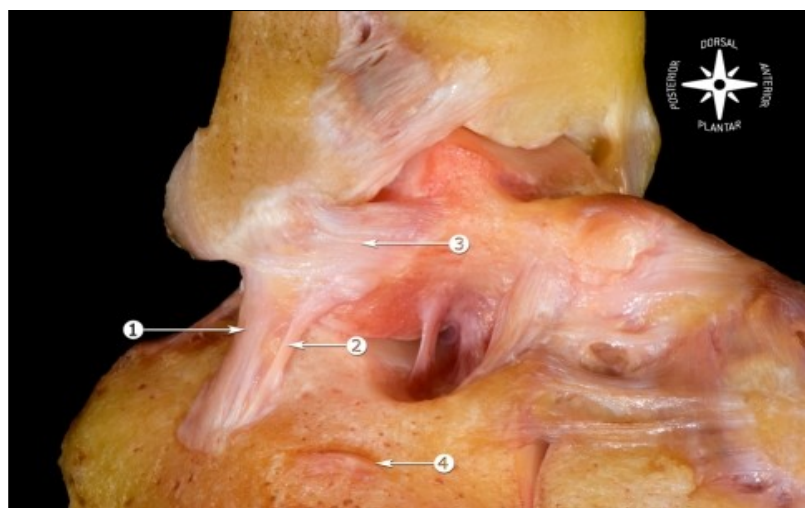
Il est peu résistant, va du tubercule latéral de la gouttière du long fléchisseur de l'hallux à la face supérieure du calcaneus.

#### b. **Ligament talo-calcaneen latéral**

Il va du processus latéral du talus à la face latérale du calcaneus.

#### c. **Ligament talo-calcaneen antérieur ou interosseux**

Il est situé dans le sinus du tarse. Ici, d'ailleurs, on trouve deux ligaments à fibres courtes, verticales, les ligaments interosseux, orientés dans l'ensemble, comme le sinus, en avant et en dehors. Ils sont l'un derrière l'autre, l'antérieur appartenant à l'articulation talo-calcaneenne antérieure, le postérieur à la postérieure. Très proches l'un de l'autre en dedans, ils divergent un peu en dehors, avec l'évasement du sinus du tarse.



**Figure 7** : Dissection ostéo-articulaire montrant la relation entre le ligament calcanéofibulaire avec le ligament talocalcaneen latéral [8].

1. Ligament calcanéofibulaire
2. Ligament talocalcaneen latéral
3. Ligament talofibulaire antérieur
4. Tubercule des péroniers

## **B. L'articulation transverse du tarse**

- Elle unit le tarse distal au tarse proximal. Cette unité est formée par l'articulation talocalcaneonaviculaire et la calcaneocuboïdienne (figure 8).

Ces 2 articulations sont distinctes morphologiquement mais ont en commun:

- La fonction en synergie avec l'articulation sub-talaire.
- Le ligament bifurqué

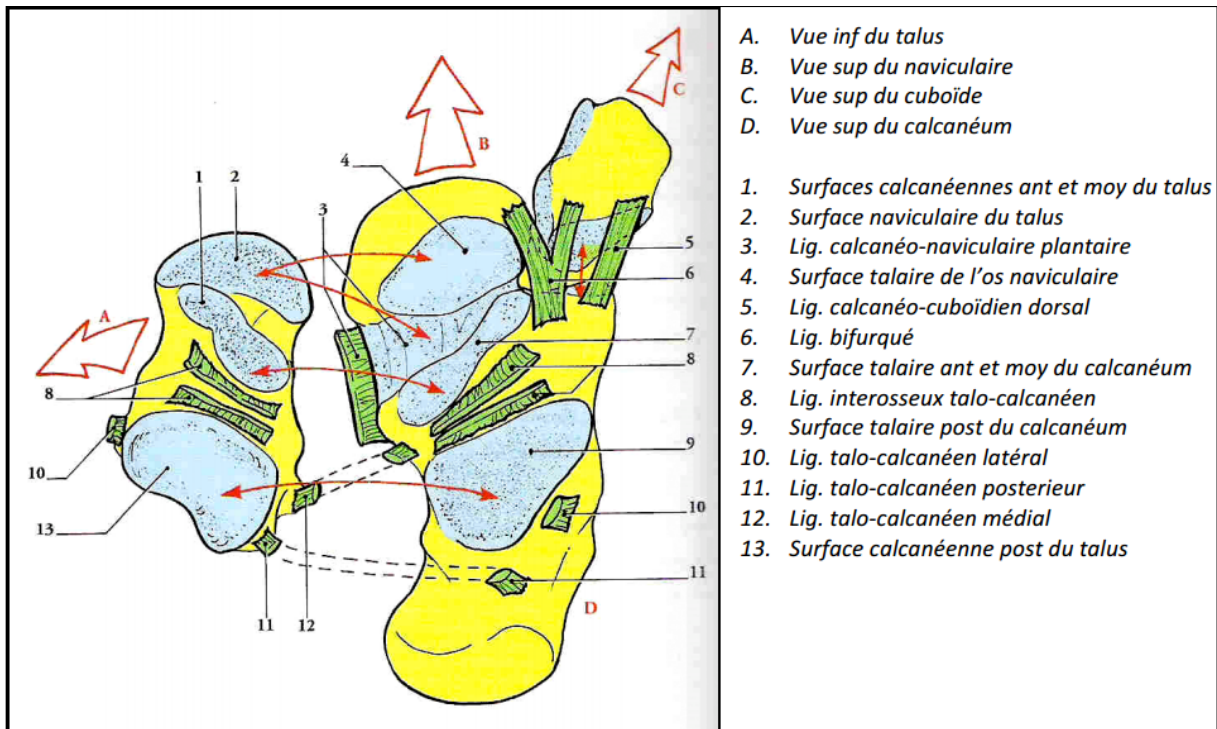


Figure 8 : Les articulations sous-talienne et transverse du tarse désarticulées d'après Kamina [7].

## 1. L'articulation talo-calcane-naviculaire

### a. Surfaces articulaires (figure 8)

#### ➤ Talus

Sur la tête de cet os, on trouve en effet trois champs séparés par deux crêtes très mousses, et répondant d'avant en arrière et de haut en bas au naviculaire au ligament calcané-naviculaire plantaire et à la facette articulaire antéro-médiale du calcaneus.

#### ➤ Calcaneus

Sa facette antéro-médiale est oblique en avant et en dehors et est concave. Elle repose par ses deux tiers postérieurs sur le sustentaculum et par son tiers antérieur sur le tubercule du calcaneus, un rétrécissement qui lui donne la forme de semelle marquant souvent l'union de ces deux parties.

#### ➤ Naviculaire

C'est sa face postérieure concave.

➤ **Ligament calcanéo-naviculaire plantaire**

Il est composé de fibres allant du bord du sustentaculum tali au bord inférieur et à l'extrémité médiale du naviculaire. Étroit en dehors, il est large en dedans.

**b. Capsule articulaire**

Elle s'attache au niveau des surfaces cartilagineuses, sauf sur le col du talus. Là, en effet, elle se fixe au collier de rugosités. Dans sa moitié médiale, elle touche à l'insertion de la capsule talo-crurale ; tandis que dans sa moitié latérale elle en est séparée par la surface lisse où glisse la portion réfléchie du rétinaculum des extenseurs.

**c. Synoviale**

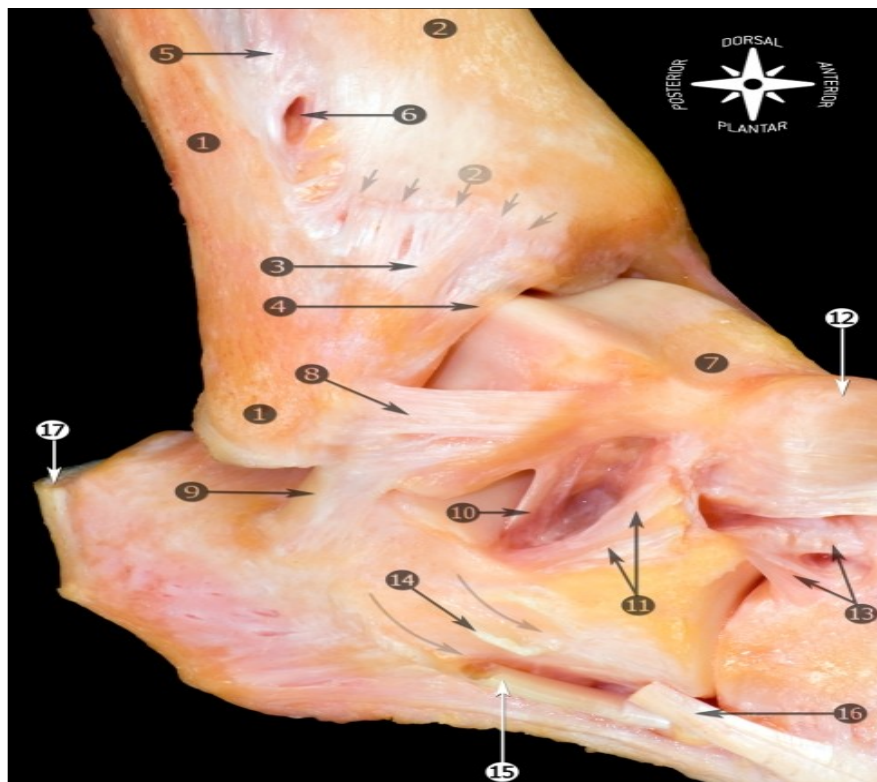
Elle est commune à la talo-naviculaire et à la talo-calcanéenne antérieure.

**d. Ligaments (figure 9)**

Ils sont au nombre de cinq :

- **Ligament talo-calcanéen interosseux.**
- **Ligament talo-naviculaire dorsal.**
- **Ligament calcanéo-naviculaire plantaire**, décrit comme surface articulaire.
- **Ligament médial**: c'est le plan superficiel du ligament collatéral médial de la talo-crurale.
- **Ligament calcanéo-naviculaire latéral** : C'est la branche médiale du ligament bifurqué. Le ligament bifurqué, clef de l'articulation transverse du tarse, naît en arrière de la partie antéro-médiale de la face supérieure du calcanéus. De là ses fibres divergent en deux faisceaux. Le faisceau latéral va à la face dorsale du cuboïde. Le faisceau médial va à la face latérale du naviculaire. Mais, alors que le faisceau calcanéo-cuboïdien était dans un plan à peu près horizontal, celui-ci est dans un plan vertical, descend

jusqu'au ligament calcanéo-naviculaire plantaire et forme donc une vraie cloison entre les deux articulations de la transverse du tarse.



**Figure 9** : Dissection anatomique de la région latérale [8].

- 1: pointe du péroné; 2 : tubercule antérieur du tibia avec des flèches
- 3: ligament tibio-fibulaire antérieur
- 4: faisceau distal du ligament tibio-fibulaire; 5: membrane interosseuse
- 6: foramen pour la branche perforante de l'artère péronière; 7: astragale
- 8: ligament talo-fibulaire antérieur; 9: ligament calcanéo-fibulaire
- 10: ligament talo-calcanéen interosseux
- 11: rétinaculum inférieure des extenseurs (coupée)
- 12: ligament talo-naviculaire; 13: ligament bifurqué;
- 14: tubercle des péroniers (flèches montrant la scissure des tendons péroniers)
- 15: tendon du long péronier; 16: tendon du court péronier
- 17: tendon calcanéen

## 2. L'articulation calcanéo-cuboidienne

C'est une articulation synoviale, en selle, renforcée par les ligaments calcanéocuboïdiens dorsal et plantaire et le ligament bifurqué.

**a. Surfaces articulaires**

- Surface articulaire cuboïdienne du calcanéum : concave de haut en bas et convexe transversalement.
- Surface articulaire calcanéenne du cuboïde.

**b. Capsule articulaire**

- Membrane fibreuse
- Membrane synoviale

#### **IV. La vascularisation du calcaneus**

La vascularisation du calcaneus est assurée par les artères environnantes : L'artère péronière postérieure latéralement, l'artère tibiale postérieure médialement et l'artère du sinus tarsien crânialement.

Toutes ces artères sont largement anastomotiques et la richesse de cette vascularisation rend compte de la rareté des complications à type de nécrose osseuse du calcaneus [67].

La vascularisation de la région latérale du calcaneus dépend de l'artère péronière postérieure et de ses branches. Celle-ci descend verticalement derrière la malléole externe en arrière des tendons des muscles péroniers latéraux, puis elle décrit une courbe concave vers le haut et vers l'avant, cheminant environ 1cm en dessous des tendons des muscles péroniers latéraux. Elle se termine à la face latérale du calcaneus en 4 à 6 rameaux se dirigeant obliquement vers le bas et l'arrière (**figure 10**).

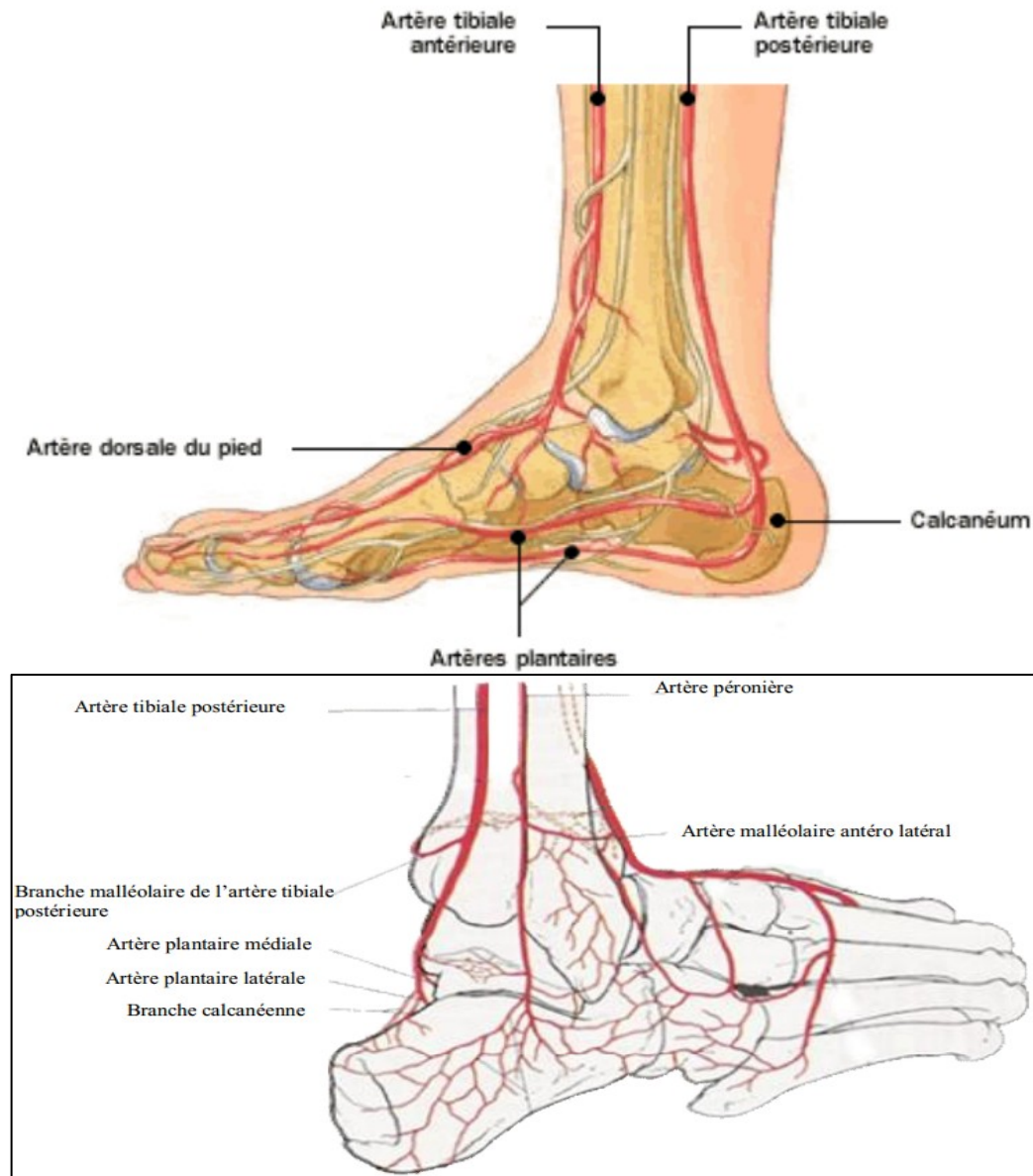
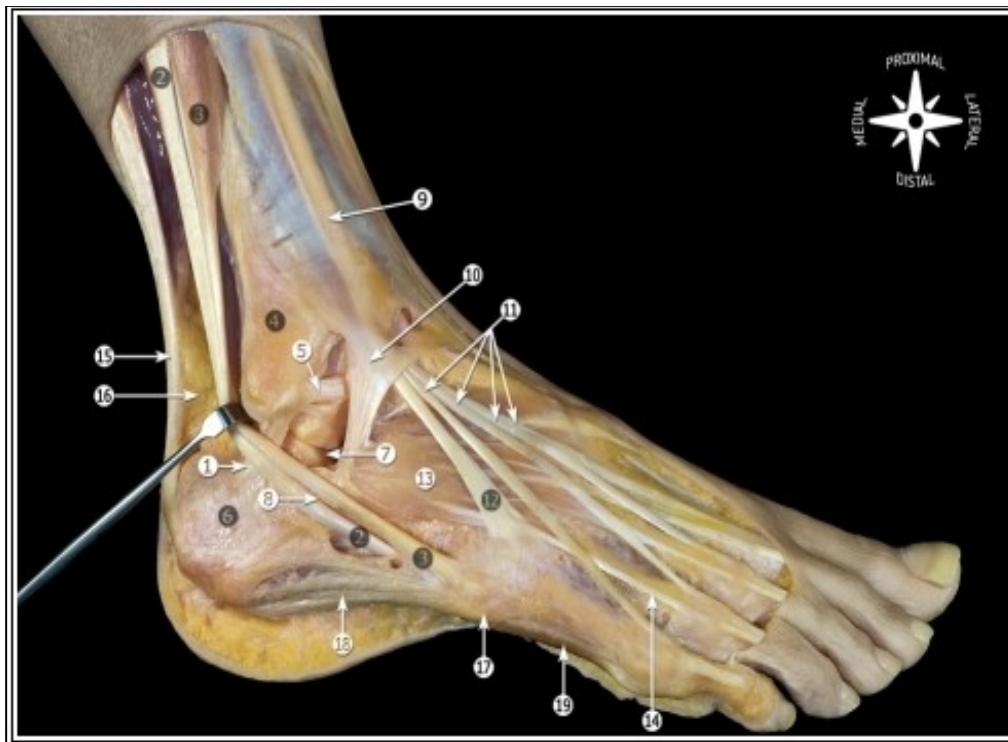


Figure 10 : Vascularisation du calcaneum [25].

## V. Les rapports anatomiques

### A. Tendineux

- A la face latérale : les tendons terminaux des muscles long et court fibulaire.
- A la face médiale : les tendons terminaux des muscles long fléchisseur de l'hallux, long fléchisseur des orteils et tibial postérieur.
- A la face postérieure : le tendon terminal du muscle triceps sural.
- A la face plantaire : le muscle abducteur de l'hallux, l'abducteur du petit orteil, le court fléchisseur des orteils, et le carré plantaire.



**Figure 11 : Vue latérale [8].**

- 1. Ligament calcanéo-fibulaire; 2. Tendon du muscle long péronier
- 3. Tendon du muscle court péronier; 4. Péroné; 5. Ligament talo-fibulaire
- 6. Calcanéum; 7. Articulation sous-talienne
- 8. Septum dans le tubercule péronier
- 9. Retinaculum supérieur des extenseurs
- 10. Retinaculum inférieur des extenseurs
- 11. Tendons des long extenseurs
- 12. Tendon du 3ème fibulaire; 13 muscle court extenseur des orteils
- 14. Tendon du muscle court extenseur des orteils ; 15. Tendon calcanéen 16.coussinet adipeux de Kager; 17. tubérosité du 5ème métatarsien;
- 18. fascia plantaire latérale; 19 abducteur du petit orteil.

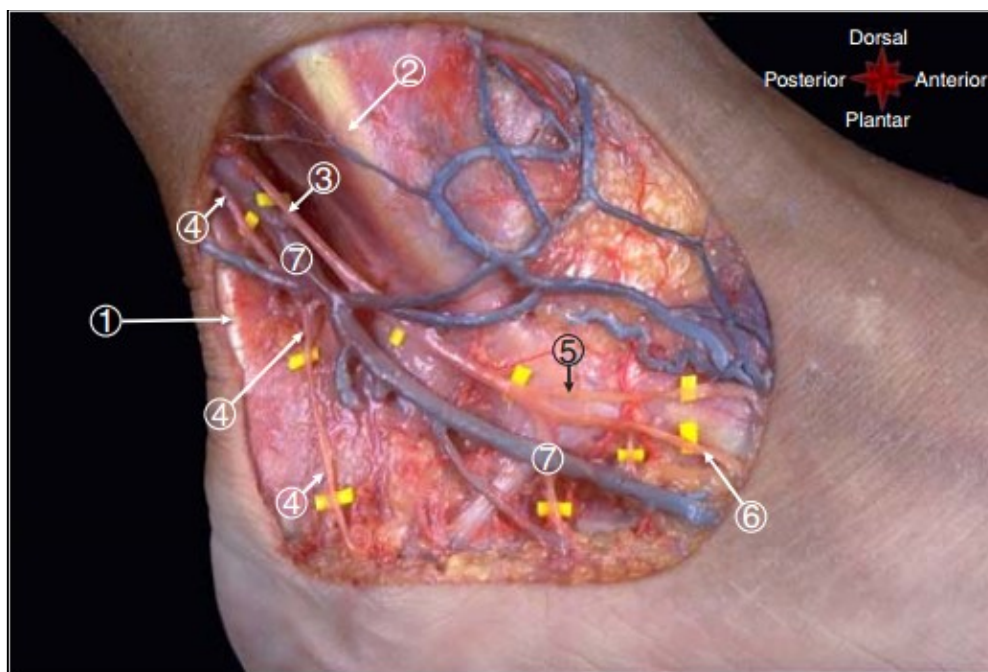
## **B. Nerveux**

### **1. Le nerf saphène externe : Le nerf sural**

Le nerf sural se sépare du nerf tibial (sciatique poplité interne) dans le creux poplité, 3 à 8 cm au-dessous du genou. Il descend alors avec la veine entre les deux chefs du triceps, traverse l'aponévrose superficielle pour devenir sous-cutané au tiers inférieur du mollet et s'anastomose avec une branche issue du nerf péronier. Il se dirige, toujours accompagné de la veine, en bas et en dehors, en arrière de la malléole externe et se termine sur le bord externe du pied. Il innerve la partie externe du tiers inférieur du mollet et le bord externe du dos du pied jusqu'au 5<sup>ème</sup> orteil.

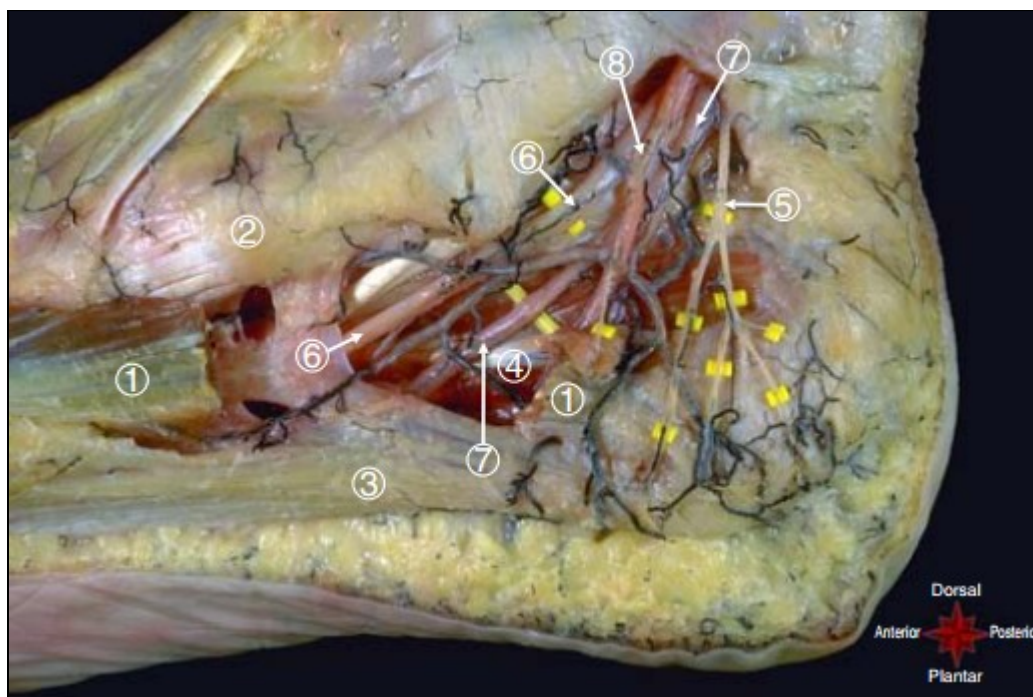
### **2. Le nerf tibial postérieur**

Il passe en arrière et en dehors de l'artère tibiale postérieure d'abord dans la gouttière rétro-malléolaire puis dans le canal calcanéen pour se diviser en deux nerfs plantaires (nerfs plantaires interne et externe).



**Figure 12** : Dissection face latérale de la cheville montrant le motif distribution de nerf sural [14].

1. Tendon calcanéen. 2, tendon du muscle long péronier, 3. Nerf sural
4. Branche calcanéenne latérale
5. Branche médiale du nerf saphène établi habituellement une communication avec les branches du nerf fibulaire superficiel
6. Branche latérale du nerf sural ou le nerf cutané dorsal latéral
7. Veine petite saphène



**Figure 13** : vue médiale cheville et pied démontrant Contenu du canal tarsien [14].

1. Muscle adducteur du gros orteil, 2. Tubérosité naviculaire
3. fascia plantaire médiale, 4. Muscle carré plantaire
5. nerf calcanéen médial et ses branches, branche du nerf tibial
6. nerf plantaire médiale, 7. nerf plantaire latéral
8. artère tibiale postérieure et ses branches

### **C. Artériels**

L'artère péronière postérieure latéralement, l'artère tibiale postérieure médialement et l'artère du sinus tarsien crânialement.

## **VI. BIOMECANIQUE DE LA CHEVILLE ET DE L'ARRIERE PIED**

## I. Transmission des contraintes

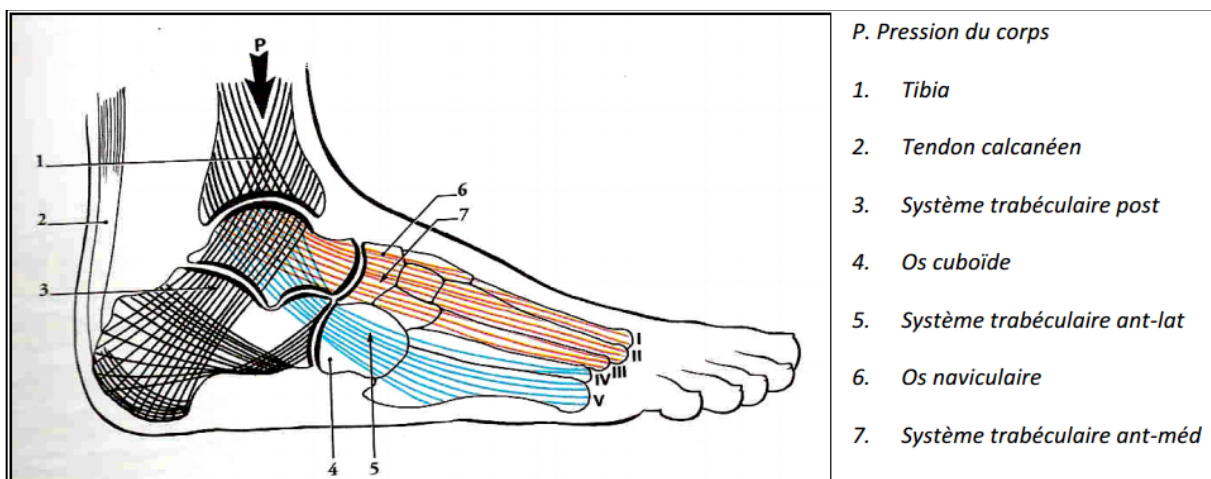
Les contraintes subies par la cheville sont importantes lors de la marche. La surface de l'articulation talo-crurale est de 3,5 à 4cm<sup>2</sup> [12], elle supporte ainsi jusqu'à 5 fois le poids du corps lors de la phase de propulsion du pas selon Stauffer [13].

Les travaux de Limbotte et Blaimont ont montré que cela peut représenter 30kg/cm<sup>2</sup>, pour ces auteurs 40% de la surface d'appui dépend des malléoles médiale et latérale et le contact malléole/joue talienne ne se perd jamais au cours de la marche [17].

Le talus est « l'os charnière » du tarse, libre de toute insertion musculaire, il répartit les contraintes en compression verticale venant du tibia entre les trois systèmes trabéculaires du pied (figure 14).

Le système trabéculaire postérieur qui transmet les 3/5 du poids du corps.

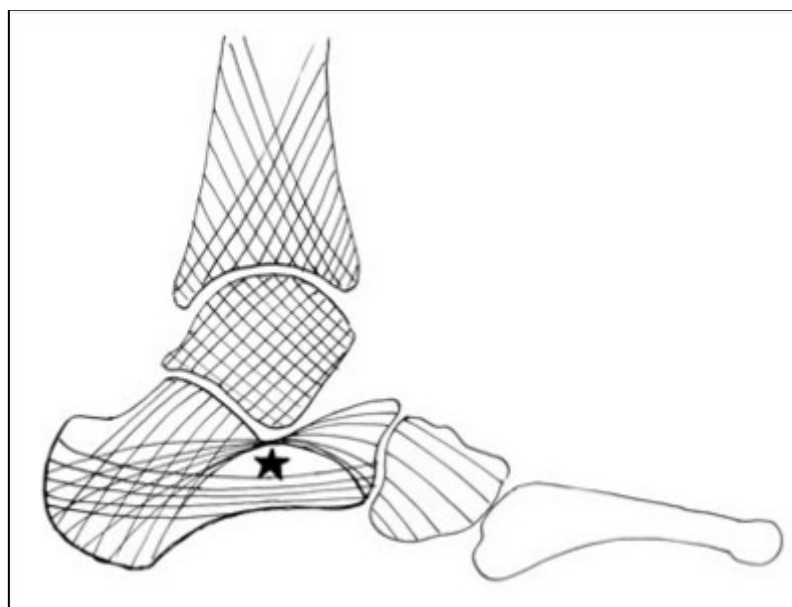
Les systèmes trabéculaires antéro-médial et antéro-latéral qui transmettent les 2/5 du poids du corps.



**Figure 14** : Les trabéculaires de la cheville et du pied d'après Kamina [7].

Les travées issues de la corticale antérieure du tibia parcourent, obliques en bas et en arrière, l'arc-boutant postérieur, traversant le corps de l'astragale pour

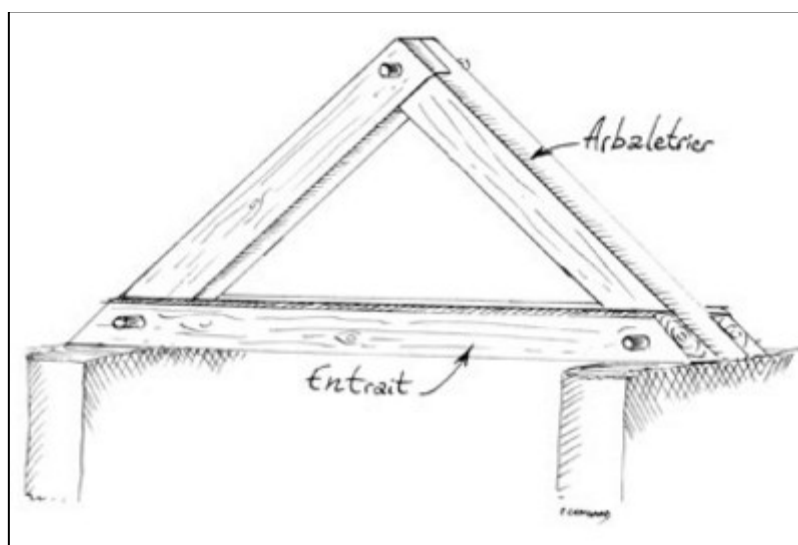
s'épanouir dans l'éventail sous-thalamique ; les travées issues de la corticale postérieure du tibia, s'orientent en bas et en avant dans le col et la tête de l'astragale pour traverser le scaphoïde et l'arc-boutant antérieur. Outre l'éventail sous-thalamique, le calcanéum comporte deux systèmes trabéculaires principaux : un système arciforme supérieur, concave vers le bas, qui se condense en une lame compacte dans le plancher du sinus du tarse dont les fibres travaillent en compression ; un système arciforme inférieur, concave vers le haut, qui se condense sur la corticale inférieure de l'os et travaille en élongation. Entre ces deux systèmes se trouve un point faible situé juste en dessous du sinus du tarse (**figure 15**) [61].



**Figure 15** : Coupe au niveau de l'arche externe ; remarquer le système arciforme supérieur et inférieur ainsi que le point faible situé au dessous du sinus du tarse [61].

À partir de ces constatations architecturales de l'arrière-pied, le calcanéum est assimilé à une ferme constituée de deux arbalétriers, et d'un entrait. L'arbalétrier postérieur correspond à l'éventail sous-thalamique, l'arbalétrier antérieur au

système arciforme supérieur et l'entrait au système arciforme inférieur dont la tension empêche l'écartement des arbalétriers.



**Figure 16** : Image illustrant le calcanéum assimilé à une ferme [61].

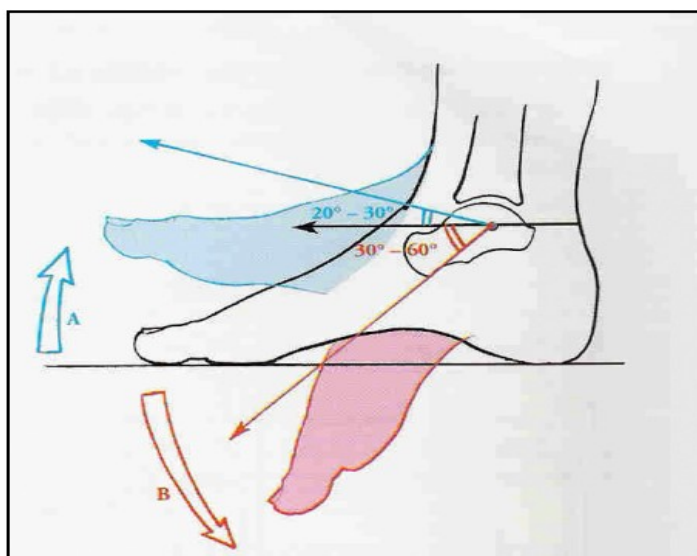
En cas de fracture déplacée du calcanéum, l'arbalétrier antérieur est pratiquement toujours rompu du fait de l'enfoncement thalamique horizontal ou vertical ; l'arbalétrier postérieur est également souvent rompu sauf en cas d'enfoncement global vertical du thalamus, correspondant à la classique fracture en « soufflet » ; Quant à l'entrait, celui-ci est rompu lorsque le trait de fracture atteint la corticale plantaire [61].

## II. Mouvements des articulations de la cheville et de l'arrière pied

### A. l'articulation talo-crutale

C'est une articulation de type ginglyme ou (trochléenne). Elle présente un degré de liberté, la flexion/extension (**figure 17**). L'amplitude des mouvements est de 25° de flexion et 45° d'extension environ.

La flexion permet en relevant le pied d'éviter le « steppage ». L'extension permet la propulsion lors de la dernière phase d'appui au sol.



**Figure 17:** Flexion (A) et extension (B) de l'articulation talo-crutale [7].

### B. l'articulation sous-talienne

C'est une articulation de type ellipsoïde. Les mouvements du calcanéum sous le talus sont complexes, ce qui a fait dire à Farabeuf que le calcanéum « est mobilisé comme un bateau agité par la houle, il roule, il vire, et il tangue » (**figure 18**) [15,17].

Autour de l'axe sagittal le calcanéum effectue des mouvements de rotation latérale et médiale : il « roule ».

Autour de l'axe vertical s'effectue des mouvements d'abduction et d'adduction : le calcanéum « vire ».

Autour de l'axe transversal s'effectue des mouvements de flexion et extension : le calcanéum « tangué » (figure 18 et 19) [6,7,17].

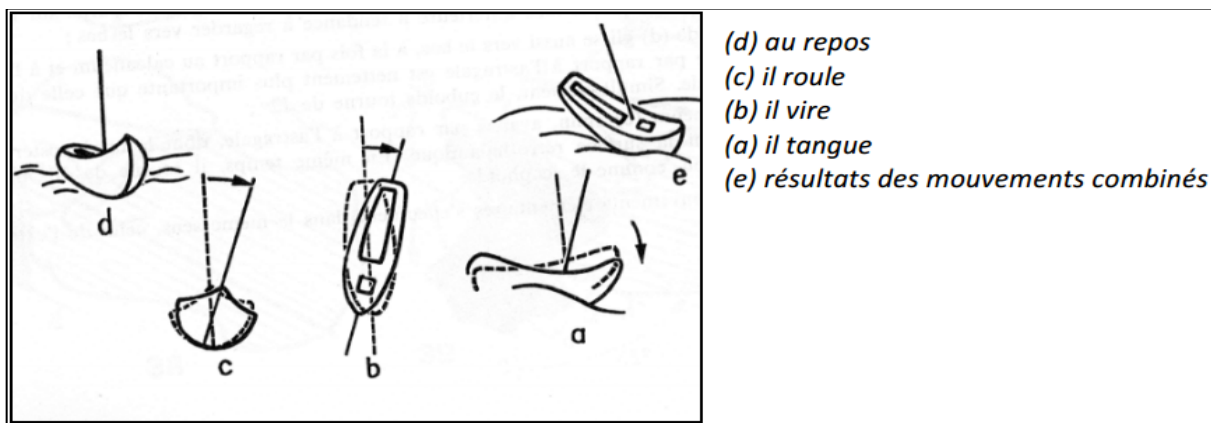


Figure 18 : Illustration des mouvements du calcanéum sous le talus [17].

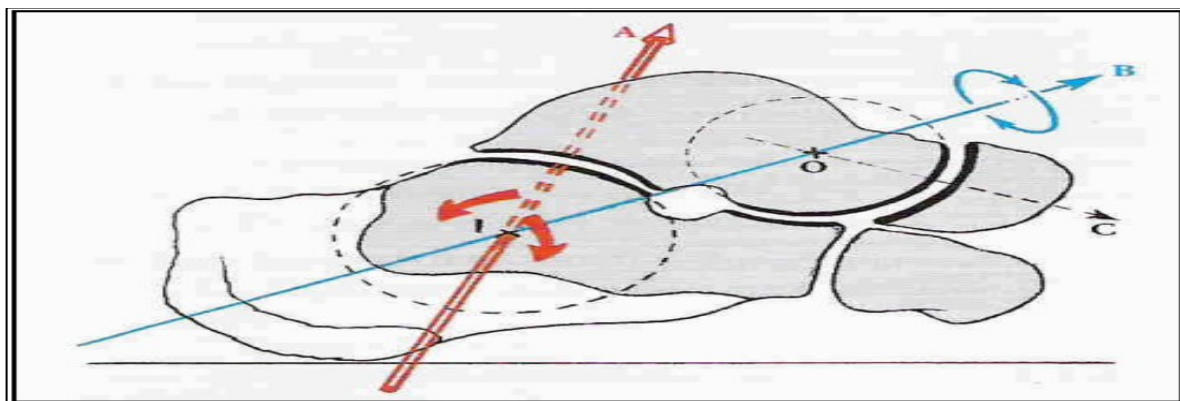


Figure 19 : Centres et axes des mouvements du calcanéum sous le talus d'après Kamina [7].

Les trois mouvements élémentaires de dorsiflexion/flexion plantaire, d'abduction/adduction et de pronation/supination sont automatiquement associés dans un mouvement unique d'éversion/inversion autour de l'axe de Henke (décrit en 1859) [16].

### C. l'articulation transverse du tarse

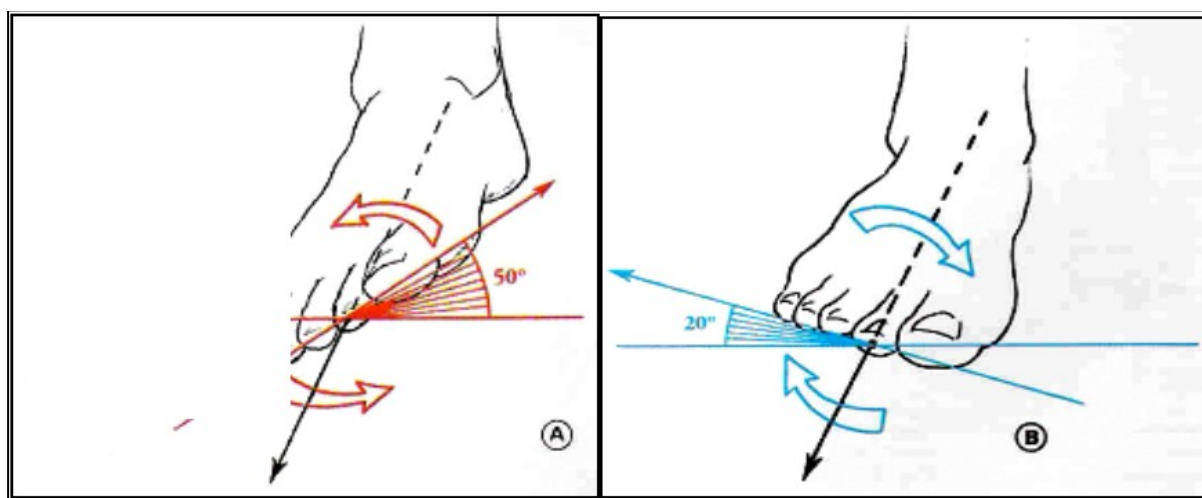
Elle est constituée des articulations talo-naviculaire et calcanéocuboïdienne.

C'est une articulation de type sphéroïde à trois degrés de liberté. Cuboïde et naviculaire sont solidarisés par le ligament bifurqué et leurs mouvements se font conjointement. Les mouvements de l'articulation transverse du tarse sont indissociables de ceux de la sous-talienne.

Autour de l'axe sagittal s'effectuent des mouvements de rotation médiale 50° et latérale 20° (figure 20).

Autour de l'axe transversal s'effectuent des mouvements de flexion et extension s'associant à la flexion/extension de l'articulation talocrurale pour 15° environ.

Autour de l'axe vertical s'effectuent des mouvements d'abduction et d'adduction.



**Figure 20** : Rotation médiale (A) et latérale (B) du pied d'après Kamina [7].

## D. Mouvements des articulations sous taliennes et transverse du tarse

Ces deux articulations participent pour 20% environ à la flexion/extension du pied. Abduction et adduction se font surtout dans la sous-talienne, elles sont de 15° chacune (figure 21).

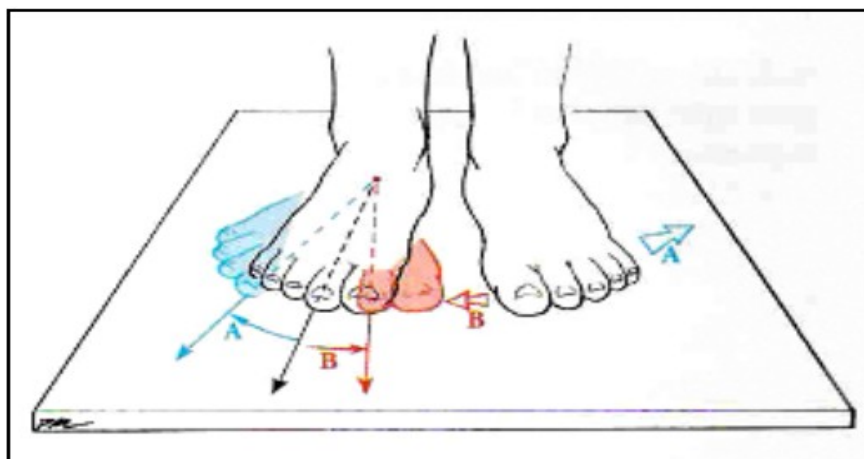


Figure 21 : Abduction (A) et adduction (B) [17].

## E. Inversion et éversion du pied

Les axes et les mouvements de l'articulation transverse du tarse s'accordent avec ceux de l'articulation subtalaire pour permettre l'inversion ou l'éversion du pied. Les muscles moteurs de l'inversion sont les muscles tibiaux (antérieur et postérieur) et le long extenseur du I.

L'amplitude moyenne est de 30°. Elle est de 25° pour l'éversion dont les muscles responsables sont le muscle court fibulaire et le muscle long fibulaire [6].

L'inversion associe rotation médiale, adduction et extension. La fixation pathologique du pied dans cette position correspond au pied bot varus équin, elle est fréquente.

L'éversion associe rotation latérale, abduction et flexion. La flexion pathologique du pied dans cette position est dite talus, elle est plus rare.

Ces mouvements permettent l'adaptation du pas aux irrégularités du sol (Figure 22).

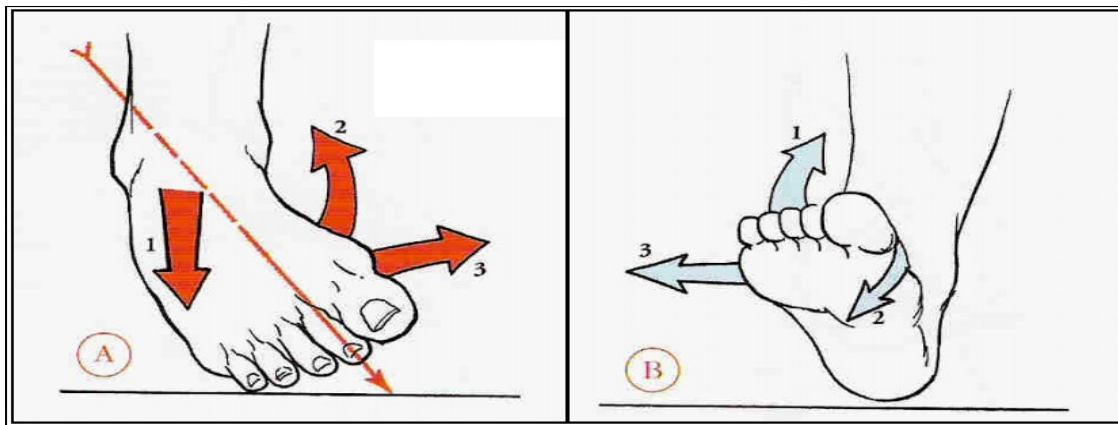


Figure 22 : Inversion (A) et éverson (B) du pied. D'après Kamina [7].

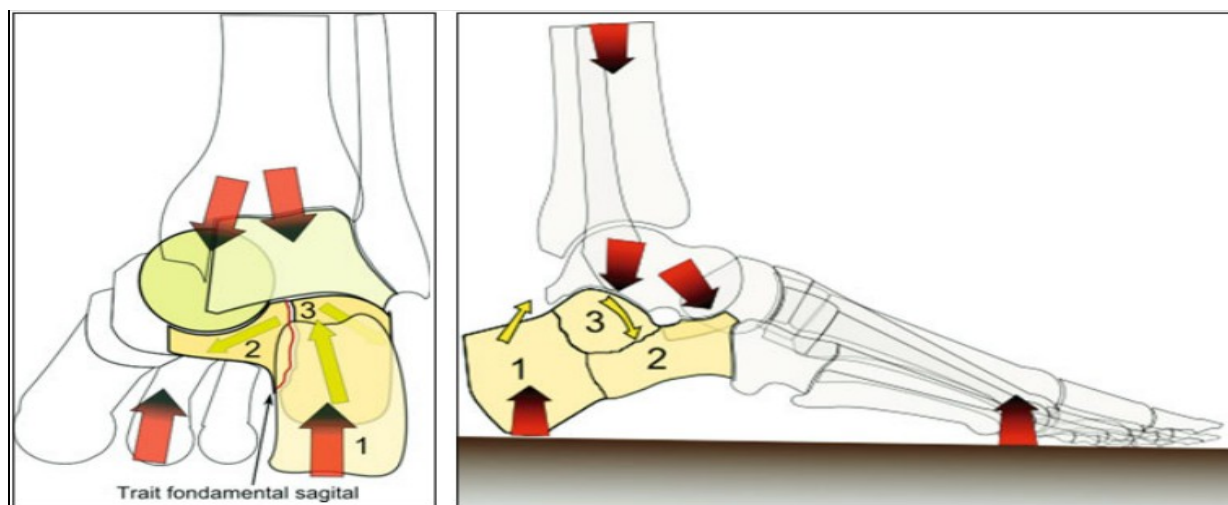
## **VII. ANATOMIE PATHOLOGIQUE DES FRACTURES DU CALCANEUM**

## I. Mécanisme lésionnel

Les fractures du calcanéum, articulaires en général, sont appelées fractures thalamiques car la surface articulaire talaire dorsale du calcanéus reçoit le nom de thalamus, cette dénomination a été attribuée par Destot et signifie « le lit » du calcanéus (DESTOT 1911).

Les circonstances de survenue sont soit traumatisme par chute de hauteur variable (le plus souvent) soit des accidents de la route (rarement).

La morphologie des fractures du calcanéus se traduit par un trait sagittal antéro-postérieur, décrit comme trait de cisaillement dit fondamental par Palmer (PALMER 1949), sur la facette articulaire talaire dorsale. Ce trait et des traits secondaires scindant différents fragments donnent l'aspect définitif et complexe à ces fractures [1].



**Figure 23 :** L'effet de cisaillement entre les contraintes exercées sur la surface thalamique antérieure et postérieure donne naissance à un trait de fracture fondamentale sagittal. La tubérosité postérieure 1. monte et s'immisce entre les fragments thalamiques internes 2. et externes 3. Le fragment externe bascule vers l'avant et verticalise sa partie de l'articulation talaire postérieure [6].

## II. Classifications

On peut diviser les fractures du calcanéum en 2 groupes :

### A. Les fractures thalamiques

On retrouve dans la littérature médicale de nombreuses classifications des fractures du Calcaneus.

#### 1. Essex Lopresti en 1952 (Figure 24)

##### a. Les fractures extra-articulaires du calcanéum :

###### ➤ Type I

- A : Fracture de la tubérosité ou de l'apophyse.
- B : Fracture du sustentaculum-tali.
- C : Fracture du processus antérieur.
- D : Fracture du processus médial.
- E : Petit arrachement du corps.

###### ➤ Type II

- IIA : fracture du bec.
- IIB : fracture -arrachement de l'insertion du tendon d'Achille.

###### ➤ Type III : fracture du corps.

##### b. Les fractures intra-articulaires du calcanéum :

➤ Type VI : fracture touchant l'articulation talo-calcaneenne mais sans Déplacement.

###### ➤ Type V :

- A : Tongue type.
- B : joint-depression type.

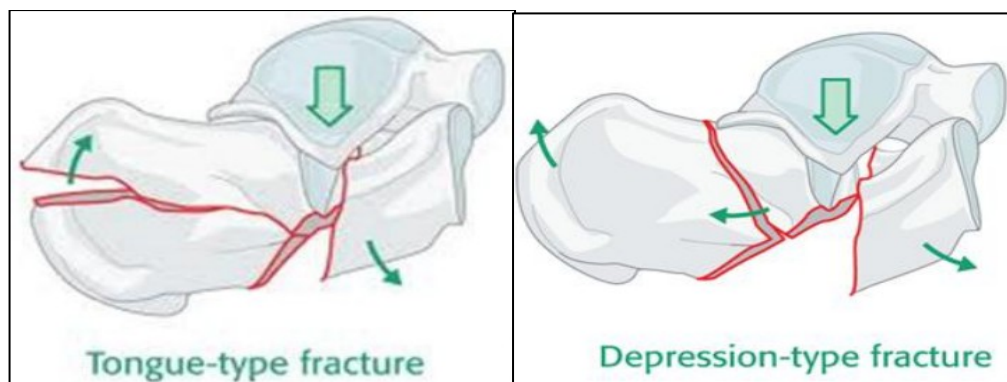


Figure 24 : Classification d'Essex Lopresti ,type A et B [19].

## 2. Duparc 1967

- **Type I** : fracture séparation à 2 fragments, l'un postéro externe et l'autre antéro-interne.
- **Type II** : fracture luxation, le fragment postéro externe bascule en varus et se luxe en dehors.
- **Type III** : fracture séparation enfoncement à 3 fragments
- **Type IV** : fracture séparation enfoncement à 4 fragments.

Au-delà de 4 fragments, la fracture constitue un écrasement calcanéen non systématisable (figure 25).

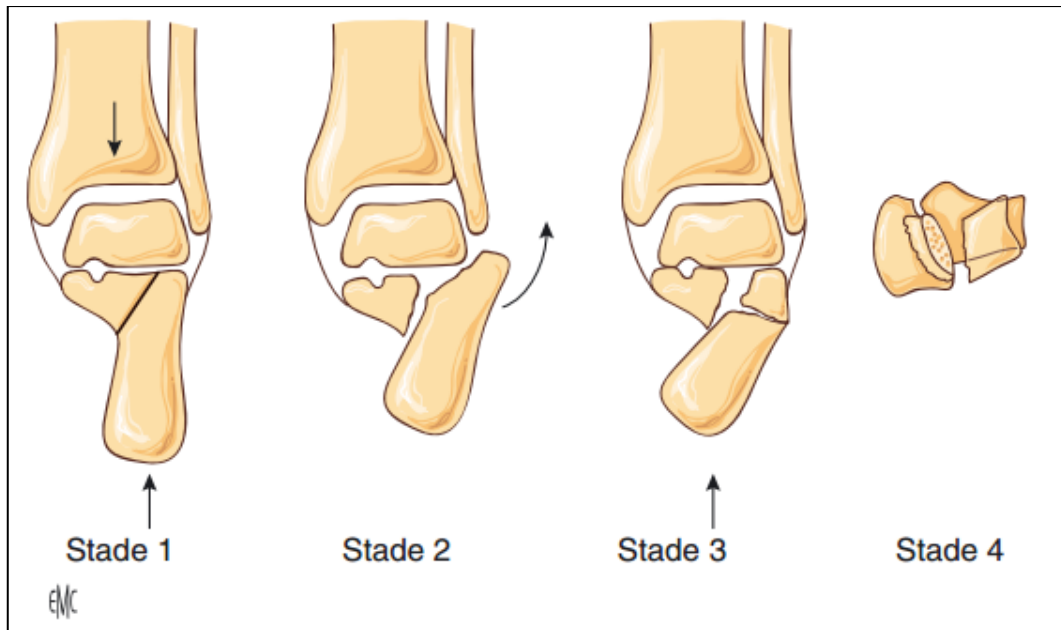
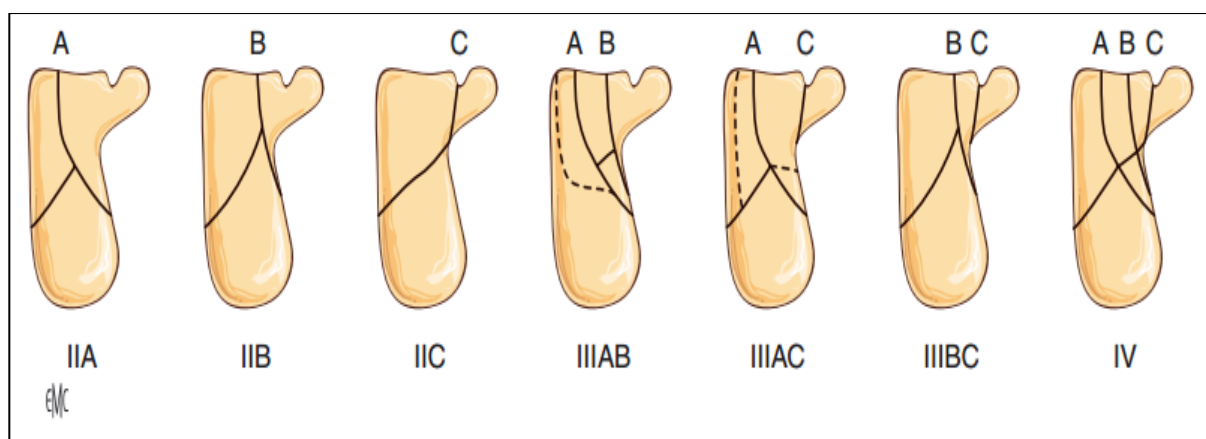


Figure 25 : Classification de Duparc et La Caffinière [35].

3. Sanders 1993 (figure 26)

- **Type I** : fractures non déplacées (déplacement inférieur à 2mm).
- **Type II** : une seule fracture intra-articulaire qui divise le calcaneum en 2 morceaux.
  - Type IIA : fracture latérale.
  - Type IIB : fracture centrale.
  - Type IIC : fracture médiale.
- **Type III** : se composent de 2 fractures intra-articulaires qui divisent le calcaneum en 3 morceaux.
  - Type IIIAB : deux lignes de fracture, une latérale et une centrale.
  - Type IIIAC : deux lignes de fracture, une latérale et une médiale.
  - Type IIIBC : deux lignes de fracture, une centrale et une médiale.
- **Type IV** : plus de trois fractures intra-articulaires.



**Figure 26** : Schéma de la classification de Sanders, décomptant les fragments thalamiques sur une coupe de scanner coronale [35].

#### 4. Utheza 1993

La classification de Guy Uthéza analyse les fractures articulaires calcanéennes touchant primitivement la surface talaire postérieure, décrite sous le nom de thalamus.

L'analyse des fractures thalamiques a bénéficié de l'imagerie par scanner ce qui a permis de réaliser une cartographie des différentes fractures. Il a mis en évidence un élément clé dans l'analyse des déplacements des fragments thalamiques : la position du trait fondamental [24].

➤ **Type I** : la fracture verticale

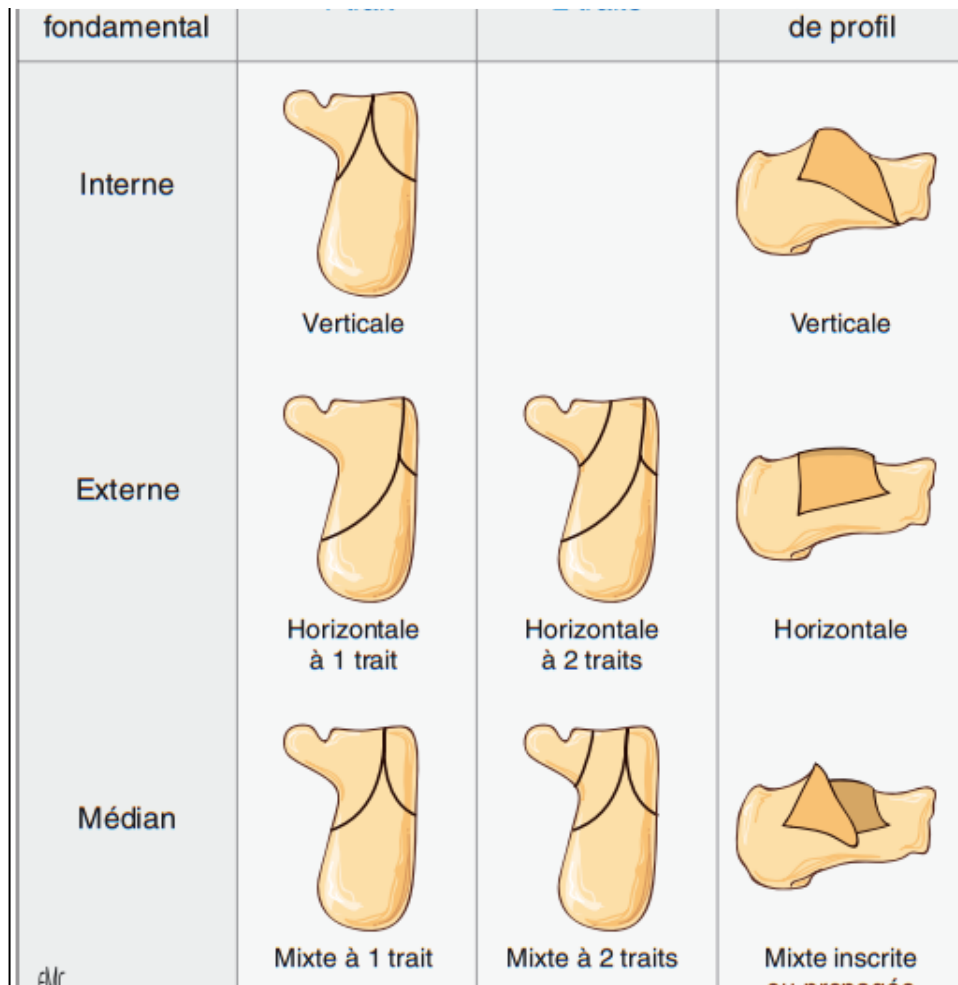
Le trait fondamental est médial, il n'existe alors qu'un unique fragment thalamique latéral verticalisé.

➤ **Type II** : la fracture horizontale

Le trait fondamental est latéral ; il n'existe alors qu'un unique fragment médial horizontalisé.

➤ **Type III** : la fracture mixte

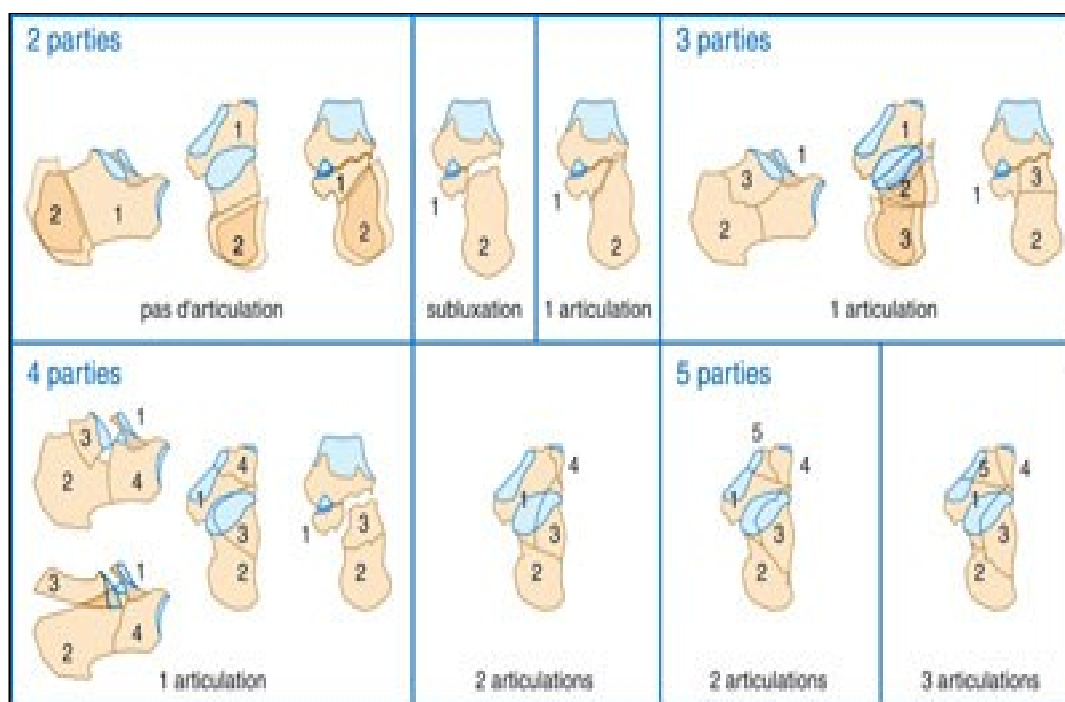
Le trait fondamental est le plus souvent médial, il existe alors un fragment thalamique médial horizontalisé et un fragment thalamique latéral vascularisé, associant les deux déplacements élémentaires [22] (**figure 27**).



**Figure 27** : Classification D'Uthéza des fractures thalamiques du calcaneum en fonction du trait fondamental visualisé sur les reconstructions 3D du scanner de fracture [35].

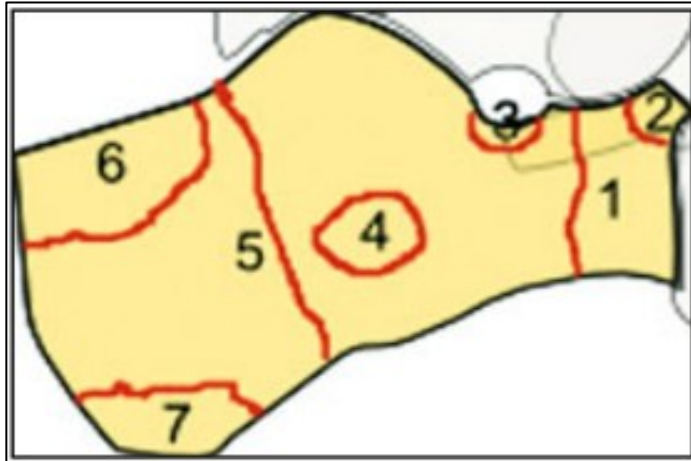
### 5. Tscherne et Zwipp

Basée sur le nombre de fragments et les articulations atteintes, elle a un intérêt pronostic (figure 28).



**Figure 28** : Schéma de la classification de Tscherné et Zwipp, décomptant les fragments fracturaires et les articulations touchées avec, quand cela est précisé, un fragment thalamique uniquement verticalisé [23].

## B. Les fractures parcelaires ou extra-thalamiques



**Figure 29** : Fractures parcellaires extra articulaire du calcanéum [6].

- 1: fracture préthalamique ; 2: fracture du rostre calcanéen
- 3: arrachement du ligament talo–calcanéen interosseux
- 4: fracture du tubercule des péroniers
- 5: fracture post–thalamique ; 6: arrachement de l’insertion d’Achille
- 7: fractures des tubercules postéro–médial ou postéro–latéral

## **VIII. RAPPEL RADIO-ANATOMIQUE**

## I. La radiographie standard

Le bilan radiologique a intérêt à comporter :

### A. Les incidences de profil

Ils montrent les traits de fractures frontaux, la partie postérieure du pied, l'astragale, le calcanéum, le scaphoïde, le cuboïde, et superposent les métatarsiens ainsi que les cunéiformes. Ces derniers ne sont bien visualisés que sur l'incidence du pied déroulé qui permet d'éliminer les superpositions. Cette incidence est réalisée en rotation externe du pied.

#### 1. profil en décharge

##### a. profil externe

Il apprécie la morphologie globale du calcanéum, montre l'articulation sous-talienne postérieure, permet de calculer l'angle de BOEHLER. C'est l'angle mesuré entre les droites AB et BC : A, point culminant de l'apophyse antérieure du calcanéus ; B, point culminant de l'articulation sous-talienne postérieure ; C, point culminant de la tubérosité du calcanéus.

- Normal : 25-40°.
- Diminué, nul ou négatif dans les fractures du calcanéus (**figure 30**) [26].

L'intérêt de la mesure de l'angle de Bohler [24] :

La mesure de l'angle de Bohler permet de poser le diagnostic d'enfoncement du calcanéum. Il nous permet une évaluation à la fois des dégâts initiaux et de leur réduction. Le trait fracturaire fondamental sépare le thalamus en un fragment médial abaissé et un fragment latéral pivoté. Le double contour thalamique radiologique qui en résulte permet la mesure d'un angle de Bohler médial et un angle de Bohler latéral. Il a été montré que plus l'angle de Bohler médial est diminué, plus l'évolution dégénérative sous-talienne est importante. La restauration chirurgicale

d'un angle de Bohler satisfaisant est préalable à l'obtention d'un bon résultat. La double mesure de l'angle de Bohler, effectuée sur l'incidence radiologique de profil latéral, contribue à donner toute son importance à cet angle historique.



**Figure 30 : Angle de Böhler [26].**

a. Pied normal : L'angle est ici de 30°

b. Fracture du calcanéus.

### **b. profil interne**

Il montre mieux l'articulation sous talienne antérieure.

### **2. profil en charge**

C'est le cliché qui permet la détermination de différents axes et angles destinés à apprécier la statique sagittale du pied (**figure 31**).

- La pente du calcanéus est l'angle formé par la tangente à la face plantaire du calcanéus et le plan d'appui. Il mesure normalement 20° (15 à 25°). Il est diminué dans le pied plat et augmenté dans le pied creux postérieur.

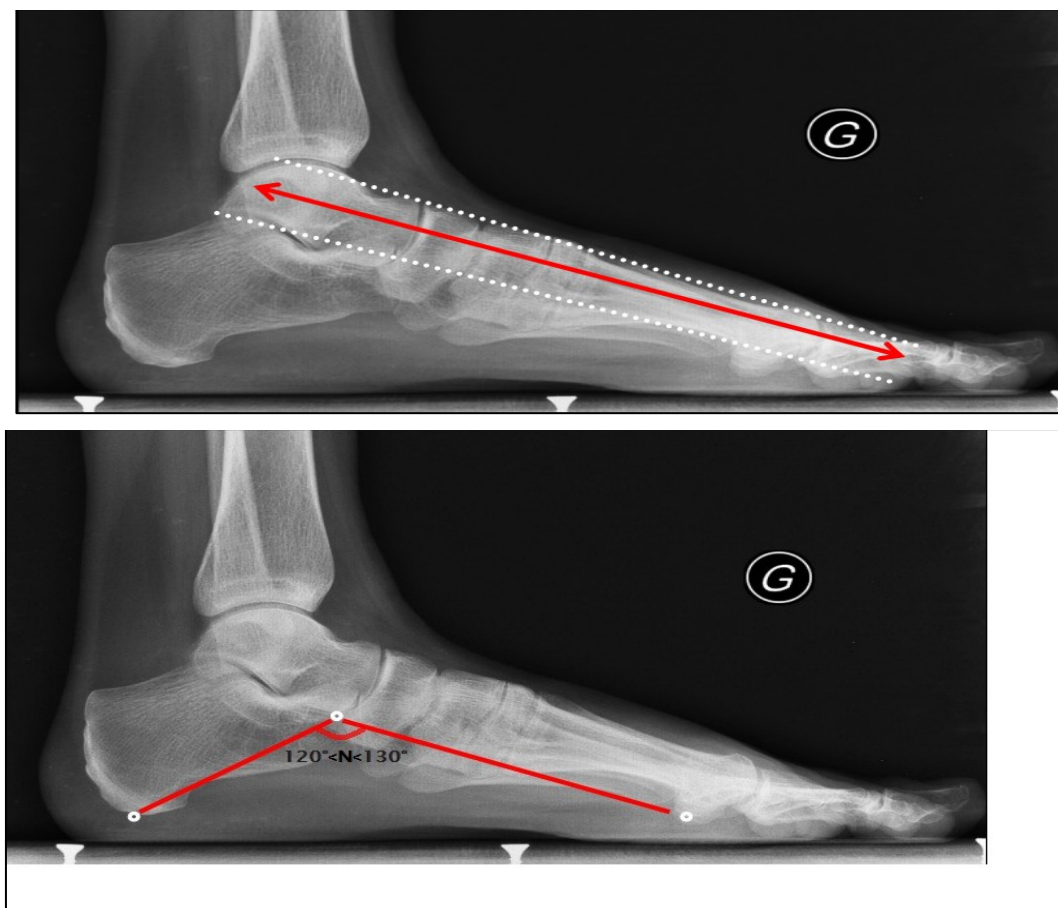
- La pente des métatarsiens est l'angle formé par l'axe des métatarsiens et le plan d'appui. La pente du premier métatarsien est de l'ordre de 20°. Elle est augmentée dans le pied creux et diminuée dans le pied plat.



Figure 31 : Pentes du calcanéus et du premier métatarsien Pied de profil en charge [26].

- \* Angle A: La pente du calcanéus est normale à 25°.
- \* Angle B: La pente du premier métatarsien est normale à 22°.
- L'axe de Méary-Tomeno : reliant le talus et le 1er métatarsien, est normalement rectiligne. On apprécie ainsi immédiatement la statique du pied de profil. Une cassure à concavité supérieure traduit un pied plat où l'axe du talus est plus ou moins verticalisé par rapport à celui du premier métatarsien. Dans le pied creux, l'axe du talus est horizontalisé par rapport à celui du premier métatarsien. Le siège de la cassure se situe le plus souvent sur l'interligne talo-naviculaire (figure 32).
- L'angle de Djian-Annonier correspond à l'angle de l'arche interne. Son sommet se situe au point le plus déclive de l'articulation talo-naviculaire. Les deux autres points sont les points les plus déclives du calcanéus en arrière et du sésamoïde interne en avant. Il est normalement de 125° (120 à

130°). Il est supérieur à 130° dans le pied plat et inférieur à 120° dans le pied creux (figure 32) [27].



**Figure 32** : Pied de profil en charge montrant L'axe de Méary Toméno qui est rectiligne normalement (ligne rouge) et L'angle de Djian–Annonier qui est normalement de 125° (120 à 130°) [30].

## B. Incidences verticales de face ou axiales [45]

## 1. Incidences rétrotibiales

### a. Incidence descendante ou dorso-plantaire

Elle peut être réalisée chez le sujet debout ou en procubitus.

- **Sujet debout** : Le patient s'incline vers l'avant en prenant appui sur un support, pied en flexion dorsale maximale reposant sur la cassette, talons joints. Le rayon directeur centré entre les bords postéro-supérieurs du calcaneus incliné vers l'avant de 30° à 40° par rapport à la verticale. Cette incidence est difficile à réaliser.
- **Sujet en procubitus** : Le patient est en décubitus ventral, pied en flexion dorsale forcée, reposant sur la table par la pointe des orteils. La cassette à peu près verticale, est appuyée contre la plante des pieds, maintenue par des sacs de sable. Le rayon directeur centré entre les bords postéro-supérieurs du calcaneus, incliné de 60 à 70° par rapport à la cassette.



Figure 33: Incidence rétro-tibial [30].

### b. Incidence ascendante planto-dorsale de Boehler

Le patient est en décubitus dorsal, pied en flexion dorsale forcée, talon sur la cassette. Le rayon directeur incliné de 30 à 35° par rapport à la verticale, est centré sur les malléoles. Cette incidence peut être réalisée sur un seul calcanéus.

## **2. Incidences prétibiales**

### **a. Incidence ascendante ou planto-dorsale**

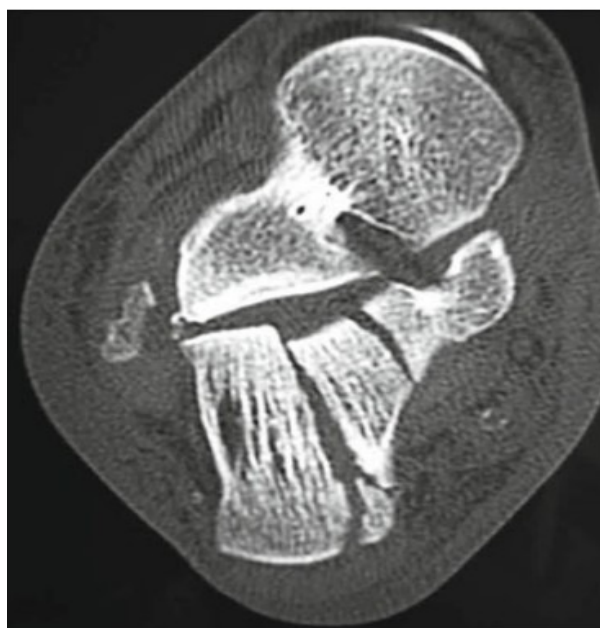
Le patient est en procubitus, dos du pied reposant sur la cassette. Le rayon directeur, perpendiculaire à la plante du pied centré sur la base du cinquième métatarsien pour la vue unilatérale et entre les scaphoïdes pour la vue bilatérale.

### **b. Incidence descendante ou dorso-plantaire**

Le patient est en décubitus dorsal ou assis jambes fléchies pieds en hyperflexion plantaire reposant sur la cassette. Le rayon directeur est à 45° par rapport à la jambe centré entre les scaphoïdes pour la vue bilatérale, sur le scaphoïde pour la vue unilatérale.

## **II. Le scanner**

C'est l'examen le plus contributif pour l'étude des fractures du calcanéum et leur bilan. Il permet de rendre compte des fractures comminutives, précise le nombre et l'orientation des traits de fractures ainsi que les déplacements des fragments.



**Figure 34** : coupe scannographique frontale d'une fracture trans-thalamique mixte inscrite à deux traits [6].

### iii. la tomographie volumique à faisceau conique (TVFC)

La tomographie volumique à faisceau conique (TVFC) ou plus communément appelée cone beam computerized tomography (CBCT).

Grâce à la conicité du faisceau à rayons X (RX), à la rotation rapide de 180° ou 360° du tube à RX et à un détecteur digital, la TVFC procure immédiatement une image radiographique bidimensionnelle ou tridimensionnelle d'une structure anatomique limitée [32].

Cette nouvelle technique permet, pour un certain nombre d'indications, d'éviter un examen tomodensitométrique irradiant, tout en conservant les avantages de l'imagerie volumétrique [21].

En raison de la structure anatomique complexe, le diagnostic précis des fractures du calcanéum est difficile. Surtout pour les lignes de fracture discrètes sans dislocation. Parce que CBCT a une résolution locale élevée, elle peut fournir une alternative supérieure pour la détection des fractures du calcanéum. Sa reconstruction 3D accélérée est aussi un idéal dispositif pour l'application dans la chirurgie d'urgence.

Cependant, jusqu'à présent, l'application de CBCT pour fractures des membres n'a pas été évaluée.

Une étude comparative a été faite entre CBCT, les rayons X et la tomodensitométrie classique (CT) en ce qui concerne leur performance dans le diagnostic d'une fracture du calcaneum.

CBCT a facilement détecté une fracture discrète dans le complexe calcaneen, en comparant avec CT, la fracture était plus distincte dans les scans CBCT malgré qu'elle était en cours de guérison (CBCT a été fait 6 semaines après) et devrait donc être moins visible. Par conséquent, une imagerie pourrait être prévue par un scan CBCT au moment du diagnostic initial [34].

**IX.**

**X.**

**XI.**

**XII. LE TRAITEMENT CHIRURGICAL DES FRACTURES THALAMIQUES**

Le débat concernant le traitement des fractures du calcanéus existe depuis de nombreuses années, et le grand nombre de méthodes qui ont été décrites en est le témoignage. Qui sont :

- La méthode fonctionnelle.
- La méthode orthopédique.
- La méthode chirurgicale.

Le traitement chirurgical des fractures articulaires déplacées du calcanéum est recommandé par la plupart des auteurs contemporains [48,49]. Les publications récentes ont montré une amélioration des résultats fonctionnels et radiologiques après réduction chirurgicale et ostéosynthèse, en comparaison avec le traitement conservateur [50]. La reprise des activités professionnelles semble plus constante et précoce après traitement chirurgical [51,52].

Cependant les modalités du traitement chirurgical (délai opératoire, voie d'abord, greffe osseuse, ostéosynthèse interne ou externe) ne sont pas consensuelles. Les critères de choix doivent répondre aux objectifs du traitement des fractures articulaires appliqués aux particularités anatomiques de l'os calcanéen [53]. Il s'agit de rétablir l'anatomie et la surface articulaire thalamique, d'obtenir un montage stable et limiter les complications, notamment cutanées [54,55].

## I. Les voies d'abords [10]

### A. La voie d'abord externe du calcanéum

#### a. Indications

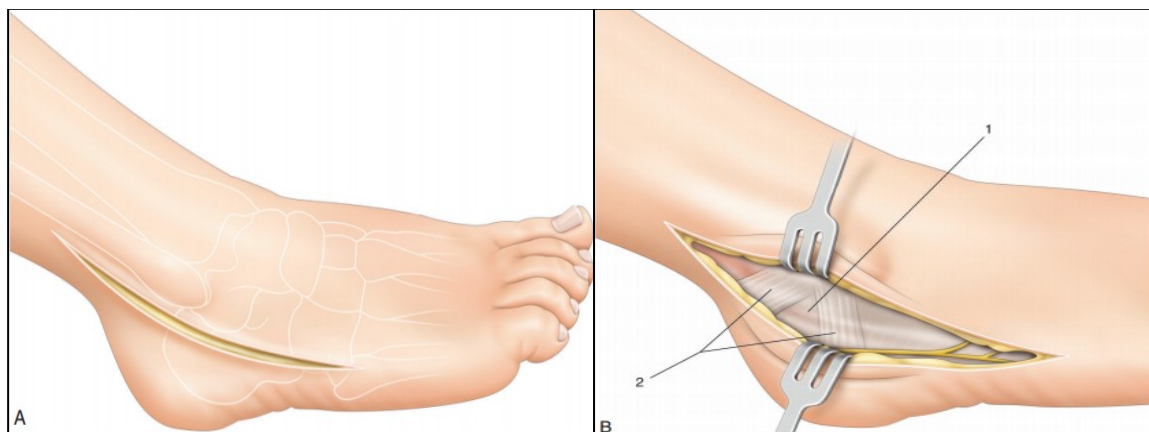
Cette voie est utilisée pour les ostéotomies du calcanéum ou pour exposer la face externe d'un calcanéum fracturé. Dans ce dernier cas l'incision doit être agrandie pour améliorer l'accès.

**b. Installation**

Décubitus dorsal, un coussin sous la fesse du coté opéré.

**c. Incision cutanée**

Elle est arciforme et part d'un point situé à environ 2–3 cm au-dessus de la pointe de la malléole externe et descend parallèlement aux tendons des fibulaires latéraux, pour se terminer près de la base du 5ème métatarsien (**figure 35**).



**Figure 35** : A. Incision cutanée rétromaléolaire. B. Abord de la gaine des tendons fibulaires. 1. Tendons fibulaires. 2. Rétinaculum des tendons fibulaires [11].

**d. Exposition**

Il est indispensable de ne pas léser le nerf saphène externe qui passe en compagnie de la veine saphène externe à la partie antérieure de la plaie opératoire. Le tissu adipeux sous cutané recouvrant la face externe du calcanéum est entamé dans le lit de l'incision cutanée et décollé pour exposer l'os sous jacent.

**B. La voie d'abord dorsale interne du pied**

### a. Indications

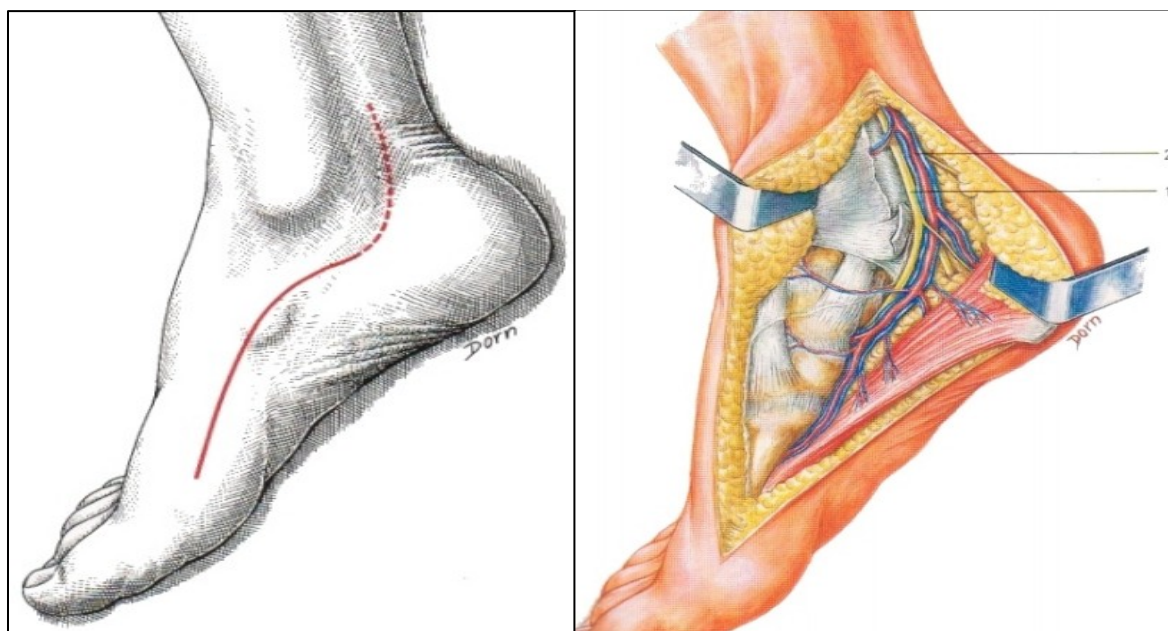
Cette incision peut être utilisée pour exposer les articulations de la face interne du pied, en cas d'interventions osseuses pour pied plat, ou chirurgie des parties molles pour pied creux. Dans son tiers postérieur, cette incision permet d'aborder la face interne du calcanéum pour ostéosynthèse de fracture.

### b. Installation

Décubitus dorsal.

### c. Incision cutanée

L'incision s'étend de la saillie du gros orteil au talon. La partie la plus antérieure de l'incision passe sur le tubercule du scaphoïde. En arrière l'incision peut se continuer soit vers le haut, soit vers la plante au niveau du talon en fonction de l'exposition désirée (**figure 36**).



**Figure 36** : abord dorsale interne, repère d'incision cutanée. Muscle abducteur de l'hallux écarté. 1 : nerf tibial postérieur, 2: artère tibiale postérieure [10].

### d. Exposition

La lèvre cutanée est décollée vers la plante du pied et le tendon de l'abducteur de l'hallux est identifié à la face interne du premier métatarsien.

Les éléments se trouvant à la face interne du pied peuvent être exposés en faisant basculer l'abducteur de l'hallux autour de ses insertions plantaires.

L'incision peut être prolongée en arrière et peut convenir à exposer la face interne du calcanéum pour réduction à ciel ouvert d'une fracture. Pour que cela puisse s'effectuer en toute sécurité le paquet vasculo-nerveux doit être récliné vers l'avant, après section du ligament annulaire interne. Par clivage on peut ensuite dégager la face interne du calcanéum.

### **C. La voie d'abord latérale sous- talienne**

#### **a. Indications**

Les principales indications sont l'arthrodèse sous-talienne, l'arthrodèse des articulations transverses du tarse, la triple arthrodèse, les fractures du calcanéum.

#### **b. Installation**

Le patient est installé en décubitus dorsal, un coussin sous la fesse homolatérale pour compenser la rotation externe de la hanche.

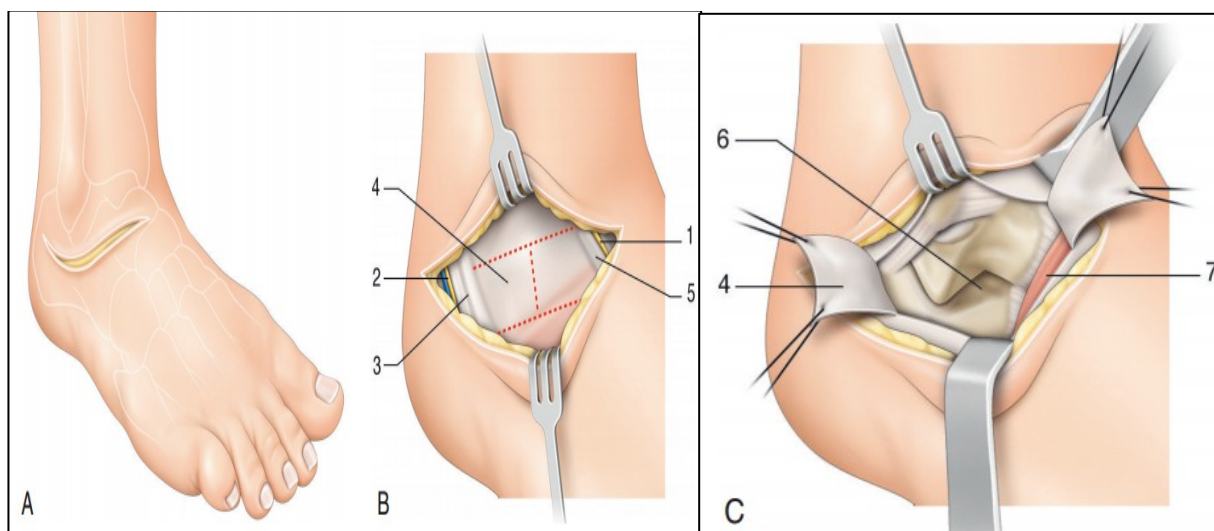
#### **c. Incision cutanée**

L'incision débute 1 cm en dessous et en arrière de la malléole latérale ; elle croise le cou-de-pied pour se terminer en regard de l'articulation talo-naviculaire (**figure37 A**).

#### **d. Exposition**

Dans le tissu sous-cutané cheminent en avant le nerf fibulaire intermédiaire et en arrière le nerf cutané dorsal latéral (**figure 37 B**). La gaine des tendons fibulaires est incisée et les tendons seront réclinés en arrière, protégeant ainsi la branche nerveuse. Le tendon du troisième fibulaire est inconstant : s'il est présent, il est

accolé aux tendons du muscle long extenseur des orteils ; ces tendons sont réclinés vers l'avant, protégeant le nerf fibulaire intermédiaire. Le rétinaculum inférieur est ouvert en « H», ce qui permet, après relèvement d'un lambeau antérieur et postérieur, l'abord du sinus du tarse (**figure 37C**). Pour aborder l'articulation transverse du tarse, le muscle court extenseur des orteils est désinséré du calcanéum puis récliné vers les orteils. La fermeture s'effectue plan par plan après avoir suturé le rétinaculum inférieur [11].



**Figure 37** : Abord latéral sous-talien [11].

A. Incision cutanée.

B. Exposition du rétinaculum inférieur.

C. Ouverture du sinus du tarse.

1. Nerf fibulaire intermédiaire. 2. Nerf cutané dorsal latéral.

3. Gaine des tendons fibulaires. 4. Rétinaculum inférieur.

5. Tendon du troisième fibulaire. 6. Sinus du tarse.

7. Muscle court extenseur des orteils

## II. Les différents traitements chirurgicaux des fractures thalamiques du calcaneum

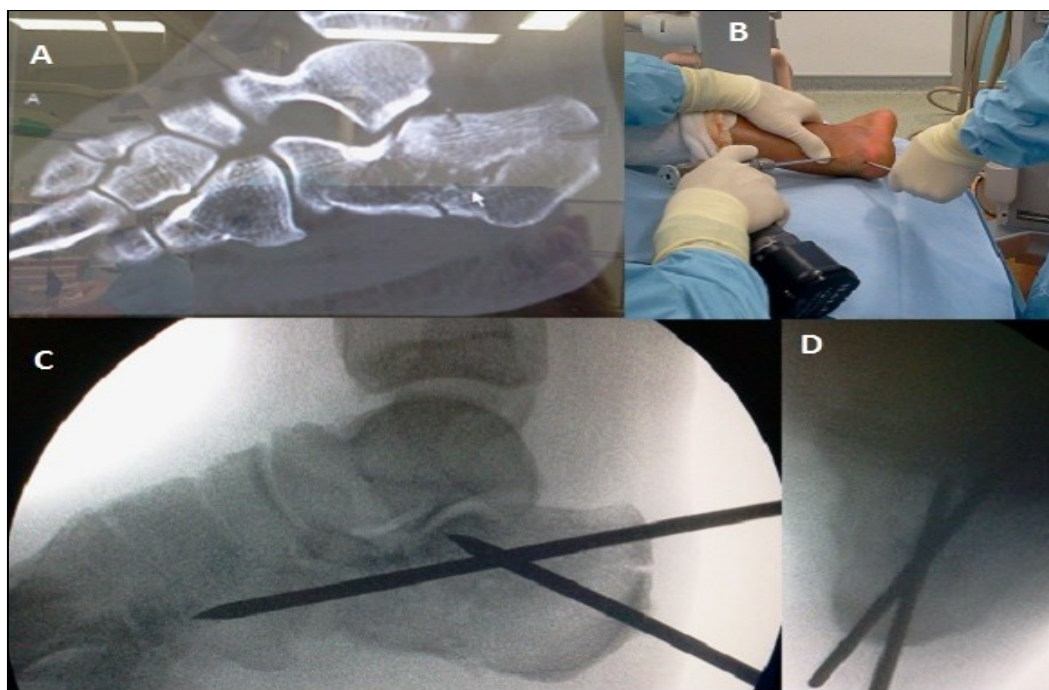
### A. Traitement à foyer fermé

#### 1. Le relèvement enclouage à foyer fermé (R.E.F.F.)

Le relèvement enclouage à foyer fermé (R.E.F.F.) est une technique originale décrite en 1975 par J. Deloux [56] ; elle utilise une technique proposée dès 1968 par Merle d'Aubigné [57] qui, à l'aide d'un poinçon postérieur relevaient les fractures thalamiques du calcaneum.

L'originalité réside en l'utilisation de l'amplificateur de brillance qui permet de vérifier la réduction du fragment thalamique en cours d'intervention. La rééducation fonctionnelle postopératoire fait parti intégrante de la méthode, qui bien entendu ne comprend pas l'immobilisation plâtrée.

Sous anesthésie générale, le patient est installé en décubitus ventral, le pied dépassant le bout de la table. Le clou de Steinmann introduit en latéro-achilien externe, est enfoncé. Soit le clou est poussé à travers le sinus puis planté dans le corps de l'astragale, soit il est chassé en place pour maintenir la réduction en dessous d'un deuxième clou qui vas maintenir définitivement la réduction obtenue. Le premier clou est alors laissé ou enlevé (**figure 38**).



**Figure 38** : Image montrant les différentes étapes du REFF [68]

(A) scanner: fracture thalamique mixte à 4 fragments

(B) image per opératoire

(C) contrôle fluoroscopique peropératoire

(D) contrôle fluoroscopique peropératoire: incidence rétro-tibiale

## **2. Le vissage percutané**

Proposé par MAERLE D'AUBIGNE et DUBOSET [57] : La manipulation par poinçon percutané aboutit à un relèvement thalamique qui est ensuite fixé en percutané par une vis calcanééo-astragaliennne, la vis essayant de passer le sinus du tarse (ablation à 3mois), ceci permet la rééducation immédiate. C'est une méthode voisine du REFF qui remplace la fixation au clou du fragment relevé par un vissage percutané.



Figure 39 : Radiographie de profil montrant un vissage percutané [9].

## **B. Traitement à foyer ouvert**

### **1. Ostéosynthèse par plaque vissée [61]**

L'ostéosynthèse par plaque vissée des fractures du calcanéum n'est pas une méthode nouvelle. Décrite pour la première fois en 1966 par R. Judet, cette technique a fait progressivement des adeptes, tout d'abord en Italie avec A. Lanzetta, ancien élève de R. Judet, puis en France avec H. Bèzes et S.R. Babin, qui, dès le début des années 1970, prônèrent l'ostéosynthèse par plaque vissée des fractures thalamiques du calcanéum. Plus récemment, les chirurgiens de l'association d'ostéosynthèse (A.O.) ont mis au point une plaque spéciale adaptée aux fractures du calcanéum. Quelle que soit la plaque utilisée, le principe est le même, à savoir : redonner au calcanéum une morphologie normale par relèvement du thalamus enfoncé et ostéosynthèse transversale en compression appuyée sur une plaque (de façon à corriger l'élargissement transversal du calcanéum fracturé),

assurer une ostéosynthèse stable de façon à pouvoir se passer d'une immobilisation plâtrée et débiter une rééducation précoce.

a. La technique chirurgicale

▪ Voie d'abord

La voie d'abord externe sous malléolaire est la plus utilisée [58].

▪ Incision

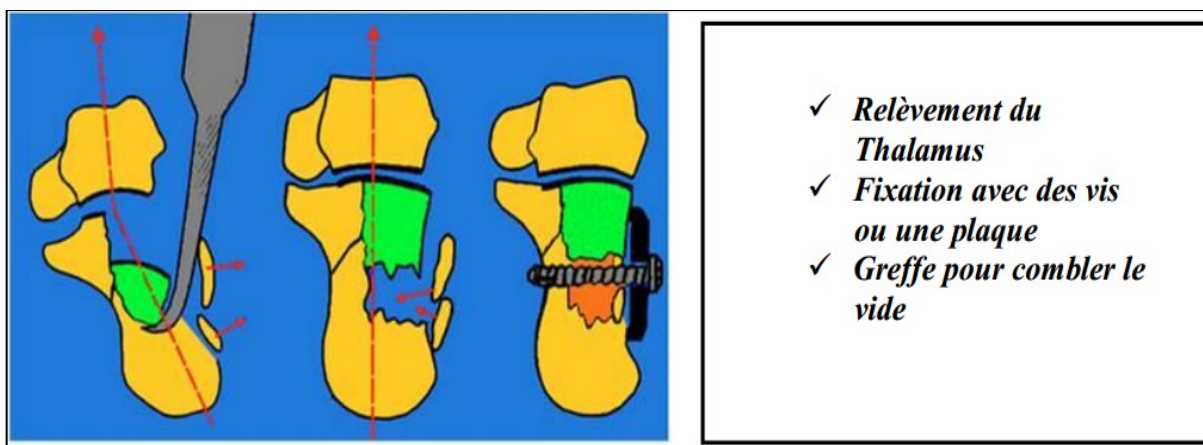
L'incision curviligne, rétro- et sous-malléolaire externe, est horizontale sur 6 à 7cm et recourbée à ses deux extrémités sur une longueur d'environ 2 à 3cm.

▪ Dissection

Dans la partie haute de l'incision, on repère la branche du nerf saphène externe (nerf sural). Après cette précaution, la dissection sera menée en un plan donc sans décollement cutané, et cela jusqu' au périoste ; toute la lèvre supérieure de l'incision sera relevée pas à pas. Le relèvement de ce plan comprendra le faisceau moyen du ligament latéral externe qui est détaché de l'os à son insertion basse ; ainsi sera dégagée la fracture à l'aide de deux écarteurs de Hofmann, l'un placé sur le col de l'astragale, l'autre sur le tubercule postérieur astragalien ; la gaine des tendons péroniers sera protégée et la partie antérieure du calcanéum dégagée. Ce n'est qu'en fin de l'intervention que sera pratiquée une moucheture postérieure à l'incision pour l'introduction de la vis oblique et sera mieux dégagé le bord inférieur du calcanéum pour le vissage plantaire.

▪ Les principes de réduction

La réduction est guidée par repérage du trait fondamental, siège du déplacement essentiel.



**Figure 40** : Principes du traitement chirurgical des fractures thalamiques [59].

La réduction va s'effectuer en deux temps successifs.

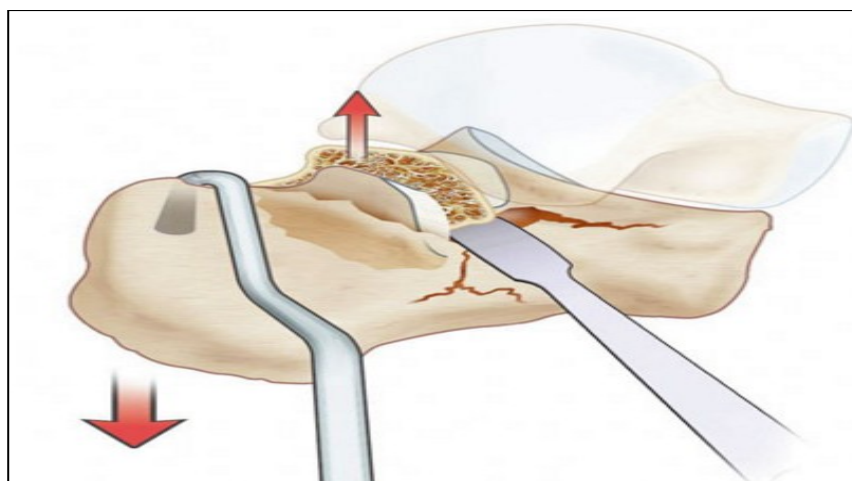
❖ Réduction en 2 temps :

- Abaissement de la grosse tubérosité et relèvement du fragment antéro-interne :

Il s'agit de corriger le déplacement principal lié au cisaillement qui s'est produit au niveau du trait fondamental ; cet abaissement est obtenu par une traction très forte exercée vers le bas, au moyen d'un crochet prenant appui sur le bord supérieur du calcaneum, contre le tendon d'Achille, afin d'avoir un bras de levier le plus grand possible. En même temps, une spatule introduite au-dessous du crucial angle fracturé prend appui sur le fragment antéro-interne au niveau de son point le plus solide, en dedans et en bas, relève vers le haut ce fragment et le plaque contre la surface astragalienne qui sert de repère à une bonne réduction.

- Abaisant la grosse tubérosité, relevant ce fragment antéro-interne, on réduit en fait l'ensemble du fragment postéro externe ; le fragment corticothalamique fait toujours bloc avec la tubérosité ; l'abaissement de cet ensemble postérieur dégage donc à la vue le plan du trait fondamental.

En s'abaissant, la grosse tubérosité glisse sur la partie postérieure renflée et courbe du plan du trait fondamental, donc son varus commence à se réduire.



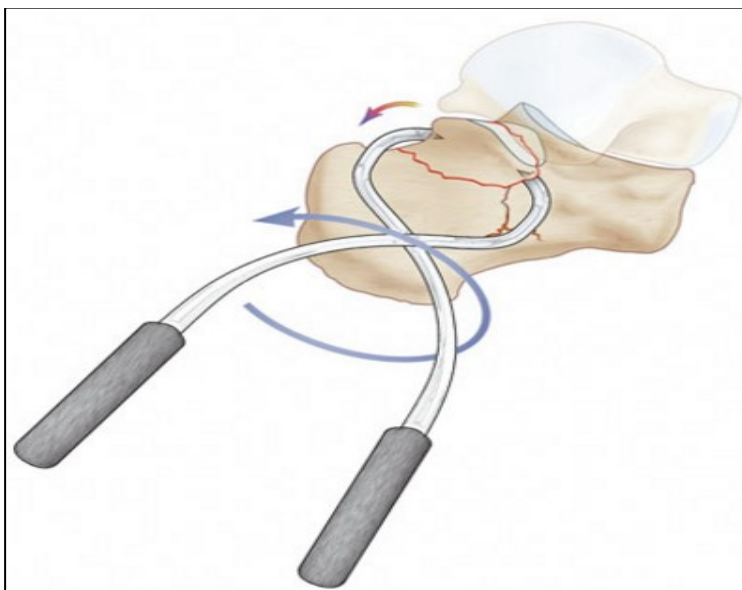
**Figure 41** : Schéma illustrant la réduction première du fragment thalamique médial d'une fracture mixte inscrite : abaissement de la grosse tubérosité à l'aide du crochet de Lambotte modifié et relèvement du fragment thalamique médial horizontalisé contre le talus à l'aide d'une spatule [69].

– Réduction du fragment cortico–thalamique :

Son désenclavement est réalisé au moyen d'une spatule introduite sous le rebord antérieur de ce fragment. Il faut alors corriger la bascule en relevant le bord antérieur et ne pas oublier surtout de corriger simultanément sa rotation, la réduction s'obtient en l'appliquant contre le fragment antéro–interne et en faisant parfaitement coïncider les deux surfaces articulaires portées par ces 2 fragments, de manière à corriger le déplacement au niveau du trajet thalamique du trait fondamental.

Un repère est constitué par la réduction exacte du bord antérieur du fragment cortico–thalamique contre la corticale du sinus du tarse, de part et d'autre du trait pré–thalamique, deux fragments de corticale solide qu'il est bon de réduire, car ils ont à la fois valeur de repère et de bonne stabilisation. A ce stade, et pendant ces manœuvres, il faut s'assurer de la parfaite correction du varus de la grosse tubérosité en s'aidant, pour l'obtenir, d'une pression des doigts au niveau de la fracture– flexion, ce qui complète également la réduction du fragment

corticothalamique proprement dit, sa fixation temporaire contre le fragment antéro-interne est obtenue par des broches perpendiculaires au plan du trait fondamental.



**Figure 42** : Schéma illustrant la réduction seconde du fragment thalamique latéral d'une fracture mixte inscrite sur le fragment thalamique médial : l'utilisation d'un davier à pointe permet de "dépivoter" ce fragment latéral dont la surface articulaire regarde en avant et un peu en dedans [69].

Parfois pour maintenir la réduction, le recours à une ou plusieurs broches de Kirschner est indispensable.

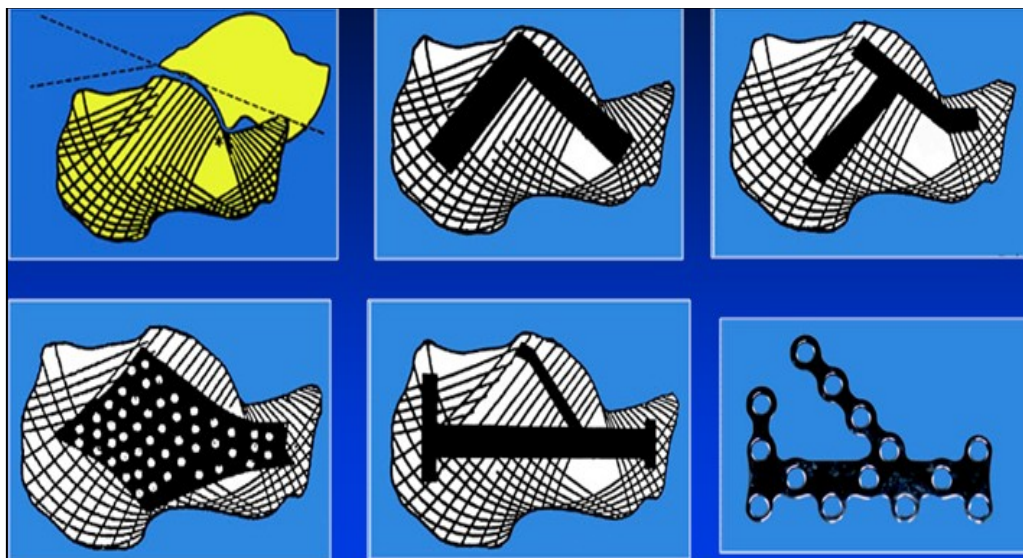
#### **b. Les types de plaques vissées**

Les plaques vissées sont diverses pour permettre toutes les combinaisons. En voici quelques exemples.

- Les plaques monobloc en T ou en Y

Ces plaques, si elles se rapprochent plus des conditions biomécaniques idéales que les plaques droites, sont obligatoirement plus épaisses pour pouvoir remplir le contrat de solidité demandé à toute ostéosynthèse. Le risque théorique de nécrose cutanée est donc plus important. Par ailleurs, ces plaques présentent

probablement les inconvénients de toutes les plaques préformées, à savoir la difficulté d'adaptation à tous les types de morphologie osseuse.



**Figure 43** : Image montrant les différents types de plaques [20].

- La plaque multi-trous du G.E.C.O

Cette plaque sur le plan mécanique présente des critères tout à fait suffisants pour réaliser une ostéosynthèse stable du calcanéum. Cependant, les complications cutanées de ce type d'implant ne paraissent pas négligeables et rendent très discutable la mise en place d'un tel implant.

Il s'agit d'une plaque très fine parfaitement modelable et qui comporte de multiples trous susceptibles d'accueillir de nombreuses vis. La plaque thalamique est d'autant plus discutable que la plaque est très fine. On peut craindre dans certaines fractures de stade IV ou V une rupture de fatigue de la plaque thalamique à sa jonction avec la plaque horizontale plus rigide. Une étude biomécanique ou des séries cliniques importantes devraient pouvoir vérifier cette hypothèse.

- Les plaques droites 1/3 de tube

Le montage de type S.R. Babin est logique car il suit les lignes de force de l'éventail sous-thalamique. Dans les types II et III ce montage est stable car il «

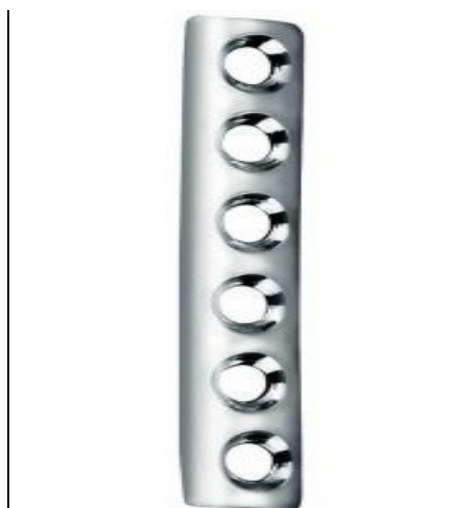
prend en sandwich » le fragment thalamique externe, entre le fragment thalamique interne solidaire du sustentaculum tali et la plaque 1/3 de tube.



**Figure 44** : Image montrant une plaque 1/3 tube [72].

- Les plaques ¼ tube

Les plaques « 1/4 de tube » sont moins épaisses que les plaques « 1/3 de tube » mais surtout 2 fois moins larges. La « discrétion » de ce type de plaque risquant d'exposer à une rupture d'implant est compensée par la disposition originale de 2 ou 3 plaques qui sont montées en triangulation, comme un toit dont le faîtage serait situé à la partie la plus haute et la plus postérieure du thalamus.



**Figure 45** : Image montrant une plaque ¼ tube à 6 trous [72].

## **2. Ostéosynthèse par vissage simple**

Uthéza.G. et ses élèves n'utilisent a priori qu'un vissage simple dont les résultats rapportés ont été satisfaisants. Ces principes de réduction et le vissage simple peut être appliqués en percutané. Ces mêmes principes de réduction et de stabilisation des vis dans les zones corticales épaisses restent à la base d'un traitement par ostéosynthèse par plaque [22].

### **3. Reconstruction arthrodèse selon Stulz**

L'arthrodèse est réalisée par avivement de la surface articulaire astragalienne, postérieure et des fragments thalamiques relevés au contact de l'astragale après, abaissement et réaxation de la grosse tubérosité. Cette reconstruction de la hauteur, du calcanéum est essentielle. La fixation est réalisée par un vissage transversal du calcanéum est essentielle. La fixation est réalisée par un vissage transversal thalamus au sustentaculum tali et le maintien de l'arthrodèse soit par une vis calcanéo-astrgalienne qu'il ne faut pas trop serrer pour ne pas raccourcir le calcanéum, soit par des broches divergentes en cadres.

Le vide sous thalamique est comblé par une greffe spongieuse qui constitue un élément de soutien supplémentaire au fragment thalamique remontré. Immobilisation plâtrée jusqu'à la fusion de l'arthrodèse au 3 mois avec possibilité de marche dans un plâtre à chambre talonnière, à partir de la troisième semaine.

### **XIII. MATÉRIELS ET MÉTHODES**

## **I. Type d'étude**

C'est une étude descriptive et rétrospective intéressant 12 patients présentant une fracture thalamique du calcanéum qui ont été traités par relèvement ostéosynthèse par plaque vissée, colligés au Service de Traumatologie Orthopédie A du CHU Hassan II Fès, sur une période de 7 ans s'étalant du Janvier 2008 jusqu'à Novembre 2015.

Les objectifs de notre étude sont :

- Étudier les aspects épidémiologiques, cliniques et thérapeutiques des fractures articulaires du calcanéum.
- Évaluer les résultats du traitement chirurgical des fractures articulaires du calcanéum par plaques vissée.
- Apprécier l'évolution et les complications des fractures thalamiques du calcanéum.
- Comparer nos données au sein du service de traumatologie et orthopédie A du CHU HASSAN II de Fès avec celles de la littérature.

## **II. Critères d'inclusion**

Ils ont été inclus tous les patients adultes présentant une fracture thalamique du calcanéum et qui ont reçu un traitement chirurgical par ostéosynthèse par plaque vissée.

## **III. Critères d'exclusion**

Les fractures extra-thalamiques.

Les fractures thalamiques traitées par autre moyens thérapeutiques que la plaque vissée.

Les patients qui ont été traités dans d'autres formations ou services.

## **IV. Recueil des données**

Les données ont été recueillies à l'aide d'une fiche d'exploitation à partir :

- Du registre hospitalier du service de traumatologie orthopédie A.
- Des dossiers médicaux du service de traumatologie orthopédie A.
- Du système d'information Hosix.

Pour la saisie et le traitement des données nous avons utilisés un les logiciels Word et Excel.



-Incidence de face antéro-postérieure de la cheville :

-Incidence de face dorso-plantaire du pied :

-Incidence de profil externe :

-Incidence rétro tibiale de Bohler :

.TDM : Oui :  non :

Si TDM faite résultat : Interprétation des clichés (d'abord les clichés standards puis les confronter aux données de la TDM) :

1. Fractures extra-thalamiques :

· Fracture de la grosse tubérosité postérieure :

· Fracture de la tubérosité postéro-interne plantaires :

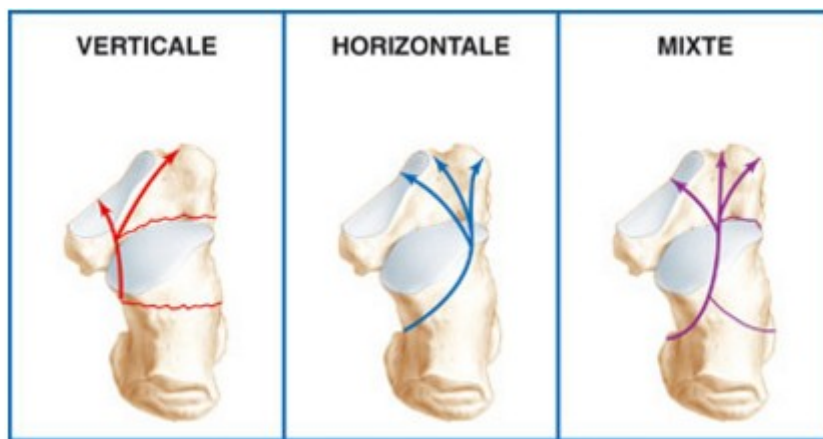
· Fracture de la grande apophyse antérieure :

2 .Fracture-luxation :

3. Fractures thalamiques :

- Globale :  -partielle :

- Orientation du déplacement (classification d'Uthéza et Coll.) :

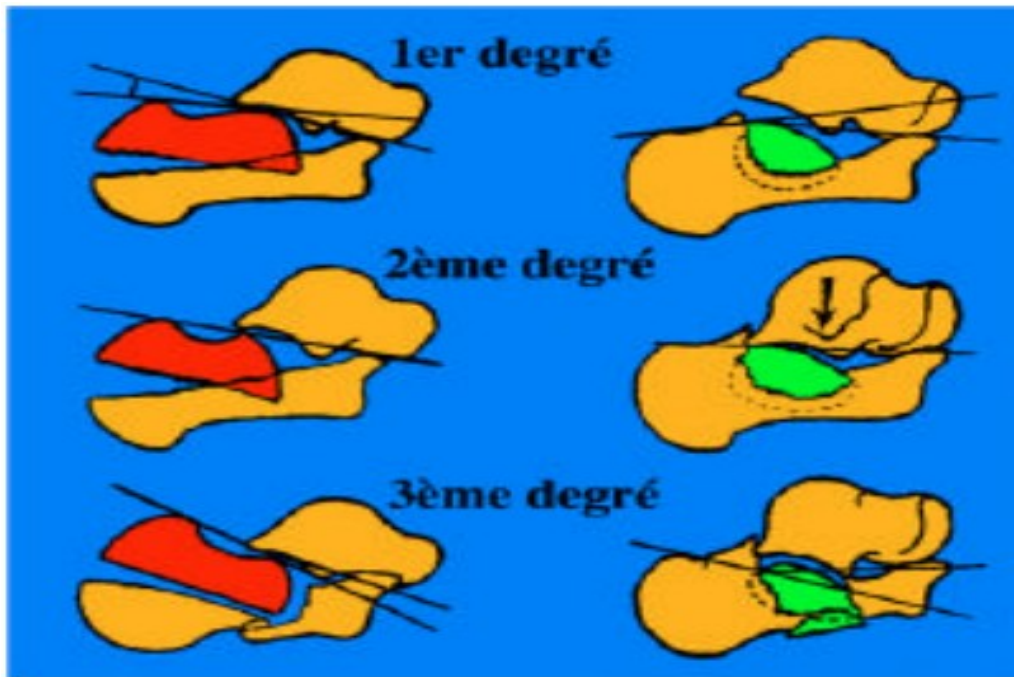


-Topographie du fragment articulaire postéro-latérale :

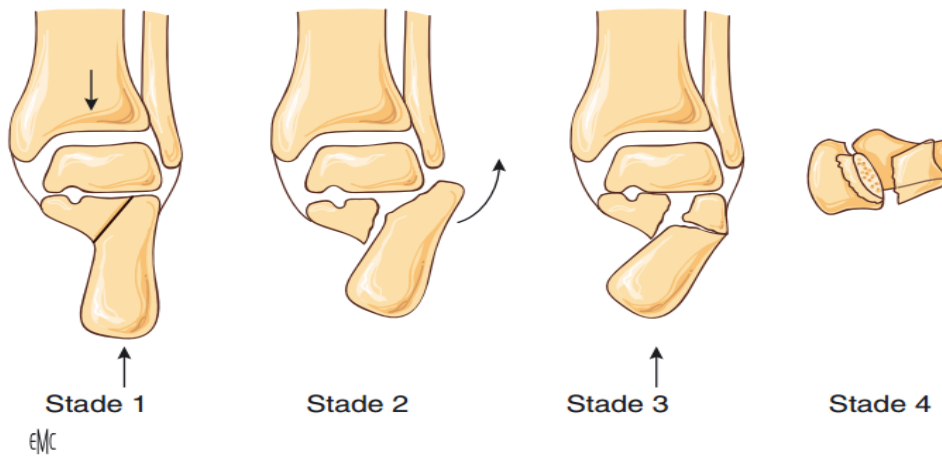
.Petit et purement thalamique :

.Volumineux et thalamo-tubérositaire :

- Degré du déplacement du fragment articulaire postéro-latérale (selon l'angle de Bohler) :



- Type anatomique (classification de Duparc et de la Caffinière) [35] :



**Traumatismes associés :**

. Lésions associées :

- Luxation cheville :                      oui :                       non :

-Autres fractures associées :

**Traitement Chirurgical :**

. Délai :

.voie d'abord :

.Reconstruction ostéosynthèse

-Type de plaque :

-greffe osseuse : avec :  sans :

-substitut osseux : avec :  sans :

. Soins post opératoires :

- Pansement :

- Redon :

-attelle :

- Ablation des fils :

- Antibio prophylaxie :

Type :

Durée :

- Anticoagulants :

Type :

Durée :

-AINS : Oui :  Non :

Type :

Durée :

- Antalgiques : Oui :  Non :

Type :

Durée :

- Immobilisation : Durée

- Reprise de la marche : Délai

- Rééducation : Oui :  Non :

Durée :

Complication postopératoires :

- Algodystrophie :

-Désunions cutanées et nécroses :

-Tendinites des péroniers latéraux :

-Névrome du nerf saphène externe :

- Talgie par saillie osseuse :
- Thromboembolique :
- Arthrose :
  - . Talo–calcanéenne :
  - .Calcanéo–cuboidienne :
  - .Talo–naviculaire :

**Résultats :**

- Angle de Bohler :
 

Avant :	Après :
---------	---------
- arrière pied :
 

Varus : <input type="checkbox"/>	Valgus : <input type="checkbox"/>
----------------------------------	-----------------------------------
- pied plat : Angle de Meary

**-Score de Kitaoka :**

<b>Douleur (40 points)</b>		<b>Boiterie</b>	
Absence	40	Aucune, minime	8
Légère, occasionnelle	30	évidente	24
Modérée, quotidienne	20	sévère	0
Sévère, permanente	0	<b>Mobilité sagittale de la cheville : flexion dorsale et plantaire</b>	
<b>Fonction (50 points)</b>		> 30°	8
<b>Niveau d'activité, nécessité de canne</b>		Compris entre 15 et 29°	4
Illimitée, aucune canne	10	< 15°	0
Illimitée pour activité quotidienne, limitée pour les loisirs, aucune canne	7	<b>Mobilité en inversion et éversion (comparative)</b>	
Activité quotidienne et loisirs limités, une canne	4	75 % à 100 %	6
Limitation sévère de toutes les activités (déambulateur, chaise roulante, cannes anglaises)	0	Compris entre 25 % à 74 %	3
<b>Périmètre de marche</b>		Inférieur à 25 %	0
> 3000 m	5	<b>Stabilité de la cheville de l'arrière pied</b>	
De 2000 à 3000 m	4	Stable	8
De 500 à 2000 m	2	Instable	0
< 500 m	0	<b>Axe de la cheville, appui plantaire (10 points)</b>	
<b>Type de terrain</b>		Plantigrade, cheville normo axée	10
Aucune difficulté quel que soit le terrain	5	Plantigrade, désaxation minime asymptomatique	5
Quelques difficultés sur terrain irrégulier, escalier et échelle	3	Appui plantaire anormal, désaxation majeure, invalidante	0
Difficulté sur terrain irrégulier, escalier, échelle	0		

**Résultat**

Excellent si total du score entre 95 et 100 :

Bon si score totale entre 80 et 94 :

Moyen si score totale entre 50 et 74 :

Mauvais si le score totale est inférieur à 50 :

**Suivi post-opératoire :**

## **V. Les méthodes d'évaluation des résultats**

### **A. Score de Kitaoka**

Pour évaluer nos résultats nous avons utilisé le score fonctionnel de Kitaoka qui est basé sur plusieurs critères :

- La douleur (40 points).
- Fonction (50 points) :

Niveau d'activité, nécessité de canne.

Périmètre de marche.

Type du terrain.

Boiterie.

Mobilité sagittale de la cheville : flexion dorsale et plantaire.

Mobilité en inversion et éversion (comparative).

Stabilité de la cheville de l'arrière pied.

- Axe de la cheville, appui plantaire (10 points).

### **B. Score fonctionnel de la SOFCOT**

Le score fonctionnel du symposium de la SOFCOT (Société Française de Chirurgie Orthopédique et Traumatologique) de 1988 a été également utilisé. Ce score est basé sur 3 critères cotés de 0 à 5 : la douleur, la marche-stabilité et la capacité de travail et d'activité physique.

Score fonctionnel de la SOFCOT

- DOULEUR
  - Aucune douleur 5.
  - Douleur climatique 4.
  - Gène douloureuse en fin de journée, après travail lourd ou marche en terrain accidenté 3.

- Douleur limitant la marche sur terrain plat à 1h, plus rapidement sur terrain accidenté 2.
- Douleur limitant la marche sur terrain plat à 1/4h, impossible sur terrain accidenté 1.
- Douleur mécanique invalidante, permanente à la marche 0.
- MARCHE-STABILITÉ
  - Normale à plat et sur pointe, saut monopodal sans problème 5.
  - Normale à plat et sur pointe, saut monopodal difficile 4.
  - Normale à plat, difficile sur pointe, saut monopodal impossible 3.
  - Normale à plat, impossible sur pointe 2.
  - Boiterie 1.
  - Marche impossible sans canne 0.
- CAPACITE DE TRAVAIL OU D'ACTIVITE PHYSIQUE
  - Capacité inchangée 5.
  - Légère diminution d'activité physique ou travail adapté pour métiers exposés et travailleurs force 4.
  - Nette diminution d'activité physique, ou changement de poste, ou non reprise du travail 2.
  - Très importante diminution d'activité 0.
- Le résultat fonctionnel est jugé :
  - Très Bon (TB) si les 3 notes étaient à 5,
  - Bon (B) si les 3 notes étaient supérieures ou égales à 4,
  - Assez Bon (AB) si la douleur était au moins à 3, la marche et la capacité de travail au moins à 4, Moyen si les 3 notes étaient supérieures ou égales à 2, Mauvais dès que l'une des notes était inférieure à 2 ou qu'une arthrodèse secondaire a été effectuée.

## **XIV. RESULTATS**

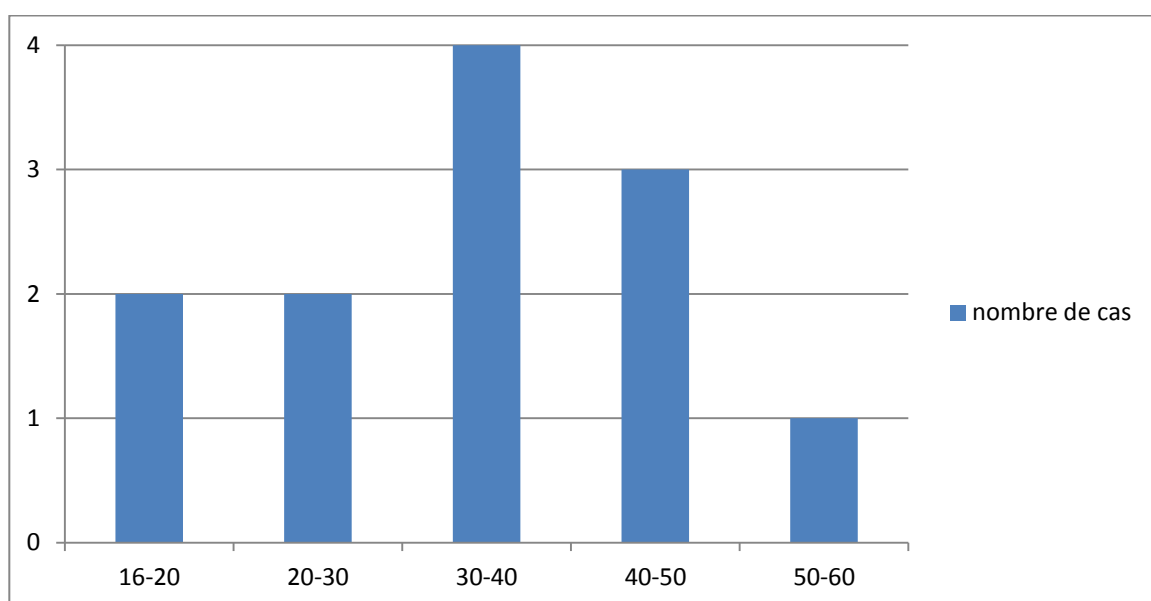
## I. Épidémiologie

### A. Âge

L'âge des patients opérés était compris entre 17 ans et 53 ans avec un âge moyen de 35 ans.

Les fractures thalamiques du calcanéum ont touché toutes les tranches d'âge avec particulièrement un pic de fréquence entre 30 et 40 ans (33,3%).

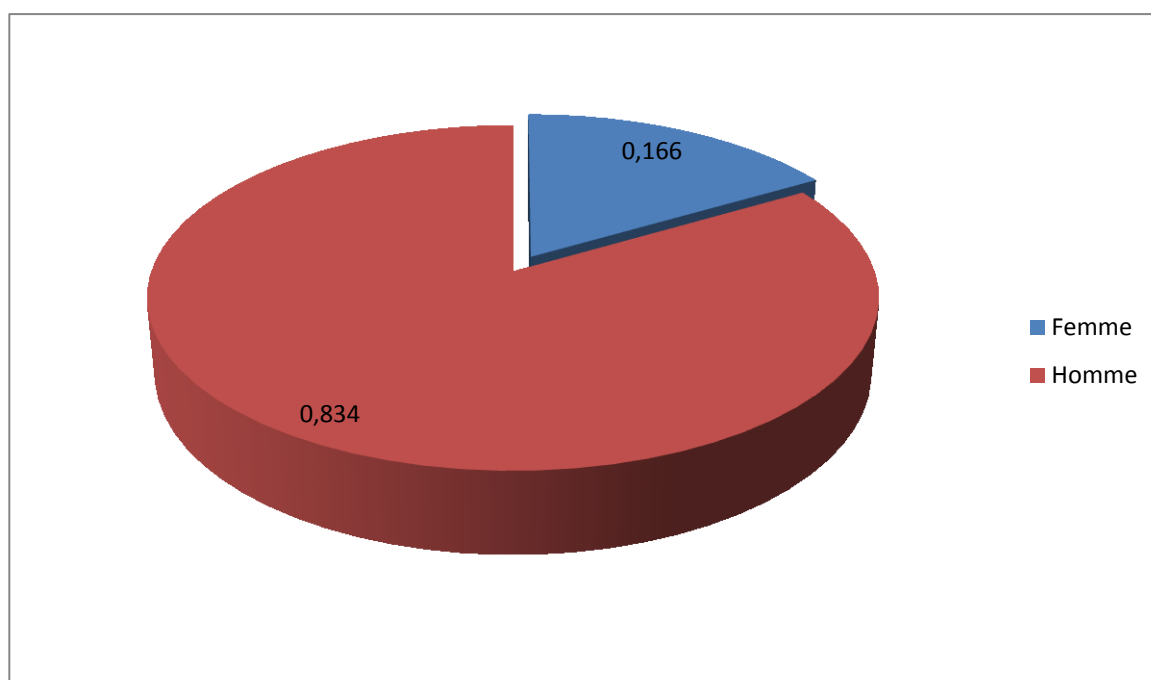
C'est donc un traumatisme qui est fréquent chez l'adulte jeune et actif.



Graphique 1 : Répartition selon la tranche d'âge.

### B. Sexe

Notre série comporte 12 patients qui se répartissent en 10 hommes et 2 femmes, le sexe masculin représente 83,3% de nos patients contre 16,6% pour le sexe féminin, le sexe ratio était de 5, cette répartition est illustrée dans le graphique2.



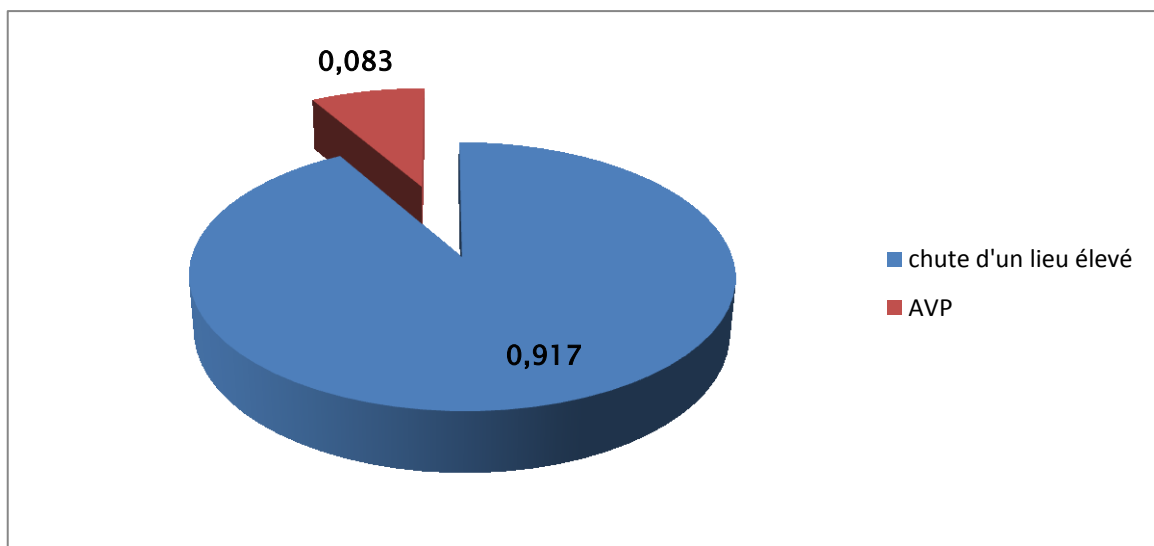
Graphique 2 : Répartition selon le sexe.

### C. Mécanisme

Les traumatismes violents sont le plus souvent incriminés dans la genèse des fractures thalamiques du calcanéum.

Dans notre série, on a noté :

- Chute d'un lieu élevé : était le mécanisme le plus retrouvé avec 11 cas soit 91,7% (La hauteur va de 3 à 10 mètres, dont 2 étaient suite à un accident de travail).
- Accident de la voie publique (AVP) : 1 cas soit 8,3% (il s'agit d'un motocycliste).

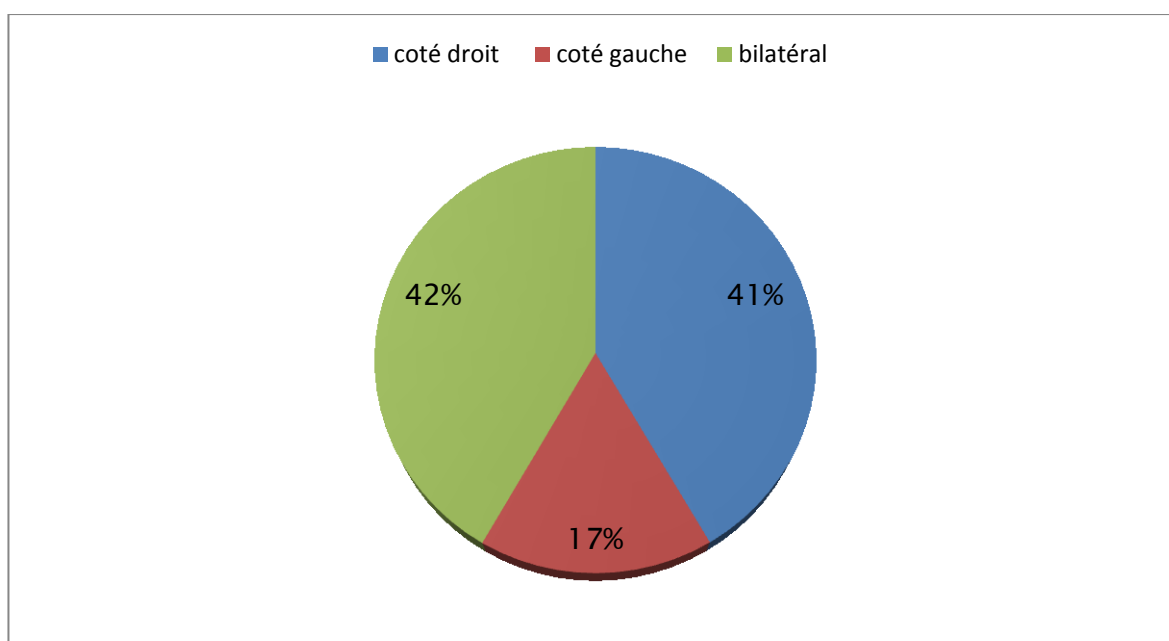


Graphique 3 : Répartition selon le mécanisme.

#### D. Les antécédents

Dans notre série la majorité des patients n'avaient pas d'antécédents pathologiques notables. Sauf pour 2 cas de tabagisme chronique.

#### E. Le coté atteint



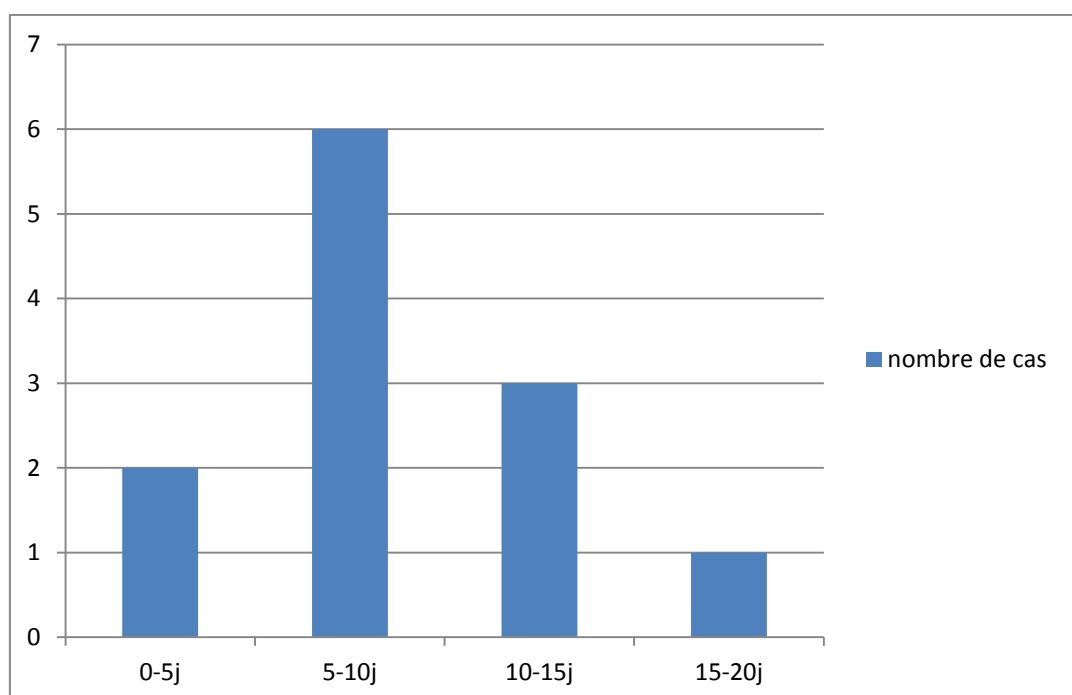
Graphique 4 : répartition des malades selon le coté atteint.

Le côté droit était atteint chez 5 patients soit 41,6%, le côté gauche était atteint chez 2 patients soit 16,7% alors que l'atteinte bilatérale a été trouvée chez 5 patients soit 41,7%.

## F. Délai préopératoire

Le délai préopératoire était en moyen 9,25 jours avec des extrêmes entre 03 et 20 jours.

La plupart des malades ont été opérés dans la première semaine.



**Graphique 5 : Répartition selon le délai opératoire.**

## II. Clinique

### A. Signes fonctionnels

La douleur et l'impotence fonctionnelle ont été notées chez tous nos patients à des degrés variables.

### B. Examen général

Tous les patients ont bénéficié en urgence d'un examen général systématique dans le but de diagnostiquer des lésions cliniques associées.

Sur le plan neurologique la majorité des patients ont été admis avec un GCS à 15.

### C. Examen locorégional

#### 1. L'inspection

Nous avons noté chez la majorité des patients :

- ✓ La présence d'œdème et d'ecchymose.



Figure 46 : Inspection d'une cheville droite [9].

- ✓ Lésions cutanées : L'ouverture cutanée a été noté chez un seul malade classée stade I de Cauchoix et Duparc et présence d'écorchures chez un autre patient.

**2. Palpation**

Dans notre série, aucune lésion vasculo-nerveuse n'a été décelée.

**D. Lésions associées**

Dans notre série, 9 patients ont été admis dans le cadre de polytraumatisme, soit 75%.

**1. Lésions locales**

**Tableau I: Types de fractures associées.**

Types de fractures associées	Nombre de patients
Fracture du calcanéum controlatéral	5
Pilon tibial + malléole externe	1
Fracture de l'astragale	1
Luxation de la cheville	1

**2. Lésions à distance :**

- Traumatisme du rachis : 3 cas.
- Fracture de l'extrémité inférieure du radius : 2 cas.
- Fracture du scaphoïde : 1 cas.
- Fracture trochantéro-diaphysaire du fémur : 1 cas.

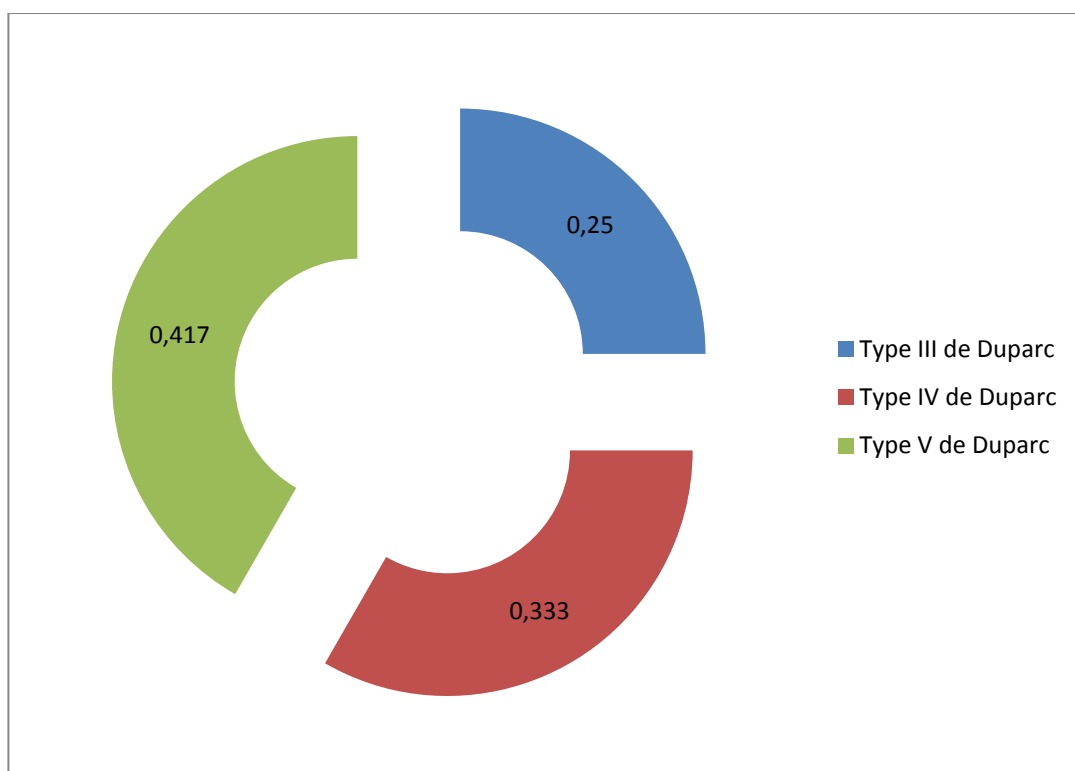
### III. Radiologie

#### A. Radiologie standard

La majorité de nos patients ont bénéficié d'un bilan radiologique standard consistant au moins en une radiographie de la cheville de face, de profil et un cliché rétro-tibial.

Ce bilan a permis d'étudier :

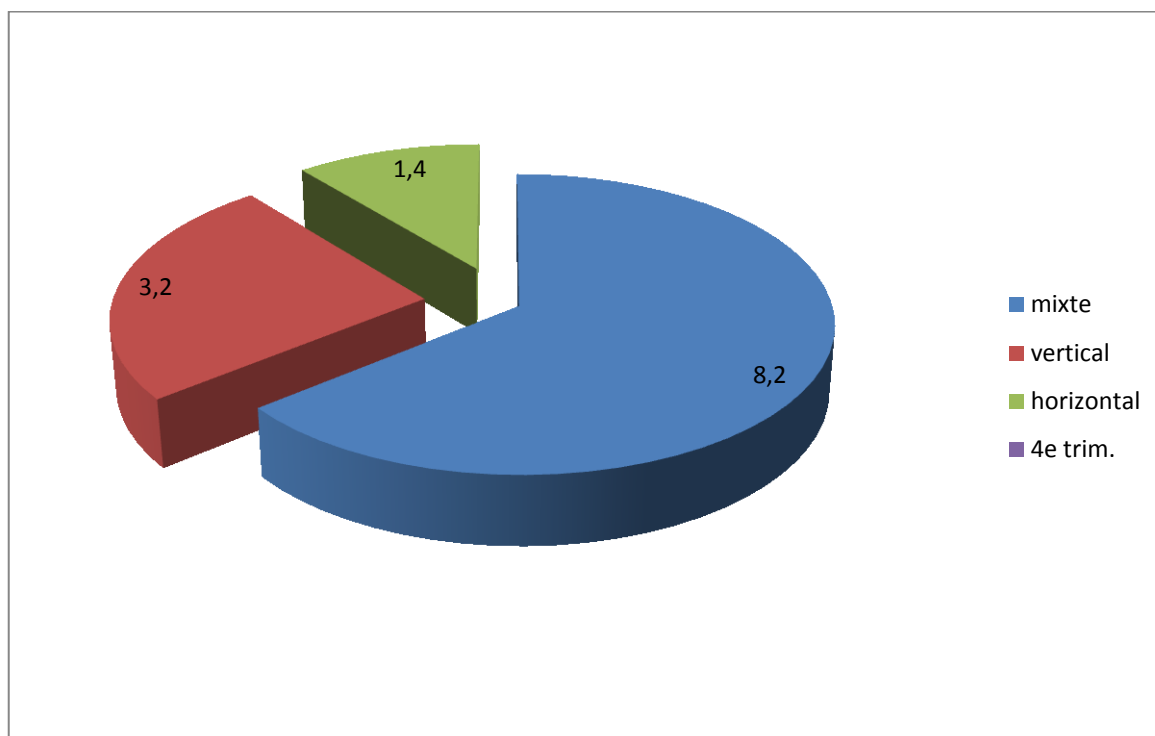
- La fracture.
- Les lésions associées.
- Il permet surtout d'établir une classification anatomopathologique.
- Les fractures étaient types III de Duparc dans 25% des cas (3 patients), types IV dans 33,30% (4 patients), et type V dans 41,70% des cas (5 patients).



**Graphique 6** : répartition radiologique selon la classification de Duparc.

## B. Scanner

Tous nos patients ont bénéficiés d'une TDM, l'enfoncement thalamique était horizontal chez un malade, vertical chez 2 patients et mixte chez 9 patients.



Graphique 7 : répartition selon la classification Uthéza en fonction du trait fondamental.

## IV. Étude préopératoire

Tous nos patients ont bénéficié d'un bilan biologique et opératoire comportant :

- Numération formule sanguine.
- Groupage sanguin.
- Bilan d'hémostase.

D'autres consultations spécialisées et examens para-cliniques spécifiques ont été réalisés selon la nécessité.

## **V. Traitement**

### **A. Technique**

#### **1. Préparation du malade–salle d’opération**

Tous nos patients ont bénéficiés d’une préparation locale qui consiste en un rasage du membre inférieur et une désinfection cutanée de la région opératoire par de la Bétadine dermique avant l’intervention.

L’intervention s’est déroulée dans une salle réservée exclusivement à la chirurgie aseptique.

#### **2. Type d’anesthésie**

L’intervention a eu lieu sous :

- rachianesthésie chez 8cas soit 66,67%.
- anesthésie générale chez 4cas, soit 33,33%.

#### **3. Installation du malade**

Les patients ont été installé en décubitus latéral strict sur un coussin avec immobilisation du bassin à l’aide de 2 cals l’un pubien et l’autre sacrée. L’intervention est réalisée sous rachianesthésie dans 66,67% des cas. Un garrot pneumatique était placé à la racine de la cuisse.

Un badigeonnage antiseptique sur le membre soulevé par l’aide puis un jersey stérile, non collé mais fenêtré, est placé en regard de la voie d’abord pour y appliquer un champ adhésif (Stéridrap).

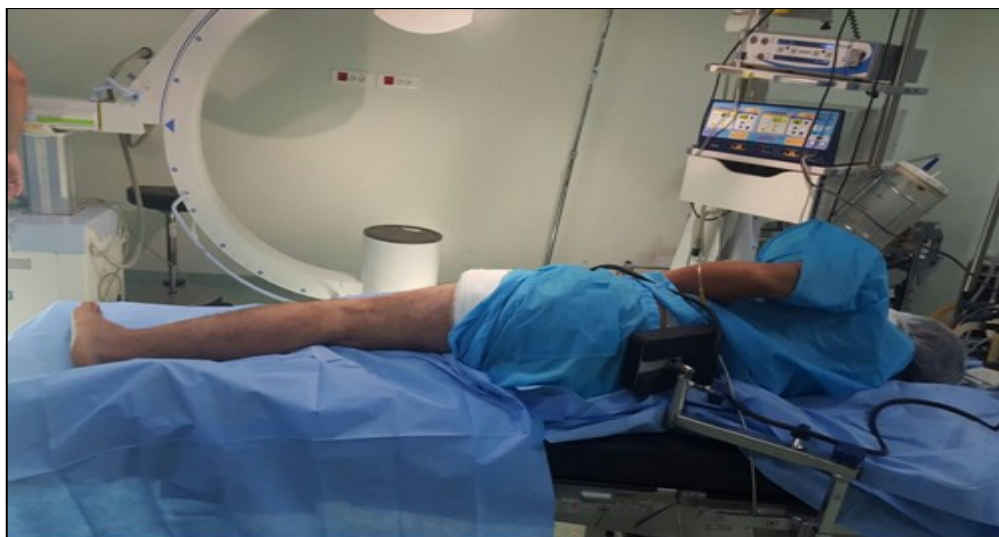


Figure 47 : installation en décubitus latéral.

#### 4. Geste réalisé :

##### a. La voie d'abord et incision :

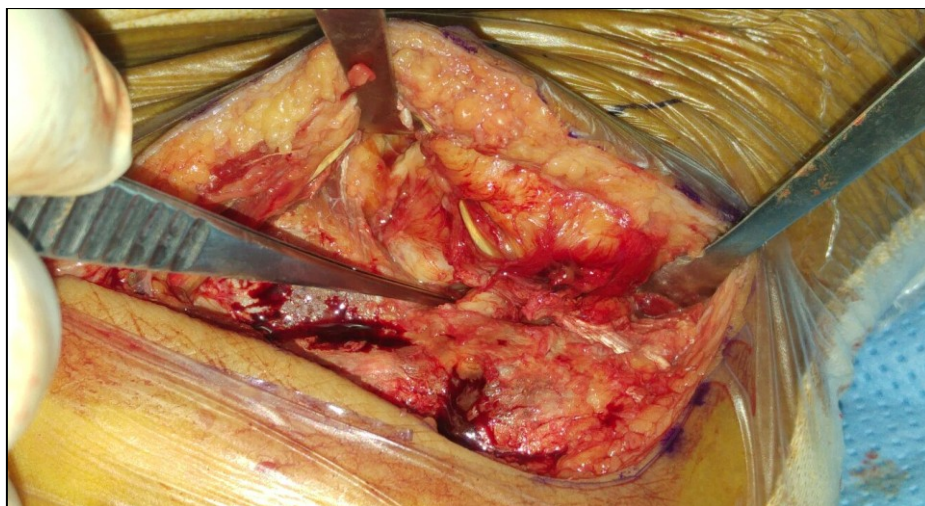
L'incision était sous et rétro-malléolaire dans 10 cas soit 83,4%.



Figure 48 : Présentation de la voie d'abord étendu en « L ».

##### b. Exposition

- Repérage du nerf sural, la dissection est faite sans décollement jusqu'au périoste.
- Arthrotomie.
- Repérage des péroniers latéraux qui seront relevés en bloc (leur gaine est respectée).



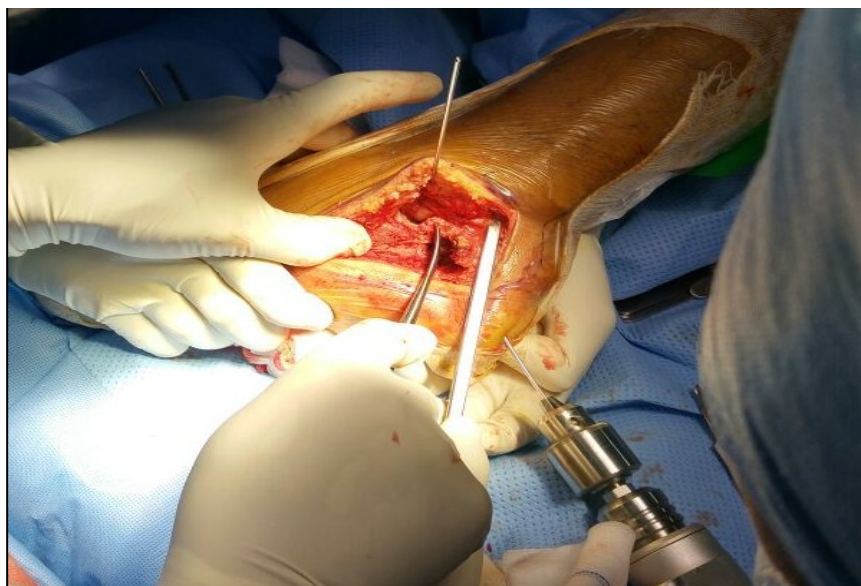
**Figure 49** : Vue peropératoire d'une fracture calcanéenne avant toute réduction.

**c. La réduction**

La réduction est menée en plusieurs temps, ses étapes varient en fonction de type de fracture.

La vérification de la réduction se fait par radioscopie per-opératoire.

Relèvement du tassement.



**Figure 50** : Réduction de la fracture par des broches de Kirschner avec relèvement du calcanéum à l'aide de crochet de Lambotte.



Figure 51 : Contrôle radioscopique après introduction de la broche.

#### **d. Greffe osseuse et substitut osseux**

Deux patients dans notre série ayant une fracture comminutive du calcanéum avec un enfoncement thalamique avaient bénéficié d'une greffe osseuse soit 16,7%,

Une greffe par substitut osseux a été réalisée chez un malade ayant une fracture type V de Duparc soit 8,3%.

#### **e. Ostéosynthèse par plaque vissée**

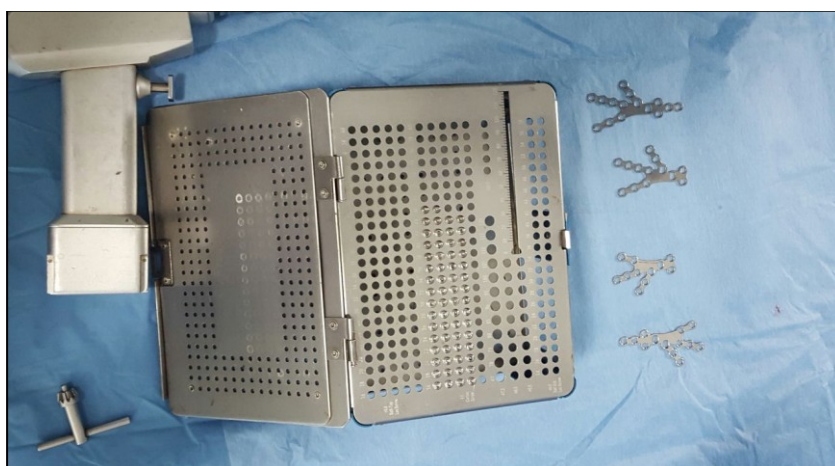
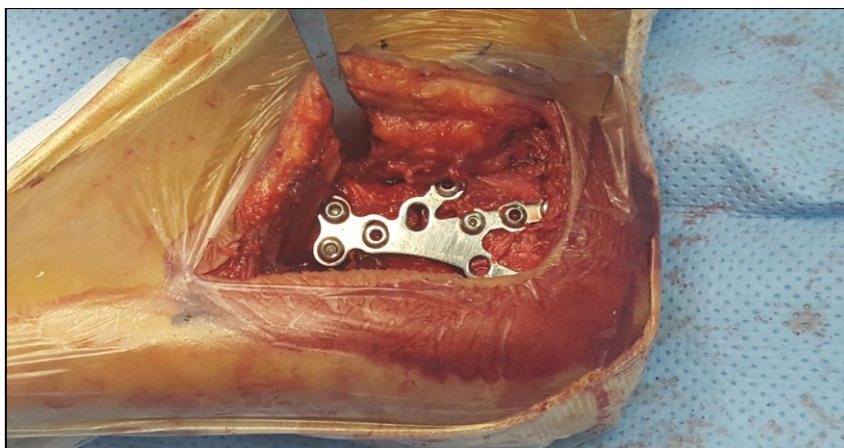


Figure 52 : Matériel d'ostéosynthèse montrant les plaques anatomiques spéciales calcanéum en Y avec différentes tailles.



**Figure 53 :** Image montrant la mise en place de la plaque vissée en Y.



**Figure 54 :** Image montrant le contrôle scopique après mise en place de la plaque en Y.

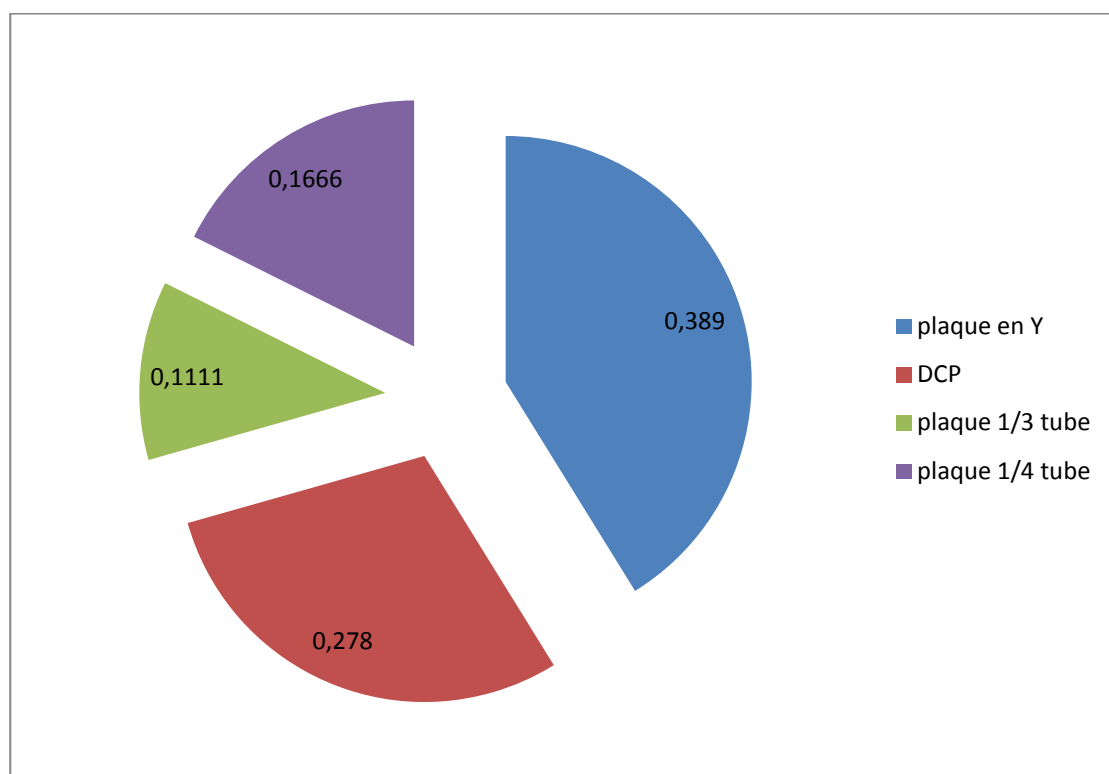
Dans notre série les malades ont bénéficié d'un traitement chirurgical par différents types de plaques vissées comme le montre le tableau ci-dessous.

Nombre de plaques : 18 plaques vissées sur 13 calcaneums (un patient ayant bénéficié d'une ostéosynthèse par plaque vissée des deux cotés) chez 12 malades blessés.

- 1 seule plaque : 9 fois soit 69,2%.
- 2 plaques : 3 fois soit 23%.
- 3 plaques : 1 fois soit 7,98%.

**Tableau II : montrant les différents types de plaque vissée utilisée**

Type de plaque	Nombre de plaque utilisé	pourcentage
Plaque anatomique spéciale calcanéum en Y	8	44,45%
DCP	5	27,80%
Plaque ¼ tube	3	16,66%
Plaque 1 /3 tube	2	11,11%
Total	18	100%



**Graphique 8 : Les plaques les plus utilisées dans notre série sont les plaques anatomique spéciale calcanéum en Y.**

**f. Fermeture**

- Fermeture plan par plan.
- Drainage (durée : 2jours)



**Figure 55 :** Image montrant la suture par points séparés du plan cutané avec le Redon qui est en place.

**g. Pansement et confection d'une attelle plâtrée**

En postopératoire, un volumineux pansement capitonné est appliqué et la jambe doit être surélevée.

Mise en place d'une attelle plâtrée en botte pour faciliter les soins locaux et le contrôle de la cicatrice qui sont faites chaque jour pendant le séjour au service et jusqu'à disparition de l'œdème.



**Figure 56 :** Attelle en botte.

## **B. Traitement postopératoire**

### **1. Traitement médical**

Tous nos patients ont reçu une antibio-prophylaxie per et post-opératoire pendant 24 heures.

Les anti-inflammatoires non stéroïdiens (AINS) ont été pris par voie orale.

Les antalgiques ont été administrés par voie intraveineuse puis relai par voie orale.

Les anticoagulants à base d'héparine de bas poids moléculaire (HBPM) à dose préventive jusqu'à reprise définitive de l'appui a été administré chez tous nos malades.

### **2. Suites opératoires**

#### **a. Immédiats**

Le drain de Redon est maintenu pendant au moins 48h.

Les suites opératoires immédiates étaient simples chez tous les patients sauf pour un seul malade qui a présenté une nécrose précoce des berges.

#### **b. À distance**

- Ablation du drain de Redon à la 48ème jour.
- Lever dès le 3ème -4ème jour avec cannes-béquilles, sans appui.
- Ablation des fils au 14ème-15ème jour.
- Rééducation fonctionnelle, comportant la mobilisation active et passive de la tibio-tarsienne, de la médio-tarse et de la sous-astragaliennne.
- Marche avec cannes-béquilles avec le seul appui « pied-contact » autorisé vers le 60ème jour, date à laquelle l'appui complet est autorisé.

### **3. Durée de l'intervention**

La durée moyenne de l'intervention a été de 120min avec des extrêmes allant de 46 à 300min.

### **4. Durée d'hospitalisation**

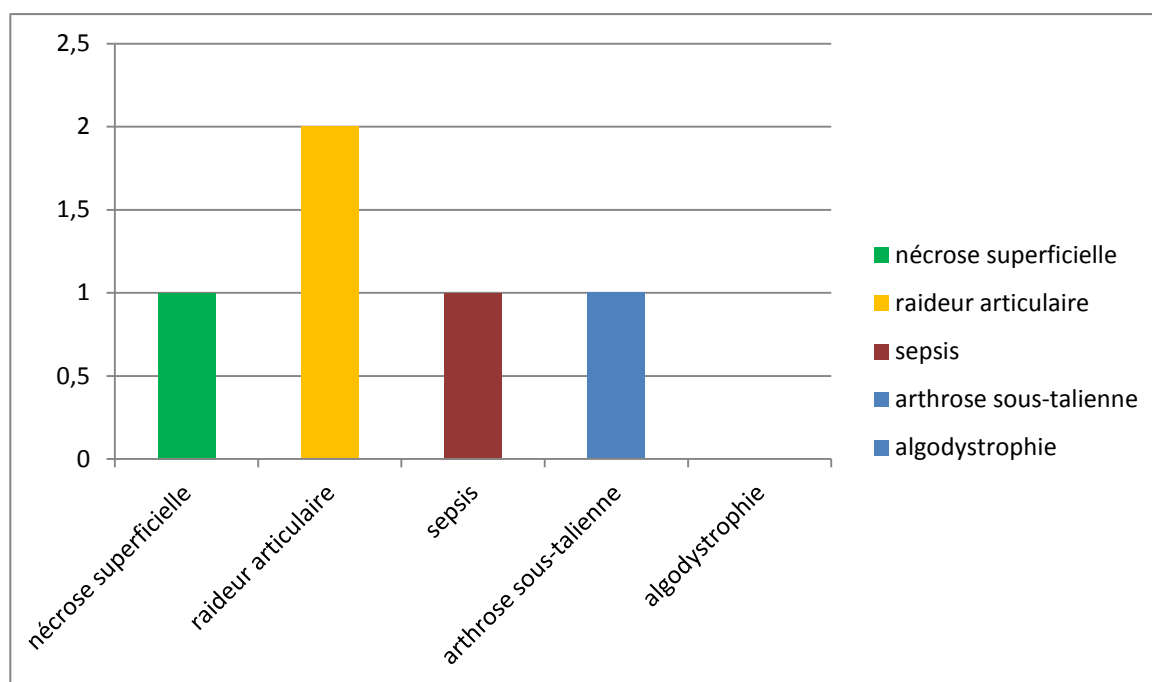
La durée moyenne d'hospitalisation était de 13jours avec des extrêmes de 6 jours et 26 jours.

## **VI. Complications**

Dans notre série les complications qui ont été noté sont :

- Nécrose superficielle des berges cutanés précoce à J+5 et qui a cicatrisée ultérieurement sans retentissement : 1 cas.
- Raideur articulaire : 2cas corrigé ultérieurement par la rééducation.
- Sepsis : 1seul cas survenu à 1an et qui malgré les parages itératifs et l'ablation du matériel d'ostéosynthèse, il a présenté après 2ans une perte de substance importante qui a nécessité une greffe cutanée.
- Arthrose sous-talienne : 1 cas

Aucune complication thromboembolique ni d'algodystrophie n'a été notée dans notre série.



Graphique 9 : Complications post-opératoires.

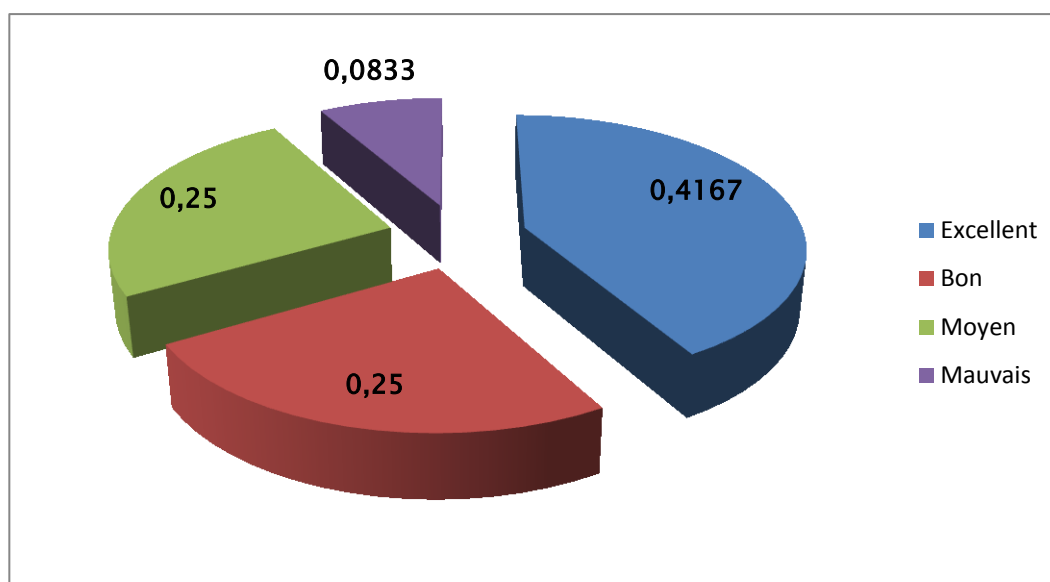
## VII. Résultats thérapeutiques

### A. Recul post opératoire

Les patients ont été suivis régulièrement en consultation. Avec un recul moyen d'une année.

### B. Résultats fonctionnels

Selon la cotation de Kitaoka, Le score moyen était 73,5%. Les résultats fonctionnels étaient excellents dans 41,67% des cas, bon dans 25% des cas, moyen dans 25% des cas et mauvais pour 8.33% des cas.



Graphique 10 : Répartition des résultats fonctionnels selon score Kitaoka.

## C. Résultats radiologiques

### 1. Résultat immédiat

Une radiographie de contrôle a été réalisée en post-opératoire et qui avait montré un angle de Bohler moyen de 26,5°.

**Tableau III** : Comparaison entre l'angle de Bohler en pré et en post-opératoire.

Préopératoire	postopératoire
0°	30°
5°	25°
0°	35°
10°	40°
-1°	30°
-5	20°
-10°	25°
0°	15°
0°	20°
-7°	13°
5°	35°
15°	30°

## 2. Résultat à long terme

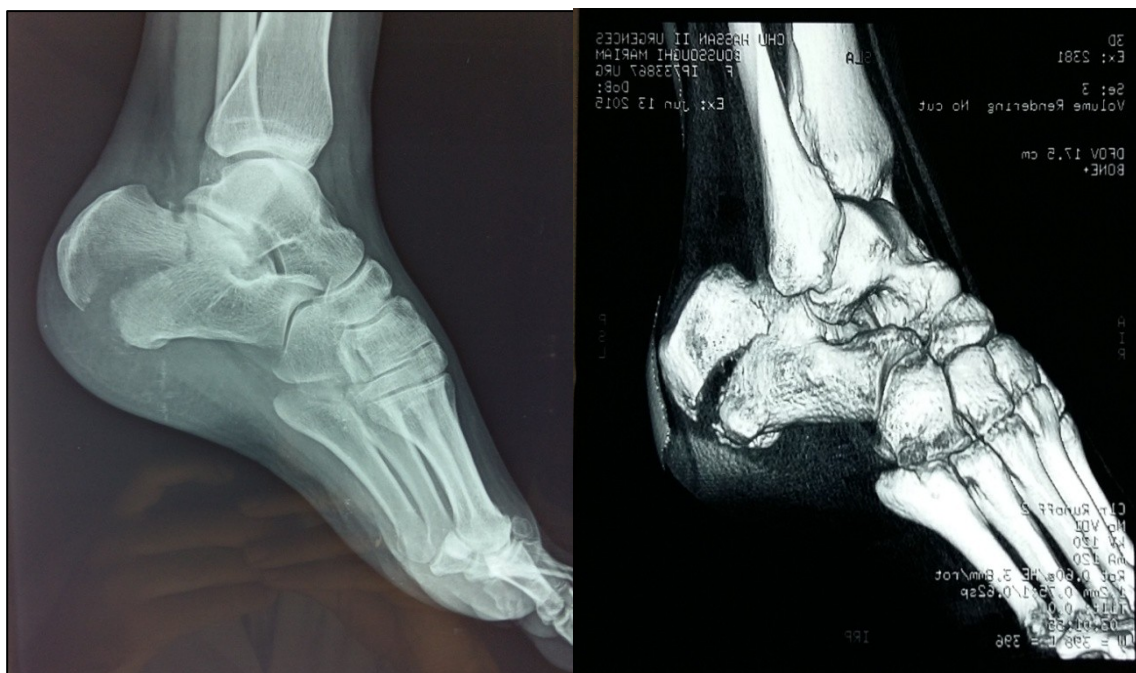
Un bilan radiologique a été réalisé tous les 3 mois pendant un an. A la révision, le recul moyen de l'angle de Bohler trouve qu'il est à 21,5°. La perte moyenne est évaluée à 2.5°.

## VIII. Iconographie

### A. Observation N°1

Il s'agit d'un patient âgé de 24 ans, victime d'un AVP occasionnant chez lui une fracture du calcaneum gauche.

La radiographie de profil initial ainsi que la reconstruction 3D du scanner :



**Figure 57 : Fracture du calcaneum gauche type III (9).**

Le traitement a consisté à la mise en place d'une plaque spéciale anatomique type Y.



Figure 58 : radiographie de contrôle en postopératoire [9].

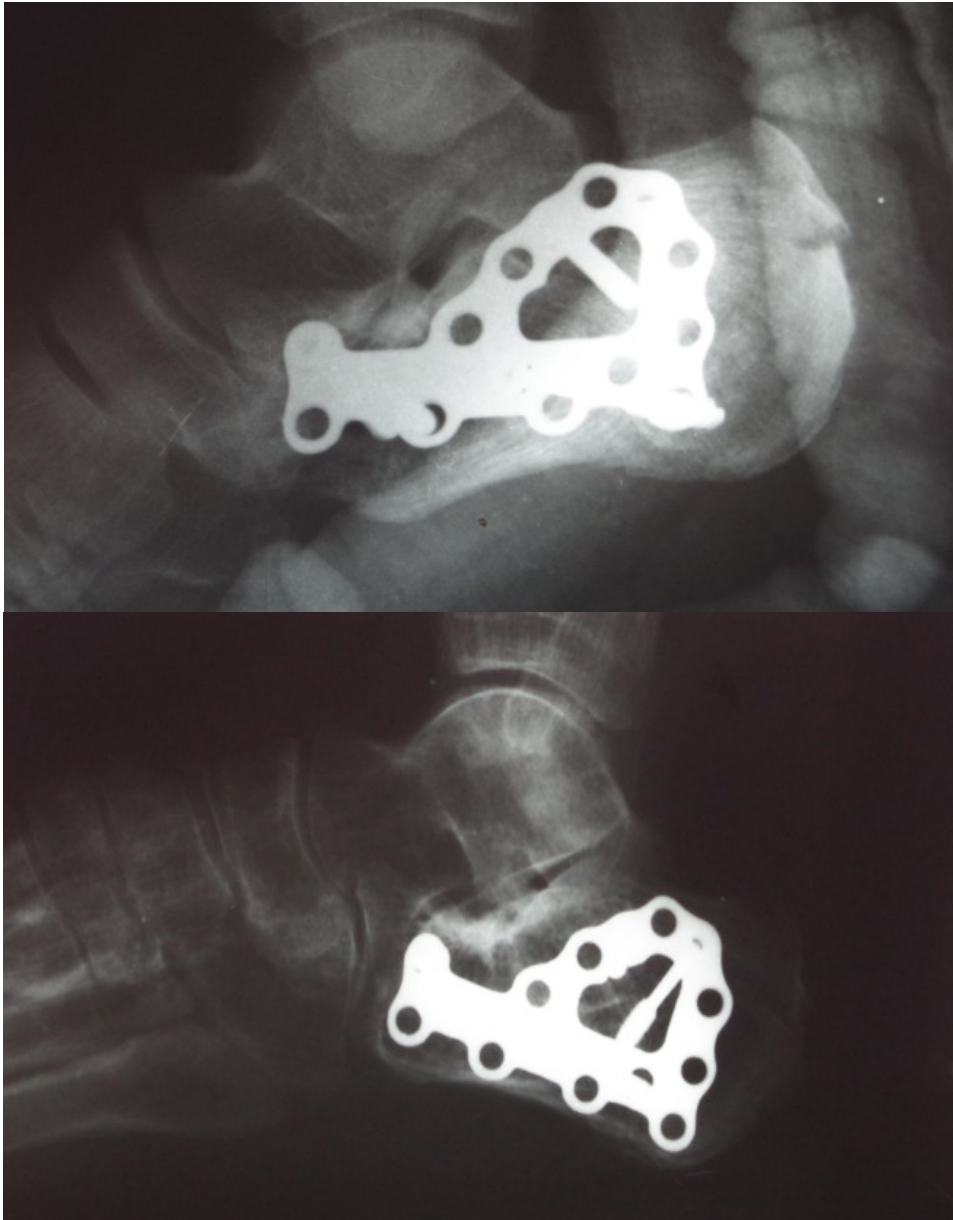
### **B. Observation N°2**

Patient âgé de 30 ans, victime d'une chute d'une hauteur de 6 mètres, occasionnant chez lui un traumatisme bilatéral.



Figure 59 : radiographie initiale et TDM montrant une fracture thalamique du calcanéum droit type IV de Duparc [9].

Une radiographie de contrôle a été faite :



**Figure 60 :** Traitement par plaque anatomique spécial calcaneum, contrôle immédiat et après un an [9].

### **C.Observation N°3**

Patient âgé de 50 ans, victime d'une chute d'un pont d'une hauteur de 5 mètres occasionnant chez lui un traumatisme du pied droit associé à une fracture médio-diaphysaire du fémur gauche.

Une radiographie du pied de profil :



**Figure 61** : Fracture thalamique type IV [9].

Une radiographie de contrôle a été faite :



**Figure 62** : Radiographie post-opératoire montrant le montage triangulaire par 2 plaques  $\frac{1}{4}$  tube et DCP [9].

#### **D. Observation N4 :**

Patient âgé de 60 ans, victime d'une chute d'une hauteur de 3 mètres, occasionnant chez lui un traumatisme bilatéral.



Figure 63 : montrant une fracture thalamique du calcanéum droit type III de Duparc[9].

Une radiographie de contrôle a été faite :



Figure 64 : traitement par plaque anatomique spécial calcanéum[9].

## **XV. DISCUSSION ET ANALYSE**

## I. Introduction

Les fractures du calcaneum sont des lésions fréquentes et graves. Elles représentent 65 % des traumatismes du tarse et 2 % de toutes les fractures. Les fractures thalamiques constituent une entité particulière par leur mécanisme de survenue, par leur traitement et par leur pronostic beaucoup moins favorable que les fractures extra-articulaires [36].

## II. Épidémiologie

### A. Âge

Les fractures du calcaneum sont possibles à tous les âges mais il semble y avoir un pic à l'âge jeune entre 30 et 40ans. Cette notion s'est retrouvée dans la littérature ainsi que dans notre étude.

**Tableau IV** : La moyenne d'âge des patients selon les études

Séries	Âge moyen
Bégué (37)	41ans
MBBS (38)	31ans
Jellali (39)	42ans
Sofcot (40)	34ans
Notre série	35ans

### B. Sexe

Selon la littérature [38–41], le sexe masculin est retrouvé prédominant dans la majorité des cas. Dans notre étude, le même constat est fait (**tableau V**).

**Tableau V: Résultats des cas en fonction du sexe.**

Séries	Homme	Femme
MBBS(38)	66,67%	33,33%
Jellali(39)	65%	35%
Sofcot(40)	80%	20%
Nouissri(41)	86%	14%
Notre série	83,4%	16,6%

**C. Le mécanisme**

Le mécanisme le plus fréquemment retrouvé au cours des fractures thalamiques du calcanéum est : la chute d'un lieu élevé.

**Tableau VI : Répartition selon le mécanisme**

Série	Chute d'une hauteur élevée	AVP
SOFCOT	60%	-
JELLALI	50%	10%
MBBS	77%	23%
Notre série	91,7%.	8,3%.

**D. Côté atteint**

Dans notre série, l'atteinte bilatérale et du coté droit étaient à peu près égal et constituent successivement 42% et 41% des cas.

Selon d'autres études le traumatisme du coté droit était prédominant:

NICH (50%) [42]; JELLALI [39]; BEGUE (60%) [37].

**Tableau VII : Fréquence du coté atteint selon les études**

série	Coté droit	Coté gauche	bilatéral
NICH	50%	38,89%	11,12%
JELLALI	Prédominant	-	-
BEGUE	60%	35%	5%
Notre série	41%	12%	42%

### III. Clinique

Lors de la fracture du calcanéus, l'ouverture cutanée est rare dans la littérature. Ainsi; selon les séries de NICH [42] et JELLALI [39] elle est retrouvée successivement chez 6,25% et 10% des cas. Ce qui a été le cas dans notre série où la fréquence était de 8,33%.

Quant aux autres lésions associées :

Selon les séries de NICH et MBBS [38], la fracture de la colonne vertébrale reste la plus fréquente, elle est notée respectivement chez 31,25% et 16,67% des cas. Dans notre étude le taux était de 25%.

Les autres fractures de l'appareil locomoteur ont été également fréquentes dans les séries de NICH et MBBS de l'ordre de 37,5% et 13,79%.

Dans notre étude elles étaient de 50%.

**Tableau VIII : Comparaison de la fréquence des lésions associées dans la littérature et notre série.**

Séries	Ouverture cutanée	Colonne vertébrale	Appareil locomoteur
NICH	6,25%	31,25%	37,5%
JELLALI	10%	-	-
MBBS	-	16,67%	13,79%
Notre étude	8,33%	25%	50%

#### IV. Classification radiologique

##### A. Classification de DUPARC et La CAFFINIÈRE

En ce qui concerne la répartition des fractures thalamiques en fonction du type anatomopathologique, on retrouve dans la littérature une prédominance des types III et IV (50% et 70%) par rapport aux types I et II (10% et 5%).

Tandis que dans notre travail, on note une prédominance des types V (41,70%) et IV (33,30%) (Tableau IX).

**Tableau IX : fréquence de chaque type de fractures thalamiques selon certains auteurs.**

Type selon Duparc	I	II	III	IV	V
NICH [42]	-	-	50%	50%	-
JELLALI[39]	10%	50%	10%	30%	-
Nouissri[41]	-	-	14.29%	69%	16.67%
BEGUE [37]	-	5%	15%	70%	10%
Notre série	-	-	25%	33,30%	41,70%

## B. Classification d'UTHEZA

La forme mixte est en fait la forme la plus fréquente dans notre étude (75%).

**Tableau X :** Comparaison entre notre et de et la littérature selon la fréquence du trait fondamental.

Type selon le trait fondamental	verticale	horizontale	mixte
Nouissri [41]	79%	12%	9%
Jellali [39]	5%	35%	60%
Notre série	16,67%	8,33%	75%



**Figure 65 :** une reconstruction 3D montrant une fracture du calcaneum classée type IV de Duparc.

## V. Le traitement

### A. Chirurgie à foyer fermé

#### 1. Relèvement par enclouage à foyer fermé

Série de Jean Michel et al : il s'agit d'une série rétrospective de 48 fractures thalamiques du calcanéus chez 41 patients, traitées entre 2001 et 2009 par relèvement et embrochage à foyer fermé.

Il s'agissait de 30 hommes et de 11 femmes. L'âge moyen était de 45 ans (17, 70 ans). Le recul moyen était de 48 mois (24, 92 mois). Il y avait 21 fractures type III et 20 fractures types IV. L'enfoncement était vertical dans 30 % des cas, horizontal dans 20 % des cas, et mixte dans 50 % des cas. Les résultats cliniques étaient bons dans 80 % des cas.

Trois infections superficielles ont régressées après l'ablation du matériel et des soins locaux. Deux arthrodèses talo-calcanéennes ont été réalisées devant l'apparition d'une arthrose sous-talienne douloureuse un an après l'ablation du matériel d'ostéosynthèse. Deux syndromes algodystrophiques ont été retrouvés, avec une disparition des douleurs après six mois.

Les pertes de correction sont en moyenne de 4,6° (extrêmes 2°, 7°).

Les meilleurs résultats concernent les fractures de type 3, associées à un enfoncement vertical (18).

#### 2. Vissage percutané

Série d'A. Nehme et al : Entre le mois de mars 2001 et mars 2002, 13 des patients (11 hommes et 2 femmes) présentant 15 fractures thalamiques déplacées du calcaneus ont été traité par vissage percutané.

L'âge moyen des patients était de 50 ans. Les fractures ont été classées selon Uthéza et al: en 10 fractures de type mixte, 3 fractures de type vertical et 2 fractures de type horizontal. Le recul moyen de cette série était de 20 mois.

La durée moyenne d'hospitalisation était de trois jours.

L'angle de Böhler moyen du côté fracturé était en préopératoire de 2° et en postopératoire immédiat de 25°.

Le score moyen de Kitaoka et al. Était de 94,5 (82-100).

Un cas d'irritation du nerf sural a été rencontré [74].

## **B. Chirurgie à foyer ouvert**

### **1. Voie d'abord**

La voie d'abord externe sous malléolaire est la plus utilisée [58].

Nous avons utilisé la voie latérale en « L » étendu chez 83,4% de nos malades opérés. D'autres incisions cutanées sont décrites [10], la voie classique est curviligne, rétro et sous malléolaire longeant le trajet du nerf sural et des tendons fibulaires.

Au regard des séries [38 ; 42], il apparaît que l'ensemble des opérateurs s'accordent pour la voie latérale étendue en « L » car elle donne un excellent jour sur la face latérale du calcanéum sans tension cutanée, permet de visualiser tout le calcanéum, ainsi que les articulations sous talienne et calcanéo-cuboidienne.

### **2. Ostéosynthèse par vissage simple**

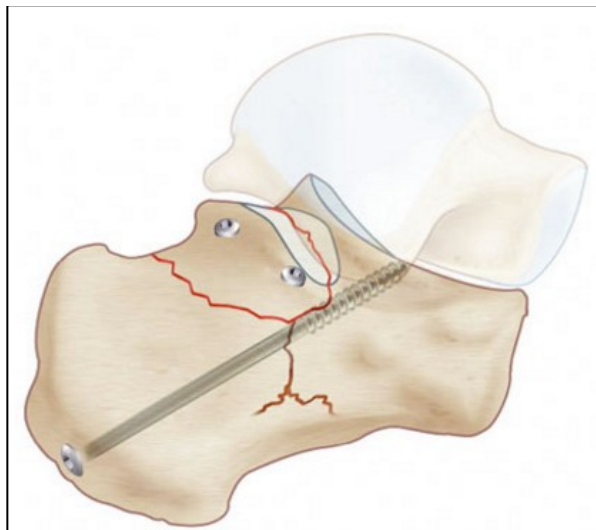
Il est nécessaire pour obtenir une surface articulaire exactement congruente, de respecter l'ordre suivant.

- Vissage des fragments thalamiques [60]:

Les fragments sont séparés par la partie haute du trait fondamental ; les vis doivent être perpendiculaires au plan de ce trait ; donc, ces vis seront transversales et mettront en compression la partie haute du trait fondamental.

Le choix doit se porter sur des vis dont la prise est très bonne en os spongieux, même si leurs extrémités peuvent venir prendre appui sur la cortical du fragment antéro-interne.

Leur longueur sera généralement de 35 à 40mm. Il est essentiel de placer ces vis près du rebord cartilagineux, dans la partie haute, dense, solide de l'os thalamique. Très vite, en descendant leur niveau, la prise serait moins bonne et bientôt insuffisante. Deux vis suffisent généralement pour fixer le fragment cortico-thalamique.



**Figure 66** : Schématisation des vis essentielles sur une vue latérale d'une fracture calcanéenne mixte inscrite ostéosynthésée : les vis transversales sous-thalamiques ferment la partie articulaire du trait fondamental ; la vis oblique ancré dans le sustentaculum tali ferme la partie postérieure du trait fondamental [69].

- Ostéosynthèse du fragment postéro externe contre le fragment antéro-interne :

Il s'agit de réaliser la synthèse au niveau de la partie basse du trait fondamental. Cette ostéosynthèse se réalise au moyen d'une vis d'environ 65mm de long, prenant appui au niveau de la partie inférieure de la grosse tubérosité , franchissant l'épaisseur du calcanéum obliquement de dedans en dehors et d'arrière en avant, montant en direction du sustentaculum-tali. Elle est introduite non pas par l'incision mais au moyen d'une moucheture postérieure à cette incision. Le trajet de la vis est préparé par une broche guide. L'avantage est de réaliser un contrôle peropératoire préalable au vissage lui-même, ainsi cette vis prenant appui en bas dans la zone toujours solide de la tubérosité postérieure, comme l'avait indiqué Bèze, prend appui en haut dans la zone proche du sustentaculum-tali et réalise une ostéosynthèse très solide et une compression très bonne de la partie basse du trait fondamental. En effet, son obliquité particulière la rend aussi perpendiculaire que possible au « plan » du trait fondamental à ce niveau.

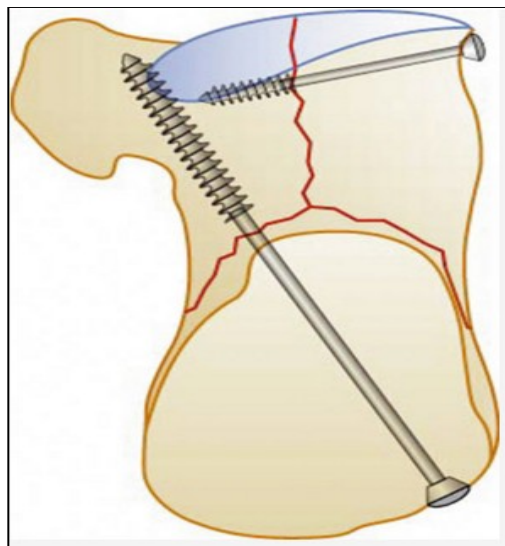
#### ❖ Compléments d'ostéosynthèse

- Vissage du refend plantaire

Ce refend plantaire et cet éclat osseux, très bien visible à la radiographie, surtout peut on dire les 2 premiers temps de la réduction, fragilisent l'entrait inférieur. Il est donc intéressant de réduire et de fixer cette aile de papillon par une vis en rappel. Cette vis est dite verticale. Sa pénétration se situe au niveau de la face supérieure du calcanéum ; elle est relativement superficielle dans le corps de l'os. Et elle est dirigée vers le centre géométrique de l'aile de papillon plantaire ; la voûte calcanéenne retrouve ainsi sa configuration normale.

– Vissage du fragment apophysaire

Le vissage se fait de dehors en dedans, en direction de la zone osseuse très dense située juste au dessous de l'extrémité interne du sinus du tarse dans le sustentaculum-tali ou l'on trouve souvent la meilleure prise ; quelquefois, la vis est dirigée sur la face interne apophysaire. Il faut reconnaître que le vissage de ce fragment est de réalisation délicate [70]. Ce fragment apophysaire est souvent intéressé par un trait de fracture latéral détachant un éclat de corticale. Il arrivera même que cet éclat soit solidaire d'un fragment relativement petit qui « scensionne » sous l'effet de la traction des parties molles; il est donc naturel en fin d'intervention de reposer ce fragment et de le visser [71].



**Figure 67** : Schématisation des vis essentielles sur une vue rétro-tibiale d'une fracture calcanéenne mixte inscrite ostéosynthésée : les vis transversales sous-thalamiques ferment la partie articulaire du trait fondamental ; la vis oblique ancré dans le sustentaculum tali ferme la partie postérieure du trait fondamental [69].

**La série de Hachem [73]:** Est une série hétérogène de 31 cas (4 patients avaient une fracture bilatérale) dont 86% étaient de sexe masculin. L'âge moyen était de 36ans (17–60). Les patients ont été traités chirurgicalement (ostéosynthèse par vissage simple sans greffe).

Selon la classification de Duparc, les fractures étaient de type III de Duparc dans 12% des cas, et de type IV dans 88% des cas. L'enfoncement thalamique était de type horizontal dans 36%, vertical dans 8% des cas, et mixte dans 56% des cas.

Le délai opératoire était en moyenne de 12 jrs (7 à 30 jrs). Le recul moyen était de 2 ans.

Les résultats fonctionnels étaient considérés comme très bons dans 16% des cas, bons dans 56% des cas, moyens dans 25%, et mauvais dans 3% des cas.

Les résultats physiques étaient considérés comme bons dans 72% des cas.

L'analyse radiographique pré et post-opératoire a mis en évidence un angle de Bohler pré-opératoire de 2° (-25 à 15), pour une valeur de 16° en post opératoire, l'étude de la différence entre l'angle de Bohler moyen calculé en post-opératoire immédiat et au dernier recul montrait une perte secondaire du relèvement initial de la surface thalamique qui était en moyen de 3°.

Ils ont noté un cas de retard de cicatrisation cutanée, un cas d'infection superficielle, une paresthésie sur le territoire du nerf sural a été notée dans un cas, 3 patients ont développés une algodystrophie qui a favorablement évolué sous traitement médical et rééducation. Enfin au dernier recul ils ont noté un cas d'arthrose sous-talienne qui a nécessité une double arthrodèse.

### 3. Ostéosynthèse par plaque vissée

#### a. Les différentes techniques utilisées

- Technique de Copin : [40,62]

Elle repose sur une excellente observation anatomique concernant la fragilité de la presque totalité de la face externe du calcanéum fracturé, ou il est aléatoire d'implanter un moyen de synthèse. Au centre de cette zone fragile se trouve la fracture plus au moins développée vers l'arrière : l'os spongieux à mi-hauteur de cette face externe est friable : cette zone latérale, friable, est peu propice à l'ostéosynthèse et il conviendrait de la renforcer [40].

C'est l'idée de base de la plaque de Copin, dite encore plaque de GECO (Groupe d'étude de chirurgie osseuse), large plaque multi-perforée qu'il est possible de découper et de modeler, et dans laquelle peuvent se placer de nombreuses vis.

L'inconvénient est sans doute l'ampleur de cette grande armature sur laquelle vont glisser les tendons péroniers.

- Technique de Babin : [40]

Pour la réduction cet auteur apprécie les déplacements des différents fragments, d'abord au moyen de l'examen approfondi des clichés de profil et rétro tibial, puis à l'aide de la TDM, à laquelle l'Ecole de Strasbourg fut l'une des premières à recourir. Pour le temps de « reconstruction-ostéosynthèse ».

Babin part du schéma classique de la répartition des lignes de force au niveau de la «culée » postérieure du pied. Il observe donc qu'à partir du thalamus de Destot, de résistance maîtresse, des travées osseuses se dirigent vers la grosse tubérosité, elle-même résistante surtout dans sa partie postéro-inférieure, Babin indique les sites du calcanéum se prêtant le mieux à la tenue des vis spongieuses sont la zone juxta- et sous thalamique ainsi que le sustentaculum-tali et la partie inférieure de la grosse tubérosité, voila pourquoi, visant la reconstruction de structure trabéculaire,

il oriente sa plaque à la fois dans le sens des lignes de force et des travées osseuses qui vont du thalamus à la grosse tubérosité en cherchant à s'appuyer sur les zones les plus propices au vissage. Il utilise comme implant une plaque tiers de tube de l'AO à laquelle il fait jouer le rôle d'arc-boutant postérieur et de plaque de soutien dans le sens de la hauteur de même qu'il obtient un effet de « presse livre » dans celui de la largeur du calcanéum.

Quelquefois, cet auteur associe à sa plaque un vissage complémentaire au niveau de la grande apophyse. De plus, Babin tient compte après réduction et ostéosynthèse d'un vide sous thalamique persistant plus au moins important: lorsqu'il est conséquent, il le comble par un substitut osseux.

- **Technique de Saragaglia : [63]**

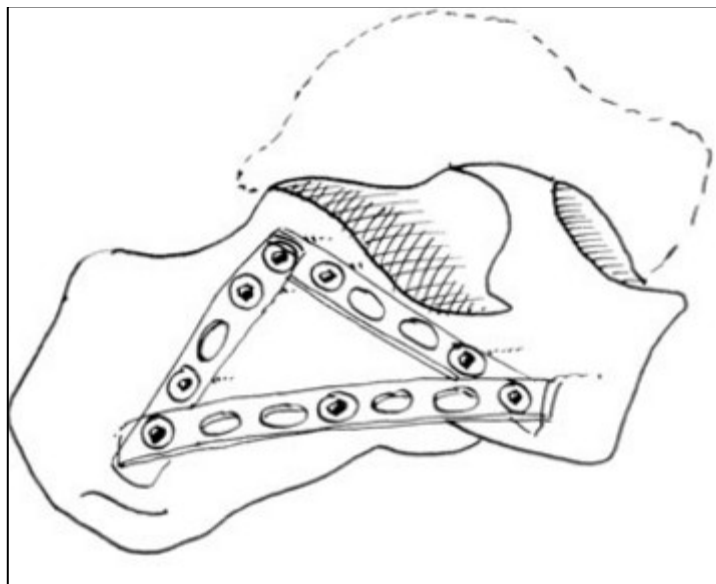
Lors du symposium de la SOFCOT de 1988 consacré aux fractures thalamiques du calcanéum, Babin [40] disait : « l'ostéosynthèse par plaque est la meilleure des techniques opératoires mais elle est gravée par un pourcentage de complication tégumentaires ...Ce qui devrait avoir pour conséquence de conduire à la miniaturisation de l'implant utilisé ».

Conscient de ce problème, Saragaglia est orienté depuis 1983 vers l'utilisation de plaques « 1/4 tubes » de l'instrumentation AO, qui sont moins épaisses que les plaques « 1/3 tubes » mais surtout pratiquement deux fois moins larges. La « discrétion » de ce type de plaque risquant d'exposer à une rupture d'implant est compensée par la disposition originale de 2 ou 3 plaques qui sont monté en triangulation, comme un toit dont le faîtage serait situé à la partie la plus haute et la plus postérieure du thalamus.

Justification biomécanique du montage en triangulation :

A partir des constatations architecturales de l'arrière pied l'auteur Saragaglia [64] lui a semblé logique de proposer une ostéosynthèse « à la demande » des

fractures thalamiques déplacées du calcanéum, en essayant de reconstruire grâce à l'utilisation de « plaques  $\frac{1}{4}$  tubes » de l'instrumentation AO, les 2 arbalétriers et l'entrait par un montage en « triangle fermé ».



**Figure 68** : Image montrant le montage en « triangle fermé » [61].

Le respect de ces notions biomécaniques permet d'utiliser des plaques aussi fines et étroites que les plaques  $\frac{1}{4}$  de tubes sans exposer à une fracture de fatigue de matériel.

L'avantage de ces plaques est double : d'une part, les trous des plaques sont beaucoup plus rapprochés que ceux des plaques  $\frac{1}{3}$  de tube et permettant plus facilement aux vis «d'aller chercher » une zone d'ancrage solide, d'autre part par leur miniaturisation expose théoriquement à moins de risque cutané.

❖ Technique opératoire :

Une fois le fragment thalamique externe relevé ; une broche de Kirchner placée à la partie la plus haute et la plus postérieure du thalamus le solidarise au fragment thalamique interne. Celle-ci constituera le « faîtage du toit » ; on enfilera donc sur cette broche deux plaques  $\frac{1}{4}$  de tube, une à 4 ou 5 trous constituant l'arbalétrier postérieur et se dirige vers l'angle postéro-inférieur de la grosse tubérosité du calcanéum (selon l'axe des travées osseuse de l'éventail sous

thalamique), une autre à 5 ou 6 trous se dirige vers la partie inférieure de l'articulation calcanéo-cuboïdienne qui constitue l'arbalétrier antérieur. La plus part du temps, il n'est pas nécessaire de remplir tous les trous des plaques. Au niveau de la grosse tubérosité, 2 vis corticales de 3,5 mm suffisent ; celles-ci sont orientées vers le bas et vers l'extérieur.

Au niveau de la grande apophyse, 2 vis petites spongieuses (os cortical s'il n'y a pas de refend sagittal) suffisent également ; celles-ci sont orientées vers le haut.

Au niveau du thalamus, 3 vis petites spongieuses sont placées horizontalement ; une est placée dans la plaque antérieure, l'autre dans la plaque postérieure et la dernière remplacera la broche de Kirchner solidarisant les deux plaques entre elle. Le montage que nous venons de décrire est le montage de base.

Cependant, en cas de fracture à trait de refend plantaire (stade III et IV), une plaque horizontale à 8 ou 10 trous (l'entrait de la ferme) est placée entre la plaque postérieure et la plaque antérieure. Cette plaque aura deux effets : d'une part, sa mise en tension par l'intermédiaire des charges transmises à l'arrière pied évitera un éventuel enfoncement secondaire du thalamus, d'autre part elle permettra un « serrage » transversal corrigeant l'élargissement du calcanéum.

Par ailleurs, en cas de fracture comminutive de la grande apophyse, il est possible d'avoir un point d'ancrage solide en choisissant des plaques un peu plus longues pour aller se fixer dans le cuboïde.

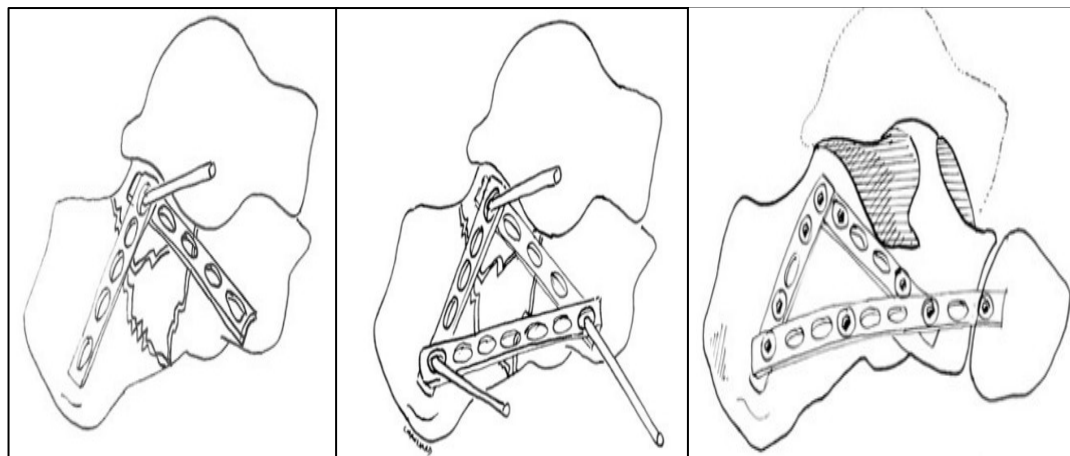
❖ Suites opératoires :

Un plâtre de cicatrisation est confectionné pour une douzaine de jours.

Après ablation du plâtre et des points, début de la rééducation en travaillant l'éversion et l'inversion du pied, de même que la flexion extension. La mise en charge en piscine, en l'immersion jusqu'aux épaules est autorisé dès le 30 jour

postopératoire. L'appui complet, hors de l'eau, est autorisé à partir du 60 jrs post opératoire en fonction du type de fracture.

L'ablation du matériel est autorisée à partir du 6 mois postopératoire.



**Figure 69** : Des illustrations montrant le montage en triangle fermé par des plaques  $\frac{1}{4}$  tubes [61].

#### **4. Reconstruction arthrodèse selon Stulz**

Les indications de l'arthrodèse sous-astragalienne isolée est controversée. En cas de fractures récentes du calcanéum, la réalisation d'une telle intervention a été développée par Stulz [65] et employée par beaucoup d'autre auteurs (47). A distance, dans le cadre du traitement des séquelles traumatiques de l'arrière-pied, les avis sont partagés. Certains préfèrent y associer une arthrodèse médio-tarsienne, d'autres se contentent d'une arthrodèse sous astragalienne qui peut être soit antérieure et postérieure, soit uniquement postérieure [28] [29].

Les études biomécaniques montrent que le blocage isolé de l'articulation sous-astragalienne autorise des mouvements dans l'articulation médio-tarsienne, certainement utiles dans l'adaptation du pied au sol.

## 5. Greffe osseuse

La greffe osseuse est une technique simple qui a fait ses preuves dans le traitement chirurgical des fractures articulaires du calcanéum. Ces résultats fonctionnels et physiques encourageants sont conditionnés par la restauration de l'angle de Bohler et le bon positionnement de la greffe.

Dans notre série la greffe osseuse a été réalisée chez 25%, ce qui est proche de la série de Jellali qui est de 20%.

## C. Résultats

### 1. Ostéosynthèse par plaque vissée

#### a. L'angle de Bohler

Tableau XI : Comparaison entre notre série et celles d'autres séries selon l'angle de Bohler.

série	Bohler Pré-Opératoire (moyenne)	Bohler postop
Nouissri [41]	5°	28,5°
JELLALI [39]	-	
Notre série	2,5°	26,5°

#### b. Recul postopératoire

Tableau XII : montrant le recul moyen selon notre série et la littérature

série	Recul moyen
Nouissri	5ans
JELLALI	2ans
Notre série	1 an

**Tableau XIII** : Les résultats fonctionnels et physiques postopératoires entre notre étude et la littérature

<b>série</b>	<b>Résultats fonctionnels (très bon et bon)</b>	<b>Résultats physiques (bon)</b>
Nouissri [41]	69%	69%
Jellali [39]	65%	62%
Notre série	73,5%	73,5%

**2. Comparaison entre ostéosynthèse par plaque vissée et les autres traitements chirurgicaux**

**Tableau XIV : Comparaison entre ostéosynthèse par plaque et les autres traitements chirurgicaux.**

Série	Stindel [55]	Nich [42]	Hachem [73]	Notre série
Classification selon Duparc	Stades III et IV	Stades III et IV	Stades III et IV	Stades IV et V et III
Classification selon Uthéza		Verticale (28%) Horizontale (17%), et mixtes (55%)	Verticale (8%) Horizontale (56%), et mixtes (36%)	verticale (16,67%) horizontal (8,33%) mixte (75%)
Recul moyen	2ans	23mois	2ans	1an
Fixation	Vissage, broche	broches	Vissage	Plaque
Grefe	Non	oui	Non	Oui
Résultats satisfaisants	51,5%	65%	72%	73 ,5%
Complications	-	Algodystrophie dans 1 cas	Algodystrophie dans 3 cas	Arthrose sous astragalienne 1 cas Sepsis 1 cas

**VI. Complications**

## **1. Complications cutanées :**

Tous les travaux traitants des fractures du calcanéum abordées chirurgicalement rapportent des complications cutanées iatrogènes.

Leur physiopathologie découle de différents facteurs intriqués [75],

L'agression chirurgicale (section des branches artérielles, veineuses et nerveuses), s'ajoutant au traumatisme cutané du à la fracture (œdème, décollement cutanés, phlyctènes et l'ouverture). Les complications cutanées sont de différentes types : l'ouverture cutanée, le retard de cicatrisation, et les nécroses cutanées.

Toutes ces complications sont potentiellement graves car elles constituent une porte d'entrée aux infections.

Il existe une corrélation entre le type du matériel d'ostéosynthèse utilisé et le risque des complications cutanées, plusieurs séries ont abordé cette comparaison [76,55]. Les études comparant les différentes ostéosyntheses et le risque des complications cutanées font apparaitre une tendance accrue des complications cutanées avec l'utilisation du matériel volumineux et la chirurgie à ciel ouvert, à l'inverse les embrochages percutanés n'entraînent qu'un faible taux de complications le plus souvent bénignes.

### **Complications infectieuses :**

Les infections surviennent le plus souvent dans les suites de complications de cicatrisation. Elles seront donc observées dans les suites de fractures ouvertes, mais aussi de complications iatrogènes de la voie d'abord [77].

Dans la série de E .Stindel [55] 2% des complications septiques. Il existe une corrélation étroite entre l'apparition de complications septiques et l'existence d'un mauvais résultat fonctionnel avec dans la série de E .Stindel [55] 100% de mauvais résultats.

### **Complications nerveuses :**

Les complications nerveuses des voies d'abord du calcanéum sont plus rarement mentionnées [22, 78], Chaminade [22] rapporte 8% de souffrance nerveuse dans le territoire du nerf sural après abord latéral. Cette complication est plus fréquente si le nerf est disséqué.

Pour Sanders [21], la voie d'abord latérale étendue est plus sûre que la voie arciforme sous malléolaire puisque Sanders a constaté une disparition des signes de souffrance nerveuse en passant de l'une à l'autre.

### **Douleur :**

Surtout lors de la marche sur un terrain accidenté, c'une complication fréquente, Chaminade [22] rapporte 40% de douleur séquellaire. Elle peut être d'origine osseuse : cal vicieux ou suite à une arthrose sous-talienne, ou d'origine extra-osseuse : tendinite fibulaire, ou suite à une lésion neurologique dans le territoire du nerf fibulaire.

### **Arthrose sous-talienne**

Complication fréquente et redoutable, dont la fréquence est diversement appréciée, allant de 0% des cas de Chaminade [22] à 10% pour Myrson et 30% pour Mittlmeier[79].

**Tableau XV : Complications chirurgicales entre la littérature et notre étude.**

Série	Complications cutanées	Arthrose sous-talienne	Algodystrophie	sepsis	Raideur articulaire
Nouissri [41]	4	5	-	-	-
Jeellali [39]	1		1		
Notre série	1	1	-	1	1

## **XVI. CONCLUSION**

Les fractures du calcanéum sont peu fréquentes, surviennent le plus souvent chez le sujet jeune, liées dans plus de la moitié des cas à des accidents de travail.

Le mécanisme lésionnel est double. Il associe un cisaillement à une compression axiale.

Les fractures thalamiques sont les plus fréquentes et les plus graves.

Le diagnostic positif est radiologique : Clichés de face, profil et rétro-tibial.

La classification d'Uthèza en trois formes est fondée sur la corrélation entre images radiologiques de profil et la position sur les coupes tomodensitométriques du trait fondamental.

Le traitement chirurgical dépend de l'importance du déplacement, le degré d'incongruence articulaire et la qualité des téguments.

Les fractures articulaires du calcanéum déplacées, comme c'est la règle pour toutes les autres fractures articulaires, doivent faire l'objet d'une réduction anatomique, d'une fixation stable et d'une rééducation précoce. Seules les fractures articulaires non ou peu déplacées peuvent à nos yeux être traitées par la méthode fonctionnelle ou le plâtre de marche de Graffin.

## **XVII. RESUMES**

## Résumé

L'objectif de notre travail rétrospectif est d'évaluer les résultats du traitement chirurgical par plaque vissée des fractures thalamiques du calcanéum dans notre série, et leur comparaison aux données de la littérature.

Notre série comporte l'analyse de 13 fractures articulaires chez 12 patients (10 hommes et 2 femmes), âgés en moyenne de 35 ans. La fracture était classée type III de Duparc dans 25% des cas (3 patients), types IV dans 33,30% (4 patients), et type V dans 41,70% des cas (5 patients). L'angle de Böhler initial moyen était de 5° (-10, 15°).

Tous nos patients ont bénéficiés de scanner, selon la classification d'utheza le trait fondamental était vertical dans 2 cas, horizontal chez un seul patient et mixte dans 9 cas.

Le délai d'hospitalisation était de 13 jours, la durée de l'intervention était en moyenne de 120min.

Tous nos patients ont bénéficié d'une réduction à foyer ouvert avec ostéosynthèse relèvement par plaque vissée, la plaque anatomique spécial calcanéum a été utilisée chez 8 patients soit 66,67%. On avait recours à une greffe osseuse dans 3 cas.

Le recul moyen était de 1an, les résultats fonctionnels évalués selon les critères du score Kitaoka, étaient considérés comme excellents dans 41,67% des cas, bon dans 25% des cas moyen dans 25% des cas et mauvais pour 8.33% des cas, le score moyen était de 73,5%.

L'angle de Böhler post-opératoire était de 26,5°, La perte moyenne est évaluée à 2.5°. On a noté 1 cas d'arthrose sous talienne et 1 cas de sepsis.

## **Abstract**

The objective of our retrospective work is to estimate the results of surgical treatment of the articular fractures of the heel bone in our series, and their comparison to the data of the literature.

Our series includes analysis of 13 articular fractures at 12 patients (10 men and 2 women), mean age was 35 years. The fracture was classified as type III Duparc in 25% of cases (3 patients), type IV in 33,30% (4 patients), and type V in 41,70% of cases (5 patients). The initial average Bohler's angle was of 5 ° (-10, 15 °).

All of our patients benefited of scan, according to the Utheza classification, the fundamental line was vertical in 2 cases, horizontal in 1 case and mixed in 9 cases.

The time of hospitalization was 13 days, the duration of the intervention was on average of 120min.

All of our patients were treated by open reduction and internal fixation with screwed plate, the anatomical calcaneal plate was used 8times so about 66,67% cases. In 3cases a bone graft was required.

The average recession was of 1year, functional outcomes assessed according to the criteria of the Kitaoka score, were considered excellent in 41.67% of cases, good in 25% of the average case in 25% of cases and bad for 8.33% of the average score was 73, 5%.

The average Bohler's angle after chirurgical treatment was 26,5°, the average loss is measured at 2.5 °.

There was 1 case of subtalar arthrosis and 1 case of sepsis.

## ملخص

وكان الهدف من دراستنا تقييم نتائج العلاج الجراحي بلوحة كسور العظام المفتتة العقبية المفصلي بأثر رجعي في هذه السلسلة، ومقارنتها مع بيانات السلاسل الأخرى.

وتشمل سلسلة تحليلنا 13 كسر مفصلي لدى 12 مريضا (10 من الرجال و 2 النساء) ، متوسط أعمارهم 35 عاما. وقد صنف الكسور في الرتبة الثالثة حسب ترتيب Duparc في 25 ٪ من الحالات ( 3 مرضى)، والرابعة ب 33,30 ٪ من الحالات ( 4 مرضى) والرتبة الخامسة 41.70 ٪ من الحالات ( 5 مريض). وكان متوسط زوايا بيهلر الأولية هو 5 درجة (-10، 15 درجة).

وقد استفاد جميع المرضى من الماسح الضوئي، وفقا لتصنيف *utheza* الميزة الأساسية كانت عمودية في 2 الحالات، أفقية لدى مريض واحد ومختلطة في 9 حالات.

كانت فترة الاستشفاء بمتوسط 13 يوما، ومتوسط المدة الزمنية للعملية 120 دقيقة.

خضع جميع المرضى لإجراء جراحة مفتوحة مع التثبيت الداخلي بواسطة لوحة العظام ، و قد استخدمت

اللوحة التشريحية الخاصة بالعقبية لدى 8 المرضى كان 66.67 ٪. تم استخدام الزرع في 3 حالات.

وكان متوسط المتابعة 1 سنة، النتائج الفنية تم تقييمها وفقا لمعايير النتيجة كيتاوكا، ويعتبر ممتاز في

41.67 ٪ من الحالات، وحسن في 25 ٪ من متوسط الحال في 25 ٪ من الحالات وسيئة للـ 8,33 ٪ من

الحالات كان متوسط درجة 73.5 ٪.

وكانت زاوية *Boehler* بعد العملية الجراحية 26.5 درجة ، و تم قياس خسارة بما متوسطه 2.5

درجة.

كان هناك حالة 1 التهاب المفاصل تحت الكاحل و 1 حالة تعفن.

## **XVIII. BIOBLIOGRAPHIE**

**1. M. Goldzak**

Fractures articulaires récentes du calcanéus l'observatoire du mouvement  
décembre 2012 Hors-série n° 12

**2. ALAIN BOUCHET, JACQUE CUILLERET**

Anatomie du membre inférieur. Os et articulation du cou-de-pied de l'enfant.  
Volume 3, chapitre 12-13-14, pp : 1654-1 664.

**3. laboratoire d'anatomie de la faculté de médecine de Fès.****4. LAHLAIDI A**

Anatomie topographique du membre inférieur.

**5. GOLDCHER A**

Abrégé podologie page : 8-13

**6. Mouhssine Bendahou Khaled Saidi Sylvie Besch Frédéric Khiami**

Traumatisme de la cheville p :11 ,12, 110-111

**7. Kamina P.**

Précis d'anatomie clinique. Vol. Tome I : Maloine, 2005.

**8. Pau Golano · Jordi Vega · Peter A. J. de Leeuw · Francesc Malagelada · M. Cristina Manzanares · Victor Gotzens · C. Niek van Dijk**

Anatomy of the ankle ligaments: a pictorial essay

**9. image prise du service d'orthopédie et traumatologie A CHU Hassan II.****10. Alain .C ; Christopher J ; Tubiana.A**

Voies d'abord chirurgicales du membre inférieur p :240 -249

**11. F. Dubrana ; D. Le Nen ;F.-X. Gunepin ;C. Lefèvre**

Manuel des voies d'abord en chirurgie orthopédique et traumatologique  
2ème édition p : 109- 114

**12. Thomas RH, Daniels TR.**

Ankle arthritis. J Bone Joint Surg Am 2003;85-A-5:923-36.

**13. Stauffer RN, Chao EY, Brewster RC.**

Force and motion analysis of the normal, diseased, and prosthetic ankle joint.  
Clin Orthop Relat Res 1977-127 :189-96.

**14. Ordi Vega, Pau Golanó, Marta Martínez, Luis Pérez-Carro, Mariano de Prado.**

Neuropatías compresivas de tobillo y pie. Bases anatómicas

**15. Farabeuf LH.**

Précis de manuel opératoire. Paris: Masson; 1872.

**16. R. Seringe, P. Wicart,**

La Société française d'orthopédie pédiatrique (SOFOP) Les articulations talo-naviculaire et sous-taliennes : le concept de « bloc calcanéo-pédieux ».

**17. Libotte M, Klein P, Colpaert H, Alameh M, Blaimont P, Halleux P.**

[Biomechanical study of the ankle joint]. Rev Chir Orthop Reparatrice Appar Mot 1982 ;68-5 :299-305.

**18. Jean Michel , Maryline Pissonier , Benjamin Bouyer , Alain Asselineau , Véronique Molina , Charles Court , Olivier Gagey.**

Traitement des fractures thalamiques du calcanéus par relèvement et embrochage à foyer fermé.

**19. Dr.S ;Derouiche**

20ème congrés de la SACOT 8décembre 2013.

**20.j-L Lerat**

Faculté Lyon-Sud sémiologie traumatologie cheville pied.

**21.SANDERS R, FORTIN P, DIPASQUALE T, WALLING A.**

Operative treatment in 120 displaced intra-articular calcaneal fractures. Results using a prognostic computed tomography scan classification. Clin Orthop 1993, 290, 87-95.

**22. UTHÉZA G, GOLDZAK M, CHAMINADE B, ZOGRAPHOS S, CHIRON P.**

L'imagerie en trois dimensions dans les fractures thalamiques du calcaneum. Validation de la classification en trois formes. Rev Chir Orthop 1998, 84, 440-450

**23. ZWIPP H, TSCHERNE H, THERMANN H, WEBER T.**

Osteosynthesis of displaced intra-articular fractures of the calcaneus. Results in 123 cases. Clin Orthop 1993, 290, 76-86.

**24.B. Chaminade, P. Chiron**

La classification d'Utheza des fractures thalamiques du calcaneus revue :maîtrise- orthopédique N°137 - Octobre 2004.

**25. FRANK H. NETTER, M.D**

Atlas d'anatomie humaine, 3ème édition section VII, membre inférieur, pp : 493- 504.

**26. Géraldine Serra-Tosio**

Repères et mesures utiles en imagerie ostéo-articulaire© 2011 Elsevier Masson SAS. P : 161,187

**27. Jean-Luc Drapé , Henri Guerini**

Imagerie du pied et de la cheville p :17.

**28. DICK I.L:**

Primary fusion of the posterior subtalar joint in the treatment of fractures of calcaneus. J. Bone Joint Surg., 1953, 35B,375-380.

**29. GALLIE W .E:**

Subtalar arthrodesis in fractures of the os calcis. J. BONE JOINT SURG. (Am. Vol).1943, 25,731 -736.

**30. A.Chevrot, Edicerf,Rennes**

Technique radiographique et radioanatomie de la cheville et du pied.

**31. Bellaiche N.**

Scanner et tomographie à faisceau conique. Quelle méthode d'imagerie choisir en odontostomatologie ? Le Fil Dentaire 2007 ;27 :1 6–28.

**32. HAS.**

Tomographie volumique a faisceau conique de la face (cone beam computerized tomography). Rapport d'évaluation technologique. Saint-Denis, Décembre 2009.

**33. Rouas P, Bandon D, Nancy J, Delbos Y, Hauret L.**

La tomographie volumétrique numérisée par le système NewTom : intérêt de ce nouvel examen d'imagerie médicale chez l'enfant. Arch Pédiatr 2006;1 3:1 1 69–77.

**34. Christian Lohse, Philip Catala-Lehnen, Marc Regier, Max Heiland**

Superior performance of cone beam tomography in detecting a calcaneus fracture.

**35. M. Helix-Giordanino, M.K. Nguyen, A. Rochwerger, G. Curvale**

Fractures du calcanéus.

**36. JULIANO P, NGUYEN HV**

fractures of the calcaneus. Orthop Clin North Am, 2001 , 31 , 35–51.

**37. T. Bégué , N. Mebtouche , J.C. Auregan , G. Saintyves , S. Levante , P. Cottin , A.C. Masquelet**

External fixation of the thalamic portion of a fractured calcaneus: A new surgical technique.

**38. Himanshu Gurunath Kulkarni M.B.B.S.\*, Vilas S. Mane M.S.Ortho, Kiran L. Gaonkar M.S.Ortho, Pravin P. Patil, Mandar S. Shaha M.B.B.S., Nirav S. Patel M.B.B.S., Nagesh R. Desai M.B.B.S.**

Plating for intra-articular calcaneal fractures. Is it an overkill?.

**39.T.Jellali ; R.OUADIH ;J.ZUJEVIC ; S.VERKIAC ;C.DEMONTAGLIARI**

Traitement par reconstruction plaques des fractures thalamiques du calcaneum à propos de 20 cas.

**40. BABIN SR, DOSSA J, COPIN G**

Fractures thalamiques du calcaneum et évolution en pratique civile  
Symposium SOFCOT 1988.rev chir orth 1989 ; 75(suppl. 1) :61 -114.

**41. LOUTFI NOUISSRI :**

Chirurgie des fractures du calcaneum du parachutiste.

Revue Internationale des Services de la santé des forces armées, 2010, 81 -1.

**42. M Di Shino, M Bensaida, E Vandebussche, B Augereau, C Nich :**

Résultats du traitement des fractures articulaires du calcaneus par relèvement à foyer ouvert et greffe systématique selon la méthode de Palmer. A propos de 18cas. Rev Chir Orthop, 2008,94, 135-144.

**43 . P .DAUTRY :**

Sur le traitement des fractures du calcaneum. Mém .Acad.Chir.,1961 P :249 à 256.

**44. MUNARETTO.F :**

Les fractures thalamiques du calcaneum.Médecine et hygiène 1989,47,1697-1704.

**45. Seringe R.**

Anatomie pathologique du pied bot varus équin. Les défauts ostéo-articulaires du pied déjà traité ou en cours de traitement. Alln. Chir.,1977,31, 113-118.

**46. BONVALET.JM,SEGUIN.P ET FOULON.JJ :**

Une greffe de Papineau au niveau du calcaneum.chirurgie 1980,106 p :167-169.

**47. KEMPF I, TOUZAID RC :**

Les fractures du calcanéum. Rapport présenté au 80 ème congrès français de chirurgie. Masson Editeur, Paris, 1978.

**48. BUCKLEY R, Tough S, MC CORMACK R, PATE GRAHAM, LEIGHTON R, and PETRIE D:**

operative compared with nonoperative treatment of displaced intraarticular calcaneal fractures. *Joint Surg (Am)*, 2002, 84, 1733–1744.

**49. Howard JL, Buckley R, McCormack R, Pate G, Leighton R, Petrie D, et al.**

Complications following management of displaced intraarticular calcaneal fractures: a prospective randomized trial comparing open reduction internal fixation with nonoperative management. *J Orthop Trauma* 2003; 17: 241 –9.

**50. Jarvholm U, Koener L, Thoren O, Wiklund LM**

Fractures of the calcaneus. A comparison of open and closed treatment. *Acta Orthop Scand* 1984; 55: 652–6.

**51. Leung Ks, Yuen KM, Chan WS**

Operative treatment of displaced intra-articular fractures of the calcaneum. Medium-term results. *J Bone Joint Surg Br* 1993; 75: 196–201.

**52. Paul M, Peter R, Hoffmeyer P**

fractures of the calcaneum. A review of 70 patients. *J Bone Joint Surg Br* 2004; 86: 1142–5.

**53. FOLK JW, Starr AJ, Early JS:**

Early wound complications of operative treatment of calcaneus fractures: analysis of 190 fractures. *J Orthop Trauma* 1999 ; 13 : 369–72.

**54. Augereau B, Mazas F, Travers V, Gagey O**

Tolérance fonctionnelle des cals vicieux orthopédiques et chirurgicaux. Fractures thalamiques du calcanéum de l'adulte en pratique civile. *Rev Chir Orthop* 1989 75(Suppl. I) : 102–5.

**55. STINDEL.E :**

Les fractures thalamiques du calcaneum de l'adulte. Annales orthopediques de l'Ouest, 2001,33, 237-276.

**56. DELCOULX J.CHARLES H. LE THAI D :**

Fractures thalamiques du calcaneum en pratique civile, Le relèvement enclouage à foyer. Rev Chir Orthop, 1989, 75(suppl. 1)81 -83.

**57. MERLE D' AUBIGNE R.**

Fracture isolée de la petite hypophyse du calcaneum traitée par ostéosynthèse (Rapport Wilmoth) , Mém.Acad .Chir (Paris) 1936 . 62 1155 -1159.

**58. FREEMAN B, DUFF S, ALLENE E, NICOLSON H, ATKINS R :**

The extended lateral approach to the hindfoot. Anatomical basis and surgical implications. J Bone Joint Surg (Br), 1998, 80, 139-142.

**59. Michels F, Stockmans F, Guillo S, et al**

Arthroscopic subtalar arthrodesis after a calcaneus fracture covered with a forearm flap. [Journal Article] Minim Invasive Surg 2011. :930902.

**60. FRANK.A ,FABIAN.J.N**

Fractures du calcaneum.D.C.E.M .Chirurgie édition heure de France 1987 d'appareil locomoteur .Traumatologie .

**61. C. Chaussard, D. Saragaglia**

L'ostéosynthèse des fractures thalamiques du calcaneum par plaques « 1/4 de tube » montées en triangulation : technique chirurgicale.

**62. COPIN G.**

Ostéosynthèse des fractures thalamiques par plaque multi-trous G.E.C.O. in symposium de la S.O.F.C.O.T. 1988 sous la direction de S.R. Babin. Rev. Chir. Orthop., 1989, 75, suppl. N°1, 92.

**63. SARRAGAGLIA D, PLawecki S, TOURNE Y, BUTEL J**

L'ostéosynthèse des fractures thalamiques du calcanéum par plaques (1 /4) monté en triangulation. J. Chir. 1990, 127, 150–156.

**64. SARRAGAGLIA D, BADELESCU A, TOURNE Y, RUMELHART C**

Etude biomécanique comparée de 3 ostéosyntheses des fractures enfoncement du calcanéum stade 4 de Duparc, intérêt du montage en triangulation. Rev Chir Orthop, 1999, 85, 601 –611.

**65. STEPHENSON J.R., GEORGIA C**

Treatment of displaced intraarticular fractures of the calcaneus using medial and lateral approaches, internal fixation and early motion. J. Bone Joint Surg. (Am.), 1987, 69 A, 115–130.

**66. PALMER I**

The mechanism and treatment of fractures of the calcaneum, open reduction with the use of cancellous grafts. J Bone Joint Surg, 1948, 30 A, 2–8.

**67. ROUVIERE U. DELMAS P.**

Anatomie humaine. Masson.

**68. Soufiane Guelzin, et Nouredine Sekkach**

Technique originale de relèvement enclouage à foyer fermé d'une fracture thalamique du calcanéum.

**69. B. Chaminade, P. Chiron. J.A. Colombier, P.H. Flurin, M. Goldzak, A. Nehme, J. Puget, M. Saint Criq, J.L. Tricoire, E. Toullec, S. Zographos.**

Principes généraux de la réduction et de l'ostéosynthèse des fractures thalamiques du calcaneum.

**70. ZOGRAPHOS S :**

Etude des mouvements de l'articulation sous-talienne, application au traitement des fractures de la partie antérieure du calcanéum. (These).  
Toulouse, 1997.

**71. LANGDON J, KERR PS, ATKINS RM**

Fractures of calcaneum: the antero lateral fragment. J Bone Joint Surg 1994 ;  
76B : 303-305.

**72. GEM UNIVERSAL INDUSTRIE**

Disponible sur (<http://www.gem-universal.fr/>) (consulter le 29/04/2016).

**73. A Khourbi, M Chebil, M Ben Maitigue, C Khemiri, N Haddad, M-L Kanoun, N Ben Dali, A.Hachem**

Résultats de l'ostéosynthèse par vissage sans greffe osseuse des fractures articulaires du calcanéum. A propos de 35 cas. Rev ChirOrthop, 2006, 92,45-51.

**74. A. Nehme, B. Chaminade, P. Chiron, F. Fabie, J.-L. Tricoire, J. Puget**

Réduction et vissage percutanés des fractures thalamiques du calcaneus sous contrôle arthroscopique et fluoroscopique.

**75. GOODWIN M.IM, O'BREIN P.J., CONNELL D.G.**

Intra-articular fracture of the calcaneus associated with rupture of the peroneus longus tendon. Injury, 1993 Apr ; 24(4), 269-271.

**76. J.-L. ROUVILLAIN**

Les fractures du calcanéum : conduite à tenir, pp :69-72,2004.

**77. COUDANE H., HINOJOSA J.F., SCHMIDT.**

Fractures thalamiques du calcanéum : complications et réinterventions. Rev Chir Orthop, 1 989, 75 suppl I, 76-78.

**78. RANDLE J.A., KREDER H.J., ET AL.**

Should calcaneal fractures be treated surgically. A metaanalysis. J Bone Joint Surg, 2000, 377, 21 7-227.

**79. MUELLER J.E., ILCHMANN.**

The musculocutaneous sural artery flap for soft-tissue coverage after calcaneal fracture. Arch Orthop Trauma Surg, 2001 , jun, 1 21 (6), 350-2.