



# SOMMAIRE

Liste des abréviations.....	9
Introduction.....	10
<b>Etude</b> .....	<b>12</b>
Matériels et méthodes.....	13
A–Type d'étude.....	13
B– Les patients.....	13
1- Les critères d'inclusion .....	13
2- Les critères d'exclusion.....	13
C–Recueil des données.....	13
1–Les donnés cliniques.....	13
1–1–L'interrogatoire .....	14
1–2–L'examen clinique .....	14
2- La radiologie.....	15
2–1– Les radiographies standards.....	15
2–2– La tomodensitométrie .....	15
3- Le traitement .....	15
4- Evaluation des résultats .....	16
<b>Résultats</b> .....	<b>17</b>
A– Epidémiologie .....	18
1- La fréquence.....	18
2- l'incidence .....	18
3– Age .....	19
4- Le sexe .....	19
5- l'étiologie .....	20
B– La clinique.....	21
1- Coté atteint .....	21
2- Les signes fonctionnels.....	21

3- Les signes cliniques .....	21
4- Lésions associées .....	22
C-La radiographie.....	23
1- radiographie standard.....	23
2- La tomodensitométrie .....	23
D-Les résultats radiologiques .....	24
1- Type de fracture .....	24
2- La classification du DUPARC.....	25
3- Calcul de l'angle de Boehler .....	26
E-Le traitement.....	33
1- le traitement médical .....	33
2- le traitement fonctionnel.....	33
3- le traitement orthopédique .....	33
4- le traitement chirurgical.....	34
4-1- bilan pré-opératoire.....	34
4-2- Le délai pré-opératoire .....	34
4-3- Le protocole opératoire .....	35
4-4-Les différents types d'ostéosynthèse .....	37
4-5- La greffe .....	38
4-6-Prise en charge en post opératoire .....	38
<b>Evolution et complications .....</b>	<b>40</b>
A-L'évolution.....	41
1- Le traitement fonctionnel.....	41
2- Le traitement orthopédique.....	41
3- Traitement chirurgical.....	41
B- Les complications .....	43
1- complications précoces.....	43

2- Les séquelles .....	44
<b>Discussion .....</b>	<b>45</b>
I. Généralités .....	46
1- Définition .....	46
2- Historique .....	46
II. Anatomie du calcanéum.....	50
1- Anatomie descriptive .....	50
La face dorsale.....	51
La face plantaire .....	52
La face antérieure .....	53
La face postérieure .....	54
La face latérale .....	55
La face médiale.....	56
2- Les articulations .....	57
A- Les articulations astragalo–calcanéennes.....	57
a–Articulation astragalo–calcanéenne postérieure.....	57
Les surfaces articulaires.....	57
Moyens d’union .....	57
b. L’articulation astragalo–calcanienne antérieure.....	57
B–Articulation calcanéo–cuboidienne .....	59
Les surfaces articulaires .....	59
Les moyens d’unions.....	59
3- La vascularisation .....	60
4- Les rapports anatomiques.....	61
a- Tendineux .....	61
1- La face latérale .....	61
2- La face médiale .....	61

3- La face postérieure .....	61
4- La face plantaire .....	61
b- Vasculo-nerveux.....	61
1- Les nerfs .....	61
2- Les artères .....	62
III.Architecture et biomécanique .....	63
1- Architecture.....	63
2- La voûte plantaire .....	65
Arcade ou Arche latérale .....	65
Arcade ou Arche médiale .....	66
3- Description de l'articulation sous talienne.....	67
IV.PHYSIOPATHOLOGIE .....	68
1- Les étiologies .....	68
2- Le mécanisme.....	69
V.Anatomo-pathologie .....	71
A- Fractures parcellaires extra-thalamiques .....	71
1- Fracture de la tubérosité postérieure .....	71
2- Fracture du bec de la grande apophyse.....	72
3- Fracture du sustentaculum Tali.....	72
B- Fractures thalamiques et péri-thalamiques.....	73
Classification de DUPARC .....	73
Classification de Kempf et Touzard .....	75
Classification de Sanders.....	76
CLASSIFICATION d'UTHEZA .....	77
C- Etude des Fractures .....	79
VI. Etude clinique.....	83
A- Interrogatoire .....	83

B- Examen clinique.....	83
1- Inspection.....	83
2- Palpation.....	84
VII.Etude Radiologique .....	85
A- Le Bilan Radiologique standard .....	85
1- les incidences de profil.....	85
2- les incidences verticales, de face ou axiales .....	86
3- Incidence oblique d'ANTHONSEN.....	88
4- Incidence oblique .....	88
5- Incidence plantaire de CHANZY.....	88
6- Incidence du bec de la grande apophyse.....	88
B - La tomodensitométrie .....	89
1- Apport diagnostique.....	89
2- Apport thérapeutique .....	89
3- Apport de contrôle .....	89
C-L'imagerie par résonance magnétique.....	90
VIII.TRAITEMENT .....	91
1- Les buts.....	91
2- Les moyens .....	91
a) Le traitement médical.....	91
b) Méthode fonctionnelle (17).....	91
c) Méthode orthopédique .....	93
d) Plâtre de marche selon Graffin (20).....	95
e) La réduction orthopédique .....	94
3- Méthode chirurgicale .....	94
a. Relèvement enclouage à foyer fermé .....	95
b. Traitement à foyer ouvert.....	96

c. Ostéosynthèse par plaques .....	103
d. Reconstruction arthrodèse selon Stulz .....	109
4- Les indications .....	110
IX.EVOLUTION .....	112
A-Consolidation .....	112
B-Complications et Séquelles .....	112
X. Les séquelles(16).....	114
➤ Arthrose sous-astragaliene .....	114
➤ Perte de la hauteur de l'arrière -pied .....	115
➤ varus tuberositaire.....	116
➤ Elargissement du mur externe.....	117
XI. Discussion des résultats .....	118
1- Epidémiologie.....	118
2- La clinique .....	119
3- La radiologie.....	121
4- Les résultats radiologiques .....	121
5- Le traitement .....	122
5-1-Le traitement chirurgical .....	122
6- Les résultats postopératoires .....	123
6-1-Selon l'angle de Bohler .....	123
6-2-La rééducation .....	124
7- Evolution et complications .....	124
7-1-Selon l'évolution.....	124
7-2-Selon les complications .....	124
7-3-Selon les séquelles .....	124
7-4-Selon les résultats fonctionnels.....	124
XII. Les recommandations .....	125

---

<b>Conclusion générale</b> .....	126
<b>Résumé</b> .....	128
<b>ANNEXES</b> .....	134
<b>Références bibliographiques</b> .....	138

## LISTE DES ABREVIATIONS

**AVP** : accident de la voie public

**Rx** : radiographie

**TDM** : tomodensitométrie

**IRM** : imagerie par résonance magnétique

**REFF** : relèvement enclouage à foyer fermé.

# INTRODUCTION

Le calcanéum est l'os du tarse le plus souvent fracturé, ce sont des fractures peu fréquentes mais le plus souvent graves.

Les fractures du calcanéum sont pratiquement toujours dues à une chute d'un lieu élevé et elle est la conséquence d'une compression verticale violente avec cisaillement, soit dans un contexte professionnel (chute d'une échelle ou d'un toit), soit sportif (sports à risque : parachutisme par exemple.), soit parfois dans le cadre d'un poly traumatisme par défenestration.

On distingue les fractures articulaires qui intéressent l'articulation sous-talienne qui sont complexes des fractures non-articulaires qui sont parcellaires ou apophysaires qui sont plus simples.

La clinique est dominée par la douleur et l'impotence fonctionnelle.

La TDM joue un rôle important dans la compréhension et la classification du type lésionnel.

La fréquente complexité de ces fractures rends difficile le choix thérapeutique.

Ces fractures ont une mauvaise réputation, du fait de la gravité des séquelles fonctionnelles, sociales, économiques et médico-légales.

# ETUDE

# MATERIELS ET METHODES

## **A-Type d'étude**

Nous rapportons une étude rétrospective de 25 cas de fracture du calcanéum colligés au service de traumatologie-orthopédique de l'hôpital militaire Moulay Ismail de MEKNES ; étalée sur une période de 32 mois (depuis Janvier 2015 jusqu'à Août 2017)

## **B- Les patients**

### **1- Les critères d'inclusion**

On a inclus tous les patients adultes présentant une fracture du calcanéum, qui ont été hospitalisés au niveau du service de chirurgie orthopédique et traumatologique de l'hôpital militaire Moulay Ismail de Meknès depuis janvier 2015 jusqu'à août 2017.

### **2- Les critères d'exclusion**

On a exclu tous les patients présentant une fracture du calcanéum dont l'âge est inférieur à 15 ans dont la prise en charge est assurée au niveau du service de chirurgie infantile et les dossiers incomplets.

## **C-Recueil des données**

Nous avons utilisés une fiche d'exploitation pour chaque patient, regroupant plusieurs items concernant l'état civil du malade, la date de l'accident, le coté atteint, les circonstances de l'accident, le mécanisme, la clinique, la radiologie, le traitement et les complications.

### **1-Les données cliniques**

Les données ont été recueillies à partir des dossiers médicaux des patients.

### 1-1-L'interrogatoire

#### *a-* Le traumatisé : nous avons précisé :

- L'âge.
- Le sexe.
- Les antécédents.
- La date de l'accident.
- Le délai de prise en charge.
- L'heure de dernier repas.
- Les signes fonctionnels : douleurs ou impotence fonctionnelle.

#### *b-* Le traumatisme :

- Les circonstances : -accident du travail
  - accident domestique
  - accident de la voie publique
  - autres
- Le mécanisme : -direct ou indirect
  - haute ou basse énergie

### 1-2-L'examen clinique

- L'état général : bon, moyen ou altéré.
- Le coté atteint : droit, gauche ou bilatérale.
- L'inspection : œdème, déformation du pied, ecchymose.
- La palpation : recherche de point douloureux.
- Les lésions associées : ouverture cutanée, lésions vasculo-nerveuses, lésions osseuses associées (du pied controlatéral, du rachis .....).

## **2-La radiologie**

### **2-1- Les radiographies standards**

Trois incidences ont été réalisées chez nos patients :

1-Incidence de profil externe.

2- Incidence de face.

3- Incidence rétro tibiale.

Nous avons utilisés la classification du DUPARC pour typer les fractures.

### **2-2- La tomodensitométrie**

Quelques patients ont bénéficiés d'une tomodensitométrie.

## **3- Le traitement**

Le traitement a comporté deux volets :

Un volet médical et un deuxième volet soit fonctionnel, orthopédique ou chirurgical.

3-1- le traitement orthopédique utilisé comporte soit une botte du GRAFFIN soit une botte jambière.

3-2- le traitement chirurgical utilisé comporte :

- ✓ Vissage.
- ✓ Plaque vissée.
- ✓ Embrochage.
- ✓ L'utilisation du greffe dans certains cas.

#### **4- Evaluation des résultats**

Pour évaluer les résultats nous avons utilisé le score de KITAOKA qui nous a permis d'évaluer la douleur étant la principale plainte, la marche, la mobilité de la sous talienne et la stabilité de l'axe de l'arrière pied, et la reprise du travail.

Les complications recherchées étaient les suivants :

- ✓ Sepsis
- ✓ Algodystrophie
- ✓ Nécrose cutanée
- ✓ Tassement secondaire
- ✓ Talalgie par saillie osseuse
- ✓ Les complications thromboemboliques
- ✓ Arthrose talocalcanéenne
- ✓ Ostéite chronique
- ✓ Cal vicieux
- ✓ Cicatrice disgracieuse

# RESULTATS

## A-Epidémiologie

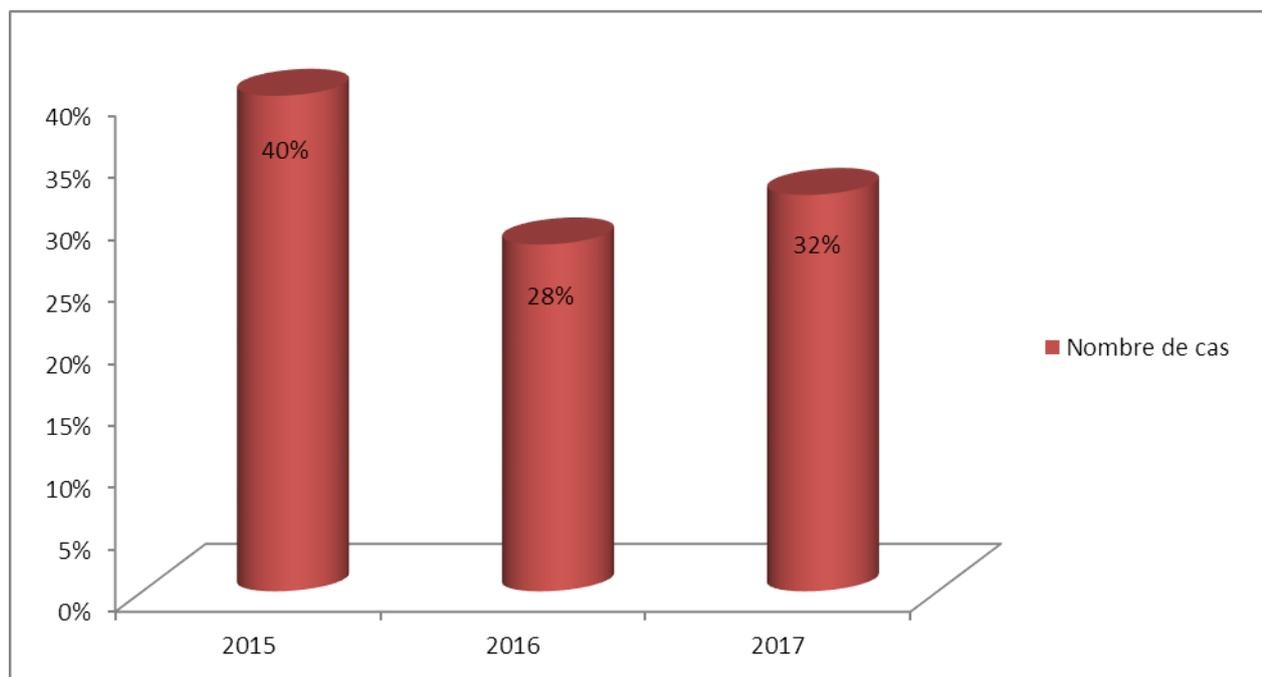
### 1- La fréquence

La fréquence des fractures du calcanéum au niveau du service de chirurgie orthopédique et traumatologie de l'hôpital militaire Moulay Ismail de Meknès est de 25 fractures sur 1740 patients hospitalisés au sein de ce service soit 1,4%.

### 2- l'incidence

**Tableau 01 : répartition des cas selon les années.**

Année	2015	2016	2017
Nombre de cas	10 cas	07 cas	08 cas
pourcentage	40%	28%	32%



**Figure 1: répartition des fractures selon l'année.**

### 3- Age

L'âge des patients de notre étude était compris entre 19 et 74 ans avec un âge moyen de 48 ans.

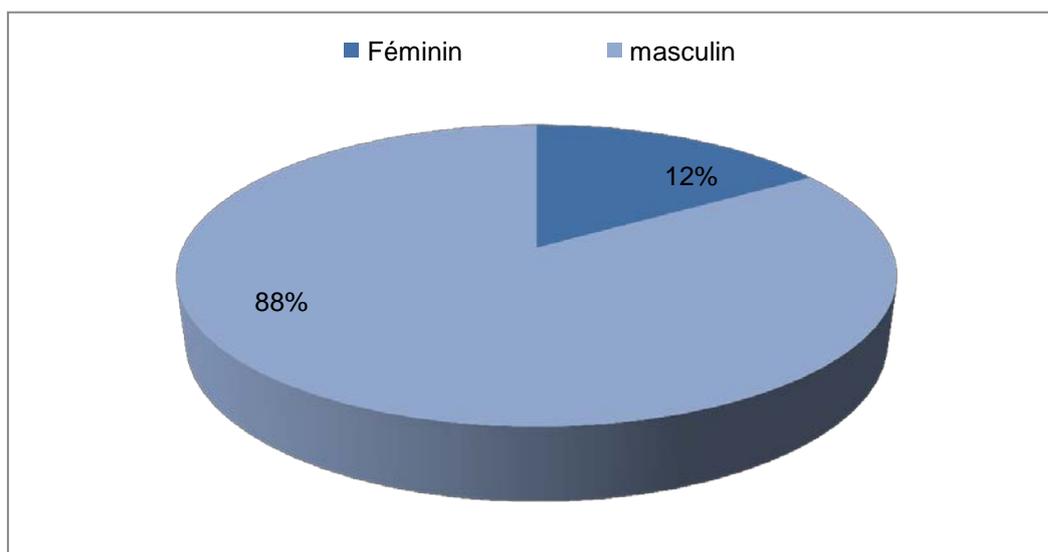
**Tableau 02 : répartition des patients selon l'âge.**

La tranche d'âge	Nombre de cas
[19- 29[	3 cas
[29- 39[	3 cas
[39- 49[	12 cas
[49- 59[	5 cas
[59- 79[	2 cas

C'est la facture du sujet jeune actif.

### 4- Le sexe

Dans notre étude de 25 patients 03 patients était de sexe féminin et 22 de sexe masculin avec un sexe ratio de 7.

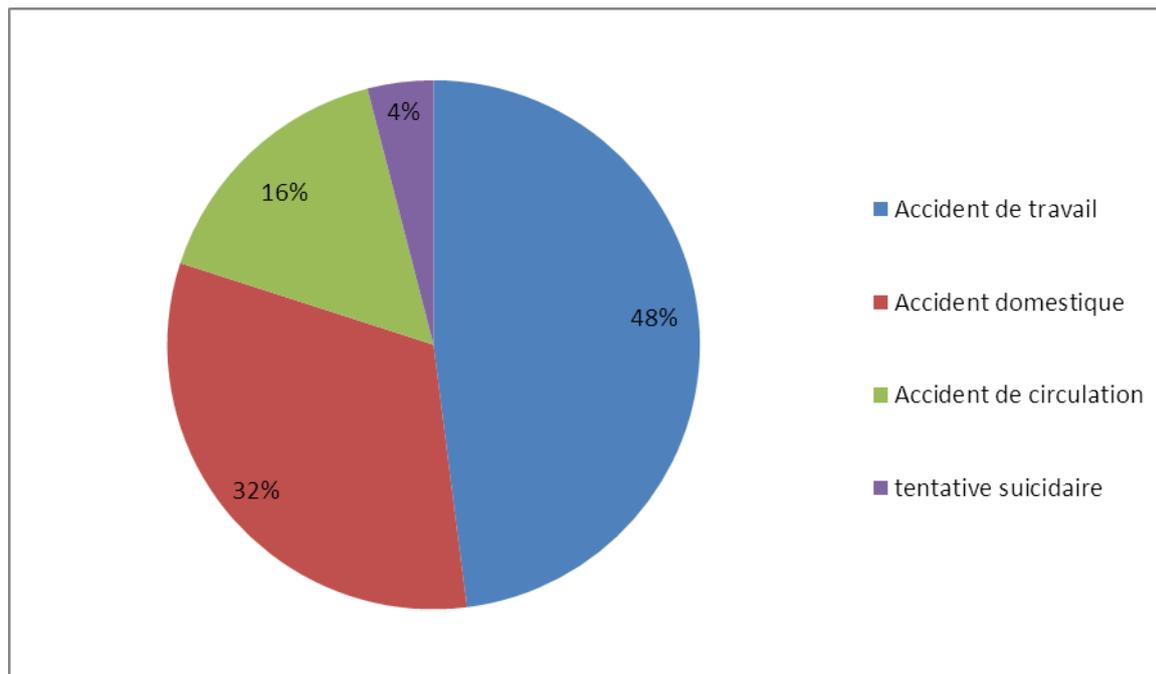


**Figure2 : répartition des patients selon le sexe.**

C'est une fracture de l'homme jeune actif.

## 5- l'étiologie

Dans notre série, nous avons 12 patients ont été victime d'un accident de travail soit 48%, 8 patients ont été victime d'accident domestique soit 32 %, 4 patients ont été victime d'un accident de circulation soit 16% et un autre d'une chute dans le cadre d'une tentative suicidaire soit 4%.



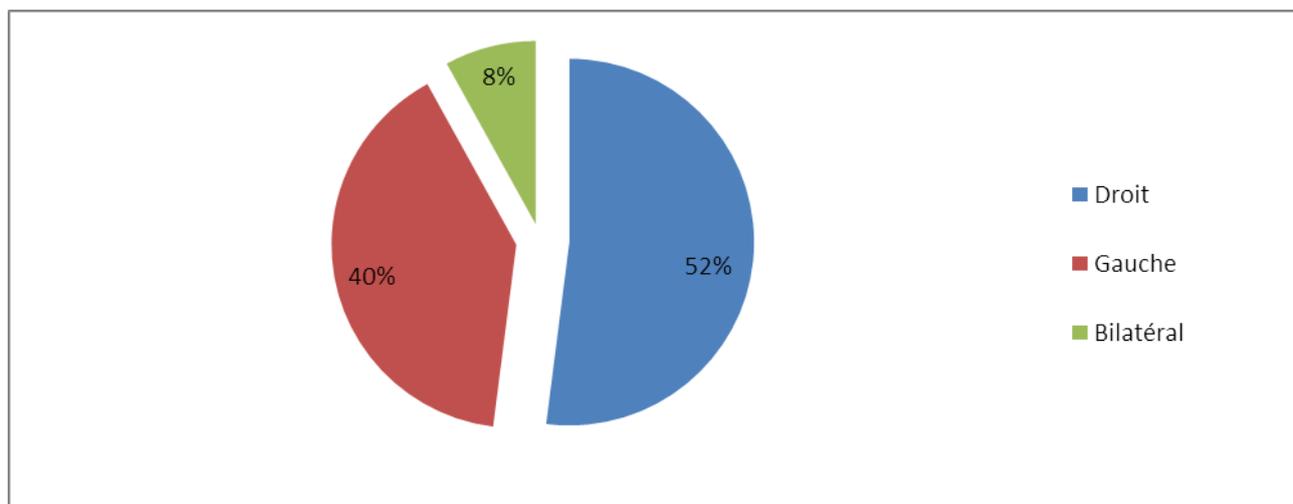
**Figure 3 : répartition des patients selon l'étiologie.**

Les accidents de travail sont les plus incriminés dans la fracture du calcanéum

## **B- La clinique**

### **1-Coté atteint**

La fracture était du côté droit chez 13 patients, du côté gauche chez 10 patients et bilatéral chez 02 patients.



**Figure 4 : répartition des patients selon le coté atteint.**

Le côté droit est le plus atteint.

### **2- Les signes fonctionnels**

La douleur et l'impotence fonctionnelle était décrites chez tous les patients.

### **3- Les signes cliniques**

L'inspection :

- ✓ L'ouverture cutanée du type 2 de la classification du GUSTILO a été constaté chez 04 patients soit 16%.
- ✓ Des phlyctènes étaient décrites chez 02 patients.
- ✓ Une ecchymose a été décrite chez 18 patients.
- ✓ Une déformation du pied a été décrite chez 20 patients.

La palpation :

- ✓ Des points douloureux en sous malléolaire externe ont été décrits chez tous les patients.
- ✓ Aucune lésion vasculo-nerveuse n'a été retrouvée.

#### 4- Lésions associées

Les fractures du calcanéum sont associées à d'autres fractures chez 10 patients soit 40%.

- ✓ Tassement du rachis dorso-lombaire chez 03 patients
- ✓ Fracture du rachis cervical chez 01 patient.
- ✓ Fracture de l'extrémité inférieure du radius chez 01 patient.
- ✓ Fracture du plateau tibial droit chez 03 cas.
- ✓ Fracture du 4<sup>ème</sup> métatarse chez un cas.
- ✓ Fracture de la malléole interne chez un cas.

**Tableau 03 : les différentes lésions associées.**

Type de fracture	Nombre de cas
Fracture du rachis dorso-lombaire	03
Fracture du rachis cervical	01
Fracture de l'extrémité inférieure du radius	01
Fracture du plateau tibial	03
Fracture du métatarse	01
Fracture de la malléole interne	01

Cette association lésionnelle confirme la vélocité du traumatisme.

## C-La radiographie

### 1- radiographie standard

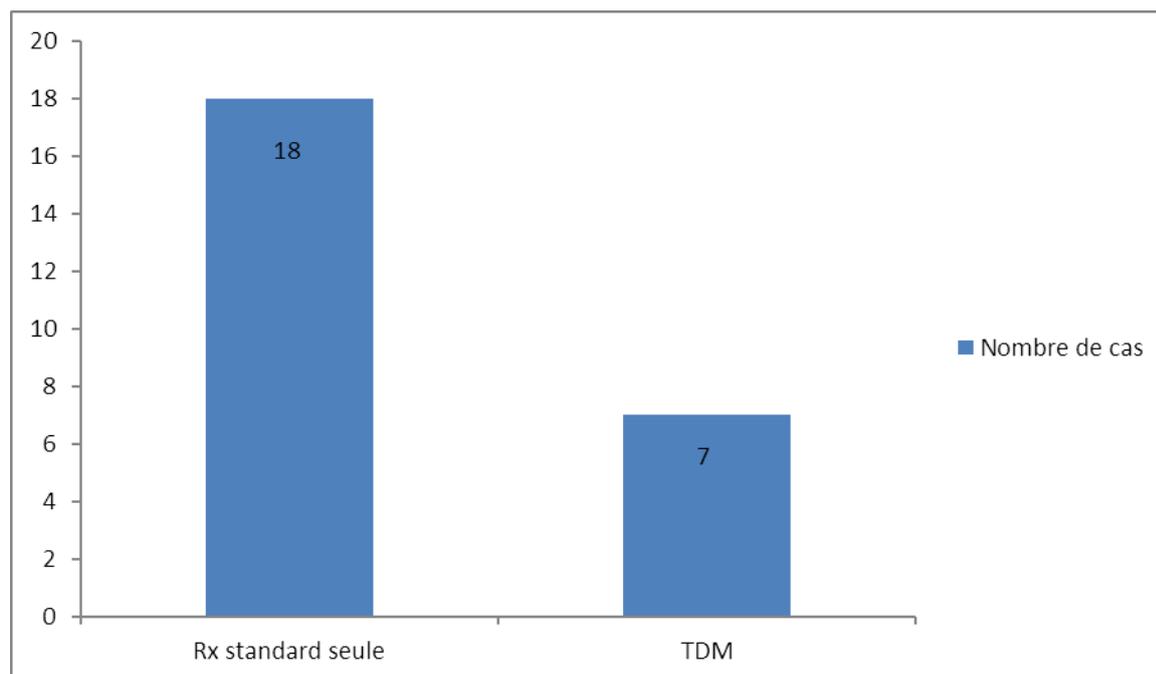
Tous les patients ont bénéficiés d'une radiographie de la cheville de face et de profil externe.

### 2- La tomodensitométrie

07 patients ont bénéficiés d'une TDM soit 36%.

**Tableau 04 : type d'imagerie réalisée.**

Rx demandées	Rx standard seule	TDM
Nombre de cas	18	7

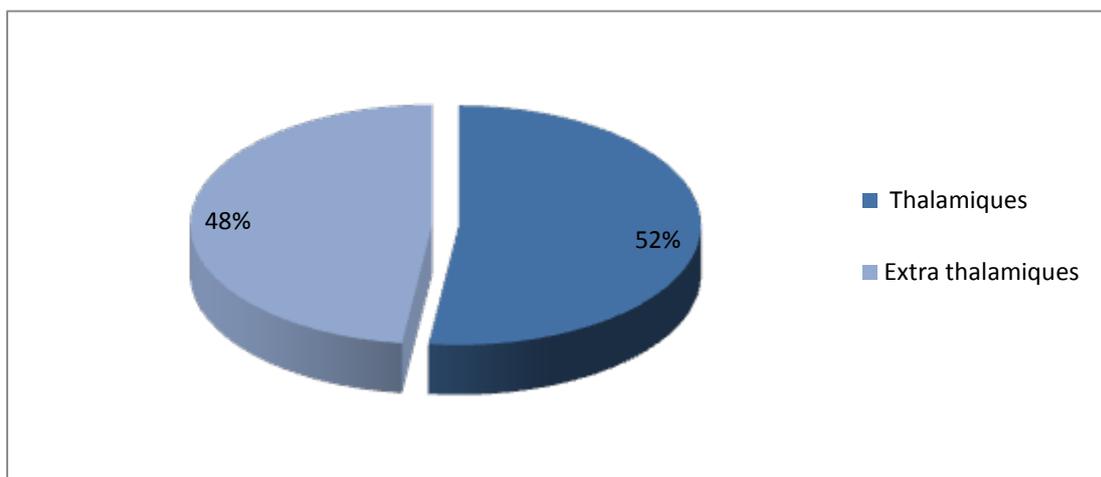


**Figure 5: type d'imagerie réalisée.**

## D- Les résultats radiologiques

### 1-Type de fracture

Les fractures étaient thalamiques dans 13 cas soit 52% et extra thalamiques dans 12 cas soit 48%.



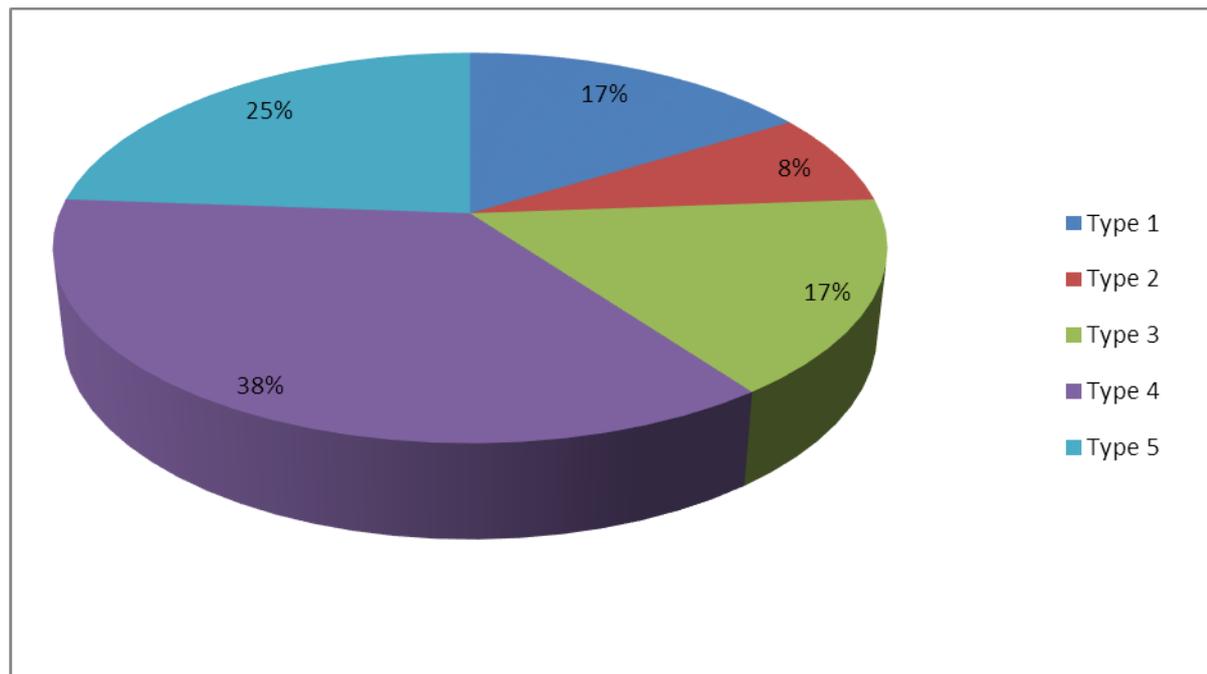
**Figure 6: type de fracture.**

100% des fractures extra thalamiques intéressaient la tubérosité postérieure et étaient en bec de canard.

Les fractures thalamiques ont été classées selon la classification de DUPARC

## 2- La classification du DUPARC

Type 1 : 02 cas ont été retrouvés. Type 2 : 01 cas a été retrouvé. Type 3 : 02 cas ont été retrouvés. Type 4 : 05 cas ont été retrouvés. Type 5 : 03 cas ont été retrouvés.

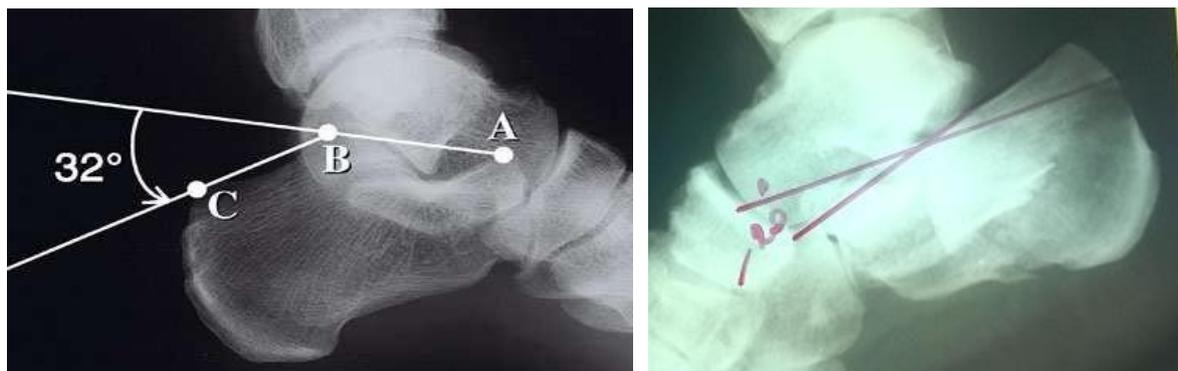


**Figure 7 : type de fracture thalamique selon DUPARC.**

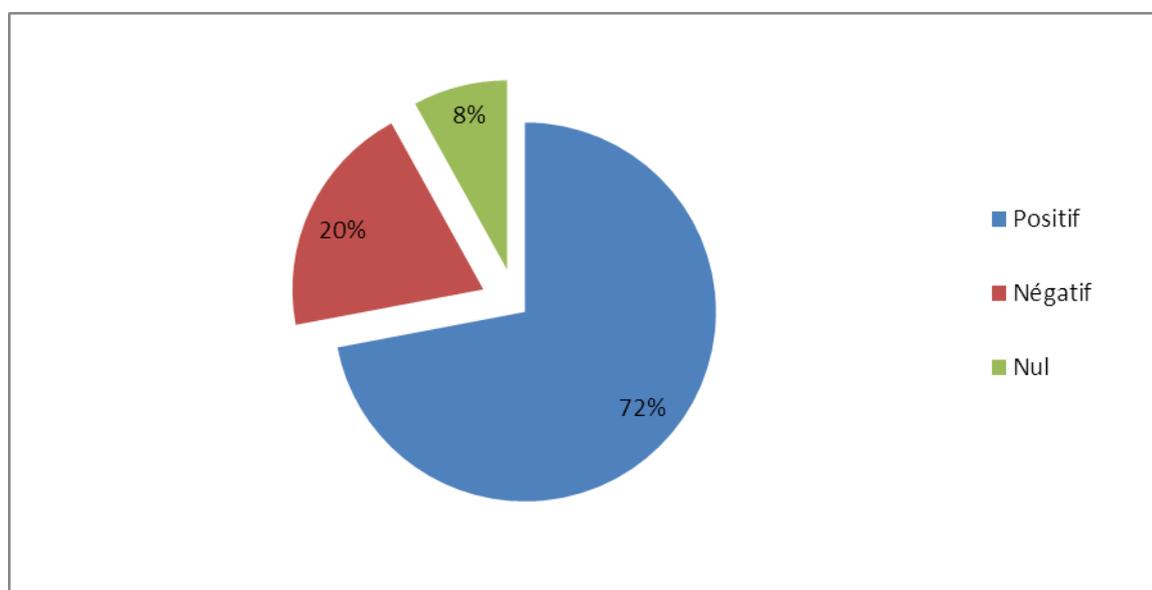
### 3- Calcul de l'angle de Bohler

L'angle de Bohler était :

- négatif dans 05 cas soit 20%.
- nul dans 02 cas soit 8%.
- positif dans 18 cas soit 72 %.



**Figure8 : angle de Bohler sur un calcanéum sain et un autre fracturé (2).**



**Figure9 : angle de Bohler.**



**Figure 10: radiographie standard montrant une fracture extra thalamique type B de Duparc vue de face et profil (Hôpital Moulay Ismail de Meknès)**



**Figure 11 : radiographie du même patient ayant bénéficié d'un traitement orthopédique (Hôpital Moulay Ismail de Meknès)**



**Figure 12: radiographie standard (face et profil) et TDM montrant une fracture thalamique (fracture-séparation) type III (Hôpital Moulay Ismail de Meknès)**



**Figure 13 : radiographie du même patient objectivant l'ostéosynthèse par embrochage (Hôpital Moulay Ismail de Meknès)**



**Figure 14: radiographie standard profil objectivant une fracture extra thalamique type A (Hôpital Moulay Ismail de Meknès)**



**Figure 15 : radiographie standard et TDM montrant une fracture extra thalamique type A (Hôpital Moulay Ismail de Meknès)**



**Figure 16 : radiographie du même malade ayant bénéficié d'une ostéosynthèse par vissage (Hôpital Moulay Ismail de Meknès)**



**Figure17 : radiographie standard objectivant une fracture thalamique type II associée à une fracture du plateau tibial (Hôpital Moulay Ismail de Meknès)**



**Figure 18 : radiographie standard objectivant une fracture thalamique type III traitée par embrochage (Hôpital Moulay Ismail de Meknès)**

## **E-Le traitement**

### **1-le traitement médical**

Tous les patients de notre série ont bénéficiés d'un traitement médical a base d'antalgique, anti-inflammatoire et anticoagulants associé au protocole de RYAN à base de : RICE

R : repos relatif.

I : application immédiate de glace.

C : bandage compressif.

E : surélévation du membre inférieur.

### **2- le traitement fonctionnel**

06 patients ont bénéficiés d'un traitement fonctionnel.

### **3- le traitement orthopédique**

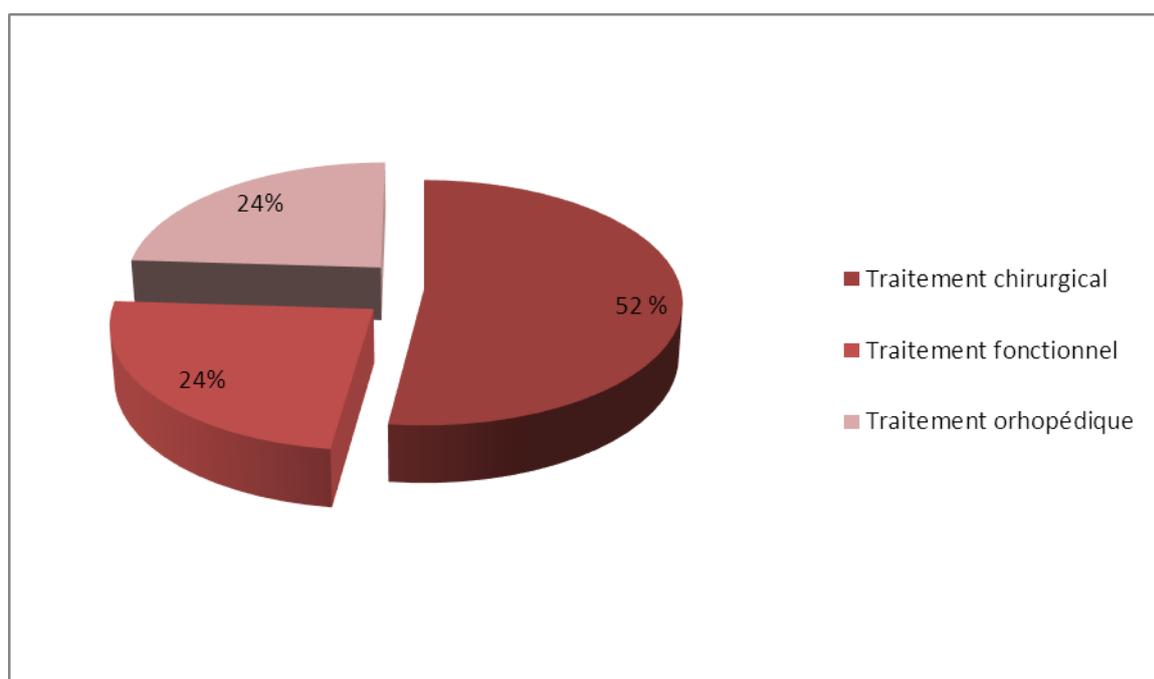
Six fractures du calcanéum ont été traitées orthopédiquement (dont 01 cas était bilatéral).

#### 4- le traitement chirurgical

13 fractures du calcanéum ont été traitées chirurgicalement.

**Tableau 05: les différentes méthodes thérapeutiques.**

Type du traitement	fonctionnel	Orthopédique	Chirurgical
Nombre du calcanéum fracturé	06	06	13



**Figure 19: méthodes thérapeutiques.**

##### 4-1- bilan préopératoire

Tous les patient ont bénéficiés d'un bilan préopératoire :

- TLT
- ECG
- Bilan biologique : NFS, glycémie, bilan rénal, TP, TCK.

##### 4-2- Le délai préopératoire

Le délai préopératoire était en moyenne de 05 jours avec des extrêmes allant de 01 jour à 15 jours.

**4-3- Le protocole opératoire****a- Préparation du malade en salle opératoire**

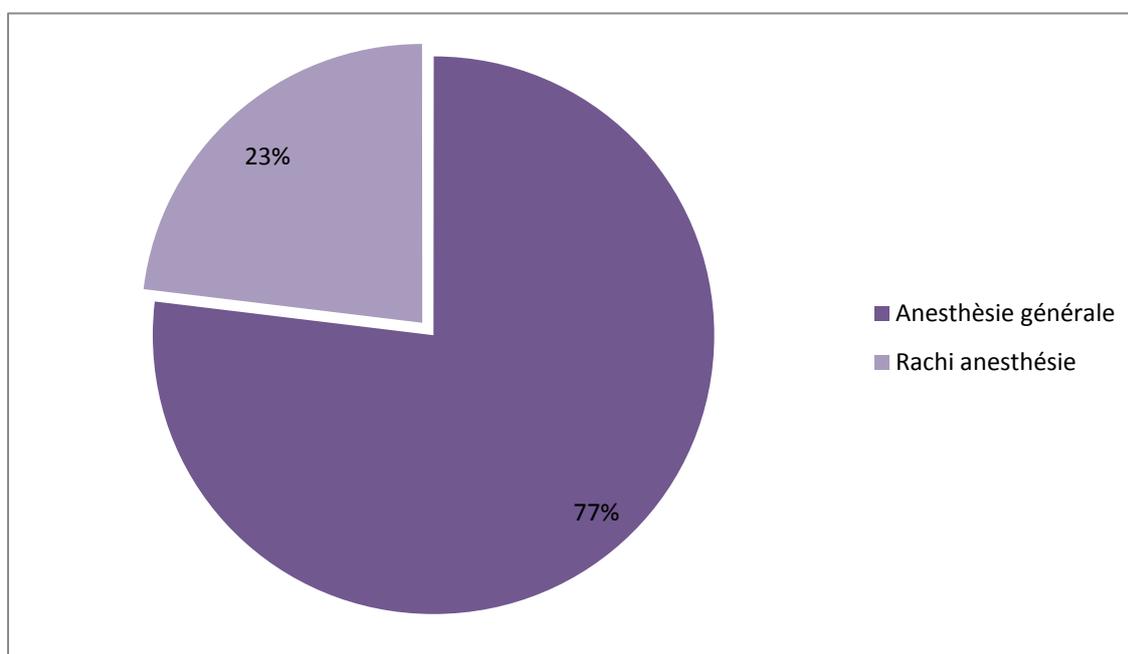
Tous les malade ont bénéficiés d'une préparation locale avant l'intervention qui consiste à la désinfection du membre a base de la Bétadine.

**b- Type d'anesthésie**

Anesthésie générale chez 10 patients. Rachi-anesthésie chez 03 patients.

**Tableau 06 : type d'anesthésie.**

Type d'anesthésie	Anesthésie générale	Rachi-anesthésie
Nombre du cas	10 cas	03 cas

**Figure20 : type d'anesthésie.****c- Installation du malade**

68% des cas ont été installé en décubitus latéral. 32% en pro cubitus

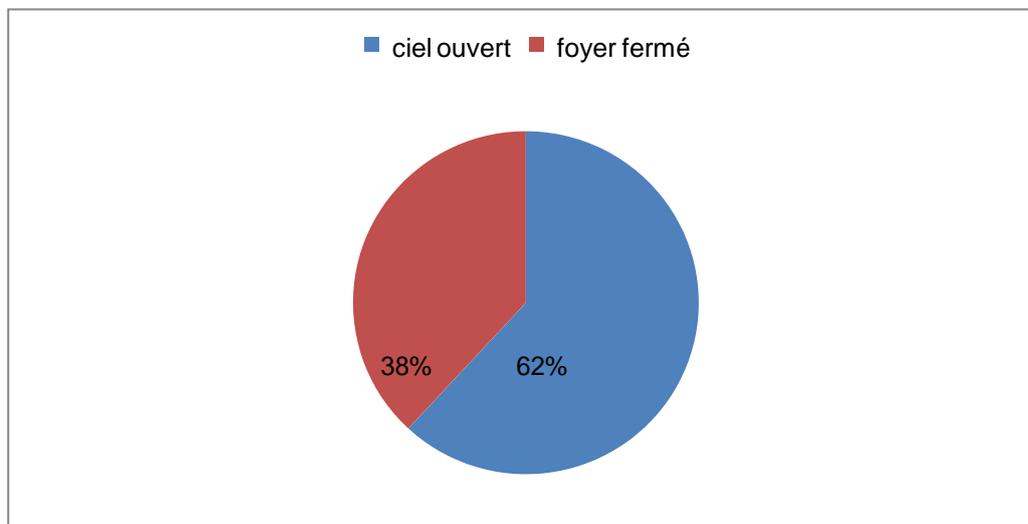
Un garrot pneumatique a été placé au niveau de la cuisse.

Préparation du membre inferieur et badigeonnage avec de la Bétadine iodé puis mise du jersey stérile qui recouvre tous le membre jusqu'à la crête iliaque homolatérale qui est aussi préparé.

**d- La technique chirurgicale**

La technique à ciel ouvert a été réalisée chez 08 cas soit 62%.

La technique percutanée a été réalisée chez 05 cas soit 38%



**Figure 21: répartition des cas selon la technique chirurgicale.**

**e- La voie d'abord**

La voie latéro-sous malléolaire est la voie d'abord utilisée chez tous les patients.

**f- Les gestes réalisés**

- Dissection sans décollement jusqu'au périoste avec repérage du nerf sural.
- Arthrotomie
- Repérage des péroniers latéraux
- Utilisation de trois broches pour écartement :
  - ✓ Une broche sur le cuboïde
  - ✓ Une broche sur le col du talus
  - ✓ Une broche sur la malléole externe
- Relèvement du tassement.
- Comblement par une greffe cortico-spongieuse retirée de la crête iliaque homolatérale.

- Ostéosynthèse
- Fermeture cutanée avec mise en place d'un drain aspiratif.
- Attelle plâtrée.

#### 4-4-Les différents types d'ostéosynthèse

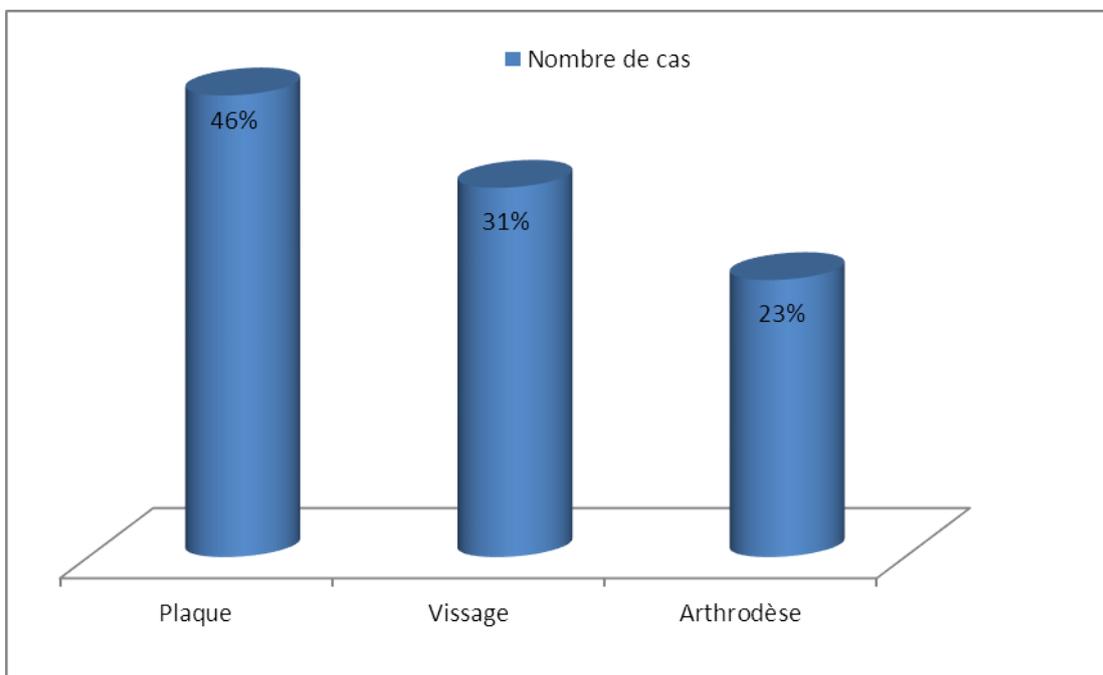
La plaque a été utilisée dans 06 cas soit 46%.

Le vissage a été utilisé dans 04 cas soit 31%.

L'arthrodèse a été utilisé dans 03 cas soit 23%

**Tableau 07 : type d'ostéosynthèse.**

Type d'ostéosynthèse	Nombre du cas
Plaque	06 cas
Vissage	04 cas
Arthrodèse	03 cas



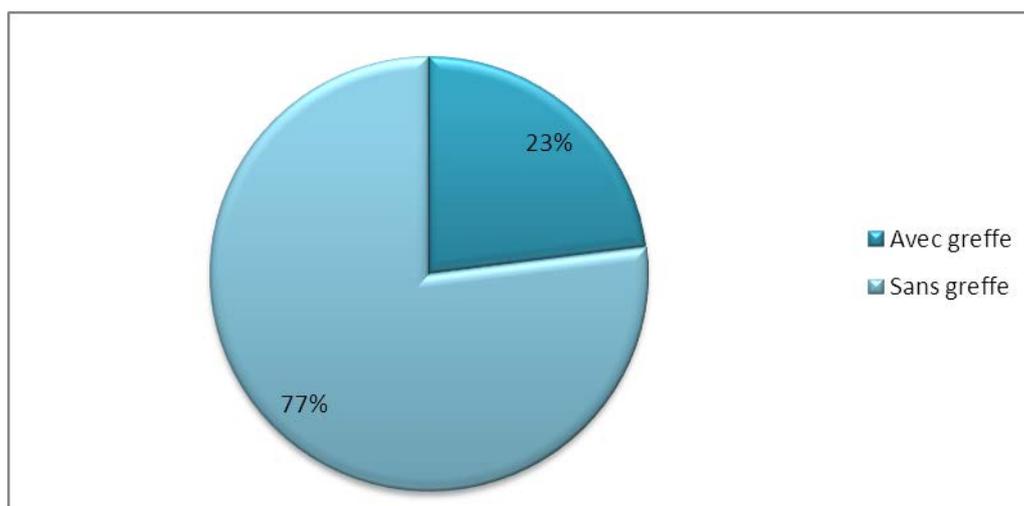
**Figure22 : répartition des cas en fonction de type d'ostéosynthèse.**

**4-5- La greffe**

Une greffe cortico-spongieuse a été utilisé chez 03 cas soit 23%.

**Tableau 08 : répartition des cas selon l'utilisation d'une greffe.**

	Nombre de cas
Avec greffe	03 cas
sans greffe	10 cas



**Figure 23 : répartition des cas selon l'utilisation de greffe.**

**4-6-Prise en charge en post opératoire a-Traitement médical :**

Tous les malades ont bénéficiés d'un traitement antibiotique, antalgique et des anticoagulants type héparine du bas poids moléculaire a dose préventive.

**b- Le contrôle radiographique :**

Une radiographie standard de la cheville face et profil était systématique chez tous les patients a j+1 postopératoire.

**Calcul de l'angle de Bohler en postopératoire**

Le contrôle radiologique à j+1 postopératoire montre un angle de Bohler en moyenne de 25,56° contre un angle de Bohler moyen en préopératoire de 4,14°.

**Tableau 09 : comparaison entre l'angle de Bohler en pré et postopératoire.**

Numéro	Angle de Bohler en préopératoire	Angle de Bohler en postopératoire
01	-02°	+20°
02	-25°	+30°
03	-20°	+15°
04	-5°	+28°
05	+19°	+25°
06	+10°	+25°
07	+25°	+30°
08	+15°	+25°
09	+13°	+21°
10	+23°	+35°
11	+06°	+25°
12	+18°	+27°
13	-10°	+20°

### c- Les suites opératoires

L'appui partiel a été recommandé après 06 semaines et l'appui définitif après 02 mois. La rééducation fonctionnelle était confirmée chez 06 patients soit 24 %.

# Evolution et complications

## **A- L'évolution**

Sur les 25 patients de notre série seul 08 patients ont été revus dont 01 patient a été traité fonctionnellement, un autre patient a été traité orthopédiquement et 06 patients ont été traités chirurgicalement.

La consolidation des fractures était constatée chez tous les patients.

On a utilisé le score du Kitaoka pour évaluer les résultats du traitement chez les 8 patients revus à la consultation. Les résultats sont comme suit

### **1- Le traitement fonctionnel**

Le recul est de 12 mois.

Le score de Kitaoka était de 76 points (bon) chez le patient avec constatation d'une séquelle à type de pied plat.

### **2- Le traitement orthopédique**

Le recul est de 14 mois.

Le score de Kitaoka était moyen (69 points) avec présence d'une séquelle à type d'arthrose sous taliennne.

### **3- Traitement chirurgical**

#### **a- Le recul**

Le recul moyen était de 15 mois avec un intervalle allant de 05 mois à 32 mois.

#### **b- Les résultats fonctionnels**

Le score de Kitaoka était bon chez 04 patients et moyen chez 02 patients avec un score moyen de 78 points.

Avec présence de séquelle à type de :

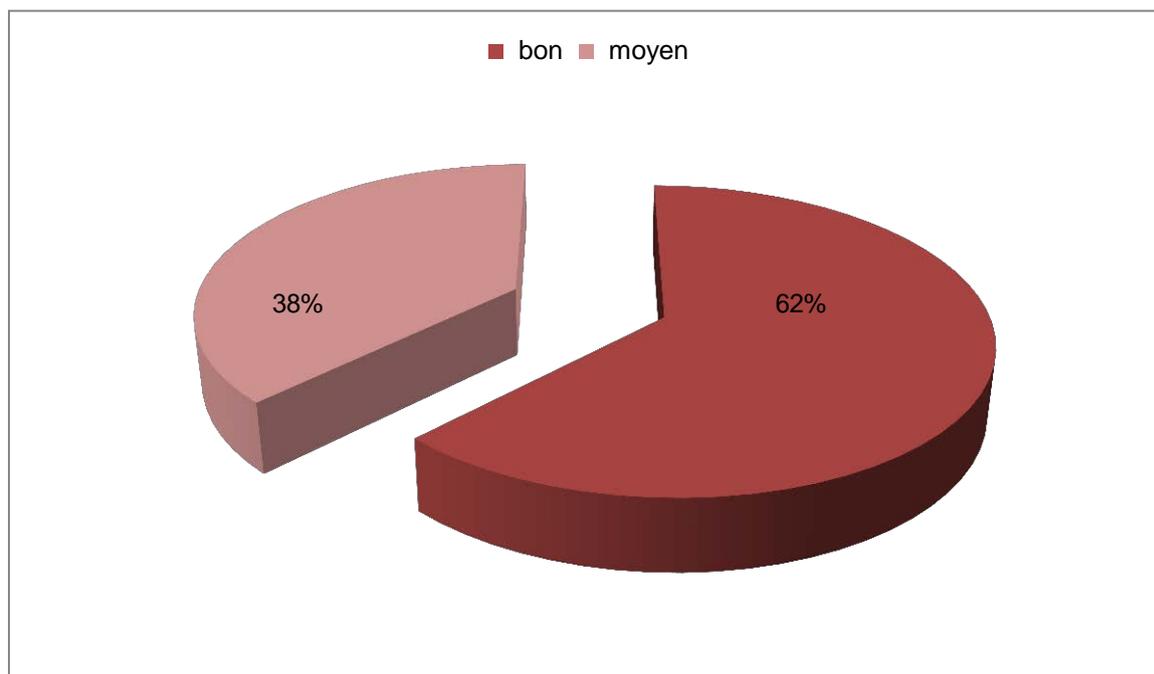
- Pied plat dans 02 cas.
- Algodystrophie chez un cas.
- Saillie osseuse gênante à la marche chez un cas
- Cicatrice disgracieuse chez un cas.

Les résultats selon Kitaoka :

**Tableau 10 : répartition des cas selon le score de Kitaoka.**

Score de Kitaoka	Nombre du cas
Moyen	03 cas
Bon	05 cas

2



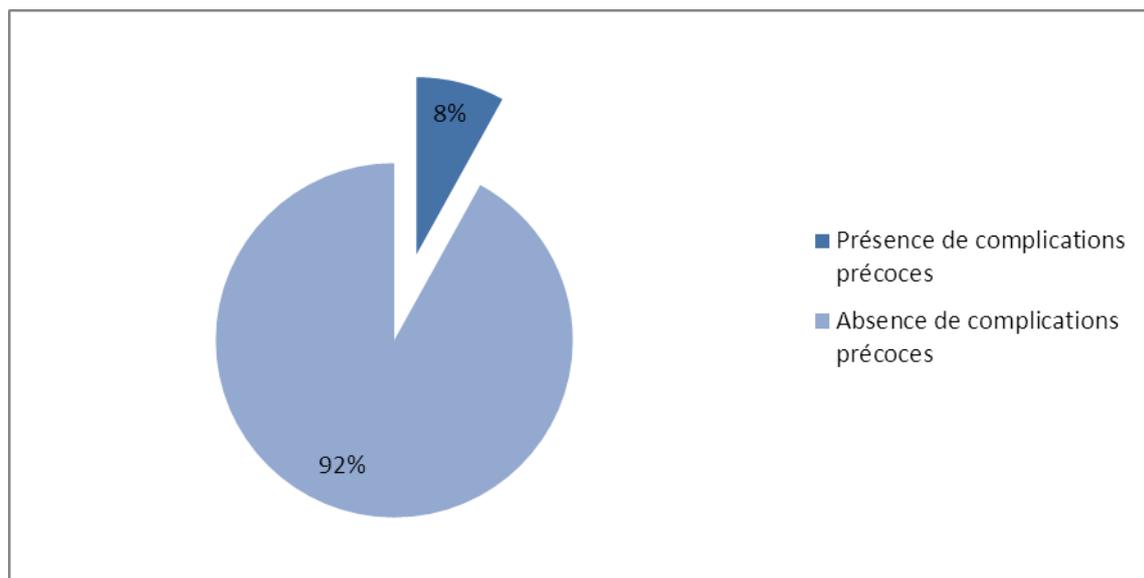
**Figure 24: répartition des cas selon le score de Kitaoka.**

## **B- Les complications**

### **1-complications précoces**

Quelques complications précoces ont été constatées à type de :

- ✓ Une infection postopératoire de la plaie avec retard de cicatrisation ont été constatée chez un patient diabétique.
- ✓ Des phlyctènes ont été constatées chez un patient.

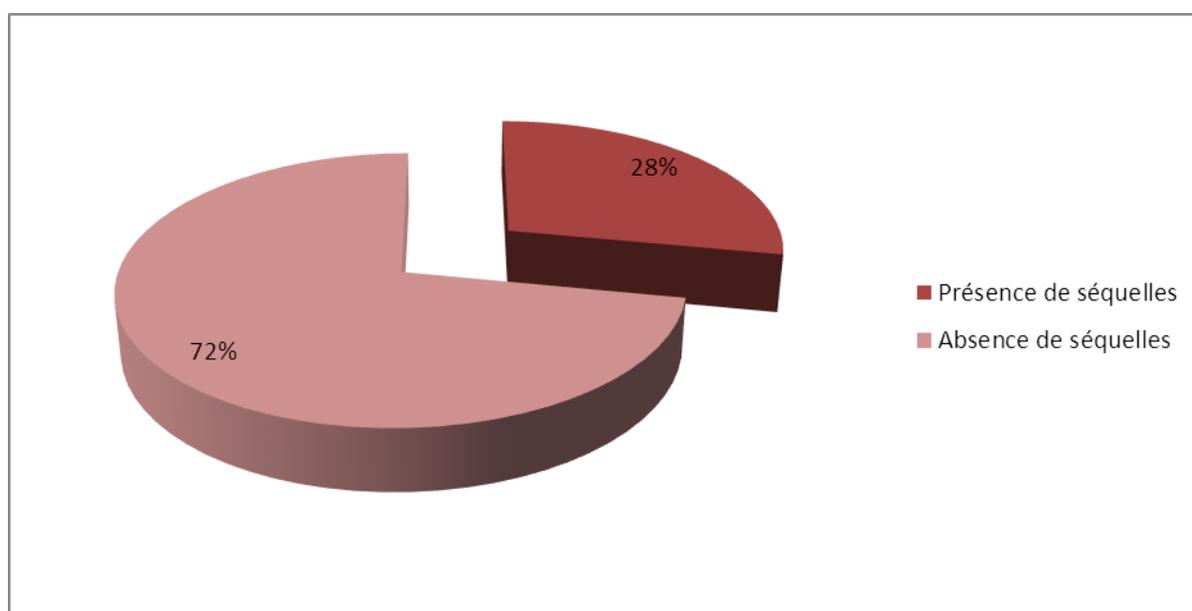


**Figure 25: les complications précoces.**

## 2-Les séquelles

Dans notre étude, des séquelles ont été constatées chez 28 % à type de :

- arthrose sous talienne chez 01 cas.
- algodystrophie chez un cas.
- pied plat chez 03 cas.
- saillie osseuse gênante à la marche chez un cas.
- cicatrice inesthétique chez un cas.



**Figure26 : les séquelles.**

# DISCUSSION

## I. Généralités

### 1- Définition

Les fractures du calcanéum 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.

Elles tiennent leur gravité du fait du risque élevé de complications cutanées précoces ou après chirurgie : Arthrose, cals vicieux.

L'Analyse radiologique est difficile, car les traits de fracture sont fréquemment complexes d'où l'intérêt du scanner pour le diagnostic précis.

La Fréquente complexité de ces fractures rend difficile le choix thérapeutique.

### 2- Historique

La mauvaise réputation qui entourait depuis longtemps les fractures du calcanéum n'est plus de mise actuellement. En 60ans, trois congrès nationaux français à ce sujet ont permis des progrès décisifs dans les connaissances des mécanismes, l'élaboration d'une classification, la recherche des méthodes thérapeutiques fiables et la compréhension des échecs.

**Boyer** décrit en 1731 les fractures du calcanéum par arrachement et **Malgaigne** en 1843 celles par écrasement dans « l'atlas du traite des fractures et des luxations » 1855 de ce dernier, sur le dessin d'un spécimen cadavérique représentant la face supérieure du calcanéum d'un homme de 60 ans victime d'une simple chute d'une fenêtre d'appui, on distingue parfaitement le trait sagittal fondamental qui détache la falaise thalamo-tubérositaire latérale, laquelle s'enfonce en partie dans un fragment de la grande apophyse antérieure ; un second trait

sagittal court plus en dedans à travers la partie médiane du thalamus .

**Baer** en 1906 met en évidence par la radiographie le trait sagittal en utilisant la vue verticale dorso plantaire. **Destrot** dans son livre « traumatismes du pied et rayons X » (1937) s'attache à décrire les fractures articulaires par enfoncement uniquement sur les clichés de profil ; il dénomine la surface articulaire postéro latérale des anatomistes « thalamus » , lit de l'astragale , et définit l'ensemble astragale-thalamus-grosse tubérosité calcanéenne comme constituant la culée postérieure de la voûte plantaire ; de fait les travées osseuses sont orientées en arc-boutant postérieur talothalamo-calcanéen. **Boehler** dans son ouvrage « Technique du traitement des fractures » monte avec sa précision habituelle la position qu'il convient de donner au pied pour obtenir un cliché axial de bonne qualité.

En 1948 **Palmer**, de Stockholm, décrit par son schéma original le double mécanisme de cisaillement et de compression axiale qui provoque une fractures-séparation et une fracture- tassement. L'analyse de Palmer sera la base de la classification proposée par Duparc en 1967.

Tandis que Palmer propose le relèvement-greffe sans ostéosynthèse mais avec plâtre complémentaire, **Judet** avec **Babin-Chevaye** condamnent la greffe systémique et préconisent le relèvement- vissage. Les années 1960 : **Stulz** aboutit vers la fin de la carrière à préconiser la reconstruction

- Arthrodèse primitive dans le but de régler la question de l'arthrose sous-talienne post- traumatique invalidante. **Dautry** et **Gosset**, plus **Meary** font entrer la méthode fonctionnelle dans l'arsenal thérapeutique. En 1967 **Duparc** propose sa classification qui sera complétée par le symposium de 1988 à savoir :

**Type 1**: fracture séparation à deux fragments, de variété sagittale ou transversale fronto- oblique

**Type 2**: fracture séparation à deux fragments avec luxation du fragment postéro latéral

**Type 3:** fracture à trois fragments antéro-médial, postéro-latéral et cortico-thalamique, dont l'enfoncement est soit horizontal soit vertical

**Type 4:** fracture à quatre fragments par refend du fragment postéro-latéral

**Type 5:** fracas calcanéen

**Judet**, le premier, préconise l'ostéosynthèse par une plaque en Y pour traiter les fractures à quatre fragments et plus, avec comme objectif de révéler le thalamus et de restaurer une morphologie calcanéenne proche de la normale ; il est suivi en Italie par **Lanzetta**, à Grenoble par **Beziers** et à Strasbourg par **Serge Babin** et **Patrick Simon**, les deux derniers auteurs utilisant la plaque « tiers de tube » de l'instrumentation AO (Association pour l'ostéosynthèse). Le groupe de travail GECO et **Copin** proposent une plaque multitrous mince mais large.

Pour le symposium de la **SOFOT** en 1988 ayant essayé de répondre à cette attente à travers l'analyse statistique de plus d'un millier de dossiers. Celle-ci à permis de préciser par type de fracture les indications respectives du traitement chirurgical et de la méthode fonctionnelle. Nous avons montré que les ostéosyntheses par plaque qui procuraient par rapport aux autres méthodes les meilleurs résultats fonctionnels et physiques dans les fractures de type 3 et 4, exposeraient à un risque encore trop élevé de nécrose cutané postopératoire. Une technique chirurgicale adéquate et le recours à des implants miniaturisés étaient souhaitables.

Les années 1990: **Lemerle** et **AL** , **Copin** et depuis mettent en évidence le triple apport de la tomodensitométrie , complémentaire des clichés standards : sur le plan diagnostique , la localisation précise du ou des traits sagittaux trans-thalamiques , le degré d'incongruence sub-talienne et calcanéo-cuboïenne , la déviation axiale des différentes parties du calcanéum fracturé ; sur le plan thérapeutique , la mise en évidence des arguments en faveur du traitement conservateurs ( conservation de la congruence articulaire ) , en faveur de l'ostéosynthèse (incongruence et nombre de

fragments limité) , en faveur de l'arthrodèse primitive ( communication du thalamus et par conséquent gravité des lésions cartilagineuses ); sur le plan pronostique , le contrôle de la rééducation opératoire et la restauration de la congruence , et plus tardivement la mise en évidence de la dégénérescence arthrosique. **Saragaglia** propose un montage en triangulation réalisé à l'aide de deux ou trois plaques

**Langdon** et AL expliquent l'insuffisance de certains résultats et en particulier la persistance des phénomènes douloureux à la face externe du pied par un non récusation du fragment antérolatéral. **Utheza** et Al , par son étude des données de la radiologie standard , de la tomodensitométrie et des constatations opératoires contribuent à apporter des précisions à la classification de Palmer et Duparc :la nature des déplacements fragmentaires est principalement corrélée à la situation du trait sagittal fondamental ; quand il est médial , l'enfoncement thalamique est vertical ; quand il est latéral , l'enfoncement est horizontal ; quand il est médian , le fragment antéro-médial est déplacé horizontalement tandis que le fragment latéral est toujours enfoncé verticalement , la superposition sur le cliché de profil donnant l'image typique en double contour de la fracture mixte .

## II. Anatomie du calcanéum

### 1-Anatomie descriptive

Le calcanéum est le plus volumineux os du tarse et forme l'ossature du talon, il s'articule en haut avec le talus et en avant avec le cuboïde.

Allongé sagittalement et aplati transversalement, son axe est oblique en haut, en avant et latéralement.

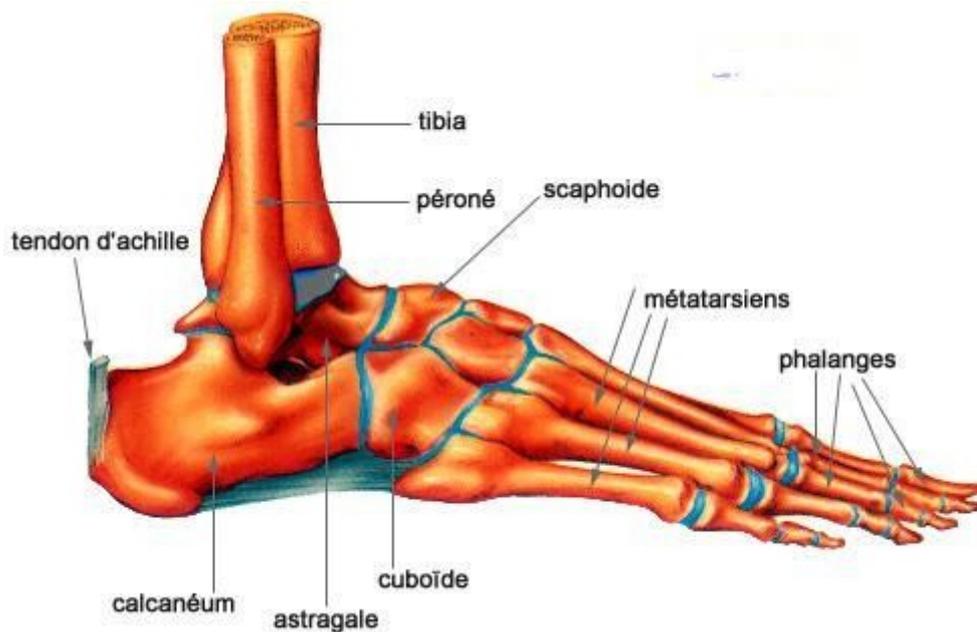


Figure 01 : vue latérale du pied (11).

Il est constitué d'un corps et de deux apophyses :

- Le corps représente le squelette du talon.
- La petite apophyse ou sustentaculum tali : située au-dessus et en avant du sillon calcanéen ; s'articule avec le talus.
- La grande apophyse : s'articule en avant avec le cuboïde.

Le calcanéum présent à décrire six faces : dorsale, plantaire, antérieure, postérieure, latérale, médiale.

**La face dorsale** : ou face supérieure : elle est divisée en deux parties :

- *La partie antérieure ou talaire* : recouverte par le talus, présente d'avant en arrière :

Les surfaces articulaires talaire antérieure et moyenne : elles sont concaves et allongées à grand axe oblique en avant et latéralement. Elles s'articulent avec la surface antérieure de la face plantaire du talus.

Le sillon calcanéen : de direction oblique en avant et latéralement, il s'élargit latéralement, et donne insertion au ligament interosseux talo-calcanéen.

La surface articulaire talaire postérieure : elle est ovale et convexe avec un grand axe oblique en avant et latéralement, elle s'articule avec la surface postérieure de la face plantaire du talus.

- *La partie postérieure* : rugueuse, allongé d'avant en arrière, concave sagittalement et convexe transversalement.



Figure 02 : vue supérieure du calcanéum(11).

**La face plantaire** : ou face inférieure : étroite, concave sagittalement et convexe transversalement, elle présente :

- En avant, le tubercule calcanéen sur lequel s'insère le ligament calcanéocuboidien plantaire.
- En arrière, la tubérosité calcanéenne comportant :
  - o un processus latéral, donnant insertion au muscle abducteur du petit orteil ;
  - o un processus médial, donnant insertion aux muscles abducteur de l'hallux et court fléchisseur des orteils ;
  - o en arrière des processus s'insère l'aponévrose plantaire. Entre le tubercule et la tubérosité du calcanéum s'insèrent :
    - o le ligament plantaire long au milieu
    - o le muscle carré plantaire de chaque côté de ce ligament.

**La face antérieure** : petite, elle représente la partie antérieure de la grande apophyse du calcanéum. Elle est occupée par la surface articulaire cuboïdienne répondant à l'os cuboïde. Celle-ci est concave de haut en bas et convexe transversalement.

Elle est surplombée par le rostrum du calcanéum qui prolonge la face supérieure.

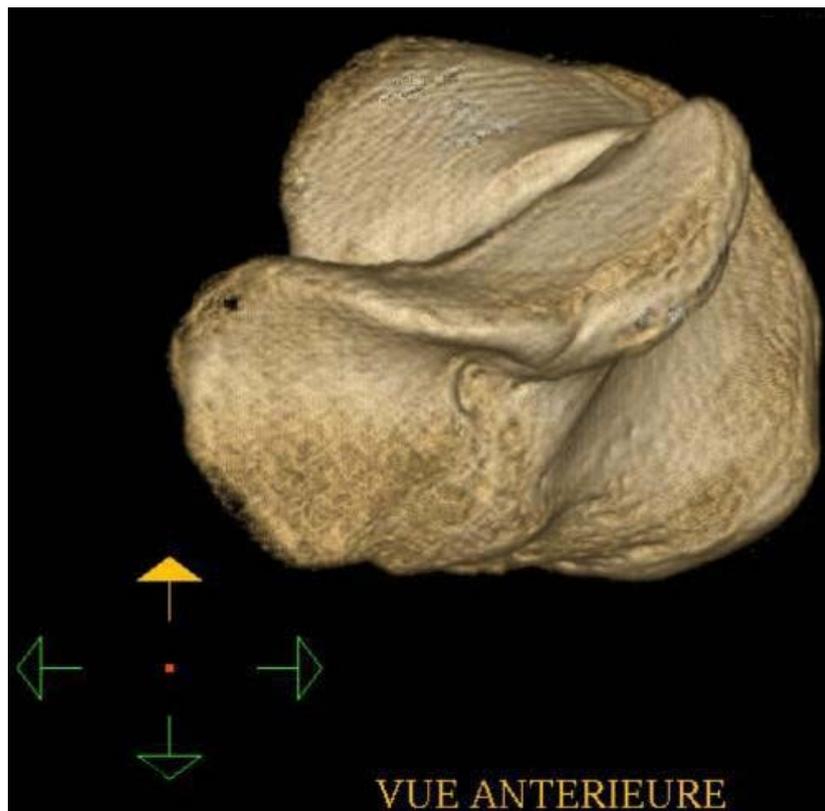


Figure 03 : vue antérieure du calcanéum (11).

**La face postérieure** : plus large en bas, elle présente :

- une aire supérieure lisse répondant à du tissu graisseux et à la bourse du tendon calcanéen ;
- une aire moyenne rugueuse pour l'insertion du tendon calcanéen ;
- une aire inférieure, recouverte par la peau.

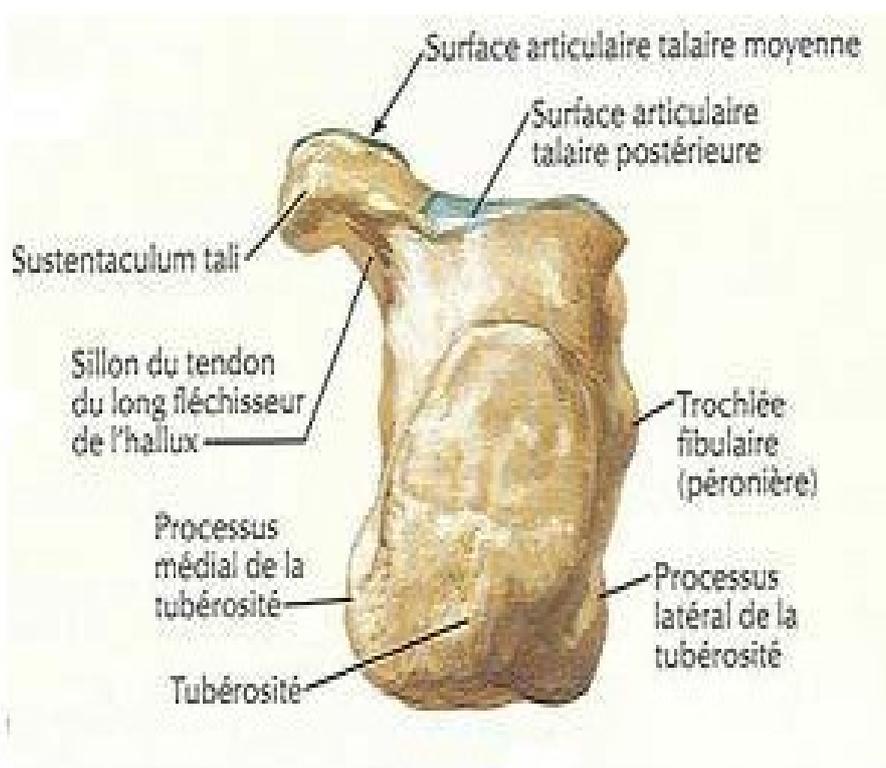


Figure 04 : Vue postérieure du calcanéum(11).

**La face latérale** : elle est rugueuse et présente deux tubercules :

- le tubercule antérieur ou trochlée fibulaire : sépare deux sillons, supérieur et inférieur
- le tubercule postérieur, s'insère le ligament calcanéo-fibulaire.

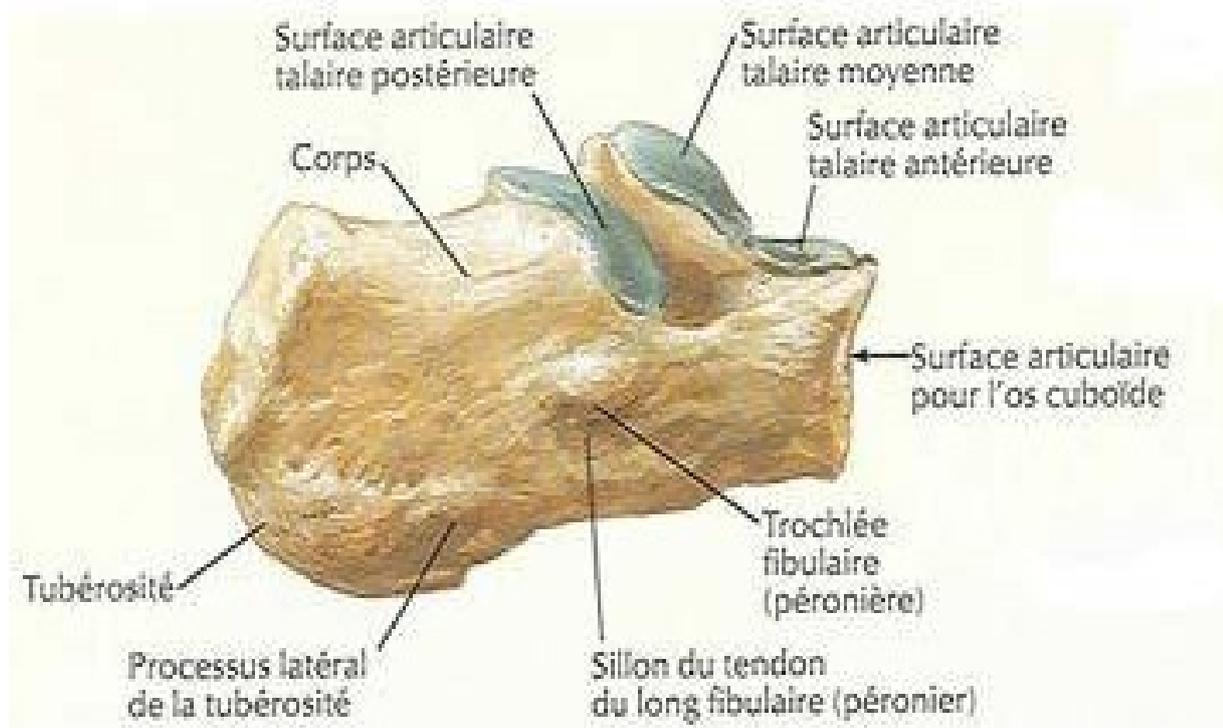
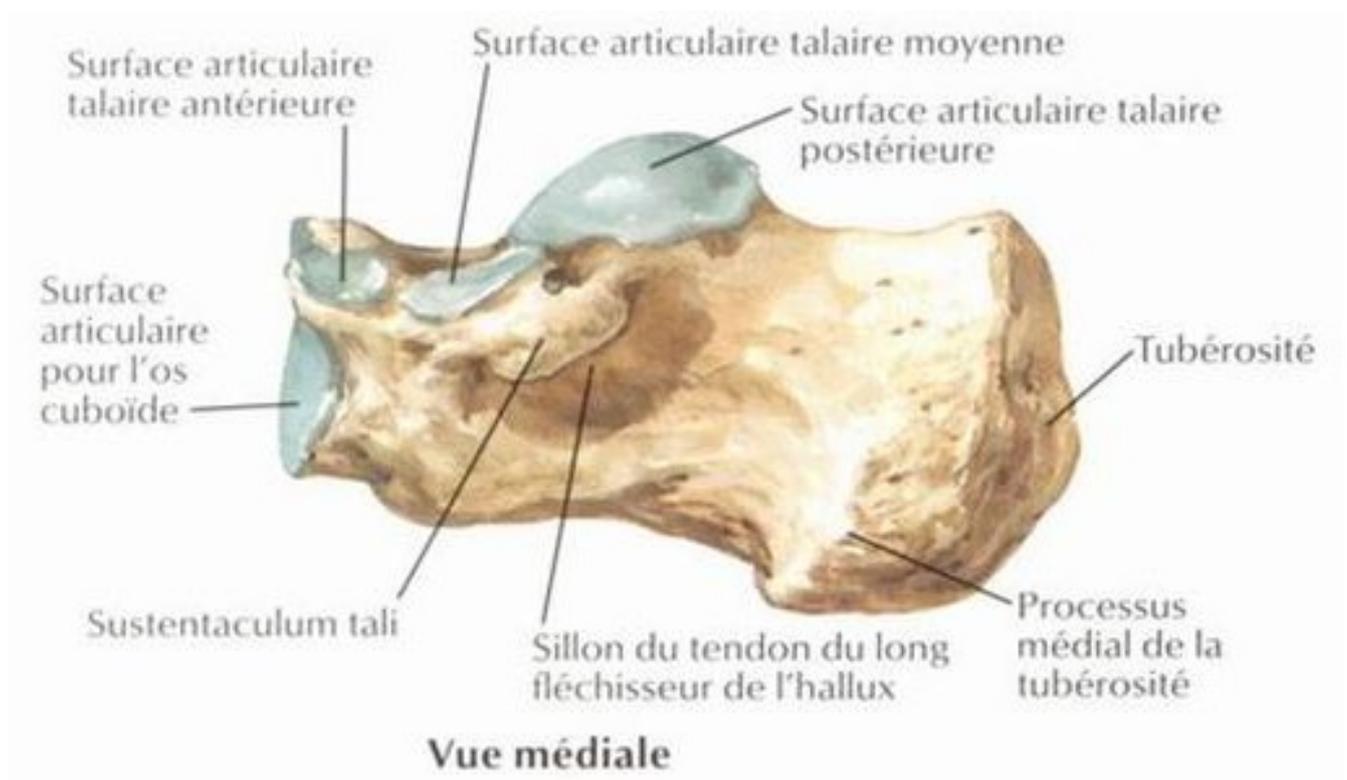


Figure 05 : vue latérale du calcanéum(11).

**La face médiale** : excavée, elle regarde en bas et en avant.

- de sa partie antéro-supérieure se détache le sustentaculum tali qui la surplombe et présente sur :
  - sa face dorsale, la surface articulaire talaire moyenne ;
  - sa face plantaire, le sillon du tendon du muscle long fléchisseur de l'hallux ;
- sur son bord libre l'insertion :
  - en avant, du ligament calcanéo-naviculaire plantaire.
  - en arrière, du muscle tibial postérieur et du ligament tibio-calcanéen.
- dans sa partie inférieure s'insère le muscle carré plantaire.



**Figure 06** : vue médiane du calcanéum(11).

## 2- Les articulations

### A- Les articulations astragalo-calcanéennes

L'astragale et le calcanéum sont unis par deux articulations, l'une antérieure, l'autre postérieure, séparée l'une de l'autre par le sinus astragalo-calcanéen.

#### a- **Articulation astragalo-calcanéenne postérieure**

C'est une articulation du genre des trochoïdes.

#### **Les surfaces articulaires**

- **La surface astragalienne** : est la facette postéro-externe de la face inférieure de cet os, elle est ovalaire à grand axe oblique en dehors et en avant et taillée en forme de cylindre creux dont la courbure suit le grand axe de la facette articulaire, elle regarde en bas et un peu en arrière.
- **La surface calcanéenne** : convexe, regarde en haut et en avant, et représente un segment de cylindre qui s'adapte à la concavité de la facette astragalienne.

**Moyens d'union** : ce sont : une capsule et trois ligaments.

1-**la capsule** : s'attache en bordure des cartilages de revêtement, sauf à la partie postéro- externe ou elle s'insère sur le calcanéum à quelques millimètres en arrière de la surface articulaire.

2-**les ligaments** : on distingue trois : ce sont les ligaments astragalo-calcanéens externe, postérieure et interosseux.

#### **b. L'articulation astragalo-calcanienne antérieure**

Elle comporte une capsule et contractent des rapports ligamentaires importants avec l'articulation astragalo-naviculaire.

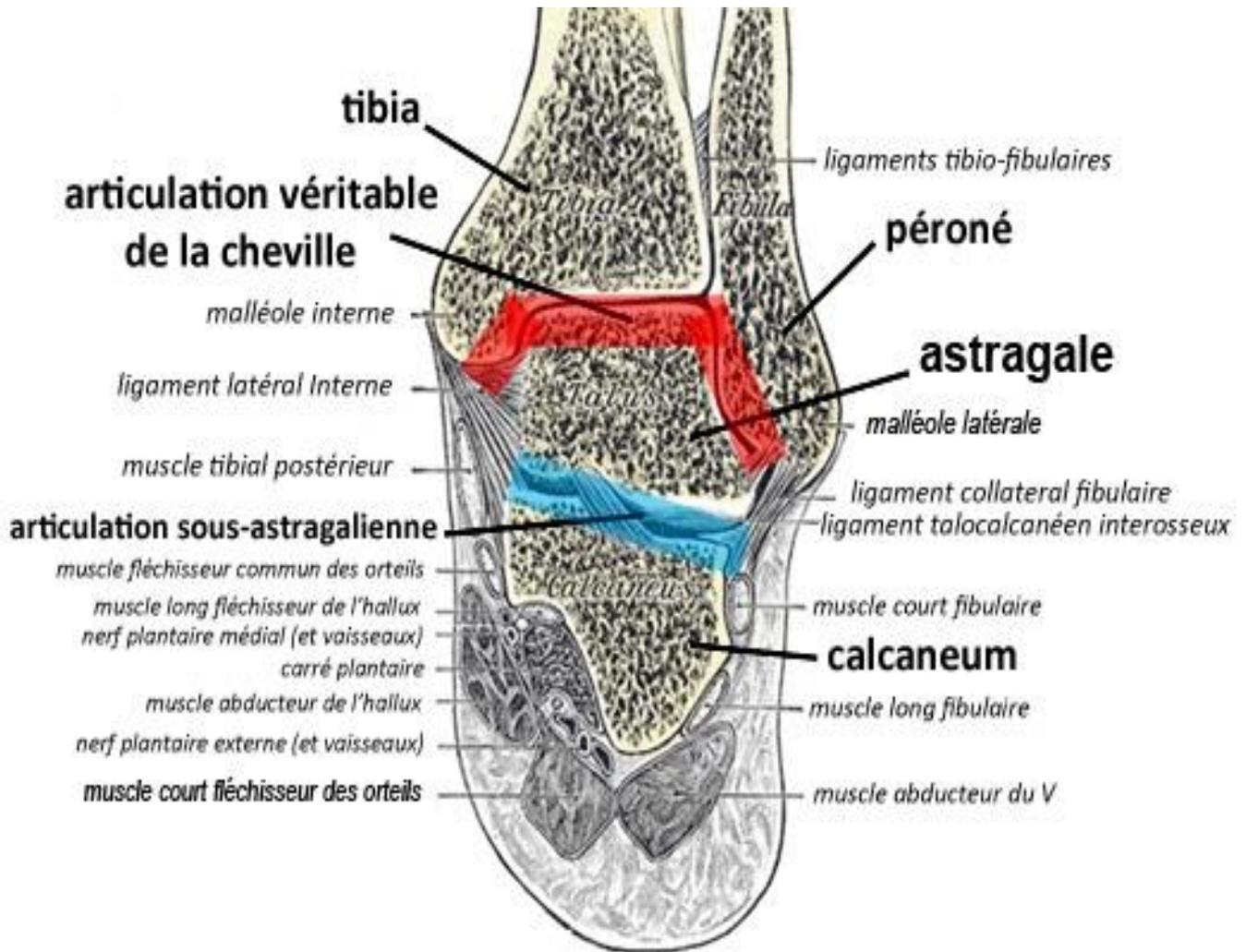


Figure 07 : coupe sagittale de l'articulation sous astragalienne (15).

### **B-Articulation calcanéocuboidienne**

C'est une articulation par emboîtement réciproque.

#### **Les surfaces articulaires**

Du côté du calcanéum : on trouve une surface articulaire qui occupe la face antérieure de la grande apophyse, elle est convexe dans le sens transversal, et dans le sens vertical elle est concave en haut et convexe en bas.

Cette surface s'adapte à la surface postérieure articulaire du cuboïde ; qui présente une orientation exactement inverse.

#### **Les moyens d'unions**

**La capsule** : plus lâche en dehors qu'en dedans, elle est renforcée par trois ligaments :

- a. **Ligament calcanéocuboidien supérieur ou dorsal** : c'est une lamelle fibreuse, mince, souvent divisée en petits faisceaux distincts, il s'étend de la face supérieure de la grande apophyse du calcanéum à la face dorsale du cuboïde.
- b. **Ligament calcanéocuboidien inférieur ou plantaire** : ce ligament est une bande fibreuse, nacrée, étendue de face inférieure du calcanéum au cuboïde et aux quatre derniers métatarsiens, il est formé de deux couches distinctes, l'une superficielle, l'autre profonde.
- c. **ligament calcanéocuboidien interne** : ce ligament est le faisceau externe du ligament en Y. il s'étend de la grande apophyse du calcanéum à la face dorsale du cuboïde, qu'il atteint tout près de la face interne de cet os.
- d. **La synoviale** : elle est indépendante de la synoviale de l'articulation astragalo-scaphoïdienne et séparée de celle-ci par le ligament en Y.

### 3- La vascularisation

La vascularisation du calcanéum est assurée par les artères environnantes :

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

Toutes ces artères sont largement anastomotiques et la richesse de cette vascularisation rend compte de la rareté des complications à type de nécrose du calcanéum.

La vascularisation de la région latérale du calcanéum dépend de l'artère péronière postérieure et 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 1 cm en dessous des tendons des muscles péroniers latéraux. Elle se termine à la face latérale du calcanéum en 4 à 6 rameaux se dirigeant obliquement vers le bas et l'arrière.

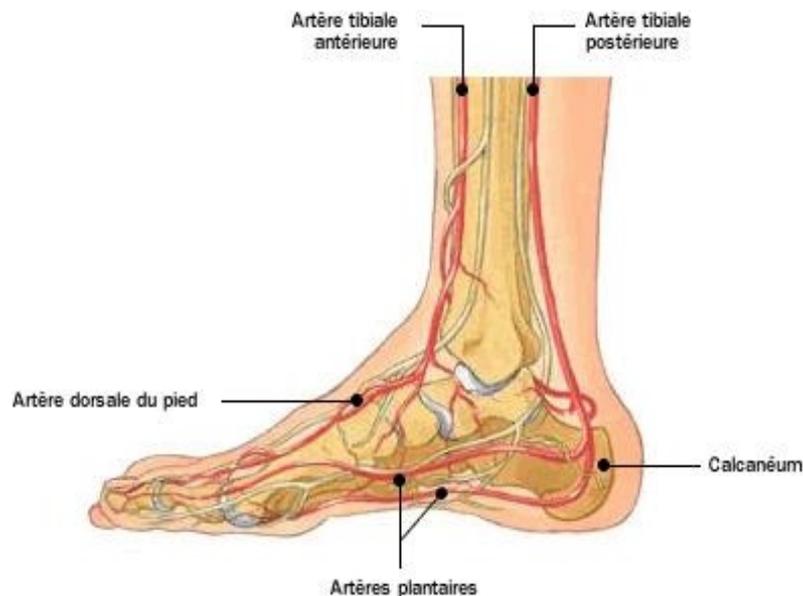


Figure 08 : la vascularisation du calcanéum(15).

#### 4- Les rapports anatomiques

##### a- Tendineux

- 1- **La face latérale** : les tendons terminaux des muscles longs et court fibulaires.
- 2- **La face médiale** : les tendons terminaux des muscles longs fléchisseurs de l'hallux, long fléchisseur des orteils et tibial postérieur.
- 3- **La face postérieure** : tendon terminal du muscle triceps sural.
- 4- **La face plantaire** : le muscle abducteur de l'hallux, l'abducteur du petit orteil, le court fléchisseur des orteils, et le carré plantaire.

##### b- Vasculo-nerveux

###### 1-Les nerfs

**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>e</sup> orteil.

**Le nerf tibial postérieur** :

Qui 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).

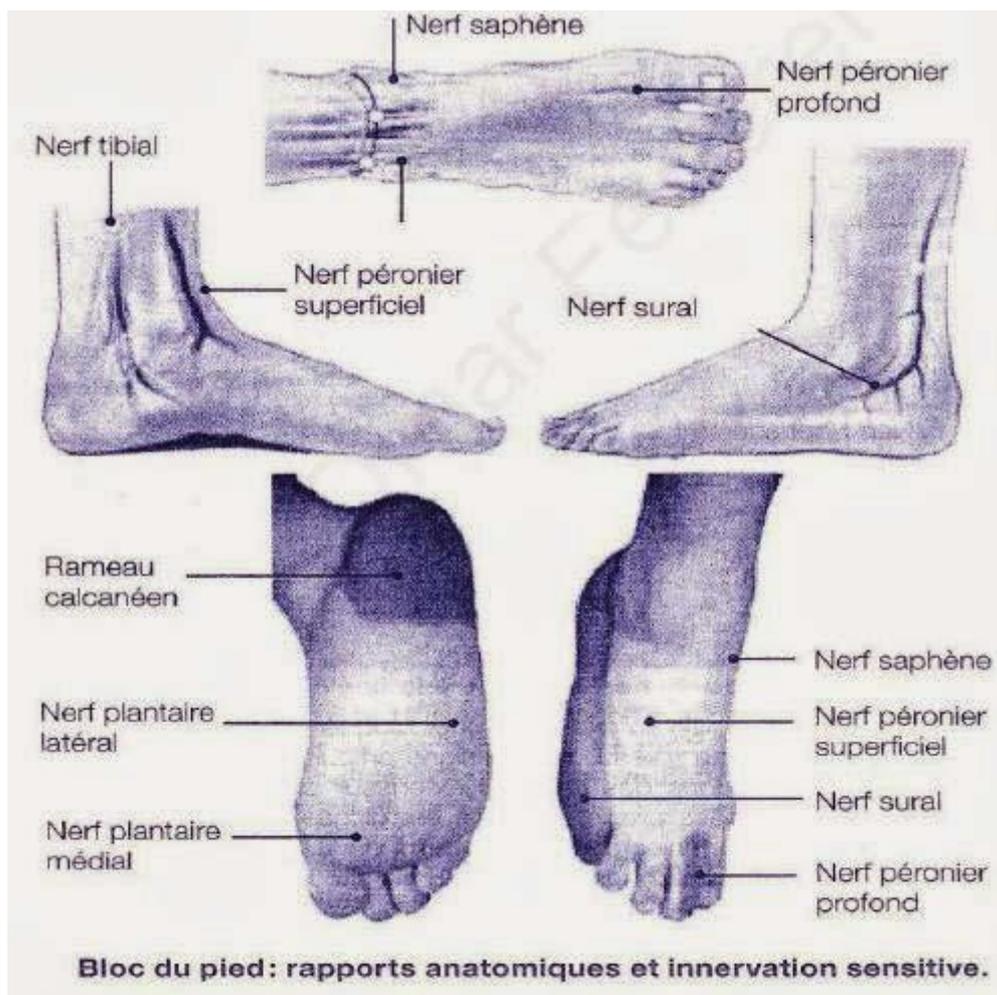


Figure 09 : les rapports nerveux (15).

## 2-Les artères

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

### III. Architecture et biomécanique

#### 1- Architecture

Le poids du corps transmis par le membre inférieur, s'applique sur le tarse postérieur au niveau de la poulie astragalienne à travers l'articulation tibio-tarsienne.

De là, les efforts se répartissent dans trois directions, vers les trois points d'appui de la voûte plantaire. Vers l'appui antérieur et interne, vers l'appui antérieur et externe et vers l'appui postérieur à travers le corps de l'astragale, l'articulation sous astragalienne et le corps du calcanéum (19).

La transmission des efforts mécaniques se lit dans la disposition des travées osseuses :

Les travées issues de la corticale antérieure du tibia parcourent obliques en bas et en arrière, 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.

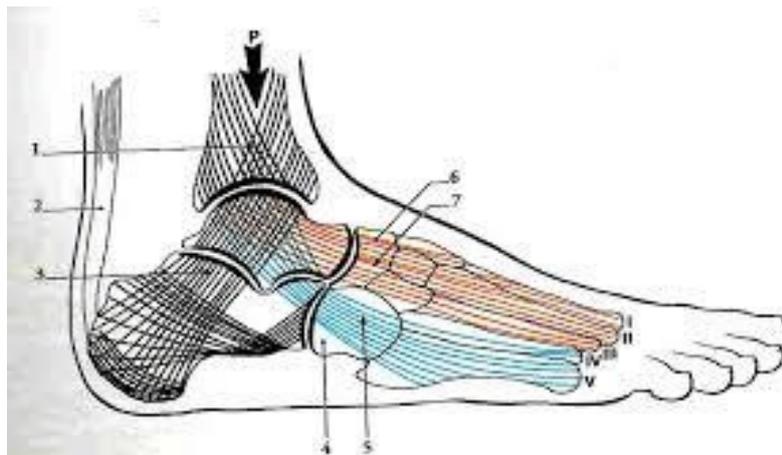


Figure 10 : architecture du pied (19).

A partir de ces constatations architecturales de l'arrière-pied, nous avons assimilé le calcanéum à une forme 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(19).

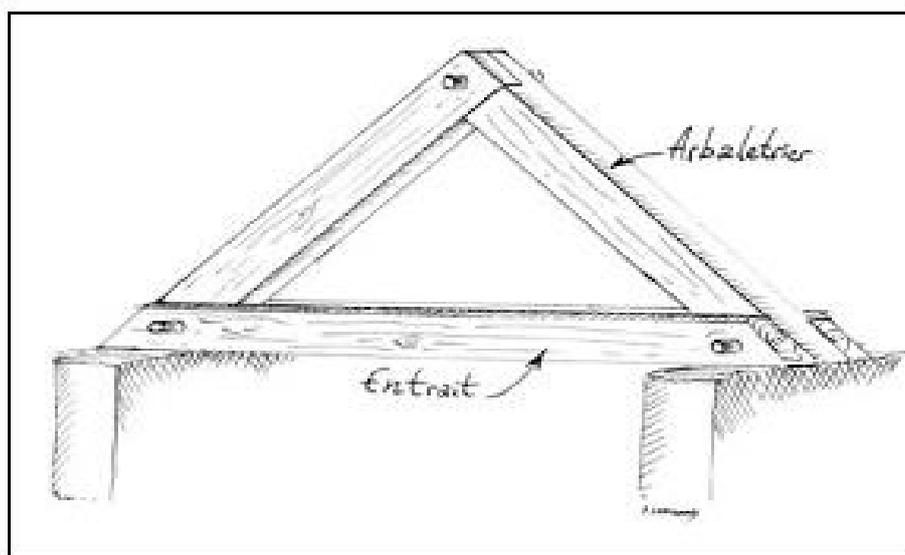


Figure 11 : la forme du calcanéum assimilée à une ferme avec un entrait et 02 arbalétriers(19).

## 2- La voûte plantaire

Il existe un couplage avant-pied/arrière-pied. En effet, tout déplacement au niveau du pied postérieur s'accompagne d'un déplacement dans le même sens du pied antérieur et réciproquement.

Ce couplage est lié à la double appartenance du calcanéum, à la fois au pied postérieur (articulation sous-astragaliennne) et au pied antérieur (articulation calcanéo-cuboïdienne).

Toutes ces pièces osseuses et toutes ces articulations vont concourir à la constitution de la voûte plantaire. Elle est formée de trois axes. La qualité de l'appui repose sur un ensemble de voûtes qui répartissent les pressions et les absorbent :

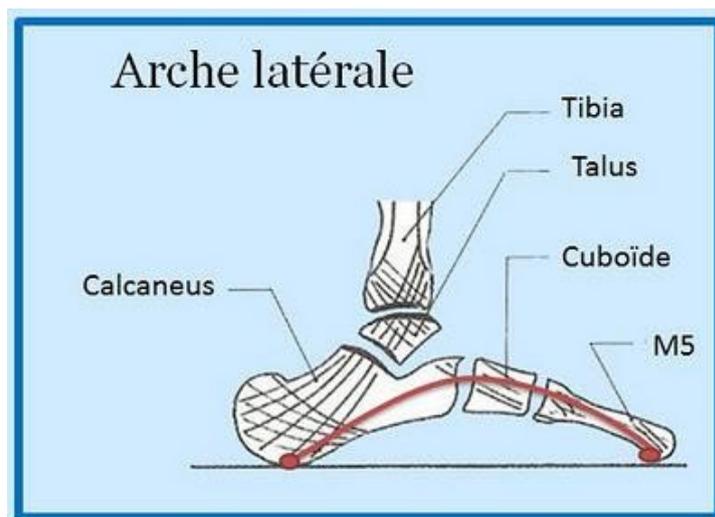


Figure 12 : l'arche latérale (19).

### **Arcade ou Arche latérale**

Une arche latérale : constituée par le Calcanéus, le cuboïde et le métatarsien V  
Elle porte deux points d'appui au sol,

- en arrière avec la tubérosité postérieure du Calcanéus,
- en avant c'est la tête du métatarsien V.

Cette arche est plus basse et se déforme moins que l'arche médiale. Elle

comporte un élément palpable c'est le tubercule de la base du métatarsien V.

Ce tubercule est un point fréquent de fracture car sur ce tubercule vient se fixer le tendon du muscle court fibulaire.

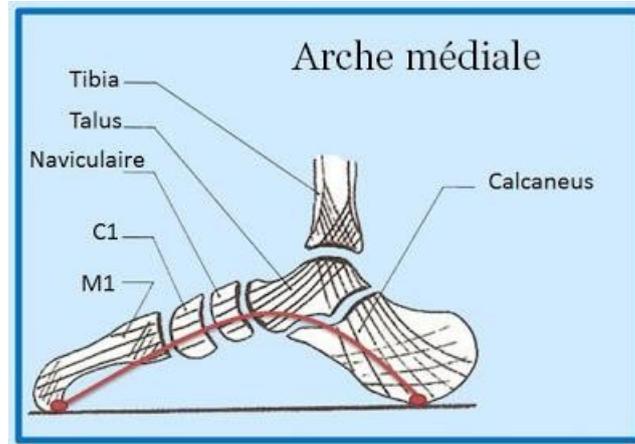


Figure 12 : l'arche médiale (19).

### **Arcade ou Arche médiale**

La voûte principale, la voûte plantaire ou arche médiane est constituée par le calcanéus, le talus, l'os naviculaire, le cunéiforme médial et le métatarsien I. Sous la tête du premier métatarsien se trouve les 2 os sésamoïdes.

Elle porte deux points d'appui au sol :

- en arrière, sur le Calcaneus,
- en avant sur la tête du métatarsien I.

Cette arche est plus haute que l'arche latérale, elle se déforme plus facilement.

### 3- Description de l'articulation sous talienne

Le fonctionnement de l'articulation sous talienne est assez simple à comprendre sur le pied en décharge. Comme l'a décrit Farabeuf, le calcanéum « tangué, vire et roule » sous le talus.

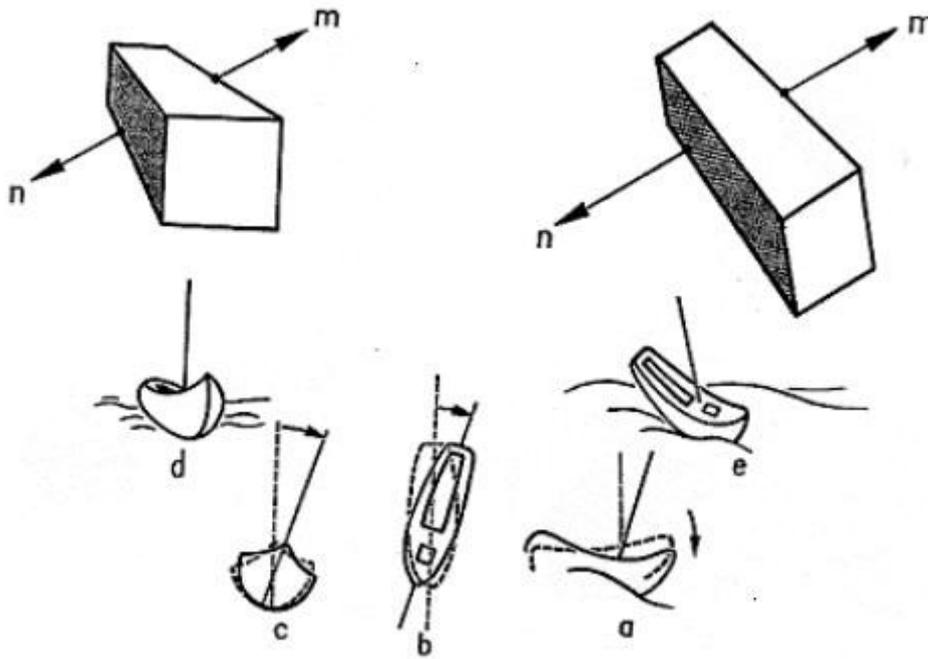


Figure 13 : les mouvements du calcanéum sous l'astragale selon l'axe de HENKE : a- tangué, b-vire, c- roule (19).

Il est également admis que les trois mouvements élémentaires dorsiflexion-flexion plantaire, abduction-adduction et pronosupination sont automatiquement associés dans un mouvement unique d'éversion-inversion autour du classique axe de Henke. L'éversion associe dors flexion, abduction et pronation, tandis que l'inversion associe flexion- plantaire, adduction et supination.

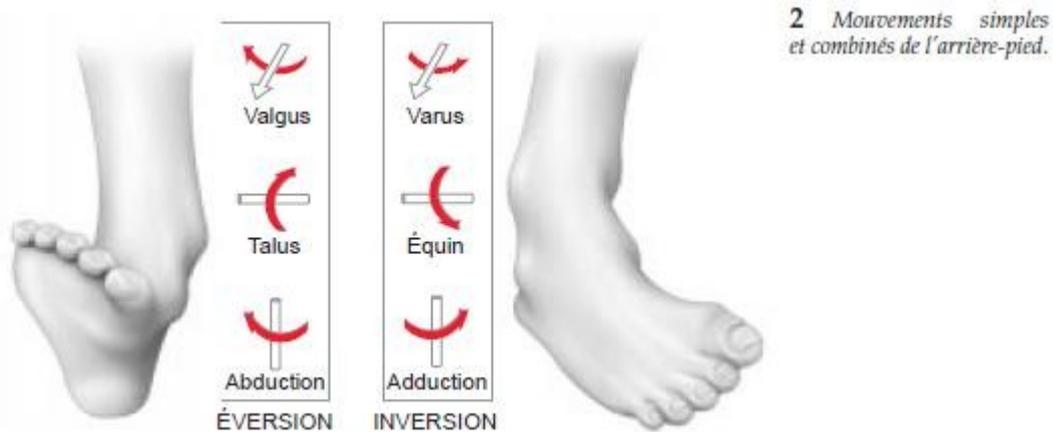


Figure 14 : les mouvements de l'arrière pied (19).

## IV. PHYSIOPATHOLOGIE

### 1- Les étiologies

Les fractures thalamiques et juxta-thalamiques succèdent typiquement à des chutes d'une grande hauteur. « Plus on tombe de haut, plus la fracture est basse » (Vallas).

1. Chut d'un lieu élevé, accident du travail, défenestration : accidentelle ou suicidaire
2. Projection de bas en haut : accident de la mine, torpillage des bateaux.
3. Accident de la voie publique : pied écrasé par le moteur.
4. Traumatismes indirectes sont rares : chute sur la pointe des pieds avec contraction brusque du triceps sural : Fracture de la grande tubérosité du calcanéum.
5. Fracture de fatigue.

## 2- Le mécanisme

- Lors du contact avec le sol, le calcanéum est soumis à 02 forces parallèles et inverses :
  - Le poids du corps : transmis par l'astragale, à la partie antéro-interne.
  - La résistance du sol, transmise au niveau des tubercules postérieurs.
- Le mécanisme est donc, une force de Cisaillement - Compression. Le mécanisme de fracture du calcanéum comprend 03 temps :
  - **Premier temps** : lors d'une chute sur l'arrière pied, le calcanéum est soumis à ces 02 forces de cisaillement - compression qui provoquent une fracture - séparation, dont le trait est sagittal donnant 02 fragments fracturaires « c'est la fracture du calcanéum à 2 fragments »
    - Postéro- Externe : important
    - Antéro- interne plus petit.
  - **Deuxième temps** : Les forces poursuivent leurs actions, l'astragale exerce une compression sur le fragment postéro- externe, qui cède au niveau de la corticale externe de faible résistance. De ce fragment postéro- externe se détache un fragment de moindre dimension emportant un fragment du thalamus et un fragment de corticale : c'est le fragment cortico- thalamique.

C'est la fracture du calcanéum à 03 fragments.
  - **Troisième temps** : Si les forces poursuivent leurs actions ; la corticale plantaire se fracture à son tour, on obtient ainsi une fracture du calcanéum à 4 fragments ou au maximum un

écrasement du calcaneum (fracture comminutive), de plus, selon la position du pied, l'enfoncement du thalamus sera :

- Postérieur horizontalisant le thalamus, si pied en équin.
- Antérieur verticalisant le thalamus ; si pied en talus.

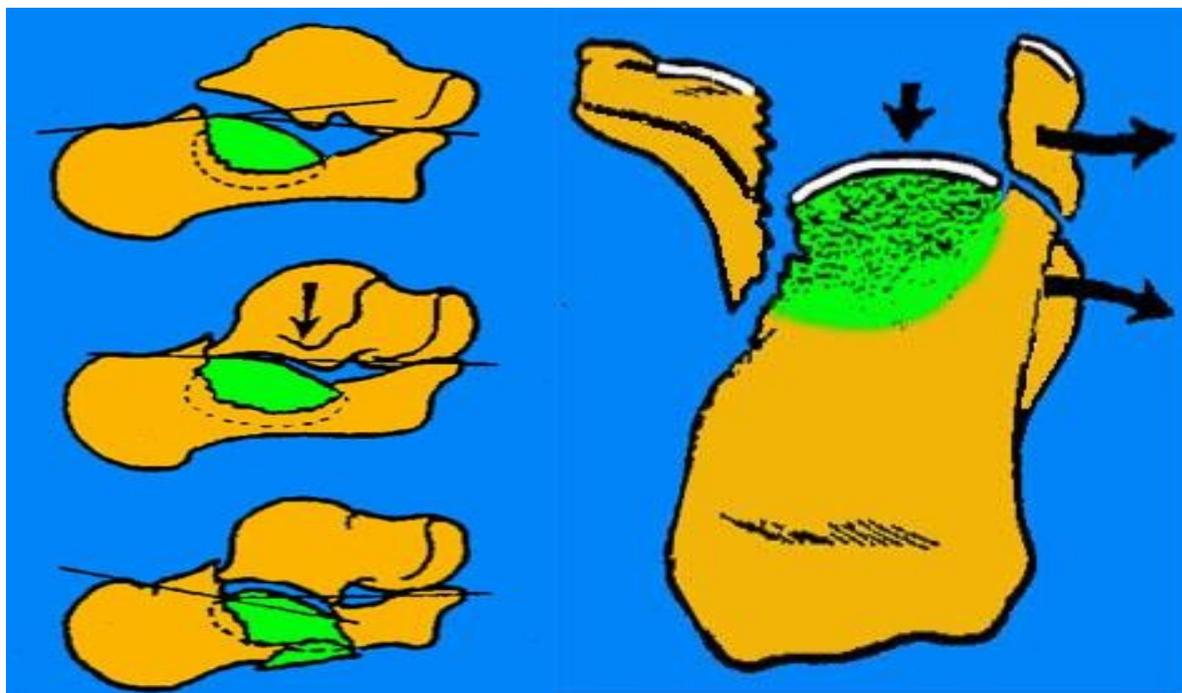


Figure 15 : physiopathologie des fractures du calcaneum (19).

## V. Anatomo-pathologie

- Les fractures englobant le thalamus ou péri thalamique.
- Les fractures à distance du thalamus sont des fractures parcellaires.

### A- Fractures parcellaires extra-thalamiques

1- **Fracture de la tubérosité postérieure** : 03 types selon

BOHLER :

- **Type I de BOHLER** : fracture de l'angle postéro- supérieure :
  - En **Bec de Canard** ; siégeant au-dessus et au-dessous de l'insertion du tendon d'Achille.
  - Le fragment déplacé se déplace vers le haut.

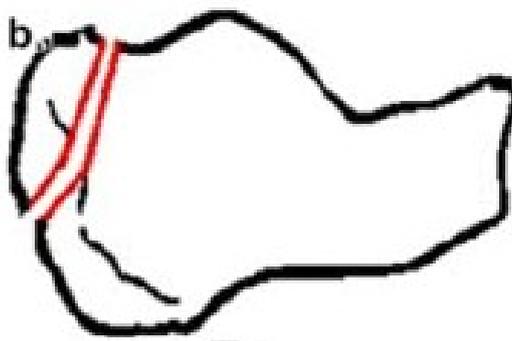


Figure 15 : fracture de l'angle postéro- supérieur (2).

- **Type II de BOHLER** : fracture du tubercule postéro- interne : simple ou comminutif par tassement.
- **Type III de BOHLER** : fracture de la tubérosité postérieure rétro thalamique à trait verticale.

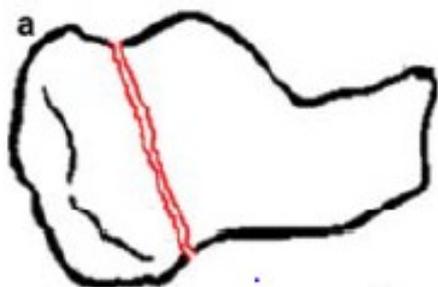


Figure 16 : fracture rétro thalamique (2).

## 2- Fracture du bec de la grande apophyse

- Articulaire : articulation calcanéo- Cuboidienne.
- Visible sur : - Incidence Dorso- plantaire
- Incidence ANTHONSEN.
- Diagnostic différentiel avec osselet surnuméraire.

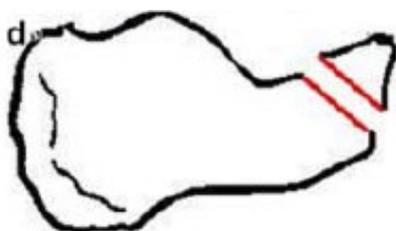


Figure 17 : fracture du bec de la grande apophyse (2).

## 3- Fracture du sustentaculum Tali

Fracture thalamique dont le trait est sagittal très interne.

## B- Fractures thalamiques et péri-thalamiques

fréquentes, complexes et de mauvais pronostic.

### - Classification de DUPARC

Cette classification poursuit la conception de PALMER : 02 éléments physiopathologique guidant la description :

- Cisaillement : responsable de traits de séparation.
- Compression : qui se traduit par l'enfoncement.
- **Type I** : Fracture séparation à 2 fragments principaux de variété sagittale, transversale ou fronto- oblique.

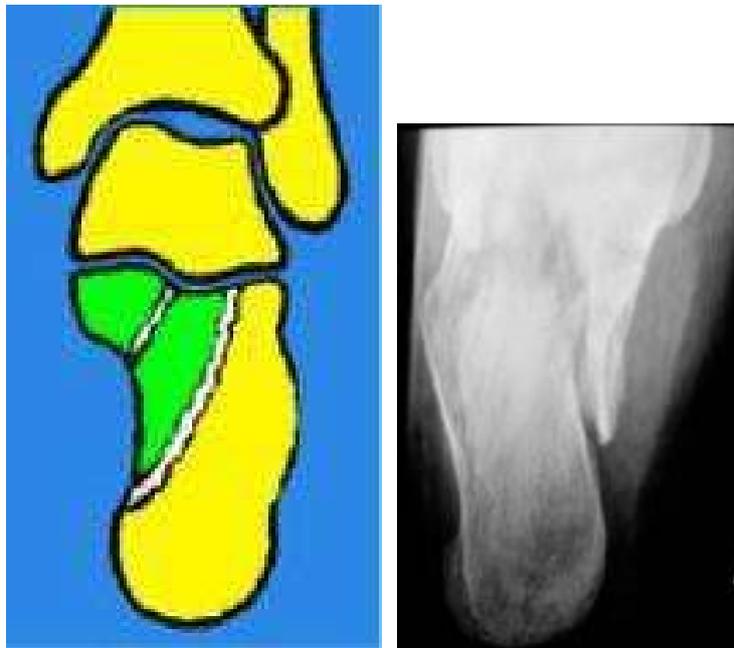


Figure 18 : fracture type 01 selon Duparc (6).

- **Type II** : Fracture séparation à 02 fragments avec luxation du fragment postéro-externe.

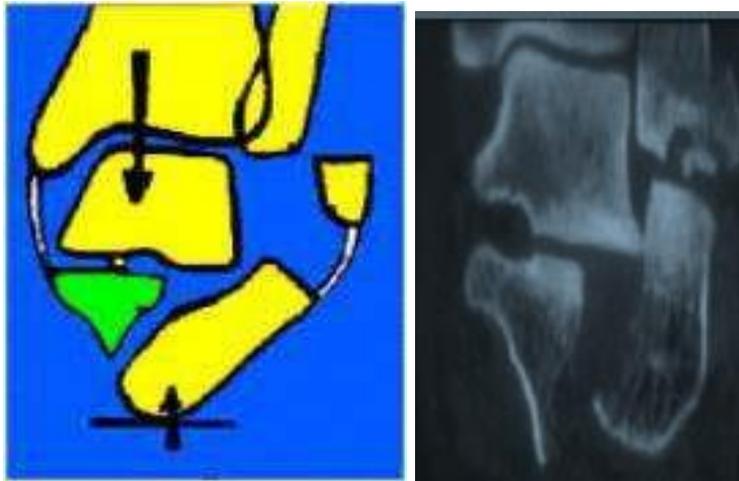


Figure 19 : fracture type 02 selon Duparc (6).

- **Type III** : Fracture séparation- enfoncement à 03 fragments
  - Postéro- externe : ne se résorbe que légèrement, subit compression.
  - Antéro- interne : peut important.
  - Cortico- thalamique : par l'enfoncement du thalamus l'enfoncement peut être :
    - Vertical total ou partiel.
    - Horizontal.
    - Mixte.

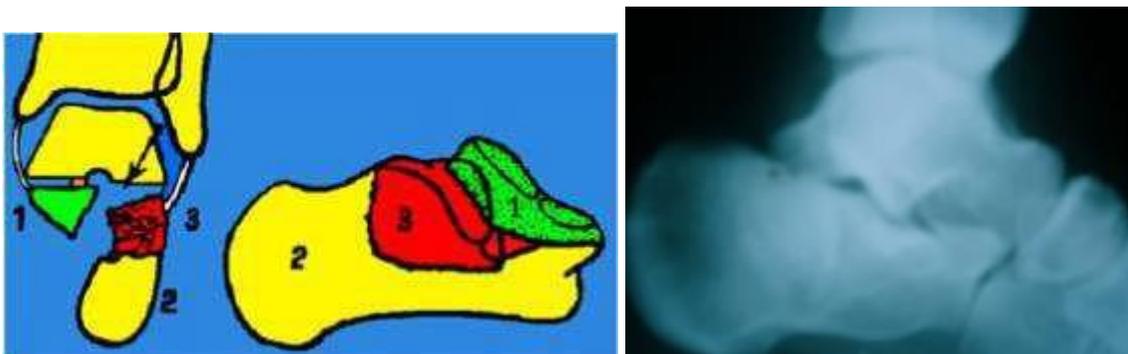


Figure 20 : fracture type 03 selon Duparc (6).

- **Type IV** : fracture séparation- enfoncement à 4 fragments : par refond du fragment postéro- externe, l'enfoncement peut être :
  - Vertical total ou partiel.
  - Horizontal.
  - Mixte avec rupture de la corticale plantaire

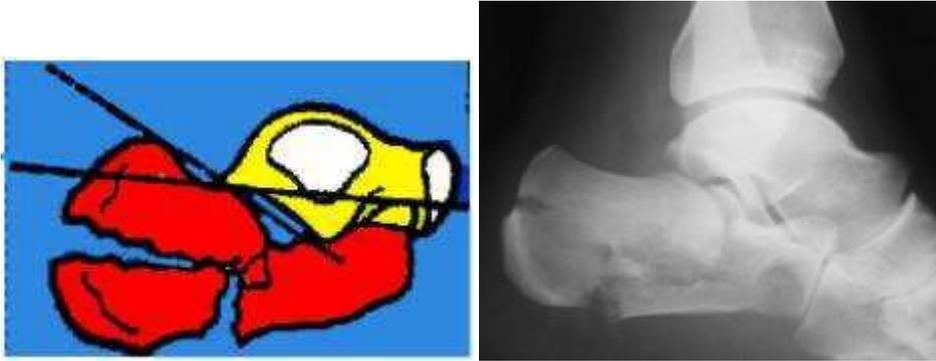


Figure 21 : fracture type 04 selon Duparc (6).

- **Type V** : écrasement total en « Tampon de buvard » ou comminutif.



Figure 22 : fracture type 05 selon Duparc (6).

### Classification de Kempf et Touzard

- Type 1** : Fracture séparation à 2 fragments antéro-interne et surtout postéro-externe par trait d'obliquité variable.
- Type 2** : Fracture luxation : le fragment postéro-externe bascule en varus et se luxe en dehors.
- Type 3** : Fracture séparation-enfoncement à 3 fragments (que l'enfoncement soit vertical ou horizontal).

**Type 4 : Fracture séparation à 4 fragments** (que l'enfoncement soit vertical ou horizontal).

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

### Classification de Sanders

- Basé sur des coupes scannographiques transversales.

**Type I :** Fracture non déplacé.

**Type II :** Fracture à deux fragments.

**Type III :** Fracture à trois fragments.

**Type IV :** fracture comminutive.

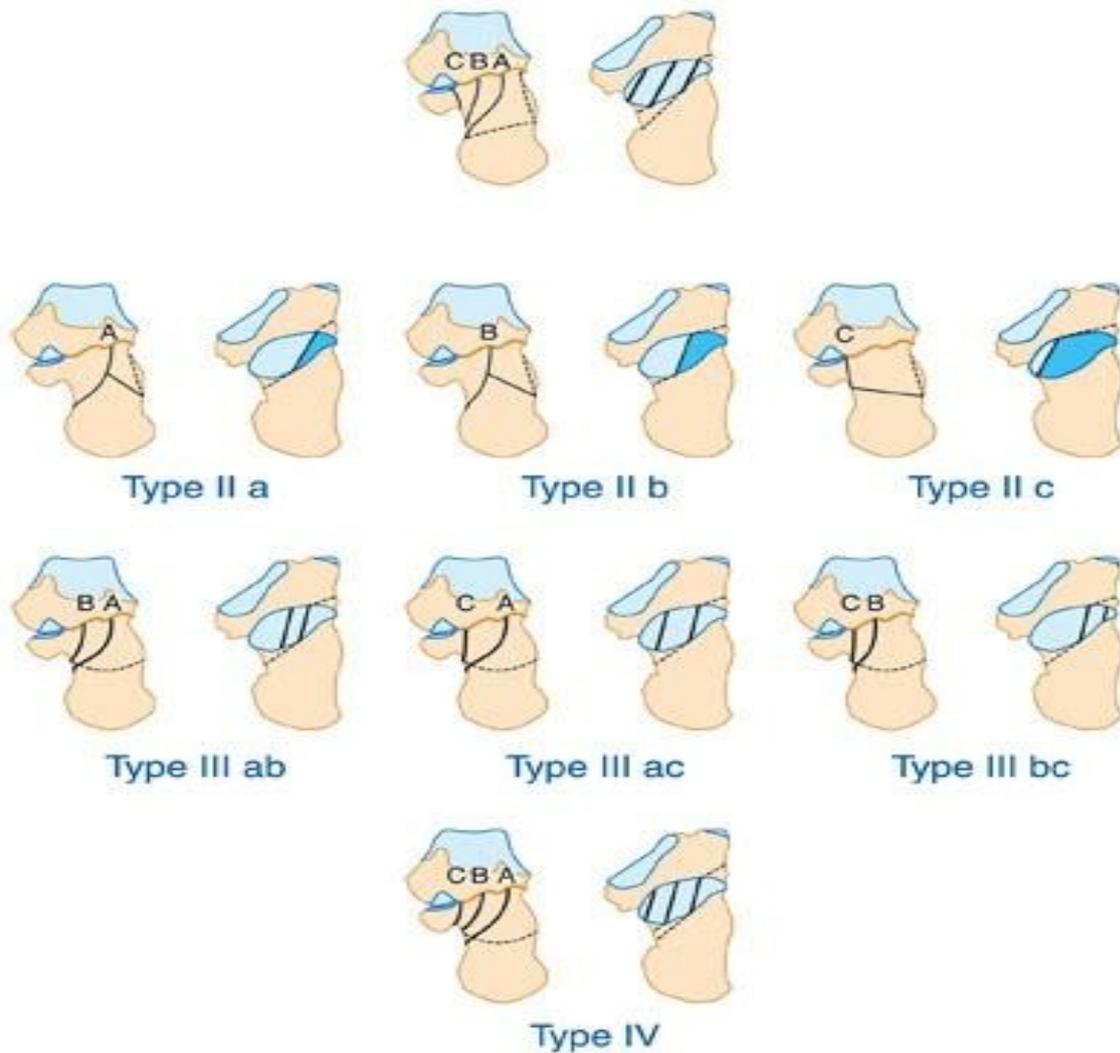


Figure 23 : la classification de Sanders (12)

**CLASSIFICATION d'UTHEZA**

- étude des fractures thalamiques avec enfoncement.
- Le trait de séparation de Palmer est toujours sagittal, trait fondamental.

**Fracture verticale**

- Le trait fondamental est plutôt médial.
- Le fragment cortico-thalamique prédominant est le siège d'un enfoncement vertical.
- Ce type de fracture se produirait lorsque le pied est en pronation au moment de la chute.



Figure 24 : fracture verticale du calcanéum selon Uthéza (7).

**Fractures horizontales**

- Le trait fondamental est plutôt latéral.
- Le fragment antéro-médial prédominant est le siège d'un enfoncement horizontal.
- Ce type de fracture se produirait lorsque le pied est en supination au moment de la chute.



Figure 25 : fracture horizontale du calcanéum selon Uthéza (7).

### **Fractures mixtes**

- Le trait fondamental est médio-thalamic.
- Le fragment antéro-médial est enfoncé horizontalement (abaissement).
- le fragment cortico-thalamic enfoncé verticalement (pivotement).
- Ce type de fracture se produirait lorsque le pied est en position indifférente lors de la chute.



Figure 26 : fracture mixte du calcanéum selon Uthéza (7).

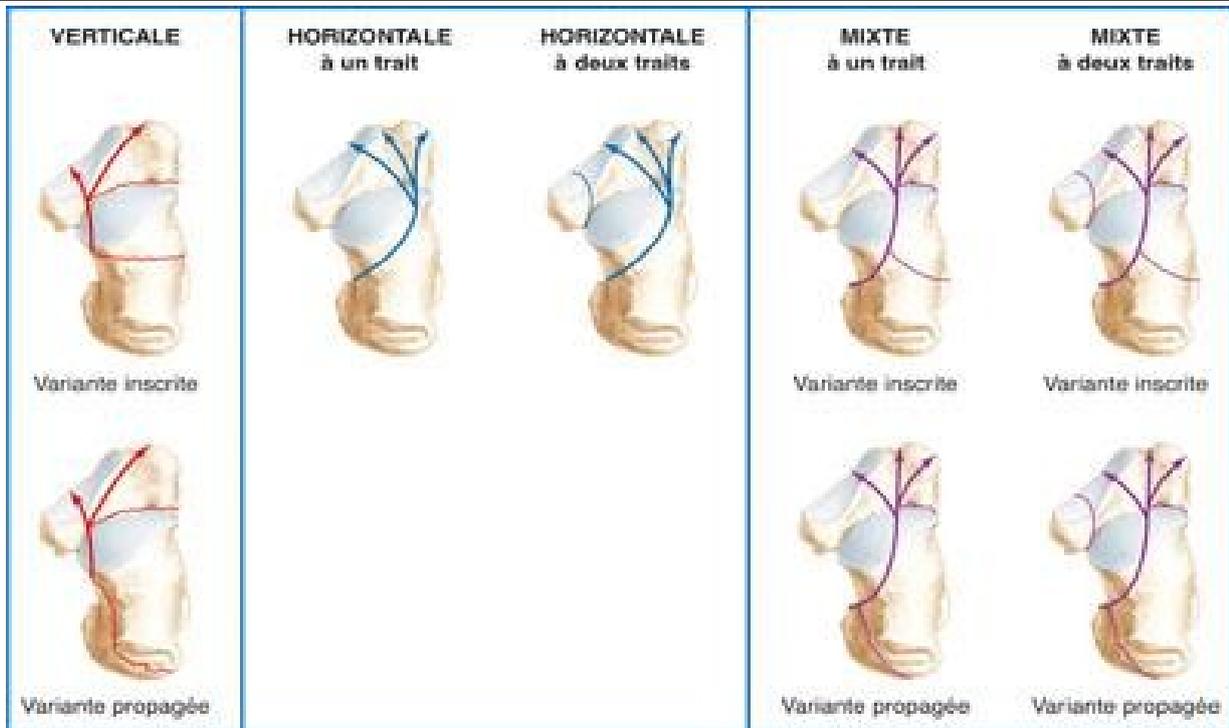


Figure 26 : la classification Uthéza (7).

## C- Etude des Fractures

### 1- Fracture séparation Type I

- Le trait est sagittal : en bas et en dedans, de siège variable : interne, médiane, en dehors du thalamus
- Le trait n'est pas visible sur les incidences du cliché profil mais sur les incidences axiales.
- Quand le trait est frontal ; il siège :
  - o En pleine surface thalamiques.
  - o Dans la région immédiatement thalamique.
  - o Ou dans la région pré thalamique.
  - o Les traits de refonds sont possible : fracture en « Y ».

## 2- Fracture enfoncement type III, IV et V

- Le fragment libéré au dépend du fragment postéro -externe, est un fragment cortico- thalamique qui s'enfonce dans le calcanéum
- Le fragment postéro- externe restant peut être refondu.
- Le fragment cortico- thalamique peut réaliser un enfoncement vertical le plus souvent caractérisé par :
  - Enfoncement vertical : le plus souvent caractérisé par :
    - Surface thalamique verticalisée avec interligne astraglo- calcanéenne ouverte en bas et en avant.
    - Un trait thalamique vertical.
    - Des traits de refonds horizontaux.
    - Sur le cliché radiologique : aspect en « **Soufflet** » pathognomonique de l'enfoncement vertical.
  - \*Enfoncement Horizontal : rare, caractérisé par :
    - Surface thalamique horizontalisée avec conservation possible du parallélisme astragalo- calcanéen « thalamique ».
    - Un trait rétro thalamique.
    - Le décrochage rétro thalamique est pathognomonique de l'enfoncement horizontal. L'importance de l'enfoncement est apprécié selon la valeur de l'angle tubéro- thalamique de **BOHLER** déterminé sur le coté sains : elle varie entre 25 - 40 ° normale ; cet angle est constitué à partir d'une radiographie du pied profil externe, formé par deux lignes partant du bord supérieur du thalamus et rejoignant l'une :
      - L'angle supérieur de la grosse tubérosité
      - Autre ; bec de la grande apophyse.

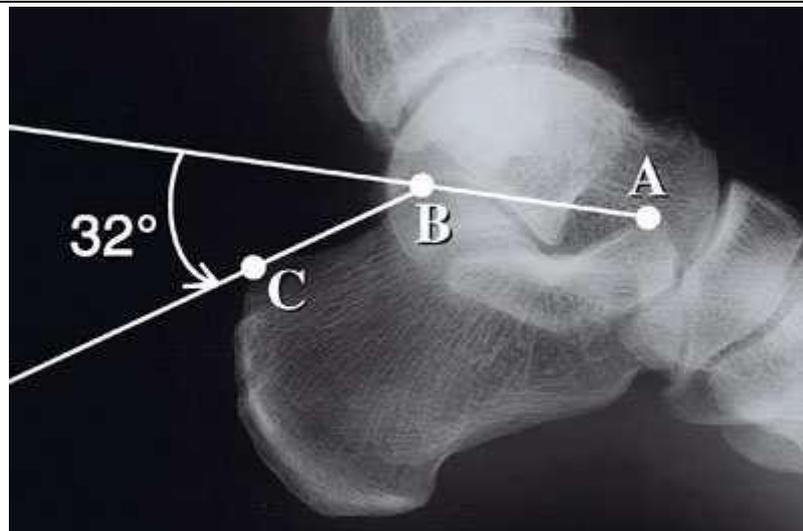


Figure 27 : mesure de l'angle de Bohler sur une radiographie du profil (7).

- 1<sup>er</sup> degré : Angle encore positif (+).
- 2<sup>e</sup> degrés : Angle Nul.
- 3<sup>e</sup> degrés : Angle négatif (-).

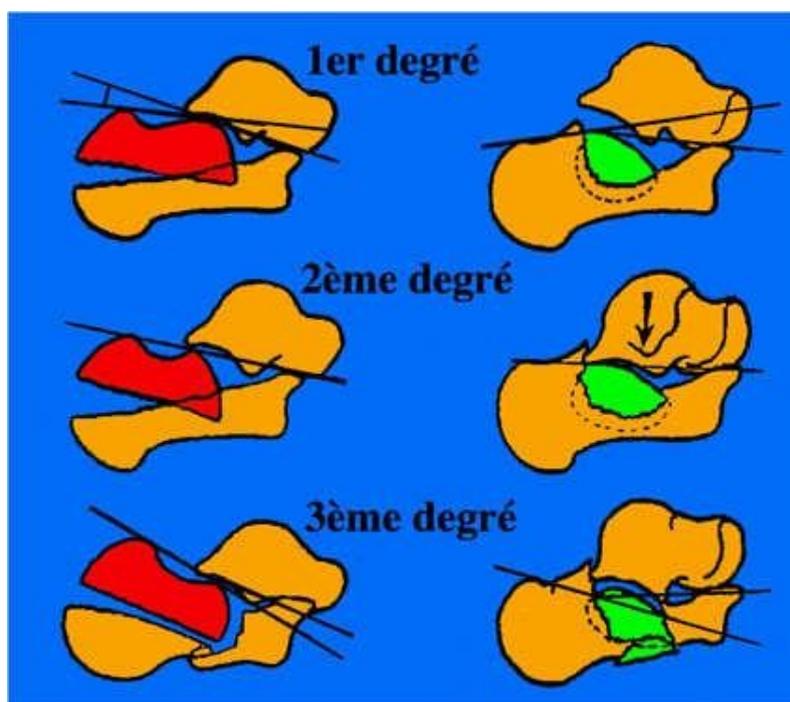


Figure 28 : les degrés de l'angle de Bohler (7).

**\*Luxation Type II :**

- Longtemps méconnue.
- Remplace l'enfoncement par une bascule en valgus du fragment postéro externe qui peut venir au contact de la malléole externe et même la fracturée.
- S'accompagne obligatoirement de lésions capsulo- ligamentaire :
  - Rupture de la capsule astragalo- calcanéenne
  - Rupture ligamentaire : - Péronéo- calcanéen.
  - Péronéo- astraglien antérieure.
  - Tendon du court péronier latéral.
- Incarcération possible du tendon du long fléchisseur du gros orteil, cause d'irréductibilité.
  - **Lésions associés :**
    - *les lésions Cartilagineuses* : Abrasion, décollement, contusion sans rapport avec l'importance des lésions osseuses et responsable de détériorations articulaires ultérieures et d'arthrose.
    - Leur diagnostic se fait par la TDM ou l'IRM.
    - *Les lésions capsulo-ligamentaires* : très importante lors des fractures-luxations, elles sont surtout externes.
    - *Ouverture cutanée* : rare et de mauvais pronostic vu le risque infectieux et difficultés de cicatritions avec risque d'ostéite calcanéenne. Pouvant interdire l'acte chirurgical.

**Classification GUSTILLO et ANDERSON (USA 1984) Type I :**

plaie quasi punctiforme de - de 1 cm

**Type II** : plaie > 1 cm sans lésions étendue des parties moles

**Type III** : lésions grave non fermables

**III a** : couverture du foyer de FR est possible ; traumatise à haute

énergie (fracs à communiton étendue)

III b : large perte de substance cutanée + abrasion periostée exposant foyer à la contamination qu'est massive)

III c : lésions vasculaires

- *les lésions osseuses associées* : expliquées par le mécanisme, elles sont régionales homolatérales, bilatérales ou éloignées au niveau du rachis.

## VI. Etude clinique

Le plus souvent, il s'agit d'un sujet jeune, victime d'une chute d'une hauteur avec réception sur le talon provoquant une vive douleur interdisant l'appui.

**A- Interrogatoire** : s'attache à préciser outre que l'état civil :

- Circonstance de l'accident
- Heure de survenue
- Heure du dernier repas
- Les antécédents et les tares associées.

**B- Examen clinique** : - En dehors du polytraumatisé, l'examen se fera sur un patient en décubitus ventral ou à genoux les pieds dépassants le bord de la table.

- Examen comparatif.

**1- Inspection** : retrouve selon les cas :

- Elargissement du talon avec effacement du sillon latéro- achilienne.
- Pseudo- raccourcissement du talon avec abaissement apparent des malléoles
- Perte de la courbure normale de la voute plantaire.

- Talon effacé et translaté en valgus.
- Tuméfaction sous et rétromalléolaire externe.
- Ecchymose sous et rétro malléolaire externe, avec ecchymose nummulaire plantaire de **Mandor** : de grande valeur, précoce, centrale, arrondie, diffus vers les orteils formant une languette digito–plantaire.
- Des lésions cutanées à type de phlyctènes et d'excoriations

**2- Palpation** : Douce, non traumatique et retrouve aussi selon les cas :

- Points douloureux sous malléolaire : face externe du calcanéu
- Une mobilité indolore de l'articulation tibio–tarsienne ( prono–supination) ; et si présence de douleur c'est un signe en faveur d'un enfoncement ostéochondral important.
- Une douleur à la palpation et mobilisation du talon notamment en varus–valgus.
- Les lésions vasculo–nerveuses à rechercher systématiquement.
- L'examen de l'autre calcanéum est systématique.



Figure 29 : œdème et ecchymose post traumatique du pied (12).

## VII. Etude Radiologique

### A- Le Bilan Radiologique standard

Du fait des superpositions osseuses, de nombreuses incidences radiologiques ont été décrites

#### 1-les incidences de profil

a – **Profil externe** : le patient en décubitus dorsal, pied couché par son bord externe sur la cassette, cheville à 90 °.

Ce profil permet :

- d’apprécier la morphologie globale du calcanéum.
- de montrer l’articulation sous astragaliennne postérieure.
- de dépister les traits de fractures frontaux.
- permet enfin de calculer l’angle tubéro-thalamique de Bohler.

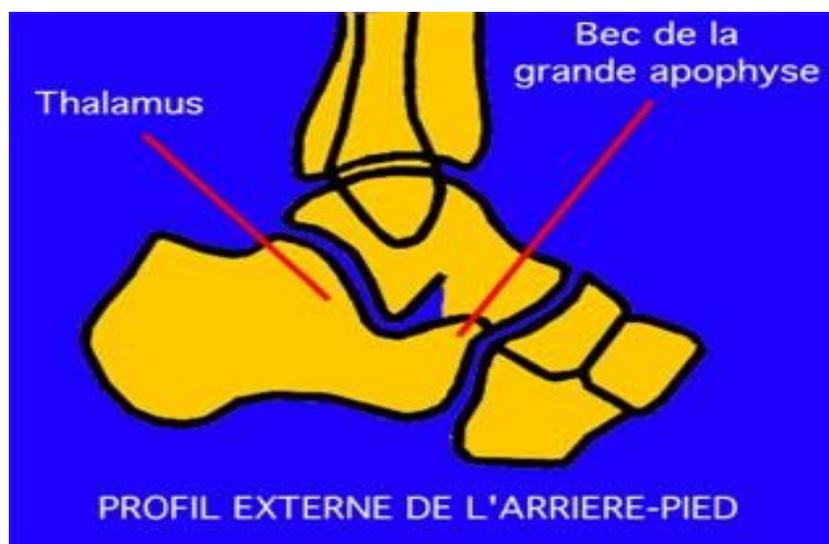


Figure30: profil externe de l'arrière pied (13).

**b – Profil interne** : pied couché par son bord interne, cheville 90°.

Il montre mieux l'articulation sous-astragaliennne antérieure et permet surtout la comparaison avec les clichés per-opératoire qui sont des profils internes pour des raisons d'installation opératoire.

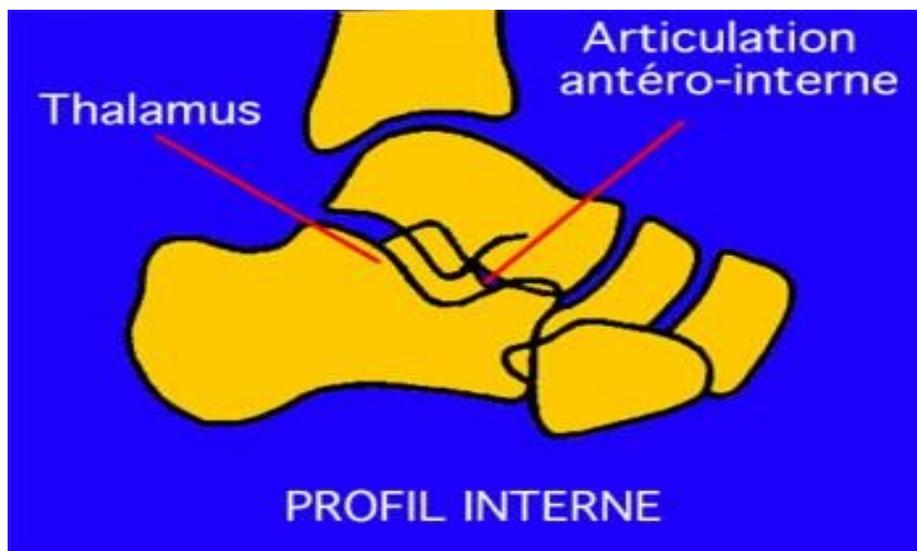


Figure31: profil interne du pied (13).

## 2-les incidences verticales, de face ou axiales a-Incidence rétrotibiale

a-Incidence descendante ou dorso-plantaire : peut être réalisé chez un patient debout ou en procubitus (20).

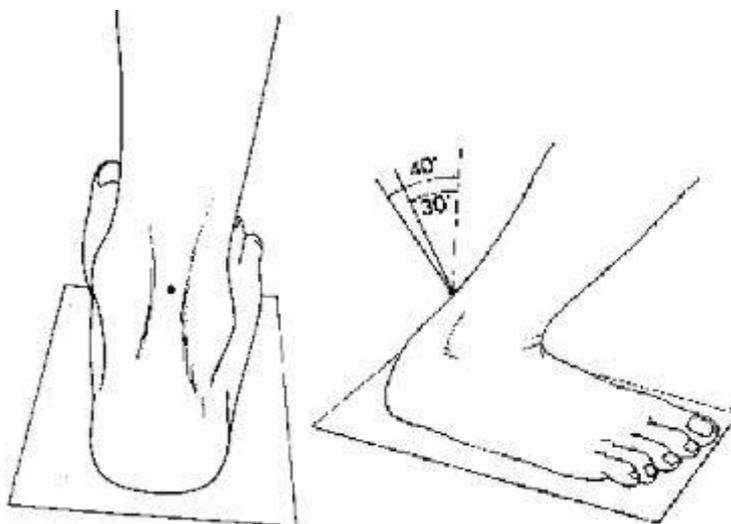


Figure 32: incidence rétrotibiale descendante (13).

**b-Incidence ascendante planto-dorsale de Boheler** : patient en décubitus dorsal, pied en flexion dorsal forcée, talon sur la cassette.

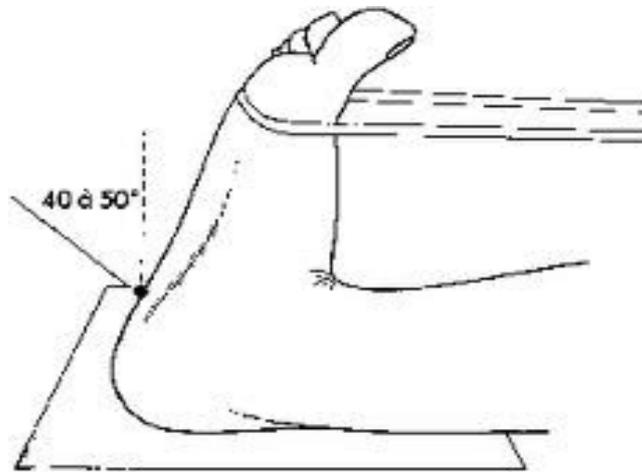


Figure33 : incidence rétrotibiale ascendante (13).

Ces deux incidences montrent :

- la grosse tubérosité avec sa bascule éventuelle.
- le corps du calcanéum.
- l'articulation sous-astragaliennne postérieure, le sustentaculum tali et les traits sagittaux.

### **c-Incidences prétibiales**

**1-Incidence ascendante ou planto-dorsale** : patient 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.

**2-Incidence descendante ou dorso-plantaire** : patient 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.

Ces deux incidences montrent :

- l'interligne médio-tarsienne.
- l'aboutissement antérieur des traits sagittaux et dégage partiellement la grande apophyse.

#### **b- Incidence de face talus cercle de MEARY**

Intérêt dans le bilan d'un cal vicieux.

#### **3- Incidence oblique d'ANTHONSEN**

- Pied couché sur son bord externe, rayon centré sur la malléole interne, tube décollé de 30
- vers les orteils et à 25° vers la plante du pied
- Met en évidence : - Partie horizontal du thalamus.
- Sinus du tarse.
- Grande apophyse.
- Surtout le trait sagittal de séparation.

#### **4- Incidence oblique**

Sur un profil externe, les clichés sont pris en faisant pivoter le rayon incident de 10°, 20°, 30° vers l'arrière et vers l'avant. Elles précisent le type de fracture surtout quand l'enfoncement est difficile à classer. Elles permettent de juger le résultat d'une ostéosynthèse en per- opératoire.

#### **5- Incidence plantaire de CHANZY**

Appelée incidence oblique de la plante. Elle permet d'identifier l'irradiation du trait de fracture à la corticale plantaire.

#### **6- Incidence du bec de la grande apophyse**

Patient en décubitus dorsal ou assis ; pied en flexion normal, reposant sur la cassette. Le rayon directeur est centré sur la malléole externe incliné latéralement de 45° de dehors en dedans.

Permet la visualisation de la grande apophyse, du cuboïde, du scaphoïde et de la tête de l'astragale.

En pratique ; sont indispensables : – Profil externe + incidence axiale

- Incidence oblique D'ANTHONSEN
- Parfois interne
- Parfois du calcanéum sain : mesure comparative de l'angle tubérothalamique de Bohler « existence de variations individuelles ».

## **B – La tomodensitométrie :**

L'apport de la TDM dans les fractures du calcanéum est triple (50):

### **1 – Apport diagnostique**

- permet la localisation précise de la fracture thalamique.
- objective la déviation axiale des différentes parties du calcanéum.
- montre l'importance de l'incongruence sous astragalienne du fait de l'enfoncement.
- montre la luxation du fragment externe et l'état du cartilage articulaire.

### **2 – Apport thérapeutique**

Elle porte une aide à l'indication thérapeutique : méthode fonctionnelle ou chirurgicale.

### **3 – Apport de contrôle**

Elle objective la qualité de la réduction et l'état de la surface articulaire.

Deux coups sont généralement effectués :

- i. **Horizontales** : mettent mieux en évidence, l'orientation et la situation du trait transthalamique, ainsi que les lésions au niveau de la Calcunéo-Cuboidienne.

ii. **Frontales** : permet d'apprécier la congruence ou l'incongruence astragalo- thalamique et de rechercher la luxation du fragment latéral typique du Type II (Fragment postéro- externe)

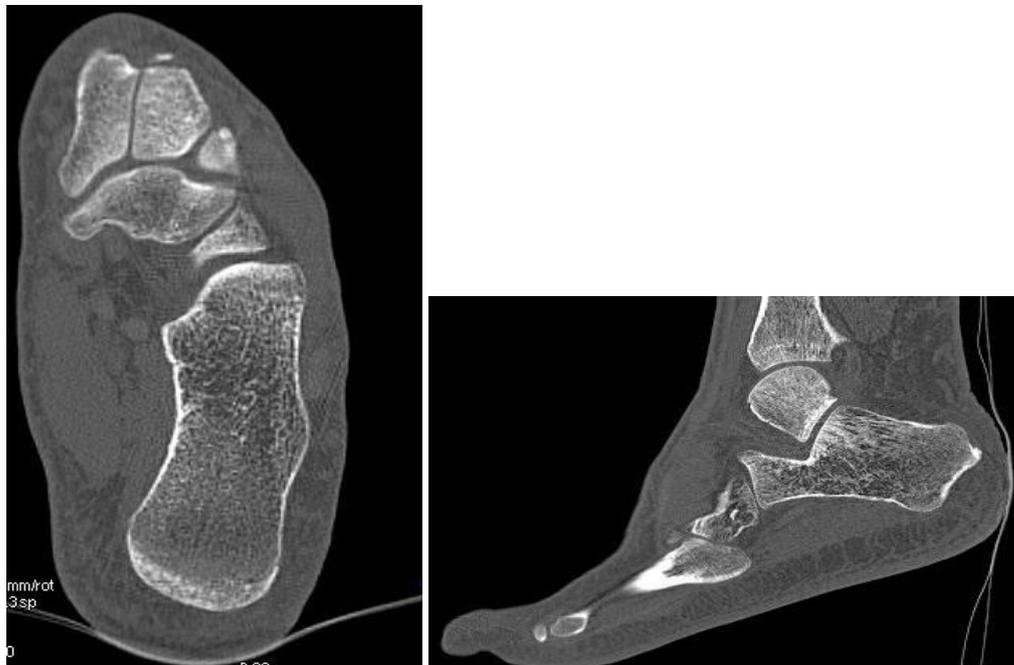


Figure 34: coupes scannographiques du pied (13).

### C-L'imagerie par résonance magnétique

Elle est encore en phase d'expérimentation et est rarement utilisée dans la pathologie traumatique du calcanéum et lorsqu'elle est faite elle permet de mieux préciser les lésions des parties molles.

## VIII. TRAITEMENT

Le débat concernant le traitement des fractures du calcanéum existe depuis de nombreuses années, nous retiendrons trois méthodes principales :

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

### 1- Les buts

- Restaurer la morphologie du calcanéum et celle de la surface articulaire thalamique.
- Rétablir le jeu normal de l'articulation sous tallienne et assurer un appui correct et indolore du talon.

### 2- Les moyens

#### a) Le traitement médical

lutter contre l'œdème, l'indolence et la prévention des complications infectieuse et thromboemboliques.

#### b) Méthode fonctionnelle (17)

C'est la meilleure des méthodes conservatrices soit comme traitement à part entière, soit comme méthode thérapeutique complémentaire indispensable au stade de la rééducation fonctionnelle postopératoire. Nous la faisons pratiquer en centre spécialisé où sont réunis plateau technique, compétence et émulation entre les patients opérés ou non opérés.

**Méthode 01** : se déroule en 03 phases :

**Phase 01** : elle dure de 2 à 3 semaines :

- ✓ Repos au lit.
- ✓ Lutte contre l'œdème par la glace, surélévation du membre, anti-

œdémateux.

- ✓ Rééducation de la tibiotarsienne et de la médiotarsienne, d'abord passive puis active, agissant sur les muscles péroniers, triceps sural, et fléchisseurs des orteils.

**Phase 02** : dure de la 3eme à la 8 eme semaine comprenant la reprise progressive de la déambulation en chaussures montantes avec semelle moulée pour un appui antérieur.

**Phase 03** : a partir de la 6eme semaine pendant minimum 06 semaines, phase de reprise de l'appui et de réadaptation a l'effort avec ou sans contention élastique.

### **Méthode 02 (51):**

La kiné balnéothérapie permet le travail en apesanteur du fait du principe d'Archimède. Le patient peut donc, sans danger pour l'ostéosynthèse ou la fracture non déplacée ou peu déplacée, marcher en plein appui sur le fond de la piscine, ce qui contribue à restaurer rapidement un schéma de marche physiologique perturbé par le traumatisme. La déambulation en piscine est réalisée en immersion décroissante de 10 à 50 % du poids du corps aux lignes biscapulaire, bimamelonnaire et bi-iliaque. Dès les premières séances d'immersion sont instaurées des mobilisations analytiques manuelles, polyarticulaires douces, lentes et insistantes avec début de mobilisation de l'articulation subtalienne. La kinésithérapie à sec est menée parallèlement selon les mêmes principes analytiques qu'en piscine. Les techniques sédatives complémentaires comme les bains de paraffine et les hydromassages sont destinées à améliorer la trophicité du pied. L'éducation du transfert latéral et le contrôle du poids autorisé à sec se font sur balance permettant une augmentation de l'appui partiel hebdomadaire sous couvert d'une paire de cannes-béquilles. A partir de la troisième semaine, la rééducation sensitivomotrice utilise les techniques en décharge selon les principes de Kabat, puis ultérieurement le travail proprioceptif en charge sur milieux stables puis instables dans le but de stimuler la musculature jambièrè et intrinsèque du pied.

La durée du séjour est de 5 semaines environ ; à la sortie du centre le patient éduqué poursuit son auto rééducation et déambule habituellement sous couvert d'une paire de cannes-béquilles avec un appui compris entre 50 et 70 % du poids du corps.

**Avantage :**

- innocuité.
- lutte contre les troubles trophiques et la raideur du pied.
- diminution des complications notamment l'algodystrophie

**Inconvénient :**

Ce traitement ne vise qu'à la restauration de la fonction et ne tient pas compte de la restauration anatomique.

Conduit à la formation de cal vicieux.

c) Méthode orthopédique

d) Plâtre de marche selon Graffin (20)

Il s'agit d'une botte plâtrée à chambre talonnière libre avec une talonnette d'appui antérieure ; ce plâtre fonctionnel permet de restaurer rapidement l'autonomie du blessé. L'immobilisation plâtrée simple en tant que méthode à part entière n'est pas justifiée.

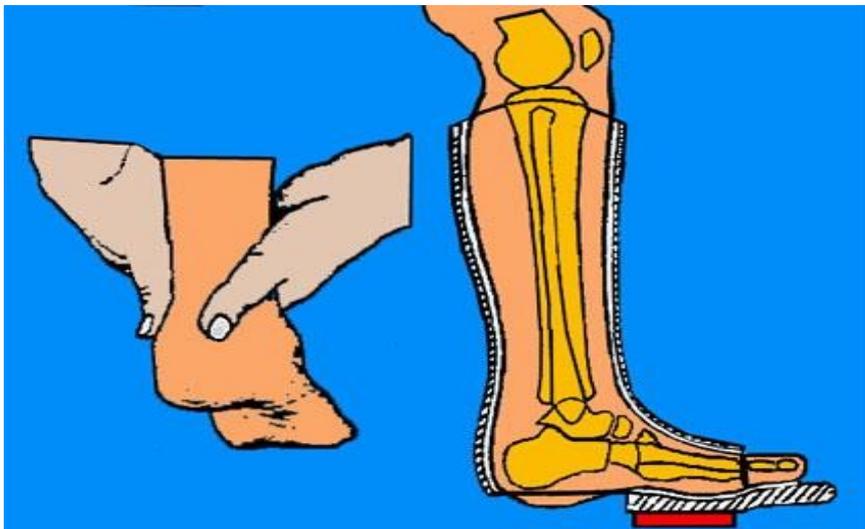


Figure 35: plâtre de Graffin (20).

### e) La réduction orthopédique

Seule les techniques désenclavant le bloc thalamique ont quelques sucées. Le risque septique de ses manœuvres percutanées impose une asepsie chirurgicale.

- **La réduction orthopédique par traction et poinçon(1) ,(29)**

Elle consiste en une traction qui se fait sur cadre de Boehler par l'intermédiaire d'une broche introduite dans l'angle postéro-supérieur de la grosse tubérosité, et une sangle de contre traction passée sous la jambe au-dessus des malléoles. Cette traction redonne longueur et forme au calcanéum, cependant le relèvement du thalamus est parfois insuffisant. Un poinçon entré par la face postérieure permet la réduction par manœuvre de levier. Le poinçon initialement noyé dans le plâtre faisant courir le risque d'ostéite, peut-être par des broches enfuies sous la peau. Le patient est laissé sur attèle de Boppe avec 3 kg de traction pendant 8 à 10 jours en attendant la fonte de l'œdème. Un plâtre cruropédieux, genou fléchi à 90°, pied en équin, est mis en place pour un mois, sans appui puis remplacé par un plâtre libérant le fémur et corrigeant l'équin. D'autre variantes sont possibles n'utilisant que partiellement cette technique.

### 3- Méthode chirurgicale

Le traitement chirurgical des fractures articulaires déplacées du calcanéum est recommandé par la plupart des auteurs contemporains (30),(31) .les publications récentes ont montré une amélioration des résultats fonctionnels et radiologiques après réduction chirurgical et ostéosynthèse, en comparaison avec le traitement conservateur(32) .la reprise des activités professionnelles semble plus constante et précoce après traitement chirurgical(33) ,(34).

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 appliquées aux particularités anatomiques de l'os calcanéen. Il s'agit de rétablir l'anatomie et la surface articulaire thalamique, d'obtenir un montage stable et limiter les complications, notamment cutanées(36), (37), (38).

a. **Relèvement enclouage à foyer fermé**

\* *Le relèvement enclouage à foyer fermé (R.E.F.F.)* : est une technique originale décrite en 1975 par J. Deloux (39) ; elle utilise une technique proposée dès 1968 par Merle d'Aubigné (46) qui, à l'aide d'un poinçon postérieur relevaient les fractures thalamiques du calcanéum. 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 partie intégrante de la méthode, qui bien entendu ne comprend pas l'immobilisation plâtrée. Le R.E.F.F. nécessite un bilan radiologique préopératoire complet, le principe repose sur une réduction de l'arrière pied permettant d'en assurer l'anatomie globale, les manœuvres ayant peu d'effet sur la congruence articulaire. Sous anesthésie générale, le patient est installé en décubitus ventral, le pied dépassant le bout de la table. Le clou de Stenman introduit en latéroachilien 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 va maintenir définitivement la réduction obtenue. Le premier clou est alors laissé ou enlevé. La technique est voisine dans les enfoncements verticaux thalamotubérositaire ou fractures en soufflet, cas le plus favorable et dans les fractures verticales thalamiques. Les fractures horizontales nécessitent de petits mouvements de levier pour réduire la sous astragalienne postérieure.

La rééducation est primordiale : elle s'effectue le plus souvent en centre spécialisé ; L'appui était autorisé initialement à la sixième semaine à l'ablation du

clou ; actuellement il est préconisé un appui différé à la huitième semaine .Il n'est pas confectionné de plâtre bien entendu.

\* **Le vissage percutané proposé par MAERLE D' AUBIGNE ET DUBOUCET (46)**

La manipulation par poinçon percutané aboutit à un relèvement thalamique qui est ensuite fixé en percutané par une vis calcanéo–astragaliénne, 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.

**b. Traitement à foyer ouvert**

**Préparation** : il convient de s'enquérir des antécédents, d'apprécier l'état des téguments à la recherche de troubles trophiques d'origine veineuse et de stigmates d'artérite. Le membre inférieur est surélevé, le pied entouré d'un manchon glacé ; une thromboprophylaxie est instaurée. On minimise la gravité des dommages et on explique au blessé le contrat thérapeutique que nécessitera la guérison de sa fracture : intervention, mise en place d'une botte plâtrée antalgique et de cicatrisation, retour au domicile sans appui sous couvert de cannes–béquilles, ablation du plâtre et des fils entre la deuxième et la troisième semaine et départ le jour même au centre de rééducation, suivi en consultation externe par l'opérateur.

**Moment de l'intervention** : entre le quatrième et le septième jour lorsque l'œdème a suffisamment régressé.

**Installation** : en décubitus latéral franc, l'extrémité inférieure de la jambe calée sur un sac de sable de sorte que cheville et pied soient libres. L'hémostase est assurée par garrot pneumatique à la racine de la cuisse.



Figure 36: installation du patient (46).

***b-1. Les Voies d'abord***

1. La voie d'abord externe sous malléolaire : reste la plus utilisée.

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.

2. Autres voies d'abord :

- Voie d'abord médiale
- Voie d'abord postéro-supérieure

***b-2. Les moyens d'ostéosynthèse : Ostéosynthèse par vissage simple :***

**Technique:**

- *Voie d'abord* : Nous utilisons une voie d'abord externe sous malléolaire.

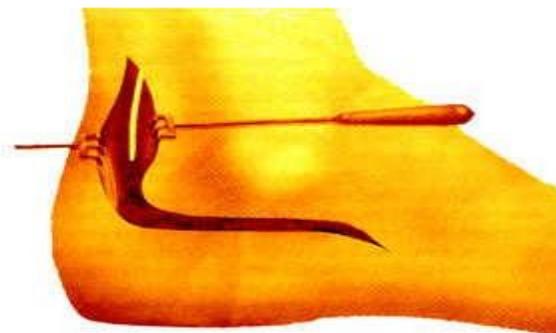


Figure 37: la voie d'abord (46).

*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. Le tracé curviligne de cette incision permet de diminuer le risque de nécrose de la peau, en évitant des décollements et la traction sur les berges cutanées.

*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 Hohmann, 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.



Figure 38 : dissection (46).

**b-3 Réduction et ostéosynthèse :**

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

Nous allons décrire ces principes de réduction en les appliquant schématiquement sur une fracture mixte ou tous les fragments caractéristique et ou tous les gestes de réduction sont représentés.

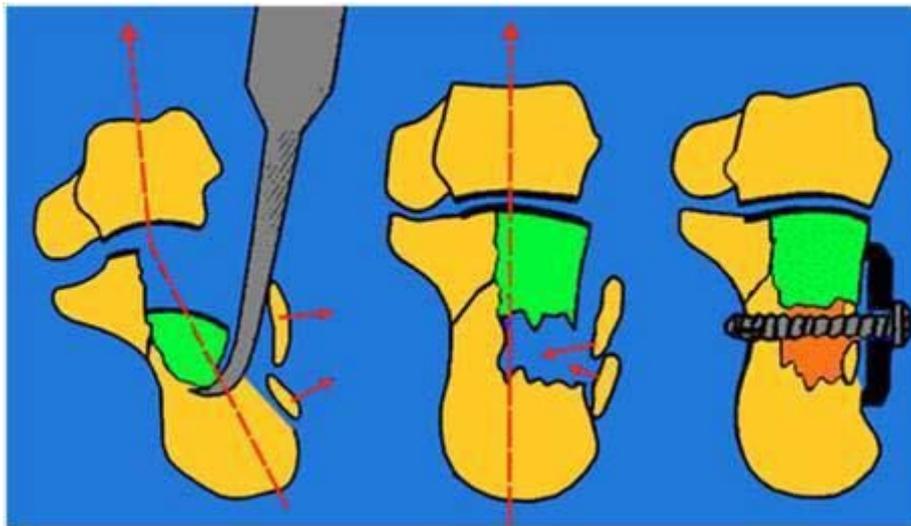


Figure39 : traitement chirurgical des fractures thalamiques(40) : Relèvement du Thalamus

Fixation avec des vis ou une plaque Greffe pour combler le vide.

***Schéma opératoire***

La réduction va s'effectuer en deux temps successifs ; l'ostéosynthèse s'effectuera également en 2 temps successifs.

**1- 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 calcanéum, 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 astragaliennne qui sert de repère à une bonne réduction.

Abaissant la grosse tubérosité, relevant ce fragment antéro-interne, on réduit en fait l'ensemble du fragment postéro externe ; le fragment cortico thalamique 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.

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



Figure 40: vissage d'une fracture du calcanéum(38).

## 2- Ostéosynthèse en deux temps :

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

*Vissage des fragments thalamiques :* 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 35à 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.

*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 per opératoire 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.

L'ostéosynthèse de la grosse tubérosité, obtenue par ce moyen ; est perpendiculairement stable.

Complément 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. 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 « ascensionne » 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.

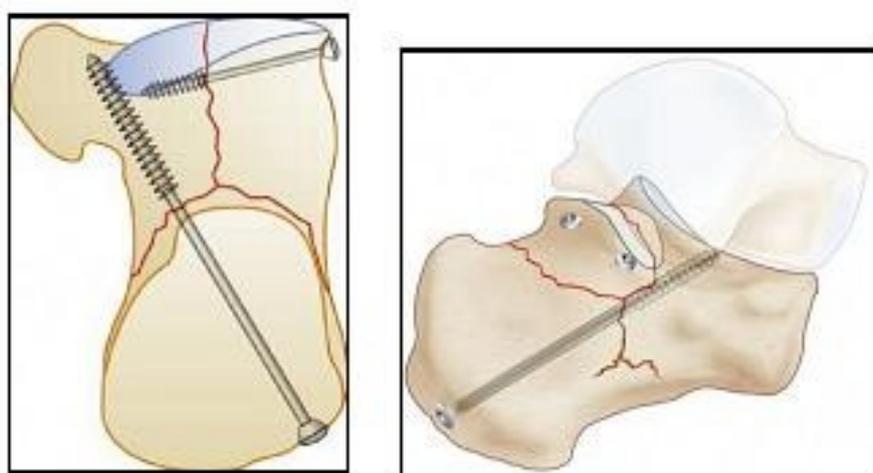


Figure 41: vissage d'une fracture mixte(38).

### c. Ostéosynthèse par plaques

- **Technique de Copin (4), (47):**

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 développé 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. 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.

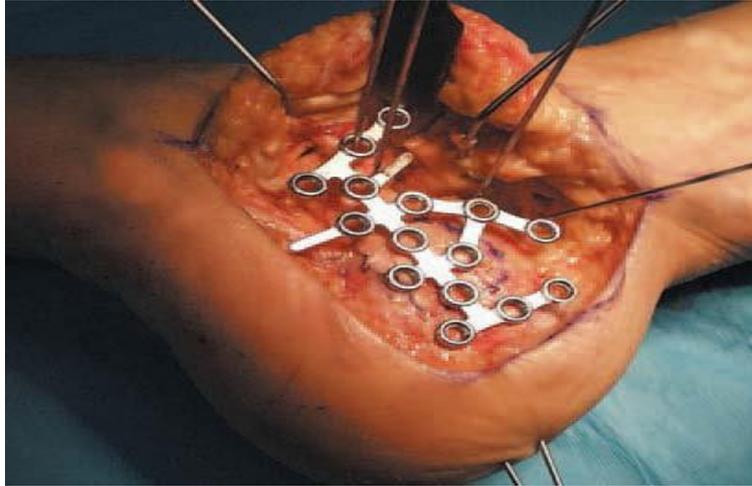


Figure 42: plaque du Copin (47).

- **Technique de Babin (4)** : 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 » postérieur 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, voilà 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.

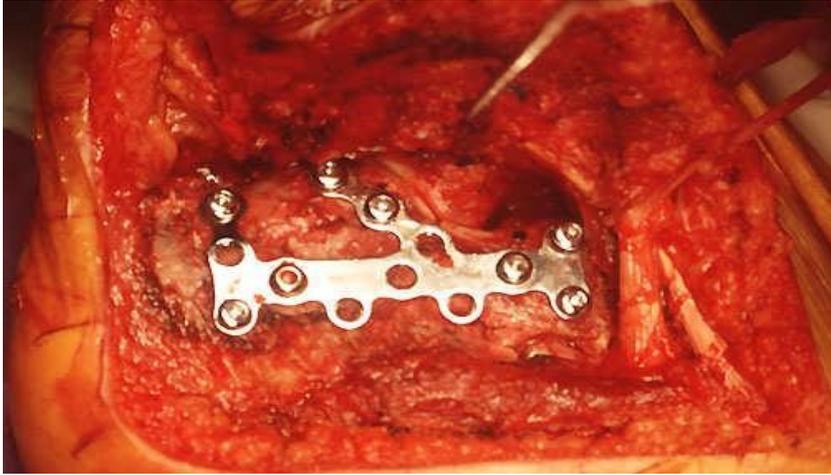


Figure43 : plaque AO (4).

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(42)**

Lors du symposium de la SOFCOT de 1988 consacré aux fractures thalamiques du calcanéum, Babin (4) 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 tube » 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, le calcanéum est assimilé à une ferme constituée de 2 arbalétriers, et d'un entrait. L'arbalétrier postérieur correspond à l'éventail sous thalamique, l'arbalétrier antérieur au système arciforme inférieur dont la tension empêche l'écartement des arbalétriers.

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, correspond à la classique fracture en « soufflet » ; quant à l'entrait, celui-ci est rompu lorsque le trait de fracture atteint la corticale plantaire.

A partir de ces notions l'auteur Saragaglia (43) 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 ».

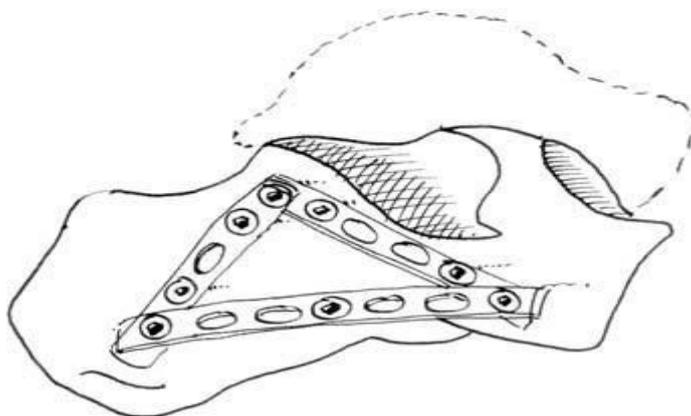


Figure44 : montage en triangle (42).

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 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(42)**

Nous n'insisterons pas sur la voie d'abord ni sur la réduction de la fracture thalamique. Ceci a été bien décrit par ailleurs(42).

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 ¼ 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.

### *Fermeture*

Avant la levée du garrot, habituellement moins de 1 heure après sa mise en œuvre, en deux plans au fil fin sur un drain aspiratif.



Figure 45: fermeture de la peau (42).

### *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 post opératoire.

L'appui complet, hors de l'eau, est autorisé à partir des 60 jours postopératoires en fonction du type de fracture.

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

#### **d. Reconstruction arthrodèse selon Stulz**

Les indications des arthrodèses sous astragaliennes isolée sont controversées.

En cas de fractures récentes du calcanéum, la réalisation d'une telle intervention a été développée par Stulz (44) et employée par beaucoup d'autre auteurs.

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 postérieurs, soit uniquement postérieure.

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.

#### ***Technique***

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.



Figure46 : arthrodèse de la sous astragalienne (44).

#### 4. Les indications

Elles reposent sur l'importance du déplacement, le degré d'incongruence articulaire et la qualité des téguments.

##### **Fractures thalamiques type I**

- *Variété sagittale à trait fondamental latéral :*

Elles sont habituellement peu déplacées, le traitement fonctionnel ou le plâtre de marche chez les blessés qui ne veulent pas interrompre leurs activités sont de bonnes indications.

- *Variété sagittale à trait fondamental médial détachant le sustentaculum tali :*

L'ostéosynthèse conventionnelle (vissage compressif) paraît justifiée car le fragment articulaire est plus ou moins important et basculé vers le bas.

- *Variété fronto-oblique :*

Ostéosynthèse par vissage compressif ou contention par clou de Steinman.

##### **Fractures thalamiques de types II**

Ces fractures luxations représentent des lésions ostéoligamentaires instables qu'il importe de stabiliser par vissage compressif.

### **Fractures de type III, et de type IV**

De forte incongruence articulaire quelle que soit la valeur de l'angle de Bohler : reconstruction-ostéosynthèse par plaque vissée courte et mince.

Les fractures à fragment thalamo-tubérositaire peuvent être traitées par relèvement enclouage à foyer fermé.

### **Fractures de types V**

Elles sont les moins fréquentes mais les plus graves.

La méthode fonctionnelle n'est pas indiquée et seule la reconstruction-arthrodèse primitive est capable de donner un résultat acceptable en plus de la résection du cartilage articulaire en préopératoire pour l'arthrodèse sous talienne et greffe osseuse(45).

Les fracas ouverts et ceux avec menace cutanée sont opérés en urgence.

## **IX. EVOLUTION**

### **A- Consolidation**

Les fractures calcanéennes ne possèdent pas le problème de consolidation, elle se fait en 6 - 8 semaine, la nécrose est exceptionnelle en raison de la bonne vascularisation, de cet os spongieux.

### **B- Complications et Séquelles**

Fréquentes et nombreuses. Elles font la sombre réputation de cette fracture.

- 1) Retard de cicatrisation cutanée : après ouverture initiale ou après chirurgie font craindre l'évolution vers l'ostéite calcanéenne.
- 2) Cals vicieux : fréquente en cas de fracture - séparation - enfoncement du thalamus, et retentissement globalement sur la statique :
  - i. Saillies Gênants : sur le chaussage, séquelles de fracture parcellaire plus fréquente.
  - ii. Cal vicieux des fractures- luxation : cause d'une Gène fonctionnel majeurs avec retentissement sur la tibio tarsienne avec limitation de la flexion- dorsale et plantaire.
  - iii. Cal vicieux sur fractures- enfoncements : pied plat post traumatique.  
Ascension de la grosse tubérosité : déplace la saillie d'appui du talon et diminution de bras levier d'achille ; impossibilité de se mettre sur les points du pied
- 3) Trouble trophique : touchants tout les tissu, lente et progressive
  - Œdème, devient progressivement dur.
  - Cyanose élective évoluant vers la dermite ocre.
  - Peau : scléreuse parfois, eczématisée avec dystrophie des phanères.

- Enraidissement douleurs de toutes les articulations.
- Ostéoporose : aspect mouchetée, pommelée, floconneux, lavé au max syndrome algodystrophique.
- Prévention par rééducation et appui précoce.

4) Arthrose post traumatique :

- Tout vice architectural peut être la cause
- S'installe progressivement
- Douleurs mécanique en charge surtout sur terrain accidenté
- Radiologie : pincement articulaire ; condensation de l'os sous chondrales ; géodes et ostéophytes post parfois.
- Evolution enraidissement de le sous astragelien.

5) L'ostéite du calcanéum : secondaire

- Ouverture cutanée initial
- Intervention chirurgical
- Rarement escarre sous plâtre
- Invalidant, si localisée avec fistule, si totale ; l'issue est catastrophique

6) L'algodystrophie : est une complication fréquente de ces fractures (10%) ; la méthode fonctionnelle, curieusement, n'est pas épargnée par cette complication

## X. Les séquelles(16)

Les fractures du calcanéum ne posent pas de problème de consolidation. Celle-ci se fait en 6-8 semaines.

La nécrose est exceptionnelle du fait de la bonne vascularisation de cet os spongieux L'évolution se complique le plus souvent de séquelles.

Les fractures du calcanéum sont reconnues comme étant des lésions graves précisément en raison des séquelles fonctionnelles dont elles sont responsables.

### ➤ **Arthrose sous-astragalienn**

De par leur caractère intra-articulaire et leur atteinte sur la morphologie de l'arrière pied, c'est l'ensemble de la fonction du pied qui est touché.

Le pied, à des degrés divers, va perdre sa capacité d'adaptation au sol, en particulier sur les plans inclinés. ceci est une conséquence directe de la perte de mobilité de l'articulation sous-astragalienn secondaire à l'arthrose post-traumatique .cette dysfonction sous- astragalienn à aussi des conséquences directes sur la capacité d'amortissement de l'onde de choc provoquée a chaque pas .l'arthrose touche préférentiellement la grande articulation sous- astragalienn postérieure et peut être visualisée sur une simple radiographie du pied de profil en charge .On y notera les signe d'arthrose classiques ,tels qu'une sclérose sous - chondrale .le CT-scan offre une imagerie plus fine de l'articulation et de ses troubles dégénératifs .



Figure47 : Arthrose sous-astragaliennne (16)

➤ **Perte de la hauteur de l'arrière -pied**

conséquence de la perte de hauteur est une diminution du bras de levier utilisable par le triceps sural et donc une influence négative sur la capacité de propulsion. Le diagnostic repose sur une simple radiographie de la cheville de profil en charge ; on y mesure le long axe de l'astragale qui est devenue horizontal.



Figure48 : Perte de hauteur de l'arrière-pied (16)

➤ **varus tubérositaire**

La perte de hauteur de l'arrière-pied due à l'impaction au moment de la fracture à une conséquence directe sur la position de l'arrière-pied dans le plan sagittal ; cette perte de hauteur est due à une ascension de la grande tubérosité calcanéenne associée à une dépression jusqu' à 40 mm. L'astragale s'enfonce postérieurement dans le calcanéum et s'horizontalise. La conséquence directe de l'horizontalisation de l'astragale est une perte de l'amplitude articulaire de la cheville .En effet ,la marge antérieure du tibia trouve un contact prématuré avec le col de l'astragale dans le cycle de la marche au moment où a lieu la dorsiflexion sensible de la cheville avec des douleurs antérieures de cheville au niveau de la marge antérieure du tibia .une autre

Le varus tubérositaire est lié au déplacement en varus (en dedans) de la tubérosité au moment du traumatisme, tiré par le complexe musculaire tricipital par l'intermédiaire du tendon d'Achille. Cette déformation en varus peut être mal tolérée car elle déséquilibre le pied et induit un transfert de charge sur le bord externe du médio et avant-pied. Les patients décrivent des douleurs sur le bord externe du pied, au niveau de la base du cinquième métatarsien, ainsi que des fractures de stress. Certains patients décrivent des entorses de la cheville en varus et des tendinites des tendons péroniers répétées. Une radiographie axiale et l'examen clinique des arrière-pieds (perte du valgus calcanéen physiologique) permettent de poser le diagnostic.

- L'examen clinique est démonstratif et comporte les points suivants :
- Inspection du patient en position bipodale d'arrière, on observe une translation du talon en dedans ; ainsi qu'une zone d'hyper-appui sur le bord externe du médio-tarse, avec parfois une hyperkératose au niveau de la base du cinquième métatarsien ; les tendons péroniers sont parfois sensibles à la palpation.

➤ **Elargissement du mur externe**

L'élargissement du mur externe est une séquelle directe de la fracture. L'enfoncement de l'astragale dans le calcanéum entraîne une latéralisation de la paroi latérale du calcanéum qui,

si elle n'est pas remise en place, provoque un conflit mécanique douloureux soit avec le bord latéral de l'astragale, soit avec la pointe du péroné ou encore les tendons péroniers. Les patients se plaignent de douleurs à la marche et bien localisées au niveau malléolaire externe. Seul un CT-scan comportant des coupes coronales de l'arrière-pied permet de poser le diagnostic.

## **XI. Discussion des résultats :**

### **1- Epidémiologie**

#### **1-1-La fréquence**

La fracture du calcanéum est une fracture peu fréquente qui représente 1,4% des fractures du corps ce qui est comparable a la littérature ou on trouve une fréquence de 1 à 2%.

#### **1-2-Age**

La fracture du calcanéum est plus fréquente chez le sujet jeune. Et ceci est retrouvé dans les séries de plusieurs auteurs.

Tableau 12 : comparaison selon l'âge.

<b>La série</b>	<b>Age moyen</b>
<b>Nich(22)</b>	<b>35 ans</b>
<b>W Mac Dougal. C Schwartz. Colmar(48)</b>	<b>45 ans</b>
<b>SOFCOT(4)</b>	<b>34 ans</b>
<b>Notre série</b>	<b>48 ans</b>

Dans notre série on trouve que la tranche d'âge la plus touchée est comprise entre 39 et 49 ans et cela s'explique par la grande activité de cette tranche d'âge

#### **1-3-Sexe**

La fracture du calcanéum est plus fréquente chez l'homme que la femme avec un sexe ratio de 7 et cela s'explique par le fait que l'homme est plus actif que la femme et la nature du travail qu'il fait dans notre société : métiers a risque : ouvriers des bâtiments (hauteur).

Tableau 13 : comparaison selon le sexe.

Série	Homme	Femme
Nich(22)	09	07
W Mac Dougal. C Schwartz. Colmar(48)	44	24
Notre série	22	03

### 1-4- L'étiologie

L'étiologie la plus fréquente est l'accident de travail qui présente 48 %.

Les chutes d'un lieu élevé ( accidents domestiques, tentative suicidaire) présentent 36%.

L'étude de la SOFCOT (4) retrouve 60% des fractures qui sont dus à des chutes d'une hauteur de plus de 02 mètres.

Cette fréquence peut s'expliquer par le non-respect des normes de sécurité en milieu de travail.

## 2- La clinique

### 2-1- le coté atteint

Dans notre série, le côté droit est prédominant sur le côté gauche de 52% pour le côté droit et 40% pour le côté gauche.

Dans la littérature, nous ne retrouvons pas de prédominance d'un coté sur l'autre. L'atteinte bilatérale est constatée dans 8% des cas dans notre série.

L'étude de W Mac Dougal. C Schwartz. Colmar(48) retrouve 5,88% d'atteinte bilatérale.

**2-2- Les lésions associées****a-Ouverture cutanée**

Lors de la fracture du calcanéum, l'ouverture cutanée est rare.

Tableau 14 : comparaison selon l'ouverture cutanée.

Série	Ouverture cutanée
Bapin(24)	2,5%
Kempf(24)	4,3%
Miralles(23)	5,3%
Notre série	16%

**b- Autres fractures associées**

La fracture du rachis dorso-lombaire est la plus fréquemment retrouvée lors de la fracture du calcanéum.

Tableau 15 : comparaison fracture du rachis dorsolombaire associée à celle de calcanéum.

Série	Fracture du rachis dorso-lombaire
Kempf(24)	10,5%
Miralles(23)	8,5%
Notre série	12%

La fréquence des lésions associées s'explique par le contexte violent des traumatismes.

### 3- La radiologie

#### a- La radiographie standard

Tous les patients ont bénéficiés des radiographies de la cheville face et profil (100%).

#### b- La tomodensitométrie

Dans notre série, 07 patients soit 36% ont bénéficiés d'un scanner.

Dans l'étude de W Mac Dougal. C Schwartz. Colmar(48) le scanner était réalisé chez 100%des patients.

### 4- Les résultats radiologiques

Les fractures thalamiques sont plus fréquentes que les fractures extra thalamiques.

Dans notre série, les fractures thalamiques étaient à 52% et les fractures extra thalamiques à 48 %.

Une thèse nationale faite par Melle EL OUARRADI NASSIBA pour obtention de doctorat en médecine (49) retrouve 66% des fractures thalamiques et 34% des fractures extra thalamiques.

#### ➤ **Les fractures thalamiques :**

Selon la classification de DUPARC :

Tableau 16 : comparaison des types de fracture selon la classification de Duparc.

Série	Type 1	Type2	Type 3	Type 4	Type 5
Thèse de Melle EL OUARRADI(49)	29%	10%	14%	14%	33%
W Mac Dougal. C Schwartz. Colmar(48)	0	2,77%	51 ,38%	43,05%	2,77%
Nich(22)	0	0	50%	50%	0
Notre série	17%	08%	17%	38%	25%

Dans notre série, on note que le type 4 est le plus fréquent avec 38% des fractures.

➤ **L'angle de Bohler :**

L'angle de Bohler était positif dans la majorité des cas avec 72 % ce qui concorde avec la littérature

Tableau 17 : comparaison angle de Bohler.

Série	Positif	Nul	Négatif
Melle EL OUARRIDI(49)	71,42%	09,52%	19,04%
Notre série	72%	8 %	20 %

## 5- Le traitement

Le type de traitement le plus utilisé est le traitement chirurgical avec 13 cas soit 52%.

Tableau 18 : comparaison des méthodes de traitement.

Série	Traitement chirurgical	Traitement non chirurgical
Thèse de Melle EL OUARRIDI au Maroc(49)	41%	59%
Notre série	52%	48%

### 5-1-Le traitement chirurgical

#### a- Le délai préopératoire

Le délai préopératoire est en moyenne de 05 jours et ce qui s'explique par la durée nécessaire pour la résorption de l'œdème post traumatique.

Tableau 19 : comparaison de délai préopératoire.

Série	Délai préopératoire
Stindel(37)	05 jours
Nich(22)	06 jours
W Mac Dougal. C Schwartz. Colmar(48)	04 jours
Notre série	05 jours

**b- Technique chirurgicale**

La chirurgie à ciel ouvert est la plus fréquente avec 08 cas soit 62%.

Tableau 20: comparaison technique chirurgicale.

Série	Ciel ouvert	Foyer fermé
W Mac Dougal. C Schwartz. Colmar(48)	52,77%	47,22%
<b>Notre série</b>	<b>62%</b>	<b>38 %</b>

**c- Le type d'ostéosynthèse**

La plaque vissée est le type de traitement chirurgical le plus utilisé avec 06 cas soit 46%.

Le vissage en 2<sup>ème</sup> lieu (04 cas soit 31%) puis l'arthrodèse (03 cas soit 23%).

**d- La greffe :**

La greffe est utilisée dans 03 cas soit 23% de notre série.

Tableau 21 : l'utilisation de greffe selon les études.

Série	Avec greffe	Sans greffe
Hachem (21)	0	100%
Nich (22)	100%	0
<b>Notre série</b>	<b>23%</b>	<b>77%</b>

**6- Les résultats postopératoires****6-1-Selon l'angle de Bohler**

La correction de l'angle de Bohler est en moyen de 21° avec une moyenne de 4,14° en préopératoire et de 25,56° en postopératoire.

Tableau 22 : comparaison de l'angle de Bohler.

Série	Moyenne en préopératoire	Moyenne en postopératoire
Stindel(37)	+04°	+17°
W Mac Dougal. C Schwartz. Colmar(48)	-2 ,4°	+20,1°
Nich(22)	-04°	+23,4°
Notre série	+4,14°	+25,56°

### 6-2-La rééducation

La rééducation fonctionnelle a été réalisée chez 24% des cas de notre série cela peut s'expliquer par le manque des centres de rééducations.

## 7- Evolution et complications

### 7-1-Selon l'évolution

L'évolution des fractures du calcanéum se fait vers la consolidation qui s'explique par la nature spongieuse de calcanéum qui est richement vascularisé.

### 7-2-Selon les complications

Dans notre étude, nous avons constatés des complications précoces chez 08% des cas.

### 7-3-Selon les séquelles

Les séquelles dans notre étude ont été constatées dans 28% des cas cela s'explique par la complexité des fractures de calcanéum rendant difficile une réduction anatomique satisfaisante

### 7-4-Selon les résultats fonctionnels

Dans notre série, le score de Kitaoka était bon dans 62% des cas avec retour aux activités préalables. Cela est comparable aux données des autres études où on trouve 56% de bon résultats dans l'étude de Nich et 81% de bon résultats dans l'étude de W Mac Dougal. C Schwartz. Colmar(48).

## **XII. Les recommandations**

### **1– Aux autorités politiques et administratives**

- Assurer les moyens de sécurité au lieu de travail pour la prévention des accidents de travail.
- Renforcer le service de chirurgie orthopédique et traumatologique par un plateau technique adéquat.
- Créer des centres de rééducation fonctionnelle avec du matériel adéquat.
- Former un plus grand nombre de personnel spécialisé en imagerie médicale et en rééducation.

### **2– Au personnel médical**

- Penser à chercher les fractures de calcanéum devant un traumatisé victime d'une chute d'une hauteur et demander les incidences radiologiques adéquates pour visualisé le trait de fracture.
- Penser à prescrire un scanner de la cheville si nécessaire.

### **3–A la population civile**

- Respecter les règles de sécurité au milieu de travail.
- Consulter un médecin dans un bref délai après une chute avec traumatisme du talon.
- Renoncer à l'automédication et au traitement traditionnel vu ses multiples préjudices.

# Conclusion générale

Les fractures du calcanéum sont peu fréquentes, surviennent le plus souvent chez le sujet jeune .Ces fractures sont dues dans plus de la moitié des cas à une chute d'un lieu élevé.

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 ainsi que la TDM qui permet une étude plus précise des fractures thalamiques.

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.

Le traitement chirurgical dépend de l'importance du déplacement, le degré d'incongruence articulaire.

Le pronostic est généralement bon à condition de prendre une décision thérapeutique adéquate et rapide.

# RESUME

## Résumé

Il s'agit d'une étude rétrospective portant sur 25 patients hospitalisés pour fracture du calcanéum au niveau du service de traumatologie-orthopédique de l'hôpital militaire Moulay Ismail de Meknès étalée sur une période allant de Janvier 2015 à l'Aout 2017.

Les résultats : nous avons 25 cas de fracture dont 02cas bilatéraux, 03 cas étaient de sexe féminin et 22 cas de sexe masculin avec un âge moyen de 48 ans

La fracture du calcanéum était suite à un accident de travail chez 48% de nos patients avec prédominance de l'atteinte du côté droit (52%). Des fractures ouvertes ont été constatés dans 16% des cas présence de fractures associées dans 40%.

Une TDM a été effectuée chez 36% des cas pour mieux évaluer le type de fracture et ainsi décider du traitement à appliquer.

Dans notre série, 52% des cas étaient des fractures thalamiques et selon la classification du Duparc 17% étaient du type I, 08% étaient du type II, 17% étaient du type III, 38% étaient du type IV et 25% du type V.

L'angle de Bohler était négatif dans 20 % des cas, nul dans 8% des cas et positif dans 72% des cas.

Le traitement fonctionnel était réalisé chez 06 cas, orthopédique chez 06 cas et chirurgical chez 13 cas.

Le délai préopératoire était en moyenne de 05 jours.

Le traitement chirurgical réalisé était à base de plaque chez 06 cas, vissage chez 04 cas et arthrodeèse chez 03 cas. La greffe était utilisée chez 03 cas.

L'angle de Bohler en postopératoire était en moyenne de 25,56° pour une moyenne de 4,14° en préopératoire.

Sur les 25 patients 08 ont été revus avec un score de Kitaoka bon chez 05 cas et moyen chez 03 cas.

Quelques complications précoces ont été constatées à type d'une infection chez un patient et des phlyctènes chez un autre.

Les séquelles ont été trouvées chez 28% des cas à type d'une arthrose sous talienne chez un cas, algodystrophie chez un cas, pied plat chez trois cas, saillie osseuse gênante à la marche chez un cas et une cicatrice disgracieuse chez un cas.

## Abstract :

This is a retrospective study of 25 patients hospitalized for calcaneal fracture in the orthopedic surgery department of Moulay Ismail Hospital over a period from January 2015 to August 2017.

The results: we have 25 cases of fracture which 02 cases bilateral, 03 cases were female and 22 male cases with an average age of 48 years.

The calcaneal fracture was due to work accident in 48% of our patients with predominantly achieving the right side (52%). Open fractures were seen in 16% of cases the presence of fractures associated in 40%.

A computed tomography was performed in 36% of cases to better assess the type of fracture and thus decide what treatment to apply.

In our series, 52% of the cases were thalamic fractures and the classification of Duparc 17% were type I, 08% were type II, 17% were type III, 38% were type IV and 25% of type V.

The angle of Bohler was negative in 20% of cases, no one in 8% of cases and positive in 72% of cases.

Functional treatment was performed in 06 cases, orthopedic in 06 cases and surgery in 13 cases.

Preoperative period was on average 05 days.

The surgery performed was based on plate in 06 cases, 04 cases in screwing and arthrodesis in 03 cases. The graft was used in 03 cases.

Bohler's angle postoperatively averaged 25.56 degrees for an average of 4.14 ° preoperatively.

Of the 25 patients, 08 were reviewed with a Kitaoka score good in 05 cases and medium in 03 cases.

Some early complications were observed type of infection with a patient and blisters with another.

The after-effects were found in 28% of cases the type of osteoarthritis subtalar joints in one case dystrophy in one case, flat foot in three cases, bony prominence embarrassing to walk in one case and an unsightly scar in a case

## ملخص

انها دراسة بأثر رجعي من 25 مريضا لكسر عظام عظام عقبى تم استشفائهم في جناح تقويم العظام في مستشفى عسكري مولاي إسماعيل بمكناس امتد على فترة من يناير 2015 إلى أغسطس 2017.

النتائج: لدينا 25 حالة كسر بما في ذلك 02 حالة ثنائية ، 03 حالة كانوا من الإناث و 22 من الذكور بمتوسط عمر 48 عامًا

سبب كسر العقبى ناتج عن حادث في العمل ب 48 % من سلسلتنا الكسور المفتوحة تم العثور على 16 % حالة

تم إجراء الماسح ضوئي (TMD) عند 36 % من الحالات لتقييم أفضل لنوع كسر وبالتالي اتخاذ قرار بشأن العلاج الواجب تطبيقها.

في سلسلتنا ، 52 % من الحالات كانت كسور المهاد وفقا لتصنيف Duparc 17 % من النوع الأول ، 08 % من النوع الثاني ، 17 % كانوا النوع الثالث ، 38 % من النوع الرابع و 25 % من النوع الخامس.

كانت زاوية بولر سلبية في 20 % من الحالات ، صفر في 8 % من الحالات وإيجابية في 72 % من الحالات.

تم إجراء العلاج الوظيفي عند 06 حالة ، العلاج التقويم عند 06 حالة والجراحية عند 13 حالة.

كان الوقت قبل الجراحة في المتوسط 5 أيام.

حيث كان العلاج الجراحي القائم على توحة تثبيت عند 06 حالة ، استعمل البرغي الجراحي عند 04 حالة والتهاب المفاصل عند 03 حالة. تم استخدام عملية الزرع عند 03 حالة.

وبلغ متوسط زاوية بولر بعد العملية الجراحية 25.56 درجة متوسط 4.14 درجة قبل الجراحة.

من 25 مريضا تم استعراض 08 مع درجة Kitaoka جيدة في 05 حالة ومتوسط عند 03 حالة. تم الإبلاغ عن بعض المضاعفات المبكرة كعدوى عند مريض واحد ونفطة عند آخر.

تم العثور على آثار لاحقة عند 28 % من الحالات مع هشاشة العظام في حالة واحدة ، الحثل في حالة واحدة ، قدم مسطح في ثلاث حالات ، نتوء نخاع العظام غير مريح في حالة وندبة قبيحة في حالة واحدة.

# ANNEXES



Interprétation des clichés :

La classification d'Utheza :

1. Fractures extra-thalamiques : -fr de la tubérosité postérieure -fr de la grande apophyse: 

-fr du sustentaculum :

2. Fracture-luxation  :3. Fractures thalamiques : 

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

1er degré 2ème degré 3ème degré -Type anatomique (classification de Duparc) : Type I Type V Type II Type IV Type III **Traitement :****Médical :**AINS Antibiotique Antalgique Anticoagulants **Orthopédique :**plâtre : type : Traitement fonctionnel : 

Autres :

**Chirurgical :**Délai d'intervention :  Type d'installation Type d'anesthésie Voie d'abord :à foyer ouvert : à foyer fermé : Type d'ostéosynthèse : Plaque Embroschage vissage Arthrodèse Utilisation de greffe **Résultats** : Score de Kitaoka et al :Résultat total : excellent bon moyen mauvais 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



# REFERENCES

# BIBLIOGRAPHIQUES

- 1- **KEMPF I, TOUZAIID RC :**  
Les fractures du calcanéum. Rapport présenté au 80 ème congrès français de chirurgie. Masson Editeur, Paris, 1978.
- 2- **BOHLER L:**  
Diagnosis, pathology and treatment of fractures of the os calcis. J Bone Joint Surg, 2 1931, 13, 75-89.
- 3- **PALMER I:**  
the mechanism and treatment of the calcaneus. J Bone Joint Surg, 1948, 30, 2-8.
- 4- **BABIN SR, DOSSA J, COPIN G:**  
Fractures thalamiques du calcanéum et évolution en pratique civile. Symposium SOFCOT 1988.rev chir orth 1989;75(suppl. 1):61-114.
- 5- **SR BABIN, P SIMON :**  
Fractures du calcanéus . Encyclopedie Médico-Chirurgicale 27-100-A-45
- 6- **DUPARC J :**  
Classification anatomoclinique des fractures transe-thalamiques du calcanéum. In pied et cheville : imagerie et clinique sous la direction de G. Morvan. GETORA opus n°XXVIII, Sauramps, Montpellier, 1991,39-42.
- 7- **UTHEZA G, CHAMINADE B, ZOGRAPHOS S :**  
La double mesure de l'angle de Bohler: justification et intérêt pronostique des mesures angulaires radiologiques dans les fractures du calcanéum. Revue de Chirurgie Orthopédique 2001, 87, 712- 717.
- 8- **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.

- 9- **BABIN SR, GRAF P, KATZNER M, SCHOVINGT :**  
Reconstruction ostéosynthèse par plaques vissées des fractures thalamiques du calcanéum  
rev chir Orthop, 1982, 68,557-569.
- 10- **BABIN SR, GRAF P, KATZNER M, SCHOVINGT :**  
Reconstruction ostéosynthèse par plaques vissées des fractures thalamiques du calcanéum.rev chir Orthop, 1982, 68,557-569.
- 11- **ATLAS ANATOMIE.**
- 12- **KITAOKA HB, ALEXANDER IJ, ADELAAR RS, NUNLEY JA, MYERSON MS, SANDERS M:** Clinical rating systems for the ankle-hindfoot, midfoot, hallux , and lesser toes.Foot Ankle Int, 1994, 15, 349-353
- 13- **KITAOKA HB, PATZER GL :**  
analysis of clinical grading scales for the foot and ankle. Foot Ankle Int, 1997,18, 443-446
- 14- **M. KASSAB, H. LELIEVRE , J-F. LELIEVRE , E. ROLLAND , G . SAILLANT :**  
Chirurgie des séquelles des fractures du calcanéum . Revue de chirurgie orthopédique, 2005, 91 ,248-256
- 15- **ROUVIERE U. DELMAS P.** Anatomie humaine. Masson.
- 16- **M .ASSAL , X . CREVOISIER :**  
Fractures du calcanéum : du traumatisme aux séquelles. Rev Med 2008 ; 4 :2108-13
- 17- **P .DAUTRY :**  
Sur le traitement des fractures du clacanéum. Mém .Acad.Chir.,1961 P :249 à 256.
- 18- **FRANK H. NETTER, M.D**  
Atlas d'anatomie humaine, 3ème édition section VII, membre inférieur, pp : 493-504 .

- 19- **KAPANJI I.A. :**  
physiologie articulaire. Fascicule 2, 4ème édition. Maloine édit., Paris ,1975.
- 20- **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.
- 21- **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 Chir Orthop, 2006, 92,45-51
- 22- **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 18 cas.  
Rev Chir Orthop, 2008,94, 135-144
- 23- **KEMPF.I. TOUZAIID :**  
Les fractures du calcanéum . journal de chirurgie (Paris) 1978. 115 n°6 p :377-386.
- 24- **SR Babin, P Simon, P Marcillou :**  
Le traitement chirurgical des fractures articulaires du calcanéum. Rev Chir Orthop, 1999,40.
- 25- **DEBURGE.A, ET TEILLET.J. :**  
Fractures du calcanéum.  
E.M.C.(Paris ,France) . Appareil locomoteur .14094, A-10, 2-1983 .

- 26– **DELAHAY.R ET JOLLY.R :**  
Pied :techniques radiologiques et aspects normaux.E.M.C (Paris)  
Radiodiagnostic A-10.
- 27– **FRANK.A.FABIAN.J.N:**  
Fractures du calcanéum. D.C.E.M chirurgie de l'appareil locomoeur  
traumatologie
- 28– **B. CHAMINADE, P. CHIRON :**  
La classification d'Uthéza des fractures thalamiques du calcanéum.  
Orthopédie-Traumatologie, CHU RANGUIL, Toulouse, n°137,2004.
- 29– **BONVALET.JM,SEGUIN.P ET FOULON.JJ :**  
Une greffe de Papineau au niveau du calcanéum.chirurgie 1980,106
- 30– **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.
- 31– **Howard JL, Buckley R, McCormack R, Pate G, Leighton R, Petrie D, et al.**  
Complications following management of displaced intra6articular calcaneal  
fractures: a prospective randomized trial comparing open reduction internal  
fixation with nonoperative management. J Orthop Trauma 2003;
- 32– **Jarvholm U, Koener L, Thoren O, Wiklund LM:**  
Fractures of the calcaneus. A comparison of open and closed treatment.  
ActaOrthop Scand 1984; 55: 652-6.
- 33– **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.

- 34– **Paul M, Peter R, Hoffmeyer P:**  
Fractures of the calcaneum. A review of 70 patients. J Bone Joint Surg Br 2004; 86: 1142–5.
- 35– **Augereau B, Mazas F, Travers V, Gagey O:**  
Tolérance fonctionnelle de cals vicieux orthopédiques et chirurgicales.  
Fractures thalamiques du calcanéum de l'adulte en pratique civile. Rev Chir Orthop 1989 ; 75(Suppl. I) : 102–5.
- 36– **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.
- 37– **STINDEL E :**  
Les fractures thalamiques du calcanéum de l'adulte. Annales orthopédiques de l'Ouest, 2001,33, 237–276.
- 38– **Lopez-Oliva Mñhoz, F.Friol:**  
Current management of intra-articular calcaneal fractures.Rev esp cir orthoptraumatol. 2011 ; 55(6) :476–484.
- 39– **DELCOULX J.CHARLES H. LE THAI D :**  
Fractures thalamiques du calcanéum en pratique civile, Le relèvement enclouage à foyer. Rev Chir Orthop, 1989, 75(suppl. 1)81–83.
- 40– **J.L LERAS.**
- 41– **LANGDON J, KERR PS, ATKINS RM:**  
fractures of calcaneum: the antero lateral fragment. J Bone Joint Surg 1994;
- 42– **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.

- 43- **SARRAGAGLIA D, BADELESCU A, TOURNE Y, RUMELHART C :**  
Etude biomécanique comparée de 3 ostéosynthèses des fractures enfoncement du calcanéum stade 4 de Duparc, intérêt du montage en triangulation. Rev Chir Orthop, 1999, 85, 601-611.
- 44- **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.
- 45- **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.
- 46- **MERLE V' AUBIGNE R.**
- 47- **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.
- 48- **W MAC DOUGALL ,C SCHWARTZ, COLMAR :**  
Fractures du calcanéum : le traitement chirurgical
- 49- **EL OUARRADI N :**  
Thèse d'obtention du doctorat en médecine : prise en charge des fractures du calcanéum
- 50- **IDAL J :**  
Fractures thalamiques du calcanéum en pratique civile.
- 51- **SR BABIN,P SIMON :**  
Fracutre du calcanéum [14-094-A-10 ]

